



## CONSORZIO DI BONIFICA PIANURA DI FERRARA

Sede legale e recapito postale:

44121 Ferrara - Via Borgo dei Leoni, 28 - C.F. 93076450381

web: [www.bonificaferrara.it](http://www.bonificaferrara.it) - e-mail: [info@bonificaferrara.it](mailto:info@bonificaferrara.it)

pec: [posta.certificata@pec.bonificaferrara.it](mailto:posta.certificata@pec.bonificaferrara.it)

aderente all' **ANB**

Associazione Nazionale Bonifiche, Irrigazioni e Miglioramenti Fondiari

### CANALE S. NICOLO' - MEDELANA (OC92)



**Finanziato  
dall'Unione europea**  
NextGenerationEU



**MINISTERO  
DELLE INFRASTRUTTURE  
E DEI TRASPORTI**

## Ripristino delle condizioni di stabilità arginale del canale San Nicolò -Medelana CUP: J96G20000500001

**PNRR-M2C4-I4.1-A2-1: Ripristino della piena funzionalità idraulica  
del canale S. Nicolò Medelana**

## PROGETTO ESECUTIVO

### Relazione di calcolo strutturale

|                                                          |                    |                                                                          |             |                          |
|----------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------|
| Data: <b>25.02.2025</b>                                  |                    |                                                                          |             | Rev.:<br><b>RS-01</b>    |
| <b>IL PROGETTISTA</b><br>(Dott. Ing. Beatrice Bergamini) |                    | <b>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</b><br>(Dott. Ing. Valeria Chierici) |             |                          |
| <b>Rev.</b>                                              | <b>Descrizione</b> | <b>Redatto</b>                                                           | <b>Data</b> | <b>Codice Intervento</b> |
| 00                                                       | Per emissione      | N.G.-B.B.                                                                | 25.02.2025  | <b>OC92</b>              |
|                                                          |                    |                                                                          |             |                          |
|                                                          |                    |                                                                          |             |                          |



## INDICE

|                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE .....                                                    | 4  |
| A. DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO E DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, MORFOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DEL SITO DI INTERVENTO ..... | 4  |
| B. DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA .....                                                                                       | 7  |
| C. NORMATIVA TECNICA E RIFERIMENTI TECNICI UTILIZZATI.....                                                                          | 10 |
| D. PARAMETRI DI PROGETTO E AZIONI SULLA COSTRUZIONE.....                                                                            | 11 |
| D.1 - Carichi Verticali .....                                                                                                       | 11 |
| D.2 - Azione sismica di riferimento .....                                                                                           | 11 |
| E. PROPRIETA' DEI MATERIALI .....                                                                                                   | 16 |
| F. CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE .....                                                                                    | 17 |
| F1. Criteri di progettazione .....                                                                                                  | 17 |
| F2. Modellazione della geometria e delle proprietà meccaniche .....                                                                 | 18 |
| G. CASI DI CARICO E COMBINAZIONI DELLE AZIONI .....                                                                                 | 19 |
| H. ANALISI EFFETTUATE.....                                                                                                          | 28 |
| I. CRITERI DI VERIFICA STRUTTURA IN ELEVAZIONE .....                                                                                | 31 |
| I1. Criteri di verifica – SLU .....                                                                                                 | 31 |
| I2. Criteri di verifica – SLE no sisma.....                                                                                         | 32 |
| J. SINTESI DEI RISULTATI E DELLE VERIFICHE .....                                                                                    | 33 |
| J1. Principali configurazioni deformate.....                                                                                        | 33 |
| J2. Involuppi delle sollecitazioni.....                                                                                             | 34 |
| J3. Risultati Verifiche S.L.U. ....                                                                                                 | 43 |
| J4. Risultati Verifiche S.L.E. no sisma.....                                                                                        | 51 |
| J5. Verifica Collegamenti .....                                                                                                     | 52 |
| J5.1 – Collegamento trave HEA180 – IPE330.....                                                                                      | 52 |
| K. STRUTTURE DI FONDAZIONE.....                                                                                                     | 63 |
| K1. Normative di riferimento .....                                                                                                  | 63 |
| K2. Determinazione della portanza verticale di fondazioni profonde .....                                                            | 63 |
| K3. Carico limite verticale alla punta del palo.....                                                                                | 64 |
| K4. Carico limite verticale lungo la superficie laterale del palo .....                                                             | 67 |
| K5. Determinazione dei cedimenti di fondazioni profonde .....                                                                       | 68 |
| K6. Simbologia adottata nei tabulati di calcolo .....                                                                               | 70 |
| K7. Parametri di calcolo .....                                                                                                      | 72 |
| K8. Archivio stratigrafie .....                                                                                                     | 73 |

---

|                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| K9. Archivio terreni.....                                                       | 73  |
| K10. Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni profonde .....    | 74  |
| K11. Valori di calcolo della portanza verticale per fondazioni profonde .....   | 75  |
| K12. Valori di calcolo dei cedimenti per fondazioni profonde .....              | 76  |
| K13. Valori di calcolo della portanza orizzontale per fondazioni profonde ..... | 77  |
| L. Verifiche pali di fondazione.....                                            | 78  |
| L1. VERIFICHE PALI .....                                                        | 81  |
| L2. Verifiche stato limite di esercizio.....                                    | 87  |
| M. CARATTERISTICHE E AFFIDABILITA' DEL CODICE DI CALCOLO .....                  | 96  |
| M1. Giudizio motivato sull'accettabilità dei risultati.....                     | 96  |
| 2.1 - CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI.....                                 | 97  |
| 2.2 - MODELLAZIONE DELLE SEZIONI .....                                          | 98  |
| 2.3 - MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI .....                                        | 100 |
| 2.4 - MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE.....                               | 101 |

## **ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE**

### **A. DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO E DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, MORFOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DEL SITO DI INTERVENTO**

La presente relazione rappresenta la descrizione dei calcoli strutturali per la redazione del progetto per la costruzione di una passerella in acciaio carrabile da mezzi pesanti per la manutenzione ordinaria e straordinaria della Chiavica di San Nicolò nel comune di Argenta (FE).



*Foto aerea d'inquadramento*

Si riportano di seguito le principali caratteristiche identificative del sito in cui sorge la struttura estrapolate dalla *Relazione Geologica* a firma del Dott. Geol. T. Veronese.

### Falda

Nell'area è stata rilevata la quota della superficie di falda all'interno del foro di esecuzione della prova penetrometrica statica con punta elettrica e piezocono CPTU1 *rif. U80-24*. Tale quota è stata rilevata in data 28/11/2024 alla profondità di -1,00 m dal p.c., che rappresenta anche la quota dell'acqua del Po di Primaro.

Il livello freatico potrebbe oscillare rispetto ai valori riscontrati in tal giorno, solo un monitoraggio di un anno idrogeologico permetterebbe di valutare le oscillazioni stagionali di queste quote.

### Categoria di Sottosuolo

Il valore di  $V_{s30}$  calcolato risulta:  $V_{s30} = 188$  m/s e quindi la Categoria di suolo è C.  
Tale valore va assunto con uno scarto di  $\pm 10\%$ , come per tutti i metodi di acquisizione di tale parametro.

**$V_{s30} = 188$  m/s      Categoria di suolo C**

### Categoria Topografica

Il sito in esame è caratterizzato da superfici pianeggianti e ricade all'interno della **categoria topografica T1**.



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



MINISTERO  
DELLE INFRASTRUTTURE  
E DEI TRASPORTI

## Parametri Geotecnici

|      |      |      |      |        |        |           | MATERIALI COESIVI |          |         |                |       |      |     | MATERIALI GRANULARI |                     |                     |       |                |  |  |  |  |
|------|------|------|------|--------|--------|-----------|-------------------|----------|---------|----------------|-------|------|-----|---------------------|---------------------|---------------------|-------|----------------|--|--|--|--|
| DA   | A    | qcm  | fsm  | deltaU | litol. | Peso Vol. | Cu (qc)           | OCR (qc) | OCR (U) | M <sub>0</sub> | Eu50  | CR   | Dr  | FI <sub>OCR</sub>   | FI <sub>Schm.</sub> | FI <sub>Schm.</sub> | E'25  | M <sub>0</sub> |  |  |  |  |
| m    | m    | MPa  | MPa  | MPa    | (-)    | kN/m3     | KPa               | (-)      | (-)     | MPa            | MPa   | (-)  | (%) | (°)                 | (°)                 | (°)                 | MPa   | MPa            |  |  |  |  |
| 1,5  | 2,5  | 1,07 | 0,06 | 0,08   | AI-La  | 18,00     | 61                | 19       | 8       | 4,12           | 10,31 | 0,10 | -   | -                   | -                   | - - - -             | -     | -              |  |  |  |  |
| 2,5  | 3,0  | 1,43 | 0,06 | 0,04   | L-Ls   | 20,00     | -                 | -        | -       | -              | -     | -    | <20 | 32                  | 26                  | 31 34 36 39         | 4,12  | 6,60           |  |  |  |  |
| 3,0  | 4,9  | 0,75 | 0,04 | 0,08   | A      | 17,50     | 40                | 6        | 7       | 3,33           | 11,84 | 0,14 | -   | -                   | -                   | - - - -             | -     | -              |  |  |  |  |
| 4,9  | 5,7  | 4,46 | 0,05 | 0,01   | S      | 20,00     | -                 | -        | -       | -              | -     | -    | 45  | 35                  | 31                  | 34 37 39 42         | 11,32 | 18,11          |  |  |  |  |
| 5,7  | 7,0  | 2,18 | 0,06 | -0,02  | SI     | 19,00     | -                 | -        | -       | -              | -     | -    | 26  | 32                  | 29                  | 31 34 37 40         | 7,09  | 11,35          |  |  |  |  |
| 7,0  | 9,5  | 0,94 | 0,05 | 0,19   | A      | 17,50     | 46                | 4        | 5       | 3,79           | 19,05 | 0,18 | -   | -                   | -                   | - - - -             | -     | -              |  |  |  |  |
| 9,5  | 16,0 | 1,07 | 0,06 | 0,31   | A      | 17,50     | 50                | 3        | 4       | 4,13           | 23,61 | 0,24 | -   | -                   | -                   | - - - -             | -     | -              |  |  |  |  |
| 16,0 | 18,5 | 1,96 | 0,11 | 0,06   | AI-La  | 18,00     | 89                | 4        | 6       | 5,67           | 37,37 | 0,20 | -   | -                   | -                   | - - - -             | -     | -              |  |  |  |  |
| 18,5 | 19,1 | 5,53 | 0,08 | -0,10  | S      | 20,00     | -                 | -        | -       | -              | -     | -    | 31  | 31                  | 28                  | 32 35 38 40         | 14,37 | 22,92          |  |  |  |  |
| 19,1 | 19,9 | 1,34 | 0,06 | -0,08  | AI-La  | 18,00     | 65                | 2        | 10      | 4,73           | 34,61 | 0,28 | -   | -                   | -                   | - - - -             | -     | -              |  |  |  |  |
| 19,9 | 20,7 | 3,41 | 0,10 | -0,14  | SI     | 19,00     | -                 | -        | -       | -              | -     | -    | <20 | 28                  | 25                  | 29 33 36 39         | 8,68  | 13,88          |  |  |  |  |
| 20,7 | 25,0 | 1,63 | 0,11 | 0,11   | AI-La  | 18,00     | 76                | 2        | 7       | 5,26           | 39,7  | 0,28 | -   | -                   | -                   | - - - -             | -     | -              |  |  |  |  |
| 25,0 | 28,0 | 2,25 | 0,12 | 0,34   | AI-La  | 18,00     | 97                | 3        | 6       | 6,37           | 47,49 | 0,29 | -   | -                   | -                   | - - - -             | -     | -              |  |  |  |  |

### Suscettibilità alla Liquefazione

I terreni in esame risultano **non liquefacibili** se sollecitati da un sisma di magnitudo 6,14 e accelerazione P.G.A. di 0,20g (Tabella 3.3 e 3.4).

| Potenziale Liquefazione $I_{PL}$ | Classificazione          |
|----------------------------------|--------------------------|
| $I_{PL} = 0$                     | <i>Non liquefacibile</i> |
| $0 < I_{PL} \leq 5$              | <i>Basso</i>             |
| $5 < I_{PL} \leq 15$             | <i>Alto</i>              |
| $I_{PL} \geq 15$                 | <i>Molto Alto</i>        |

**Tabella 3.2** – Classificazione indice potenziale liquefazione

| Prova | Potenziale Liquefazione $I_{PL}$ |
|-------|----------------------------------|
| CPTU1 | 0,00                             |

**Tabella 3.3** – Indice potenziale liquefazione CPTU

**Overall liquefaction potential: 0.00**

**LPI = 0.00** - Liquefaction risk very low  
LPI between 0.00 and 5.00 - Liquefaction risk low  
LPI between 5.00 and 15.00 - Liquefaction risk high  
LPI > 15.00 - Liquefaction risk very high

#### Abbreviations

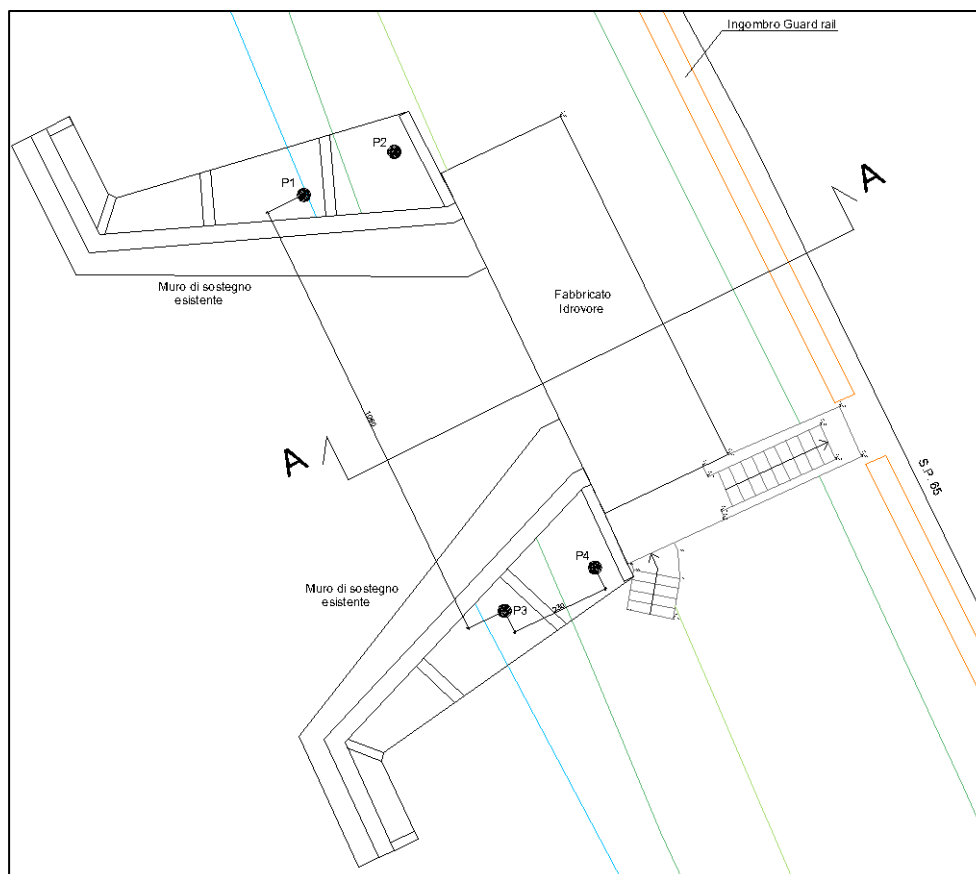
FS: Calculated factor of safety for test point  
 $F_L$ : 1 - FS  
 $w_L$ : Function value of the extend of soil liquefaction according to depth  
 $d_L$ : Layer thickness (m)  
LPI: Liquefaction potential index value for test point

## B. DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA

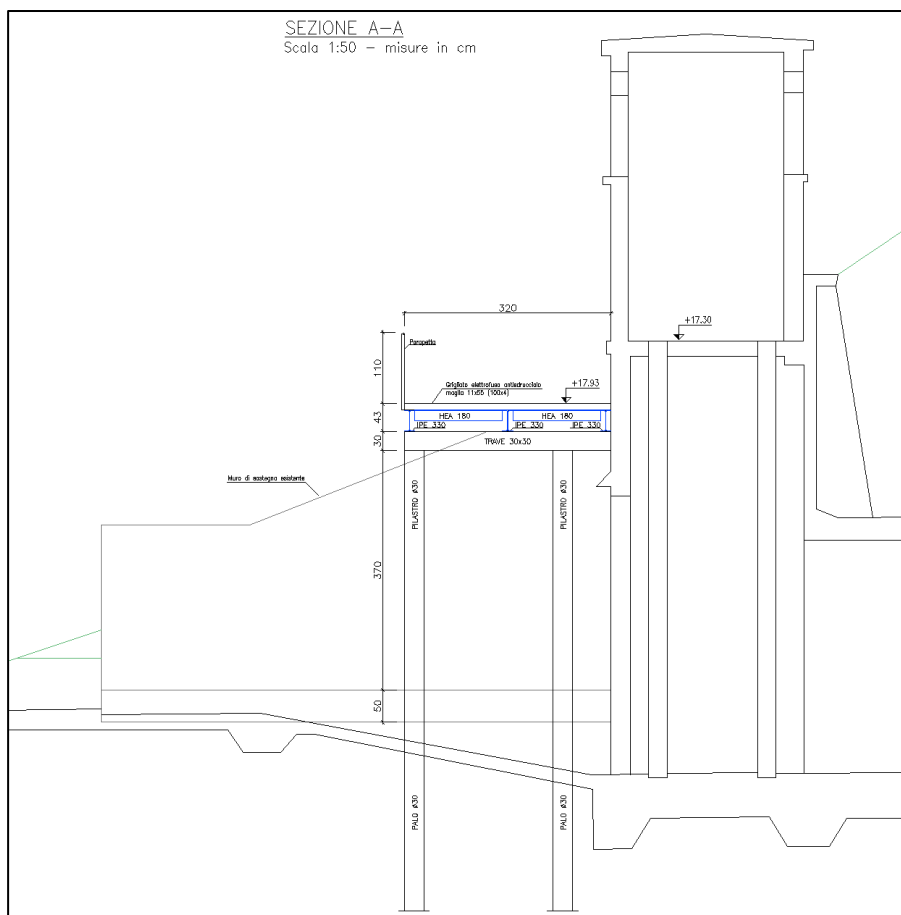
La nuova passerella sarà realizzata mediante travi in acciaio di sezione IPE330 di lunghezza pari a 10.90m che poggiano su due travi in c.a. di sezione pari a 30x30cm, sostenute a loro volta da quattro colonne in c.a. di diametro pari a 30cm. Tra le travi principali IPE sono presenti dei traversi HEA180 al fine di irrigidire l'impalcato. Le colonne proseguiranno fino alla base dei muri di sostegno esistenti delle sponde, per poi proseguire nel terreno come pali di fondazione di pari diametro e lunghezza di 10m.

A seguire alcune immagini rappresentative.

**PIANTA PASSERELLA**



**PIANTA PALI DI FONDAZIONE**



**SEZIONE TRASVERSALE A-A**

## C. NORMATIVA TECNICA E RIFERIMENTI TECNICI UTILIZZATI

- **D.M. 17/01/2018-** *Norme Tecniche per le Costruzioni*;
- **Circolare 21 Gennaio 2019, n. 7** del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - *Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17/01/2019*;

## D. PARAMETRI DI PROGETTO E AZIONI SULLA COSTRUZIONE

### D.1 - Carichi Verticali

#### Carichi permanenti compiutamente definiti ( $G_{1k}$ )

Peso proprio grigliato 0.30 kN/m<sup>2</sup>

#### Carichi permanenti non compiutamente definiti ( $G_{2k}$ )

Parapetti 0.10 kN/m<sup>2</sup>

#### Accidentali ( $Q_n$ )

Manutenzione 1.00 kN/m<sup>2</sup>

#### Escavatore ( $Q_n$ )

Da scheda tecnica fornita dalla committenza (si riporta lo stralcio) l'escavatore che si prevederà di usare pesa circa 9000 kg.

|                       |    | Escavatore KUBOTA        |  |
|-----------------------|----|--------------------------|--|
| Denominazione modello |    | KX080-4α Braccio duplice |  |
| Peso posteriore       | kg | 1250                     |  |
| Peso della macchina*  | kg | 8760                     |  |
| Peso d'esercizio**    | kg | 8835                     |  |

### D.2 - Azione sismica di riferimento

#### D.2.1 - DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI $a_g$ , $F_0$ , $T_C^*$

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla *pericolosità sismica di base* del sito di costruzione, definita in termini di accelerazione massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $PV_R$  nel periodo di riferimento  $V_R$ .

Il D.M. 2018 definisce le forme spettrali a partire dai seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

$a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;

$F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_C^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

Tali valori sono forniti in allegato al D.M. 2008 in funzione della latitudine e longitudine del sito e del periodo di ritorno  $T_R$  della costruzione in esame, definito nell'allegato CA delle *Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni"* di cui al D.M. 14 gennaio 2008 come:

$$T_R = \frac{-V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

Dove:

$V_R$  è il *periodo di riferimento per l'azione sismica*:

$V_R = V_N \cdot C_U$

$V_N$  è la *vita nominale dell'opera*:

**Tabella 2.4.I – Vita nominale  $V_N$  per diversi tipi di opere**

| TIPI DI COSTRUZIONE |                                                                                                        | Vita Nominale<br>$V_N$ (in anni) |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 1                   | Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva <sup>1</sup>                   | ≤ 10                             |
| 2                   | Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale | ≥ 50                             |
| 3                   | Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica    | ≥ 100                            |

$C_U$  è la *classe d'uso dell'opera*:

**Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso  $C_U$**

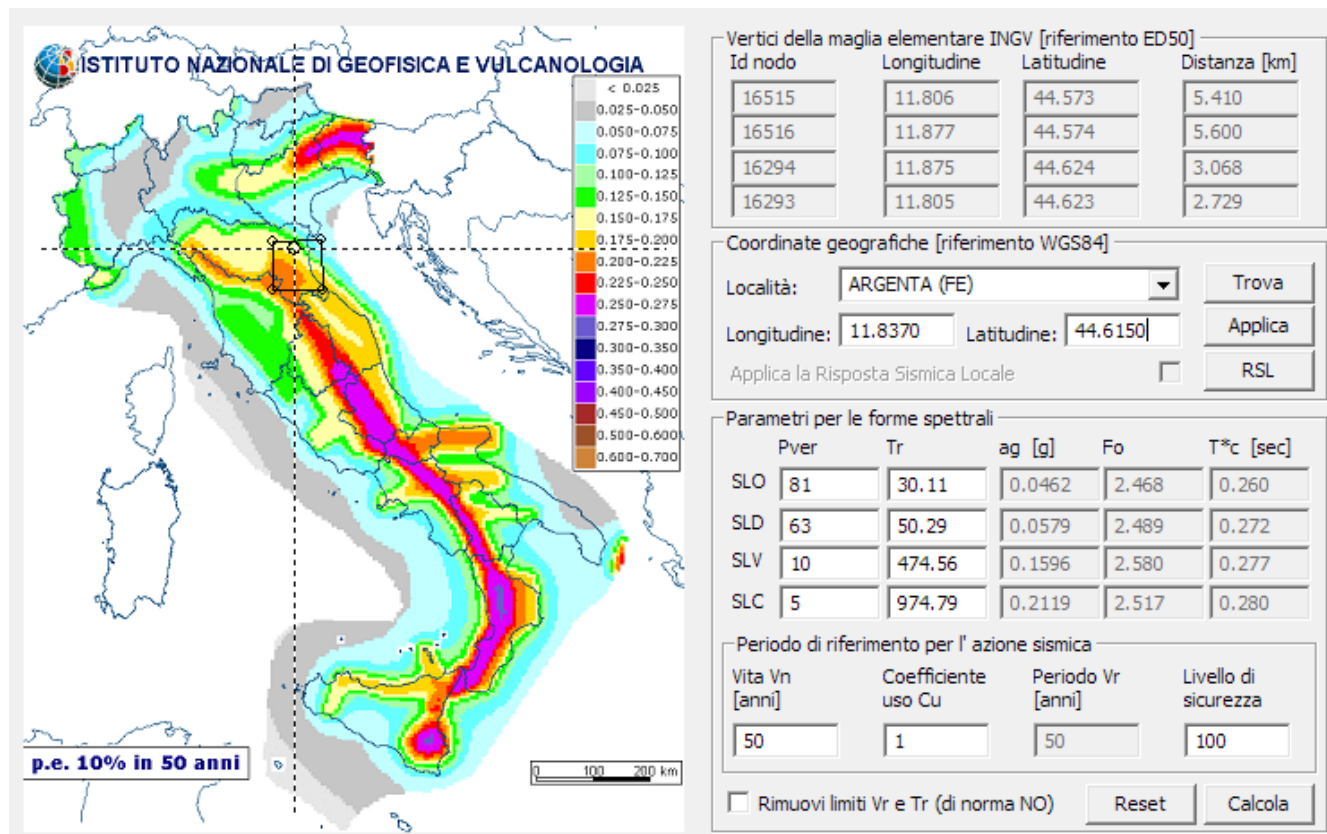
| CLASSE D'USO       | I   | II  | III | IV  |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|
| COEFFICIENTE $C_U$ | 0,7 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |

$P_{V_R}$  è la *probabilità di superamento nel periodo  $V_R$  relativa allo stato limite considerato*:

**Tabella 3.2.I – Probabilità di superamento  $P_{V_R}$  al variare dello stato limite considerato**

| Stati Limite              |     | $P_{V_R}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$ |
|---------------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------|
| Stati limite di esercizio | SLO | 81%                                                                     |
|                           | SLD | 63%                                                                     |
| Stati limite ultimi       | SLV | 10%                                                                     |
|                           | SLC | 5%                                                                      |

I valori dei parametri ( $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$ ) relativi all'edificio oggetto di studio risultano:



## D2.2 – CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Con riferimento rispettivamente alla Tabella 3.2.II e 3.2.IV del D.M. 2018 si afferma che il sito sul quale sorge la costruzione ricade in:

- **categoria di sottosuolo C:** depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensati o argille mediamente consistenti
- **categoria topografica T1:** superficie pianeggiante

## D2.3 - SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE DELLE COMPONENTI ORIZZONTALI

Lo *spettro di risposta elastico* della componente orizzontale è definito dalle espressioni seguenti (§ 3.2.3.2 D.M. 2018):

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

dove:

$T$  ed  $S_e$  sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale orizzontale;

$S$  è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente:

$$S = S_s \cdot S_T$$

con:

$S_s$ : coefficiente di amplificazione stratigrafica:

Tab. 3.2.IV – Espressioni di  $S_s$  e di  $C_c$

| Categoria sottosuolo | $S_s$                                                           | $C_c$                        |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------|
| A                    | 1,00                                                            | 1,00                         |
| B                    | $1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$ | $1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$ |
| C                    | $1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$ | $1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$ |
| D                    | $0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$ | $1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$ |
| E                    | $1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$ | $1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$ |

$S_T$ : coefficiente di amplificazione topografica:

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$

| Categoria topografica | Ubicazione dell'opera o dell'intervento                                               | $S_T$ |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| T1                    | -                                                                                     | 1,0   |
| T2                    | In corrispondenza della sommità del pendio                                            | 1,2   |
| T3                    | In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30° | 1,2   |
| T4                    | In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°       | 1,4   |

$h$  è il fattore che altera lo spettro elastico, pari ad 1 per smorzamento viscoso  $\xi = 5\%$ ;

$T_C$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da:

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

con:

$C_C$ : coefficiente funzione della categoria di sottosuolo:

Tab. 3.2.IV – Espressioni di  $S_s$  e di  $C_c$

| Categoria sottosuolo | $S_s$                                                           | $C_c$                        |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------|
| A                    | 1,00                                                            | 1,00                         |
| B                    | $1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$ | $1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$ |
| C                    | $1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$ | $1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$ |
| D                    | $0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$ | $1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$ |
| E                    | $1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$ | $1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$ |

$T_B$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante, dato da:

$$T_B = T_C / 3$$

$T_D$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione:

$$T_D = 4,0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1,6$$

Si riportano per gli stati limite considerati i valori dei parametri spettrali:

Parametri e fattori spettrali

| S.L. | $a_g$ | $S$   | $F_o$ | $F_v$ | $T_B$ | $T_C$ | $T_D$ |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SLO  | 0.046 | 1.500 | 2.468 | 0.716 | 0.142 | 0.426 | 1.785 |
| SLD  | 0.058 | 1.500 | 2.489 | 0.809 | 0.146 | 0.439 | 1.832 |
| SLV  | 0.160 | 1.453 | 2.580 | 1.391 | 0.148 | 0.444 | 2.238 |
| SLC  | 0.212 | 1.380 | 2.517 | 1.564 | 0.149 | 0.447 | 2.448 |

Verticale per tutti:  $1.000$

eta SLO q SLD x q SLD y q SLD z q SLU x q SLU y q SLU z

1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.5 Aiuto...

Smorzamento... 1.0 1.0 <= Esistenti v. fragili

Duttilità

☒ ND - non dissipativa

☐ B - media

☐ A - alta

Regolarità

☒ in pianta

☒ in altezza

Edifici isolati

2.0 T is

10.0 s esi

Info...

S (oriz.)

Sv (vert.)

## E. PROPRIETA' DEI MATERIALI

- **CLS**

Classe di esposizione: XC2

Classe di consistenza: S4

Rapporto a/c: 0.5

Classe di resistenza: C 25/30

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione:  $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di calcolo a compressione:  $f_{cd} = 14,17 \text{ N/mm}^2$

Resistenza caratteristica cilindrica a trazione:  $f_{ctk} = 1,79 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di calcolo a trazione:  $f_{ctd} = 1,19 \text{ N/mm}^2$  ( $\gamma_c = 1,5$ )

Resistenza media di trazione:  $f_{ctm} = 2,56 \text{ N/mm}^2$

Modulo elastico:  $E_c = 31447 \text{ N/mm}^2$

Modulo di elasticità tangenziale:  $G = 14039 \text{ N/mm}^2$

Coefficiente di Poisson:  $\nu = 0,12$

Peso specifico =  $25 \text{ kN/m}^3$

Coefficiente di espansione termica lineare:  $\alpha = 10 \cdot 10^{-6}$  per  $1^\circ\text{C}$

- **ACCIAIO DA C.A. (del tipo B450C)**

Resistenza caratteristica a snervamento:  $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di calcolo a snervamento:  $f_{yd} = 391,30 \text{ N/mm}^2$  ( $\gamma_c = 1,15$ )

Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza:  $f_{bk} = 4.75 \text{ N/mm}^2$

Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo:  $f_{bd} = 3.17 \text{ N/mm}^2$

Modulo elastico:  $E_s = 206000 \text{ N/mm}^2$

- **STRUTTURA IN ELEVAZIONE E PIASTRE**

Acciaio Tipo: **S275**

Tensione caratteristica di snervamento

$f_y = 275 \text{ N/mm}^2$

Tensione caratteristica di rottura a trazione

$f_{tk} = 430 \text{ N/mm}^2$

Modulo elastico

$E = 210000 \text{ N/mm}^2$

Coeff. di Poisson

$\nu = 0.3$

Modulo di elasticità trasversale

$G = E/[2(1 + \nu)]$

Peso specifico

$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

Coeff. di espansione termica lineare

$\alpha = 12 \times 10^{-6}$  per  $^\circ\text{C}^{-1}$

Coeff. parziale di sicurezza S.L.U.

$g_{M0} = g_{M1} = 1.05$

- **BULLONI PER CARPENTERIA METALLICA**

Bulloni: **classe 8.8**

Tensione di snervamento

$$f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza a rottura per trazione

$$f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza caratteristica per azioni normali

$$f_{k,N} = 0.9 f_{tb} = 720 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza di progetto per azioni normali

$$f_{t,Rd} = f_{k,N} / g_{M2} = 570 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza caratteristica per azioni taglianti

$$f_{k,V} = 0.6 \times f_{tb} = 480 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza di progetto per azioni taglianti

$$f_{v,Rd} = f_{k,V} / g_{M2} = 380 \text{ N/mm}^2$$

Coefficiente parziale di sicurezza S.L.U.

$$g_{M2} = 1.25$$

- **SALDATURE**

La saldatura dovrà avvenire secondo i procedimenti e metodi codificati nella norma UNI EN ISO 4063:2011; dovranno inoltre essere rispettate tutte le prescrizioni di cui al capitolo §. 11.3.4.5 delle NTC di cui al DM 17.01.2018. Tutte le saldature dovranno, inoltre, essere conformi alla norma UNI EN 1011-1-2:2005 per l'esecuzione delle saldature. Per la preparazione dei lembi si applica la UNI EN ISO 9692-1:2013. Le saldature eseguite in opera dovranno essere almeno di II classe, quelle eseguite in officina di I classe, salvo diversa indicazione sugli elaborati grafici allegati.

## **F. CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE**

### **F1. Criteri di progettazione**

**Classe di duttilità:** comportamento non dissipativo

**Regolarità in pianta:** SI

**Regolarità in altezza:** SI

**Tipologia strutturale:** Strutture a telai spaziali

**Fattore di struttura:**  $q = 1.0$  (comportamento strutturale non dissipativo)

**Stati limite indagati:** SLU no sisma

SLU sisma

SLE no sisma

**Requisiti delle fondazioni e collegamenti tra le fondazioni:** Le azioni trasmesse in fondazione derivano dall'analisi del comportamento dell'intera opera condotta esaminando la struttura in elevazione, alla quale sono applicate le azioni statiche e sismiche. Il dimensionamento delle strutture di fondazione e la verifica di sicurezza

del complesso fondazione-terreno deve essere eseguito assumendo come azione in fondazione, trasmessa dagli elementi soprastanti, quella derivante dall'analisi strutturale effettuata ipotizzando un comportamento strutturale non dissipativo. Le fondazioni superficiali devono essere progettate per rimanere in campo elastico. Si deve tener conto inoltre della presenza di spostamenti relativi del terreno di fondazione sul piano orizzontale e dei possibili effetti da essi indotti nella sovrastruttura. Affinché tali requisiti risultino soddisfatti la scelta progettuale è quella di prevedere l'attraversamento da parte dei pilastri/pali delle fondazioni esistenti dei muri di sostegno laterali, costituiti da platee di spessore pari a 50cm fungendo da elemento di collegamento tra di essi.

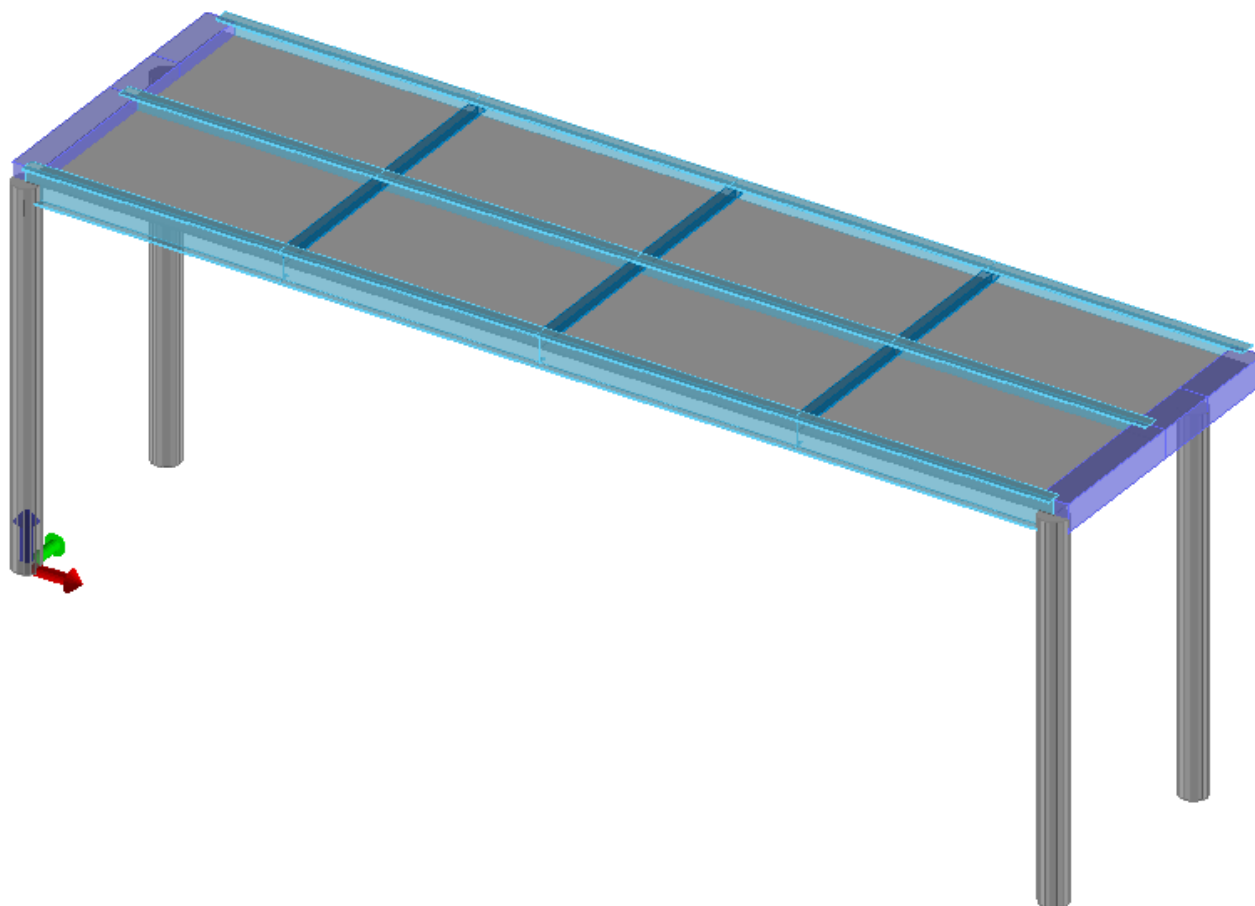
## F2. Modellazione della geometria e delle proprietà meccaniche

Per la determinazione delle sollecitazioni agenti sulla struttura in esame e lo svolgimento delle relative verifiche di resistenza si è fatto ricorso all'ausilio del programma di calcolo ad elementi finiti (F.E.M.) ProSap 2S.I.

Si è realizzato un modello di calcolo incastrato alla base per valutare le sollecitazioni agenti sulla sovrastruttura metallica ed effettuare le relative verifiche, mentre si è realizzato un ulteriore modello per quanto riguarda l'analisi e la verifica delle fondazioni.

Il modello di calcolo è accuratamente descritto al Capitolo 2 e se ne riassumono di seguito gli aspetti più significativi:

- ✓ Le colonne e le travi principali e secondarie sono state modellate con *elementi D2 tipo trave* (6 g.d.l. per nodo).
- ✓ L'impalcato di calpestio è stato modellato con *elementi solaio monodirezionali non infinitamente rigidi nel piano* ordinati nella direzione delle travi HEA 180.
- ✓ Per le verifiche strutturali e geotecniche delle strutture di fondazione in c.a. è stata effettuata l'analisi sull'intero complesso struttura-fondazione, modellando quest'ultima con *elementi tipo palo di fondazione*.



MODELLO 1 - Assonometria

## G. CASI DI CARICO E COMBINAZIONI DELLE AZIONI

### LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO

Il programma consente l'applicazione di diverse tipologie di casi di carico.

Sono previsti i seguenti 11 tipi di casi di carico:

|   | <b>Sigla</b> | <b>Tipo</b> | <b>Descrizione</b>                                                            |
|---|--------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | <b>Ggk</b>   | A           | caso di carico comprensivo del peso proprio struttura                         |
| 2 | <b>Gk</b>    | NA          | caso di carico con azioni permanenti                                          |
| 3 | <b>Qk</b>    | NA          | caso di carico con azioni variabili                                           |
| 4 | <b>Gsk</b>   | A           | caso di carico comprensivo dei carichi permanenti sui solai e sulle coperture |
| 5 | <b>Qsk</b>   | A           | caso di carico comprensivo dei carichi variabili sui solai                    |
| 6 | <b>Qnk</b>   | A           | caso di carico comprensivo dei carichi di neve sulle coperture                |
| 7 | <b>Qtk</b>   | SA          | caso di carico comprensivo di una variazione termica agente sulla struttura   |

|           |            |    |                                                                                         |
|-----------|------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>8</b>  | <b>Qvk</b> | NA | caso di carico comprensivo di azioni da vento sulla struttura                           |
| <b>9</b>  | <b>Esk</b> | SA | caso di carico sismico con analisi statica equivalente                                  |
| <b>10</b> | <b>Edk</b> | SA | caso di carico sismico con analisi dinamica                                             |
| <b>11</b> | <b>Pk</b>  | NA | caso di carico comprensivo di azioni derivanti da coazioni, cedimenti e precompressioni |

Sono di tipo automatico A (ossia non prevedono introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico:  
1-Ggk; 4-Gsk; 5-Qsk; 6-Qnk.

Sono di tipo semi-automatico SA (ossia prevedono una minima introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico:

7-Qtk, in quanto richiede solo il valore della variazione termica;

9-Esk e 10-Edk, in quanto richiedono il valore dell'angolo di ingresso del sisma e l'individuazione dei casi di carico partecipanti alla definizione delle masse.

Sono di tipo non automatico NA ossia prevedono la diretta applicazione di carichi generici agli elementi strutturali (si veda il precedente punto Modellazione delle Azioni) i restanti casi di carico.

Nella tabella successiva vengono riportati i casi di carico agenti sulla struttura, con l'indicazione dei dati relativi al caso di carico stesso:

*Numero Tipo e Sigla identificativa, Valore di riferimento del caso di carico (se previsto).*

In successione, per i casi di carico non automatici, viene riportato l'elenco di nodi ed elementi direttamente caricati con la sigla identificativa del carico.

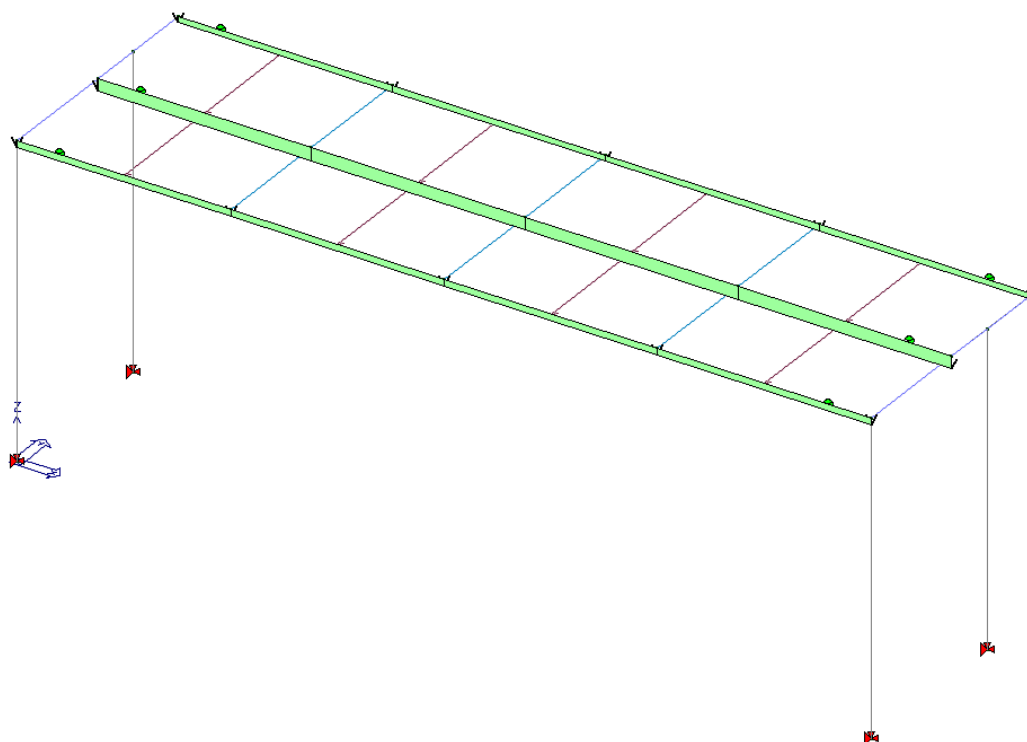
Per i casi di carico di tipo sismico (9-Esk e 10-Edk), viene riportata la tabella di definizione delle masse: per ogni caso di carico partecipante alla definizione delle masse viene indicata la relativa aliquota (partecipazione) considerata. Si precisa che per i caso di carico 5-Qsk e 6-Qnk la partecipazione è prevista localmente per ogni elemento solaio o copertura presente nel modello (si confronti il valore Sksol nel capitolo relativo agli elementi solaio) e pertanto la loro partecipazione è di norma pari a uno.

**Tipo** carico distribuito globale su trave

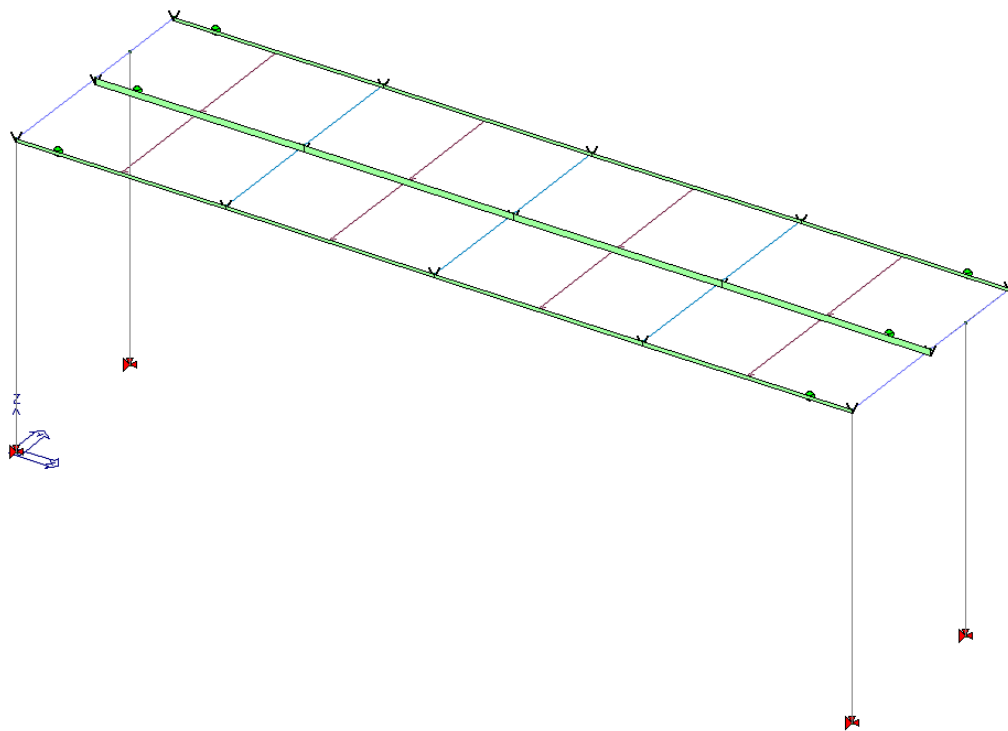
| Id | Tipo                                                                             | Pos. | fx    | fy    | fz     | mx  | my  | mz  |
|----|----------------------------------------------------------------------------------|------|-------|-------|--------|-----|-----|-----|
|    |                                                                                  | m    | kN/ m | kN/ m | kN/ m  | kN  | kN  | kN  |
| 1  | Escavatore trave centrale - DG:xi=0.0 xf=145.00 Fzi=-20.69 Fzf=-20.69            | 0.0  | 0.0   | 0.0   | -20.69 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
|    |                                                                                  | 1.45 | 0.0   | 0.0   | -20.69 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2  | Escavatore trave laterale - DG:xi=0.0 xf=145.00 Fzi=-5.17 Fzf=-5.17              | 0.0  | 0.0   | 0.0   | -5.17  | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
|    |                                                                                  | 1.45 | 0.0   | 0.0   | -5.17  | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 9  | Escavatore trave centrale 2 (10.90m) - DG:xi=127.50 xf=0.0 Fzi=-20.69 Fzf=-20.69 | 1.27 | 0.0   | 0.0   | -20.69 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
|    |                                                                                  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | -20.69 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | Escavatore trave laterale 2 (10.90m) - DG:xi=127.50 xf=0.0 Fzi=-5.17 Fzf=-5.17   | 1.27 | 0.0   | 0.0   | -5.17  | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
|    |                                                                                  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | -5.17  | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

| CDC | Tipo | Sigla Id                                     | Note | Per non automatici: |
|-----|------|----------------------------------------------|------|---------------------|
| 1   | Ggk  | CDC=Ggk (peso proprio della struttura)       |      |                     |
| 2   | Gsk  | CDC=G1sk (permanente solai-coperture)        |      |                     |
| 3   | Gsk  | CDC=G2sk (permanente solai-coperture n.c.d.) |      |                     |
| 4   | Qsk  | CDC=Qsk (variabile solai)                    |      |                     |

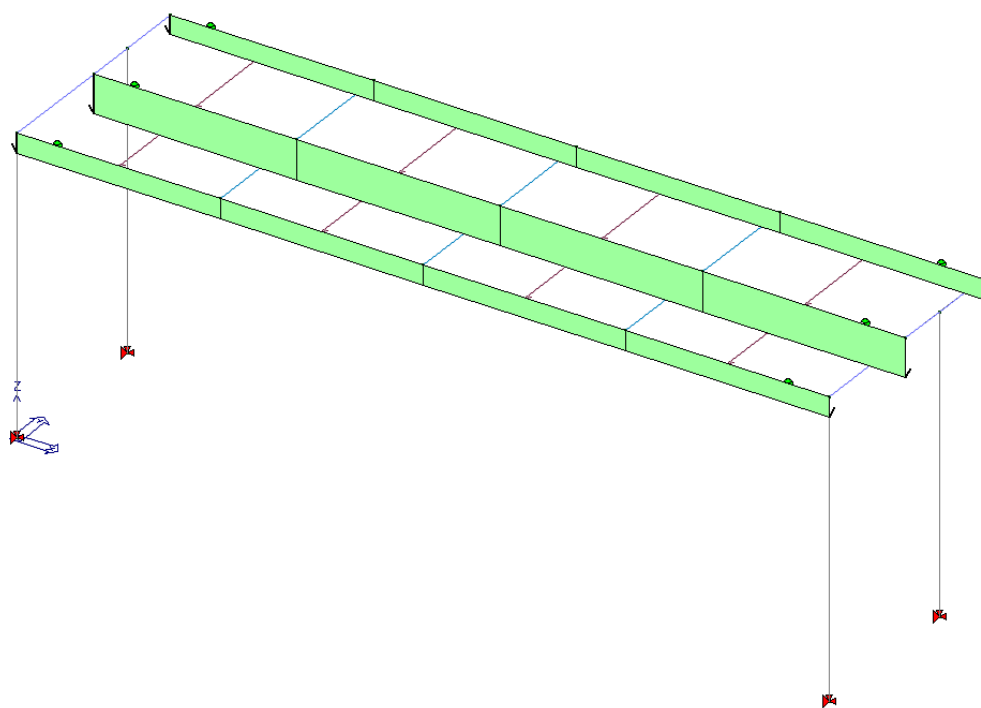
| CDC | Tipo | Sigla Id                                 | Note                                                                               | Per non automatici: |
|-----|------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 5   | Qk   | CDC=Qk escavatore                        | Azioni applicate:                                                                  | Ad elementi:        |
|     |      |                                          | [1] Escavatore trave centrale - DG:xi=0.0 xf=145.00 Fzi=-20.69 Fzf=-20.69          | D2: 10              |
|     |      |                                          | [2] Escavatore trave laterale - DG:xi=0.0 xf=145.00 Fzi=-5.17 Fzf=-5.17            | D2: 12, 14          |
|     |      |                                          | [9] Escavatore trave centrale 2 (10.90m) DG:xi=127.50 xf=0.0 Fzi=-20.69 Fzf=-20.69 | D2: 1               |
|     |      |                                          | [10] Escavatore trave laterale 2 (10.90m) DG:xi=127.50 xf=0.0 Fzi=-5.17 Fzf=-5.17  | D2: 7 # 8           |
| 6   | Esk  | CDC=Es (statico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)   | partecipazione:1.00 per 1 CDC=Ggk (peso proprio della struttura)                   |                     |
|     |      |                                          | partecipazione:1.00 per 2 CDC=G1sk (permanente solai-coperture)                    |                     |
|     |      |                                          | partecipazione:1.00 per 3 CDC=G2sk (permanente solai-coperture n.c.d.)             |                     |
|     |      |                                          | partecipazione:1.00 per 4 CDC=Qsk (variabile solai)                                |                     |
| 7   | Esk  | CDC=Es (statico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)   | come precedente CDC sismico                                                        |                     |
| 8   | Esk  | CDC=Es (statico SLU) alfa=90.00 (ecc. +) | come precedente CDC sismico                                                        |                     |
| 9   | Esk  | CDC=Es (statico SLU) alfa=90.00 (ecc. -) | come precedente CDC sismico                                                        |                     |
| 10  | Esk  | CDC=Es (statico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)   | come precedente CDC sismico                                                        |                     |
| 11  | Esk  | CDC=Es (statico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)   | come precedente CDC sismico                                                        |                     |
| 12  | Esk  | CDC=Es (statico SLD) alfa=90.00 (ecc. +) | come precedente CDC sismico                                                        |                     |
| 13  | Esk  | CDC=Es (statico SLD) alfa=90.00 (ecc. -) | come precedente CDC sismico                                                        |                     |



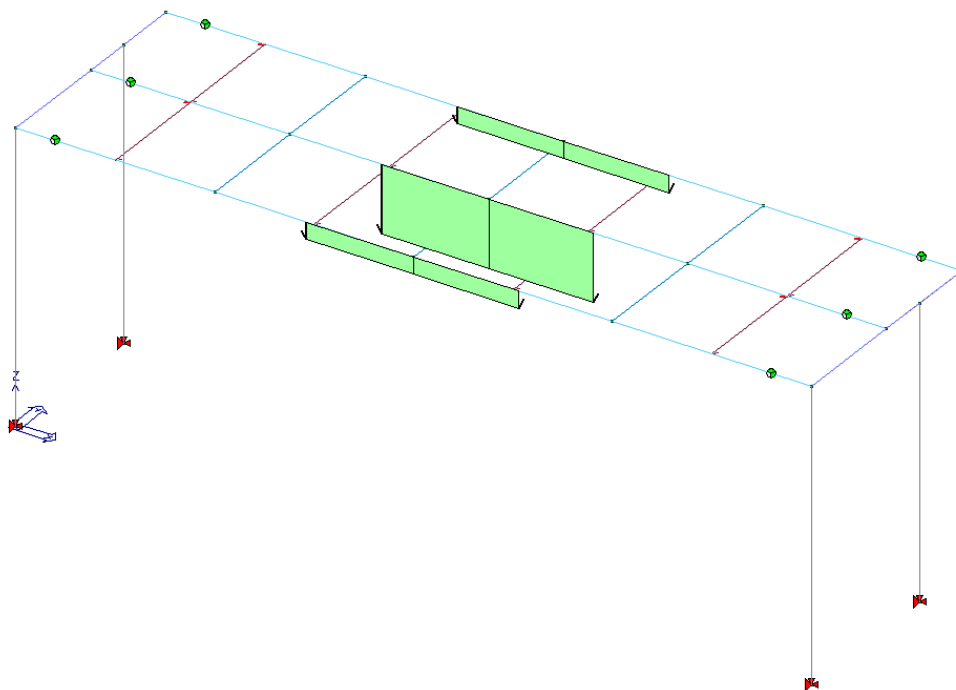
CDC 2 – permanenti solai



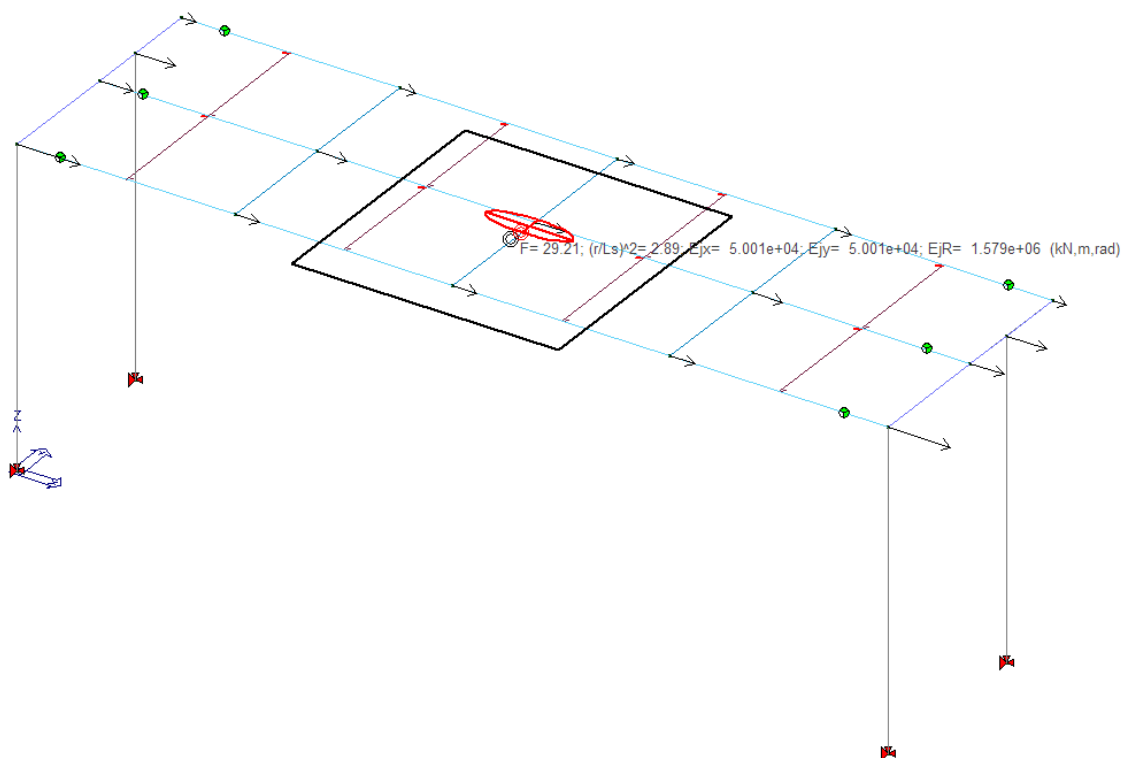
*CDC 3 – permanenti solai non compiutamente definiti*



*CDC 4 – variabile solai*



CDC 5 – peso escavatore



CDC 6-13 – sisma

Come previsto al § 2.5.3 delle NTC 2018, le *combinazioni* delle azioni per gli stati limite considerati sono:

- Combinazione fondamentale, 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) - SLE

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

- Combinazione frequente - SLE

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

- Combinazione quasi permanente - SLE

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

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

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

Dove:

|       |                                                    |
|-------|----------------------------------------------------|
| $G_1$ | Peso proprio di tutti gli elementi strutturali     |
| $G_2$ | Peso proprio di tutti gli elementi non strutturali |
| $P$   | Precompressione                                    |
| $Q_k$ | Valore caratteristico delle azioni variabili       |
| $E$   | Azione sismica. In particolare si è considerato:   |

$$E = E_x \pm 0,3 \cdot E_y$$

$$E = 0,3 \cdot E_x \pm E_y$$

$\gamma_{Gi}, \gamma_{Qi}$

Coefficienti parziali di sicurezza, definiti in Tabella 2.6.I del D.M. 2018

|                                                   |             | Coefficiente<br>$\gamma_F$ | EQU | A1<br>STR | A2<br>GEO |
|---------------------------------------------------|-------------|----------------------------|-----|-----------|-----------|
| Carichi permanenti                                | favorevoli  | $\gamma_{G1}$              | 0,9 | 1,0       | 1,0       |
|                                                   | sfavorevoli |                            | 1,1 | 1,3       | 1,0       |
| Carichi permanenti non strutturali <sup>(1)</sup> | favorevoli  | $\gamma_{G2}$              | 0,0 | 0,0       | 0,0       |
|                                                   | sfavorevoli |                            | 1,5 | 1,5       | 1,3       |
| Carichi variabili                                 | favorevoli  | $\gamma_{Q1}$              | 0,0 | 0,0       | 0,0       |
|                                                   | sfavorevoli |                            | 1,5 | 1,5       | 1,3       |

<sup>(1)</sup>Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tab. 2.6.I - Coefficienti parziali per le azioni nelle verifiche SLU

$\psi_{0j}, \psi_{1j}, \psi_{2j}$

Coefficienti di combinazione, definiti in Tabella 2.5.I del D.M.

| 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 Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale | 1,0         | 0,9         | 0,8         |
| Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)    | 0,7         | 0,7         | 0,6         |
| Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)       | 0,7         | 0,5         | 0,3         |
| Categoria H Coperture                                                     | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| 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         |

Tab. 2.5.I D.M. 2018 - Valori dei coefficienti di combinazione

La prima tabella delle combinazioni riportata di seguito comprende le seguenti informazioni: *Numero, Tipo, Sigla identificativa*. Una seconda tabella riporta il *peso nella combinazione*, assunto per ogni caso di carico.

| Cmb | Tipo | Sigla Id                    |
|-----|------|-----------------------------|
| 1   | SLU  | Comb. SLU A1 1              |
| 2   | SLU  | Comb. SLU A1 2              |
| 3   | SLU  | Comb. SLU A1 3              |
| 4   | SLU  | Comb. SLU A1 4              |
| 5   | SLU  | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 5  |
| 6   | SLU  | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 6  |
| 7   | SLU  | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 7  |
| 8   | SLU  | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 8  |
| 9   | SLU  | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 9  |
| 10  | SLU  | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 10 |
| 11  | SLU  | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 11 |
| 12  | SLU  | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 12 |
| 13  | SLU  | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 13 |
| 14  | SLU  | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 14 |
| 15  | SLU  | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 15 |



**Finanziato  
dall'Unione europea**  
NextGenerationEU



**MINISTERO  
DELLE INFRASTRUTTURE  
E DEI TRASPORTI**

| Cmb | Tipo     | Sigla Id                       |
|-----|----------|--------------------------------|
| 16  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 16    |
| 17  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 17    |
| 18  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 18    |
| 19  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 19    |
| 20  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 20    |
| 21  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 21    |
| 22  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 22    |
| 23  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 23    |
| 24  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 24    |
| 25  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 25    |
| 26  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 26    |
| 27  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 27    |
| 28  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 28    |
| 29  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 29    |
| 30  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 30    |
| 31  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 31    |
| 32  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 32    |
| 33  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 33    |
| 34  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 34    |
| 35  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 35    |
| 36  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 36    |
| 37  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 37 |
| 38  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 38 |
| 39  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 39 |
| 40  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 40 |
| 41  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 41 |
| 42  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 42 |
| 43  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 43 |
| 44  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 44 |
| 45  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 45 |
| 46  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 46 |
| 47  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 47 |
| 48  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 48 |
| 49  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 49 |
| 50  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 50 |
| 51  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 51 |
| 52  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 52 |
| 53  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 53 |
| 54  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 54 |
| 55  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 55 |
| 56  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 56 |
| 57  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 57 |
| 58  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 58 |
| 59  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 59 |
| 60  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 60 |
| 61  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 61 |
| 62  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 62 |
| 63  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 63 |
| 64  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 64 |
| 65  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 65 |
| 66  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 66 |
| 67  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 67 |
| 68  | SLE(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 68 |
| 69  | SLE(r)   | Comb. SLE(rara) 69             |
| 70  | SLE(r)   | Comb. SLE(rara) 70             |
| 71  | SLE(f)   | Comb. SLE(freq.) 71            |
| 72  | SLE(p)   | Comb. SLE(perm.) 72            |

| Cmb | CDC 1 | CDC 2 | CDC 3 | CDC 4 | CDC 5 | CDC 6 | CDC 7 | CDC 8 | CDC 9 | CDC 10 | CDC 11 | CDC 12 | CDC 13 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 1   | 1.30  | 1.30  | 1.50  | 1.50  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 2   | 1.00  | 1.00  | 0.80  | 1.50  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 3   | 1.30  | 1.30  | 1.50  | 0.0   | 1.50  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 4   | 1.00  | 1.00  | 0.80  | 0.0   | 1.50  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |



**Finanziato  
dall'Unione europea**  
NextGenerationEU



**MINISTERO  
DELLE INFRASTRUTTURE  
E DEI TRASPORTI**

| Cmb | CDC 1 | CDC 2 | CDC 3 | CDC 4 | CDC 5 | CDC 6 | CDC 7 | CDC 8 | CDC 9 | CDC 10 | CDC 11 | CDC 12 | CDC 13 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 5   | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | -1.00 | 0.0   | -0.30 | 0.0   | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 6   | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | -1.00 | 0.0   | 0.30  | 0.0   | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 7   | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 1.00  | 0.0   | -0.30 | 0.0   | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 8   | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 1.00  | 0.0   | 0.30  | 0.0   | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 9   | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | -1.00 | 0.0   | 0.0   | -0.30 | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 10  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | -1.00 | 0.0   | 0.0   | 0.30  | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 11  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 1.00  | 0.0   | 0.0   | -0.30 | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 12  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.30  | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 13  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | -1.00 | -0.30 | 0.0   | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 14  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | -1.00 | 0.30  | 0.0   | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 15  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 1.00  | -0.30 | 0.0   | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 16  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 1.00  | 0.30  | 0.0   | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 17  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | -1.00 | 0.0   | -0.30 | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 18  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | -1.00 | 0.0   | 0.30  | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 19  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 1.00  | 0.0   | -0.30 | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 20  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 1.00  | 0.0   | 0.30  | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 21  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | -0.30 | 0.0   | -1.00 | 0.0   | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 22  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | -0.30 | 0.0   | 1.00  | 0.0   | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 23  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.30  | 0.0   | -1.00 | 0.0   | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 24  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.30  | 0.0   | 1.00  | 0.0   | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 25  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | -0.30 | -1.00 | 0.0   | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 26  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | -0.30 | 1.00  | 0.0   | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 27  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.30  | -1.00 | 0.0   | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 28  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.30  | 1.00  | 0.0   | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 29  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | -0.30 | 0.0   | 0.0   | -1.00 | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 30  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | -0.30 | 0.0   | 0.0   | 1.00  | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 31  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.30  | 0.0   | 0.0   | -1.00 | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 32  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.30  | 0.0   | 0.0   | 1.00  | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 33  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | -0.30 | 0.0   | -1.00 | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 34  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | -0.30 | 0.0   | 1.00  | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 35  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.30  | 0.0   | -1.00 | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 36  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.30  | 0.0   | 1.00  | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 37  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | -1.00  | 0.0    | -0.30  | 0.0    |
| 38  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | -1.00  | 0.0    | 0.30   | 0.0    |
| 39  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 1.00   | 0.0    | -0.30  | 0.0    |
| 40  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 1.00   | 0.0    | 0.30   | 0.0    |
| 41  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | -1.00  | 0.0    | 0.0    | -0.30  |
| 42  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | -1.00  | 0.0    | 0.0    | 0.30   |
| 43  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 1.00   | 0.0    | 0.0    | -0.30  |
| 44  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 1.00   | 0.0    | 0.0    | 0.30   |
| 45  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0    | -1.00  | -0.30  | 0.0    |
| 46  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0    | -1.00  | 0.30   | 0.0    |
| 47  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0    | 1.00   | -0.30  | 0.0    |
| 48  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0    | 1.00   | 0.30   | 0.0    |
| 49  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0    | -1.00  | 0.0    | -0.30  |
| 50  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0    | -1.00  | 0.0    | 0.30   |
| 51  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0    | 1.00   | 0.0    | -0.30  |
| 52  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0    | 1.00   | 0.0    | 0.30   |
| 53  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | -0.30  | 0.0    | -1.00  | 0.0    |
| 54  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | -0.30  | 0.0    | 1.00   | 0.0    |
| 55  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.30   | 0.0    | -1.00  | 0.0    |
| 56  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.30   | 0.0    | 1.00   | 0.0    |
| 57  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0    | -0.30  | -1.00  | 0.0    |
| 58  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0    | -0.30  | 1.00   | 0.0    |
| 59  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0    | 0.30   | -1.00  | 0.0    |
| 60  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0    | 0.30   | 1.00   | 0.0    |
| 61  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | -0.30  | 0.0    | 0.0    | -1.00  |
| 62  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | -0.30  | 0.0    | 0.0    | 1.00   |
| 63  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.30   | 0.0    | 0.0    | -1.00  |
| 64  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.30   | 0.0    | 0.0    | 1.00   |
| 65  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0    | -0.30  | 0.0    | -1.00  |
| 66  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0    | -0.30  | 0.0    | 1.00   |
| 67  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0    | 0.30   | 0.0    | -1.00  |
| 68  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0    | 0.30   | 0.0    | 1.00   |

| Cmb | CDC 1 | CDC 2 | CDC 3 | CDC 4 | CDC 5 | CDC 6 | CDC 7 | CDC 8 | CDC 9 | CDC 10 | CDC 11 | CDC 12 | CDC 13 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 69  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 70  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 71  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 72  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |

## H. ANALISI EFFETTUATE

| Tipo di analisi strutturale               |    |
|-------------------------------------------|----|
| Statica lineare                           | SI |
| Statica non lineare                       | NO |
| Sismica statica lineare                   | SI |
| Sismica dinamica lineare                  | NO |
| Sismica statica non lineare (prop. masse) | NO |
| Sismica statica non lineare (prop. modo)  | NO |
| Sismica statica non lineare (triangolare) | NO |

Le sollecitazioni dovute all'azione sismica sono state determinate attraverso un'analisi statica lineare (§ 7.3.3.1 D.M. 2018).

Per ciascun caso di carico sismico viene riportato l'insieme di dati sottoriportati (le masse sono espresse in unità di forza):

- quota, posizione del centro di applicazione e azione orizzontale risultante, posizione del baricentro delle rigidezze, rapporto  $r/L_s$  (per strutture a nucleo), indici di regolarità  $e/r$  secondo EC8 4.2.3.2
- azione sismica complessiva

| CDC | Tipo | Sigla Id                                   | Note                                           |
|-----|------|--------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 6   | Esk  | CDC=Es (statico SLU) $\alpha=0.0$ (ecc. +) |                                                |
|     |      |                                            | categoria suolo: C                             |
|     |      |                                            | fattore di sito $S = 1.453$                    |
|     |      |                                            | ordinata spettro (tratto $T_b-T_c$ ) = 0.598 g |
|     |      |                                            | angolo di ingresso: 0.0                        |
|     |      |                                            | eccentricità aggiuntiva: positiva              |
|     |      |                                            | periodo proprio $T_1$ : 0.329 s                |
|     |      |                                            | fattore $q$ : 1.000                            |
|     |      |                                            | amplificazione ND (non dissipativi): 1.000     |
|     |      |                                            | fattore per spost. $\mu_d$ : 1.000             |
|     |      |                                            | classe di duttilità CD: ND                     |
|     |      |                                            | coefficiente $\Lambda$ : 1.000                 |
|     |      |                                            | ordinata spettro $S_d(T_1)$ : 0.598            |

| Quota   | Forza Sismica | Tot. parziale | M Sismica x g | Pos. GX | Pos. GY | E agg. X-X | E agg. Y-Y | Pos. KX | Pos. KY | (r/Ls)^2 | rapp. ex/rx | rapp. ey/ry |
|---------|---------------|---------------|---------------|---------|---------|------------|------------|---------|---------|----------|-------------|-------------|
| m       | kN            | kN            | kN            | m       | m       | m          | m          | m       | m       |          |             |             |
| 4.00    | 37.24         | 37.24         | 62.25         | 5.50    | 1.50    | 0.0        | -0.16      | 5.50    | 1.15    | 2.887    | 0.0         | 0.062       |
| Risulta | 37.24         |               | 62.25         |         |         |            |            |         |         |          |             |             |

| CDC | Tipo | Sigla Id                               | Note                                       |
|-----|------|----------------------------------------|--------------------------------------------|
| 7   | Esk  | CDC=Es (statico SLU) alfa=0.0 (ecc. -) |                                            |
|     |      |                                        | categoria suolo: C                         |
|     |      |                                        | fattore di sito S = 1.453                  |
|     |      |                                        | ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.598 g  |
|     |      |                                        | angolo di ingresso:0.0                     |
|     |      |                                        | eccentricità aggiuntiva: negativa          |
|     |      |                                        | periodo proprio T1: 0.329 s                |
|     |      |                                        | fattore q: 1.000                           |
|     |      |                                        | amplificazione ND (non dissipativi): 1.000 |
|     |      |                                        | fattore per spost. mu d: 1.000             |
|     |      |                                        | classe di duttilità CD: ND                 |
|     |      |                                        | coefficiente Lambda: 1.000                 |
|     |      |                                        | ordinata spettro Sd(T1): 0.598             |

| Quota   | Forza Sismica | Tot. parziale | M Sismica x g | Pos. GX | Pos. GY | E agg. X-X | E agg. Y-Y | Pos. KX | Pos. KY | (r/Ls)^2 | rapp. ex/rx | rapp. ey/ry |
|---------|---------------|---------------|---------------|---------|---------|------------|------------|---------|---------|----------|-------------|-------------|
| m       | kN            | kN            | kN            | m       | m       | m          | m          | m       | m       |          |             |             |
| 4.00    | 37.24         | 37.24         | 62.25         | 5.50    | 1.50    | 0.0        | 0.16       | 5.50    | 1.15    | 2.887    | 0.0         | 0.062       |
| Risulta | 37.24         |               | 62.25         |         |         |            |            |         |         |          |             |             |

| CDC | Tipo | Sigla Id                                 | Note                                       |
|-----|------|------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 8   | Esk  | CDC=Es (statico SLU) alfa=90.00 (ecc. +) |                                            |
|     |      |                                          | categoria suolo: C                         |
|     |      |                                          | fattore di sito S = 1.453                  |
|     |      |                                          | ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.598 g  |
|     |      |                                          | angolo di ingresso:90.00                   |
|     |      |                                          | eccentricità aggiuntiva: positiva          |
|     |      |                                          | periodo proprio T1: 0.335 s                |
|     |      |                                          | fattore q: 1.000                           |
|     |      |                                          | amplificazione ND (non dissipativi): 1.000 |
|     |      |                                          | fattore per spost. mu d: 1.000             |
|     |      |                                          | classe di duttilità CD: ND                 |
|     |      |                                          | coefficiente Lambda: 1.000                 |
|     |      |                                          | ordinata spettro Sd(T1): 0.598             |

| Quota   | Forza Sismica | Tot. parziale | M Sismica x g | Pos. GX | Pos. GY | E agg. X-X | E agg. Y-Y | Pos. KX | Pos. KY | (r/Ls)^2 | rapp. ex/rx | rapp. ey/ry |
|---------|---------------|---------------|---------------|---------|---------|------------|------------|---------|---------|----------|-------------|-------------|
| m       | kN            | kN            | kN            | m       | m       | m          | m          | m       | m       |          |             |             |
| 4.00    | 37.24         | 37.24         | 62.25         | 5.50    | 1.50    | 0.55       | 0.0        | 5.50    | 1.15    | 2.887    | 0.0         | 0.062       |
| Risulta | 37.24         |               | 62.25         |         |         |            |            |         |         |          |             |             |

| CDC | Tipo | Sigla Id                                 | Note                                       |
|-----|------|------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 9   | Esk  | CDC=Es (statico SLU) alfa=90.00 (ecc. -) |                                            |
|     |      |                                          | categoria suolo: C                         |
|     |      |                                          | fattore di sito S = 1.453                  |
|     |      |                                          | ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.598 g  |
|     |      |                                          | angolo di ingresso:90.00                   |
|     |      |                                          | eccentricità aggiuntiva: negativa          |
|     |      |                                          | periodo proprio T1: 0.335 s                |
|     |      |                                          | fattore q: 1.000                           |
|     |      |                                          | amplificazione ND (non dissipativi): 1.000 |
|     |      |                                          | fattore per spost. mu d: 1.000             |
|     |      |                                          | classe di duttilità CD: ND                 |
|     |      |                                          | coefficiente Lambda: 1.000                 |

| CDC | Tipo | Sigla Id | Note                           |
|-----|------|----------|--------------------------------|
|     |      |          | ordinata spettro Sd(T1): 0.598 |

| Quota   | Forza Sismica | Tot. parziale | M Sismica x g | Pos. GX | Pos. GY | E agg. X-X | E agg. Y-Y | Pos. KX | Pos. KY | (r/Ls)^2 | rapp. ex/rx | rapp. ey/ry |
|---------|---------------|---------------|---------------|---------|---------|------------|------------|---------|---------|----------|-------------|-------------|
| m       | kN            | kN            | kN            | m       | m       | m          | m          | m       | m       |          |             |             |
| 4.00    | 37.24         | 37.24         | 62.25         | 5.50    | 1.50    | -0.55      | 0.0        | 5.50    | 1.15    | 2.887    | 0.0         | 0.062       |
| Risulta | 37.24         |               | 62.25         |         |         |            |            |         |         |          |             |             |

| CDC | Tipo | Sigla Id                               | Note                                      |
|-----|------|----------------------------------------|-------------------------------------------|
| 10  | Esk  | CDC=Es (statico SLD) alfa=0.0 (ecc. +) |                                           |
|     |      |                                        | categoria suolo: C                        |
|     |      |                                        | fattore di sito S = 1.500                 |
|     |      |                                        | ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.216 g |
|     |      |                                        | angolo di ingresso:0.0                    |
|     |      |                                        | eccentricità aggiuntiva: positiva         |
|     |      |                                        | periodo proprio T1: 0.329 s               |
|     |      |                                        | coefficiente Lambda: 1.000                |
|     |      |                                        | ordinata spettro Se(T1): 0.216            |

| Quota   | Forza Sismica | Tot. parziale | M Sismica x g | Pos. GX | Pos. GY | E agg. X-X | E agg. Y-Y | Pos. KX | Pos. KY | (r/Ls)^2 | rapp. ex/rx | rapp. ey/ry |
|---------|---------------|---------------|---------------|---------|---------|------------|------------|---------|---------|----------|-------------|-------------|
| m       | kN            | kN            | kN            | m       | m       | m          | m          | m       | m       |          |             |             |
| 4.00    | 13.46         | 13.46         | 62.25         | 5.50    | 1.50    | 0.0        | -0.16      | 5.50    | 1.15    | 2.887    | 0.0         | 0.062       |
| Risulta | 13.46         |               | 62.25         |         |         |            |            |         |         |          |             |             |

| CDC | Tipo | Sigla Id                               | Note                                      |
|-----|------|----------------------------------------|-------------------------------------------|
| 11  | Esk  | CDC=Es (statico SLD) alfa=0.0 (ecc. -) |                                           |
|     |      |                                        | categoria suolo: C                        |
|     |      |                                        | fattore di sito S = 1.500                 |
|     |      |                                        | ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.216 g |
|     |      |                                        | angolo di ingresso:0.0                    |
|     |      |                                        | eccentricità aggiuntiva: negativa         |
|     |      |                                        | periodo proprio T1: 0.329 s               |
|     |      |                                        | coefficiente Lambda: 1.000                |
|     |      |                                        | ordinata spettro Se(T1): 0.216            |

| Quota   | Forza Sismica | Tot. parziale | M Sismica x g | Pos. GX | Pos. GY | E agg. X-X | E agg. Y-Y | Pos. KX | Pos. KY | (r/Ls)^2 | rapp. ex/rx | rapp. ey/ry |
|---------|---------------|---------------|---------------|---------|---------|------------|------------|---------|---------|----------|-------------|-------------|
| m       | kN            | kN            | kN            | m       | m       | m          | m          | m       | m       |          |             |             |
| 4.00    | 13.46         | 13.46         | 62.25         | 5.50    | 1.50    | 0.0        | 0.16       | 5.50    | 1.15    | 2.887    | 0.0         | 0.062       |
| Risulta | 13.46         |               | 62.25         |         |         |            |            |         |         |          |             |             |

| CDC | Tipo | Sigla Id                                 | Note                                      |
|-----|------|------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 12  | Esk  | CDC=Es (statico SLD) alfa=90.00 (ecc. +) |                                           |
|     |      |                                          | categoria suolo: C                        |
|     |      |                                          | fattore di sito S = 1.500                 |
|     |      |                                          | ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.216 g |
|     |      |                                          | angolo di ingresso:90.00                  |
|     |      |                                          | eccentricità aggiuntiva: positiva         |
|     |      |                                          | periodo proprio T1: 0.335 s               |
|     |      |                                          | coefficiente Lambda: 1.000                |
|     |      |                                          | ordinata spettro Se(T1): 0.216            |

| Quota   | Forza Sismica | Tot. parziale | M Sismica x g | Pos. GX | Pos. GY | E agg. X-X | E agg. Y-Y | Pos. KX | Pos. KY | (r/Ls)^2 | rapp. ex/rx | rapp. ey/ry |
|---------|---------------|---------------|---------------|---------|---------|------------|------------|---------|---------|----------|-------------|-------------|
| m       | kN            | kN            | kN            | m       | m       | m          | m          | m       | m       |          |             |             |
| 4.00    | 13.46         | 13.46         | 62.25         | 5.50    | 1.50    | 0.55       | 0.0        | 5.50    | 1.15    | 2.887    | 0.0         | 0.062       |
| Risulta | 13.46         |               | 62.25         |         |         |            |            |         |         |          |             |             |

| CDC | Tipo | Sigla Id                                 | Note                                      |
|-----|------|------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 13  | Esk  | CDC=Es (statico SLD) alfa=90.00 (ecc. -) |                                           |
|     |      |                                          | categoria suolo: C                        |
|     |      |                                          | fattore di sito S = 1.500                 |
|     |      |                                          | ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.216 g |
|     |      |                                          | angolo di ingresso:90.00                  |
|     |      |                                          | eccentricità aggiuntiva: negativa         |
|     |      |                                          | periodo proprio T1: 0.335 s               |
|     |      |                                          | coefficiente Lambda: 1.000                |
|     |      |                                          | ordinata spettro Se(T1): 0.216            |

| Quota   | Forza Sismica | Tot. parziale | M Sismica x g | Pos. GX | Pos. GY | E agg. X-X | E agg. Y-Y | Pos. KX | Pos. KY | (r/Ls)^2 | rapp. ex/rx | rapp. ey/ry |
|---------|---------------|---------------|---------------|---------|---------|------------|------------|---------|---------|----------|-------------|-------------|
| m       | kN            | kN            | kN            | m       | m       | m          | m          | m       | m       |          |             |             |
| 4.00    | 13.46         | 13.46         | 62.25         | 5.50    | 1.50    | -0.55      | 0.0        | 5.50    | 1.15    | 2.887    | 0.0         | 0.062       |
| Risulta | 13.46         |               | 62.25         |         |         |            |            |         |         |          |             |             |

## I. CRITERI DI VERIFICA STRUTTURA IN ELEVAZIONE

### 11. Criteri di verifica – SLU

Avendo previsto per la struttura in esame un comportamento non dissipativo, la resistenza delle membrature e dei collegamenti deve essere valutata in accordo con le regole previste al § 4.2 delle NTC 2018, non essendo necessario soddisfare i requisiti di duttilità. In particolare si sono effettuate le seguenti verifiche:

#### Elementi in acciaio

**Verifica a Taglio - Torsione (V/T)** - § 4.2.4.1.2 D.M. 2018

**Verifica a presso/tenso flessione(N/M)** - § 4.2.4.1.2 D.M. 2018

**Verifica di stabilità (flessione)** - § 4.2.4.1.3.2 D.M. 2018

**Verifica di stabilità (presso/flessione)** - § 4.2.4.1.3.3 D.M. 2018

#### Elementi in c.a.

##### Travi

Le sollecitazioni “momento flettente” e “taglio” vengono calcolate in base all’effettiva analisi globale della struttura, dovuta ai carichi presenti e derivante dalle combinazioni di carico relative, con progettazione non dissipativa.

I momenti resistenti per la verifica vengono calcolati in base alle armature effettivamente presenti nella sezione, secondo le indicazioni presenti al cap. 4.1.2.1.2 del DM2018.

Il valore resistente del taglio per la verifica viene calcolato in base a quanto definito al par. 4.1.2.1.3, tenendo conto delle indicazioni relative alle “zone critiche”, in accordo ai par. 7.4.4.1.2.2, 7.4.6.1.1 e 7.4.6.2.1.

### Pilastrì

La sollecitazione “momento flettente” viene calcolata in base all’effettiva analisi globale della struttura, dovuta ai carichi presenti e derivante dalle combinazioni di carico relative.

I momenti resistenti per la verifica vengono calcolati in base alle armature effettivamente presenti nella sezione, secondo le indicazioni presenti al cap. 4.1.2.1.2 del DM2018.

La sollecitazione “taglio” viene calcolata in base all’effettiva analisi globale della struttura, dovuta ai carichi presenti e derivante dalle combinazioni di carico relative.

Il valore resistente del taglio per la verifica viene calcolato in base a quanto definito al par. 4.1.2.1.3 del DM2018.

## **I2. Criteri di verifica – SLE no sisma**

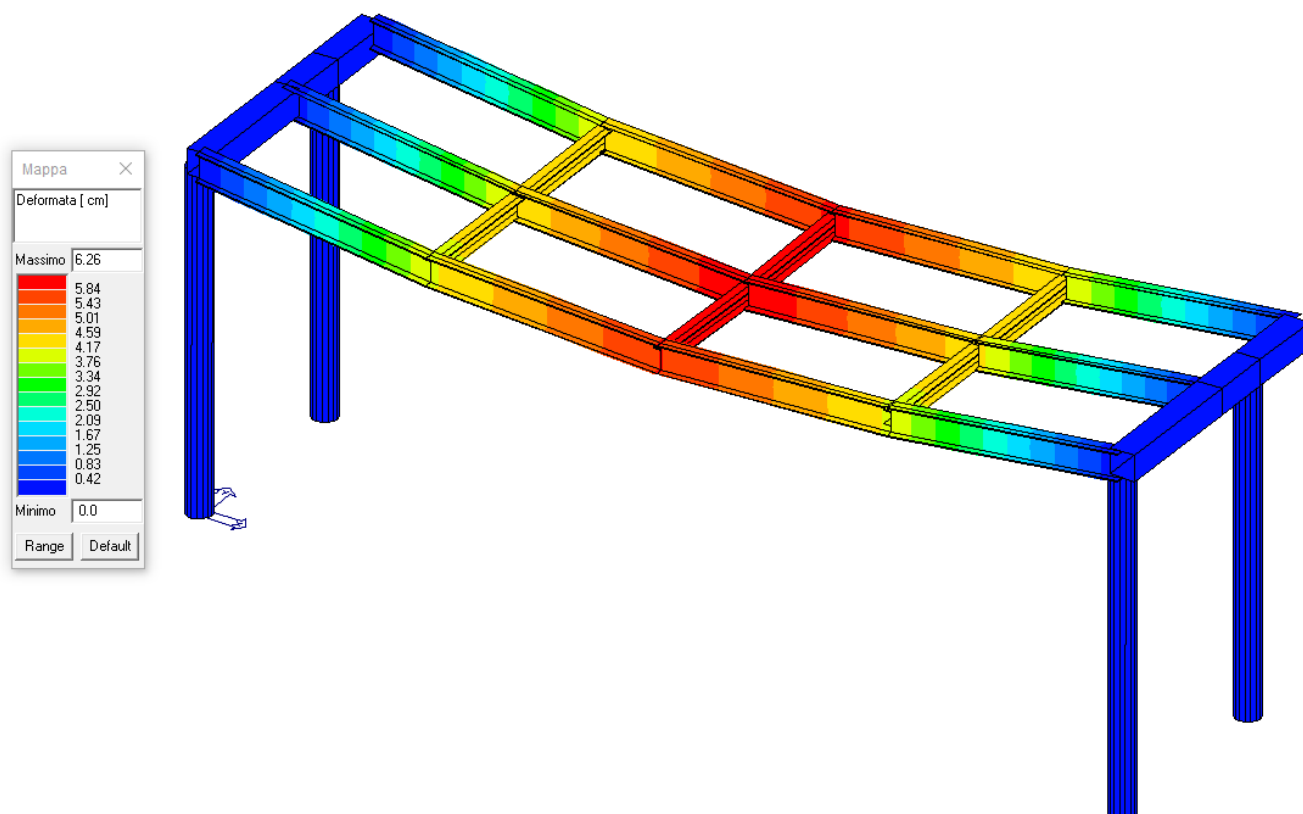
Come suggerito al § 4.2.4.2.1 (Tab. 4.2.X) si è verificato che il massimo valore della **freccia**  $f$ , calcolato per le combinazioni relative agli stati limiti di esercizio (SLE), rispetti la seguenti limitazioni:

$$f \leq \frac{L}{250} \quad \text{SOLAI IN GENERALE}$$

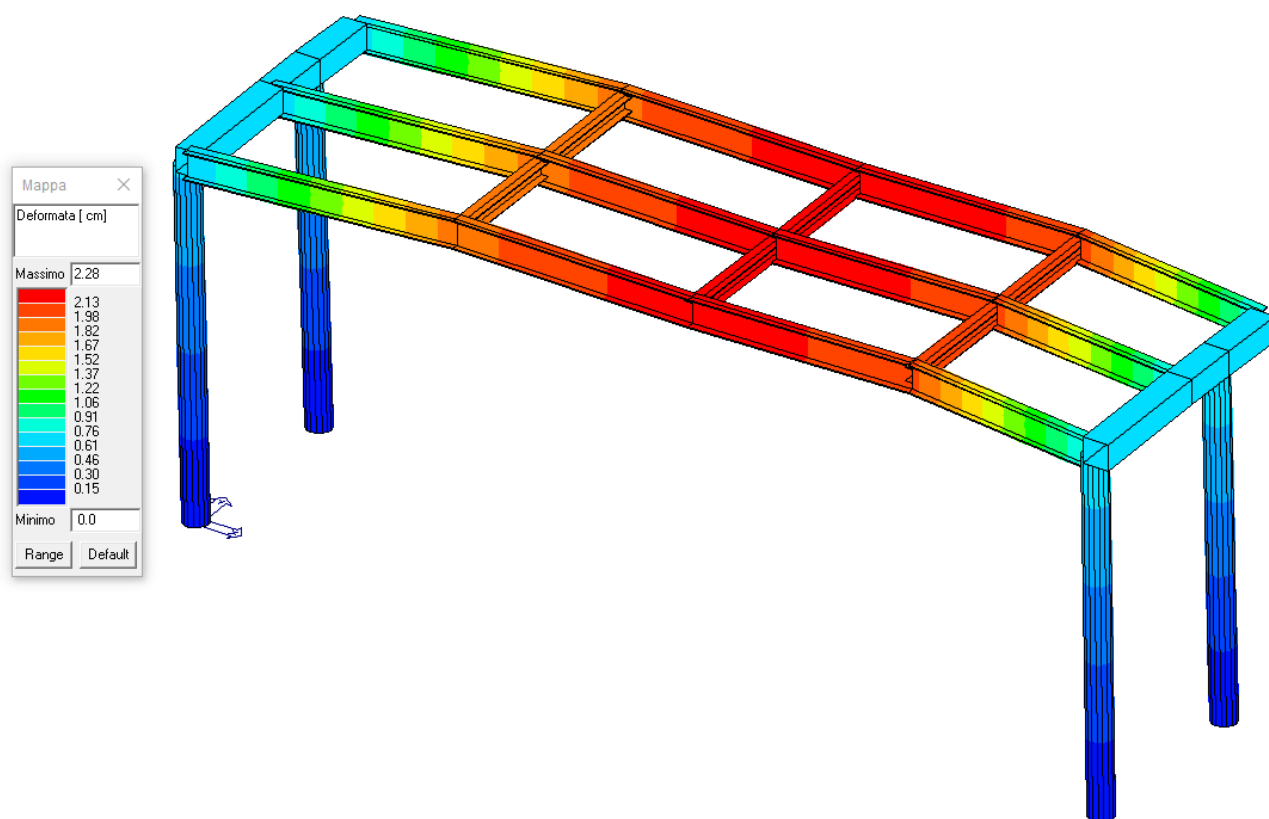
Dove  $L$  è la luce dell’elemento indagato o, nel caso di mensole, il doppio dello sbalzo.

## J. SINTESI DEI RISULTATI E DELLE VERIFICHE

### J1. Principali configurazioni deformate



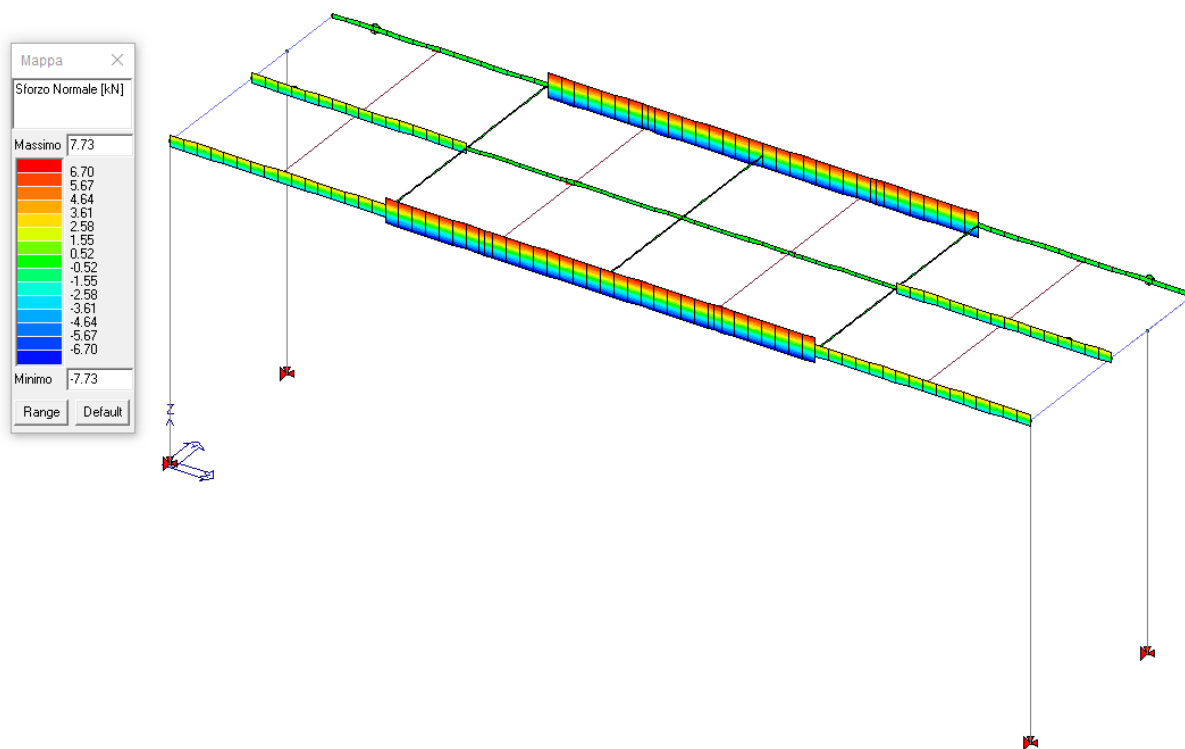
*Deformata SLU*



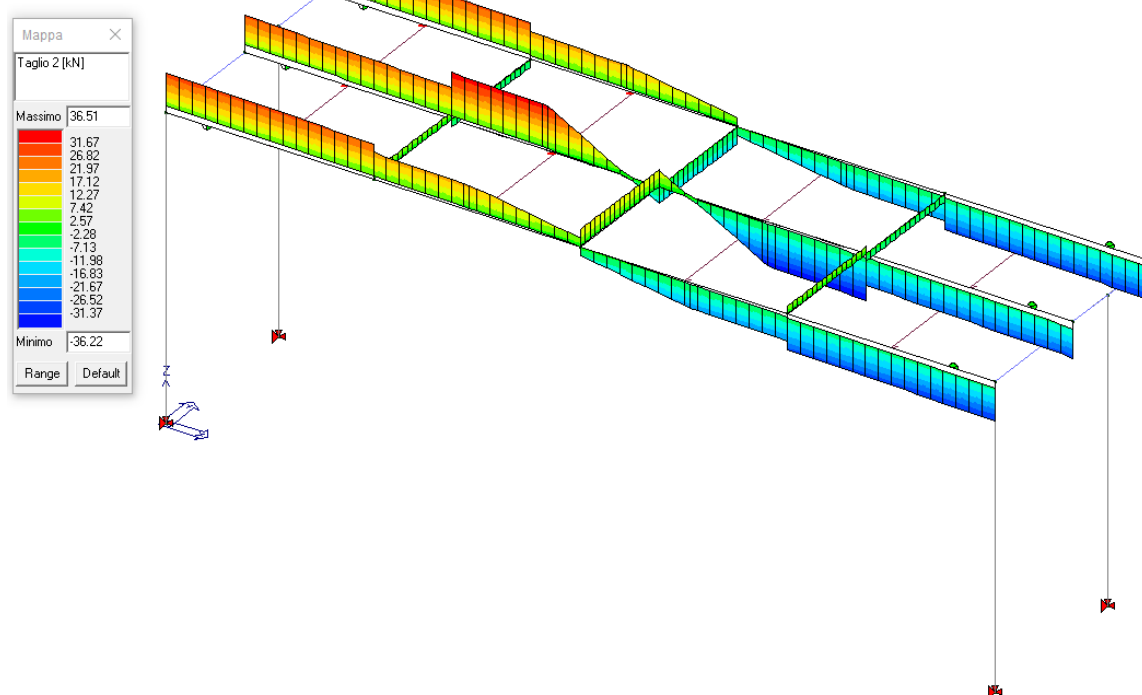
*Deformata SLV*

## J2. Involuppi delle sollecitazioni

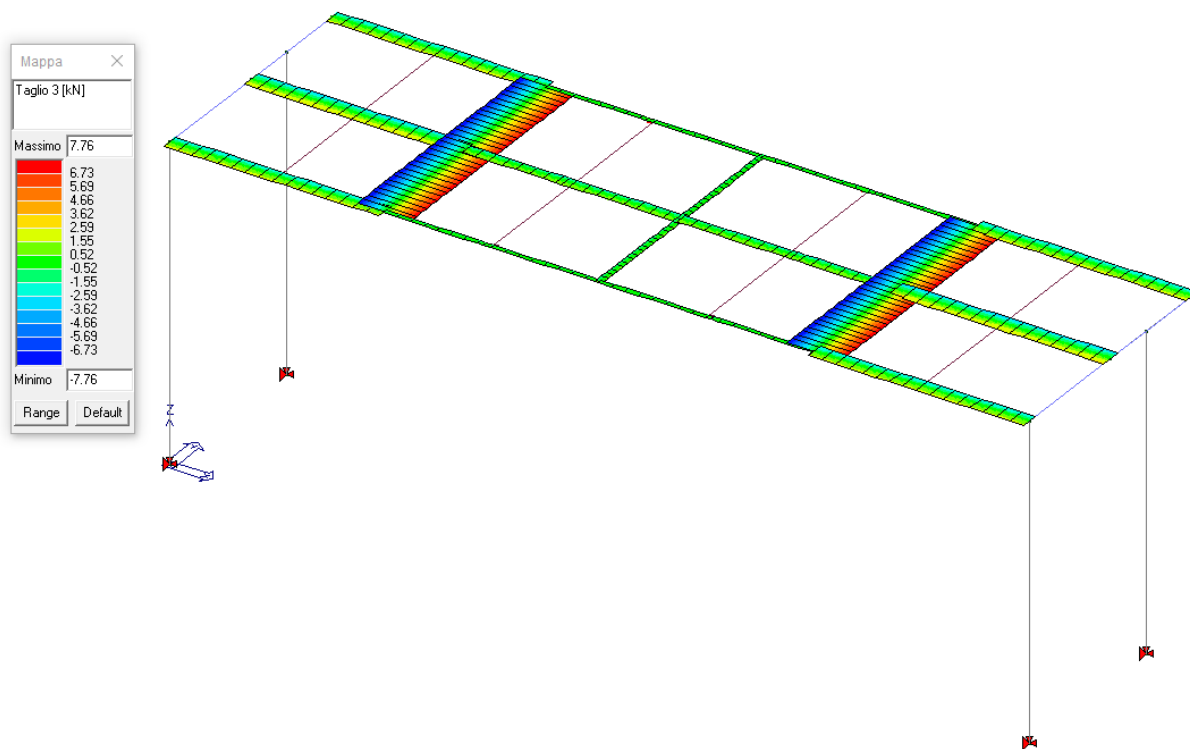
### Elementi in acciaio



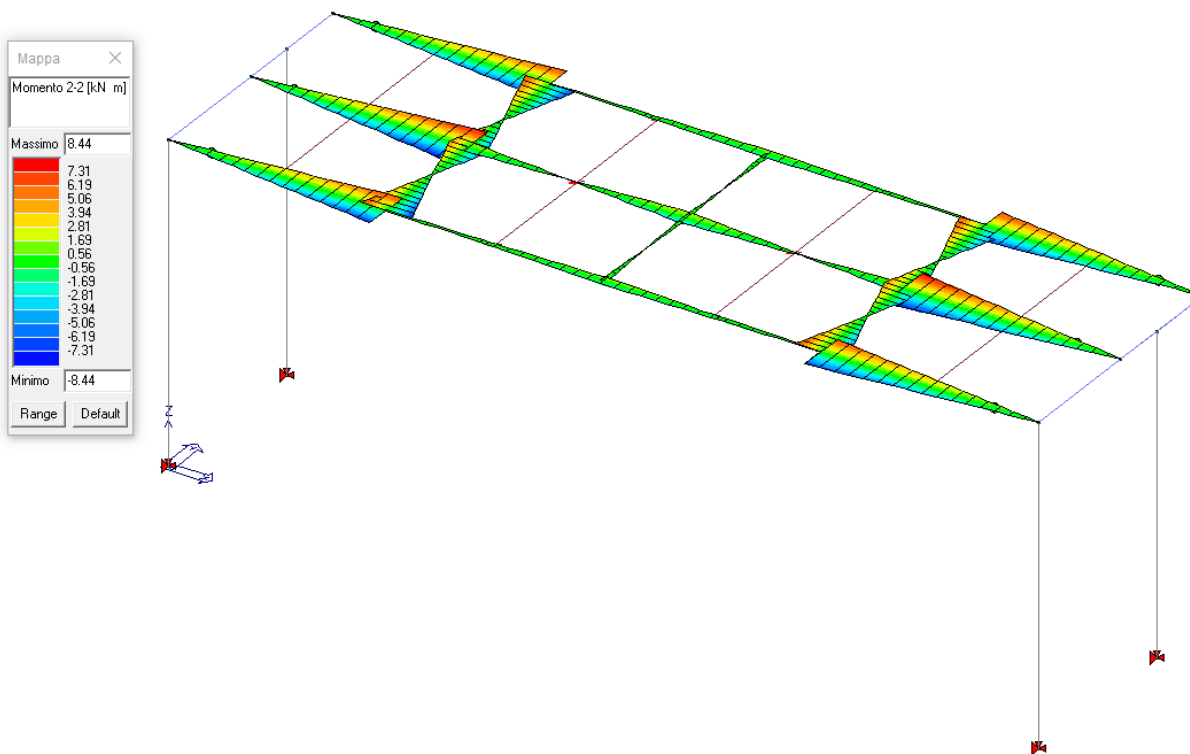
*Involuppo Sforzo Normale (N)*



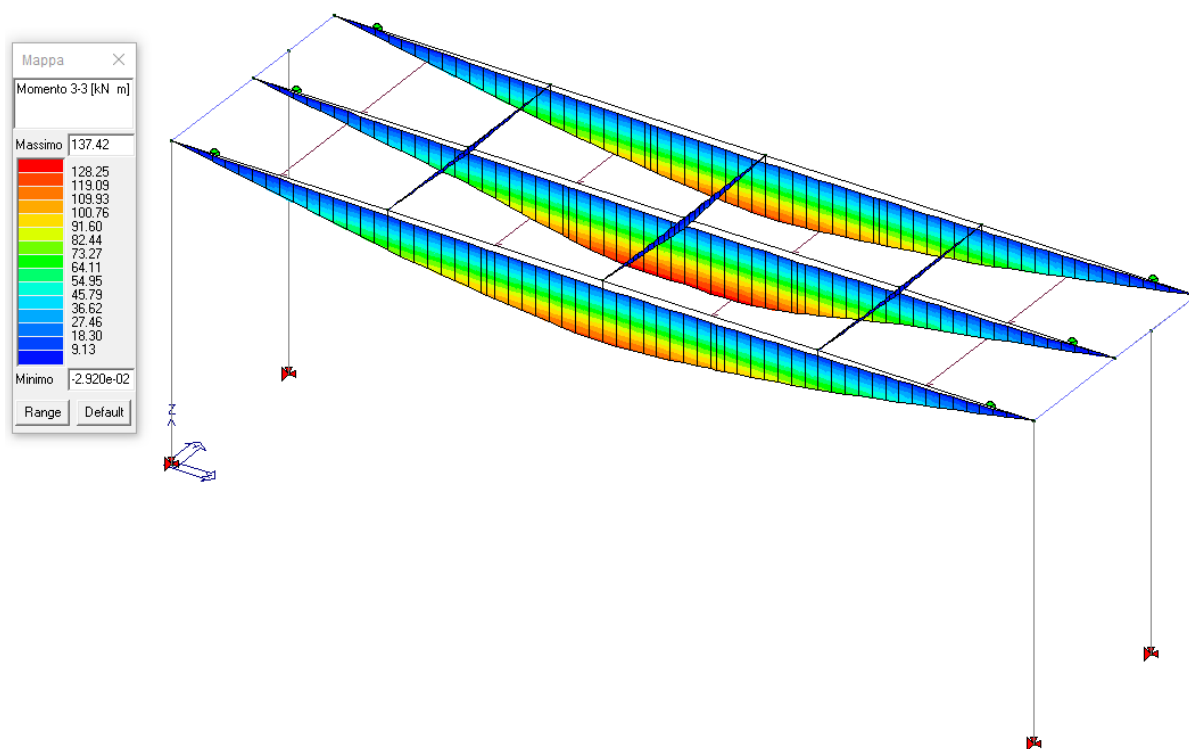
*Involuppo Taglio 2 (V2)*



Involuppo Taglio 3 (V3)

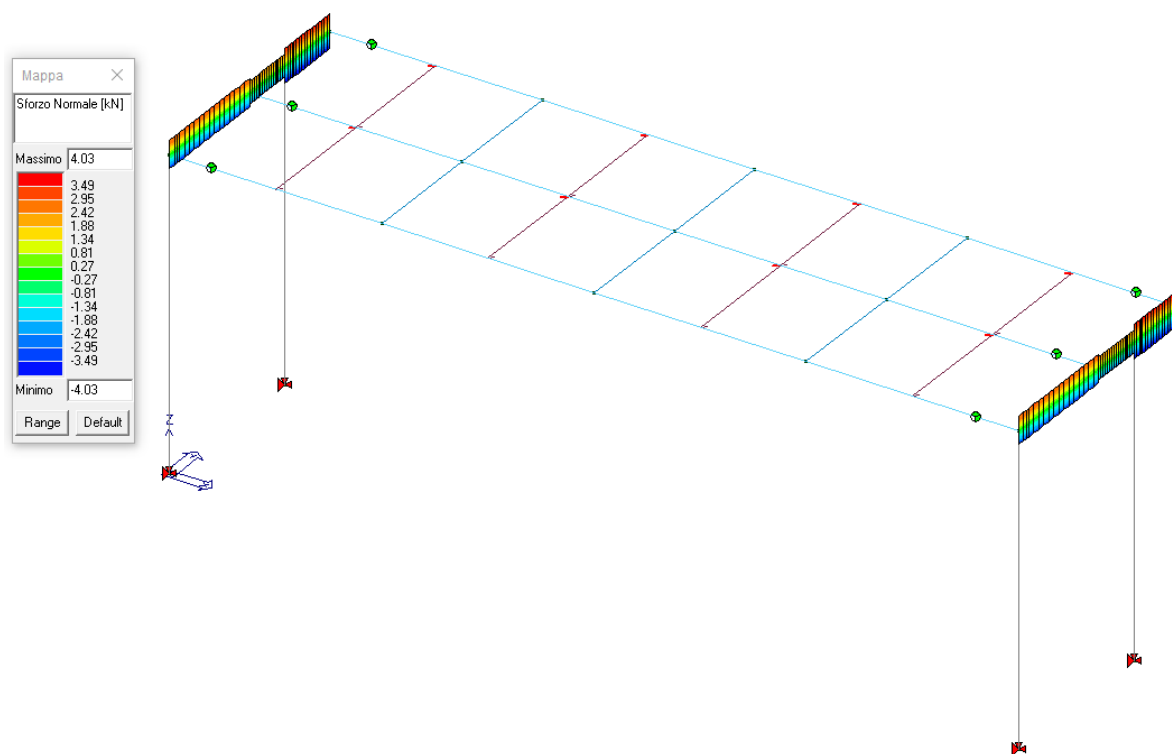


Involuppo Momento flettente 2-2 (M2)

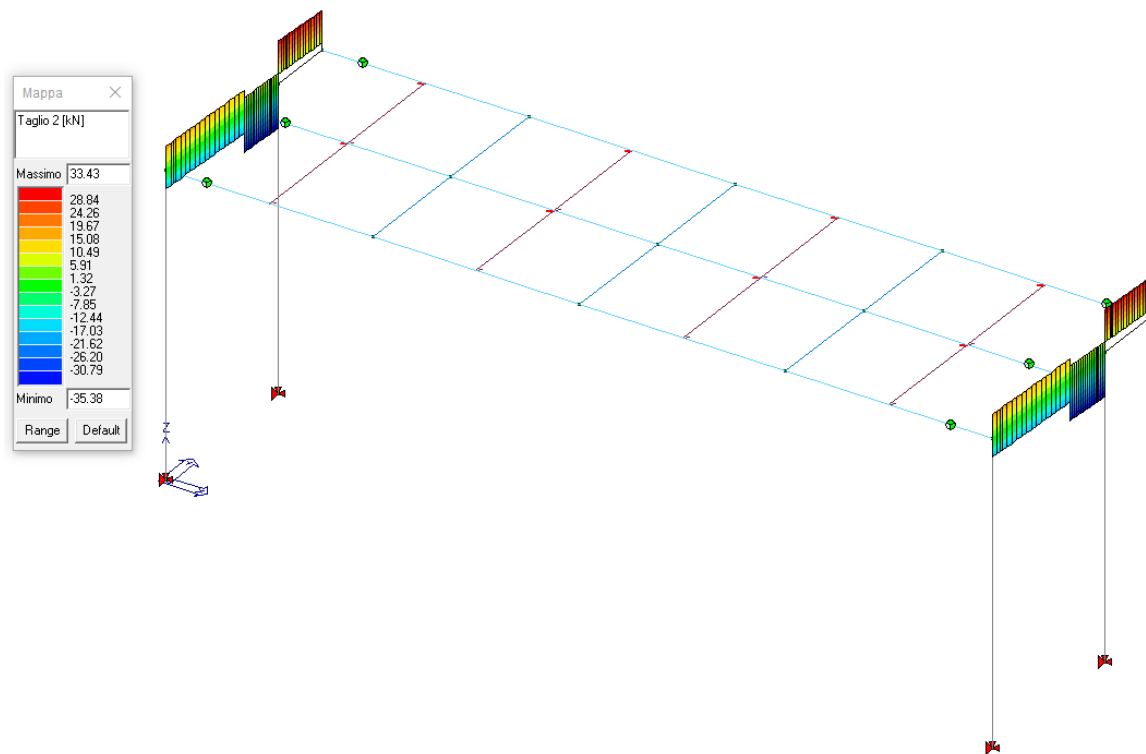


*Involuppo Momento flettente 3-3 (M3)*

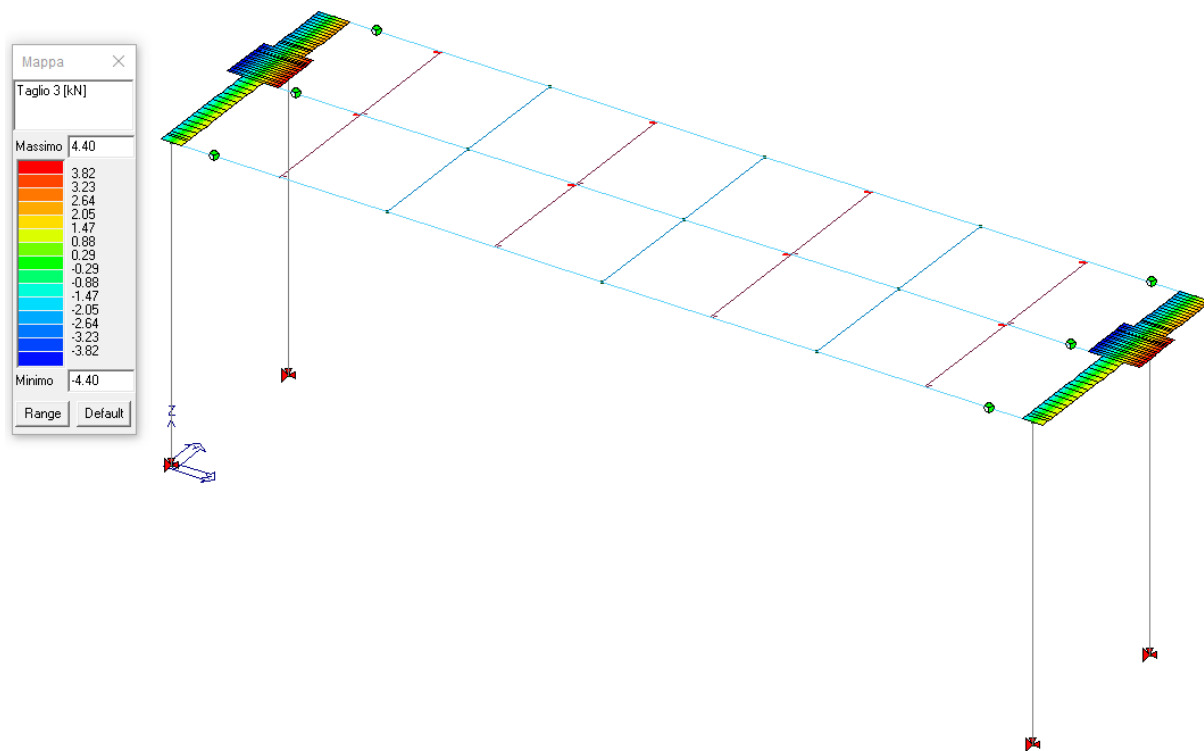
## Travi in c.a.



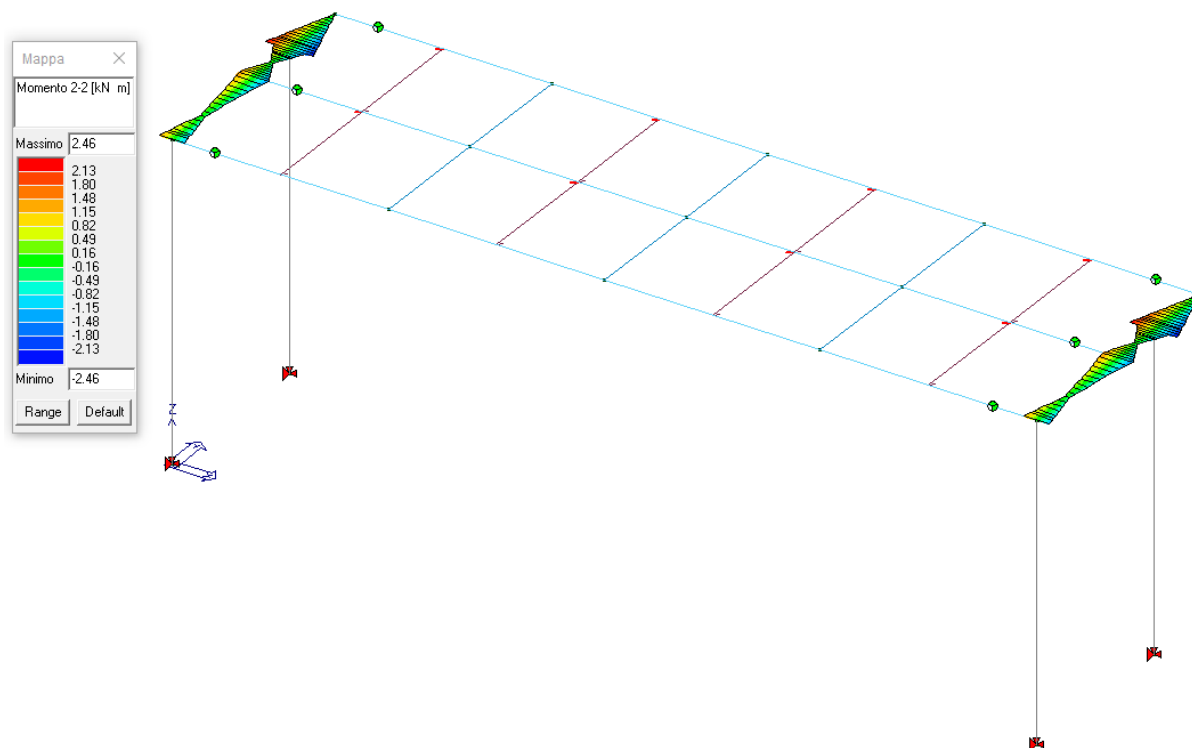
*Inviluppo Sforzo Normale (N)*



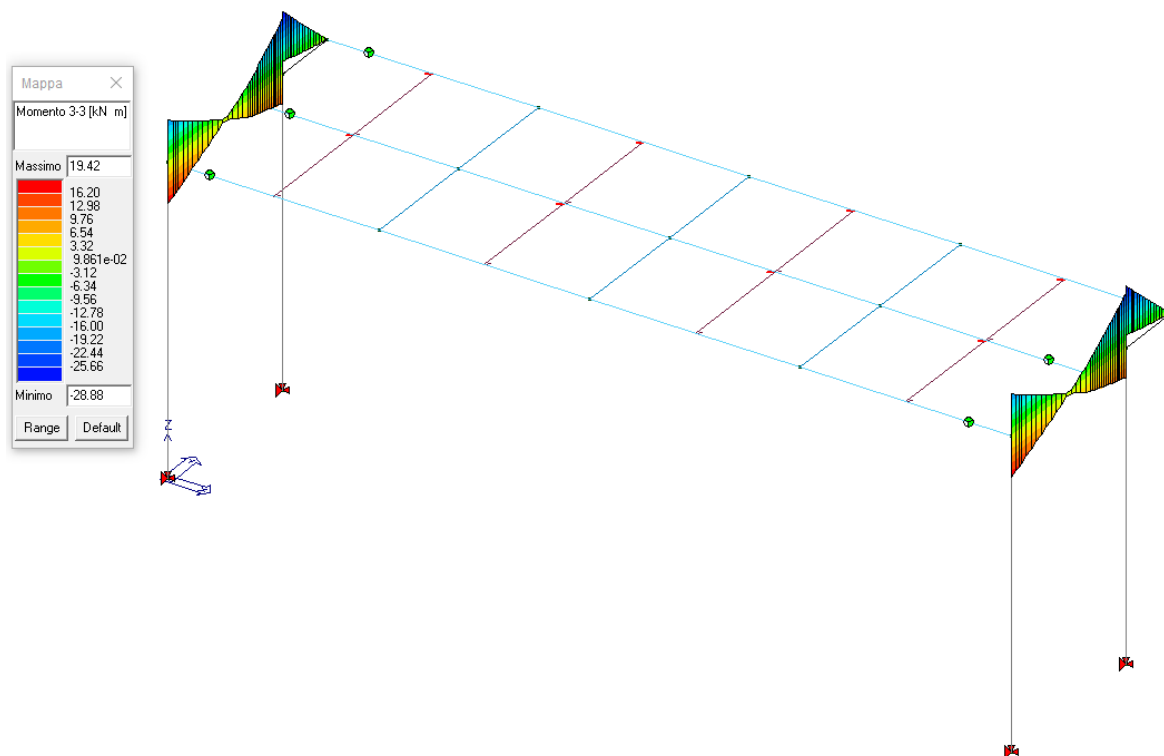
Involuppo Taglio 2 (V2)



Involuppo Taglio 3 (V3)

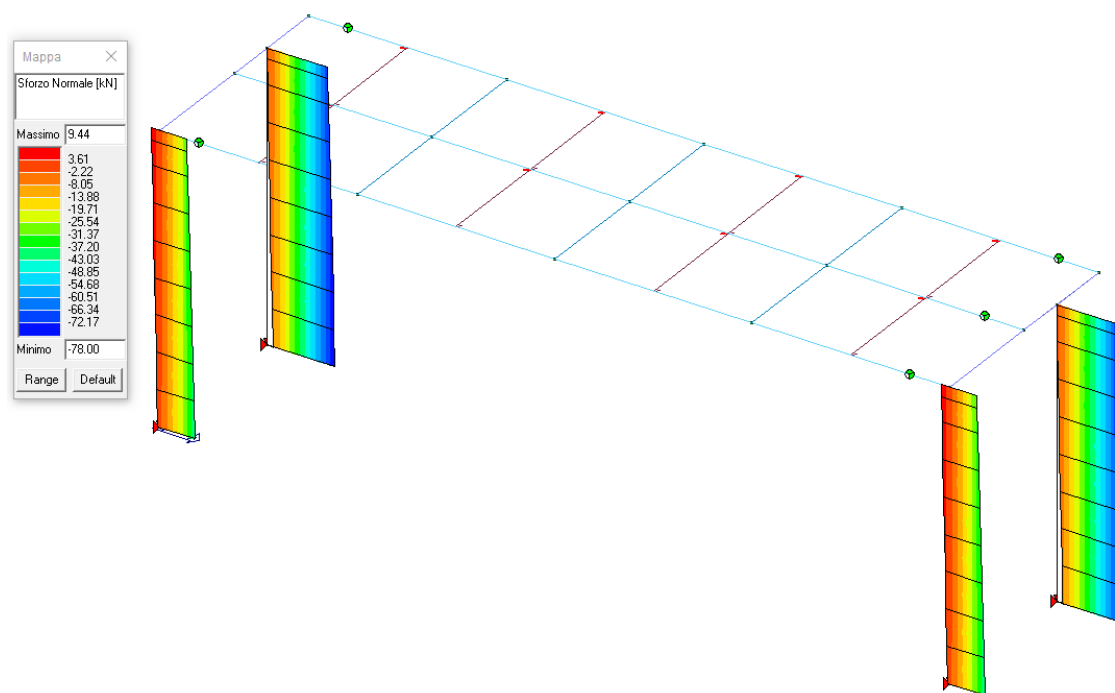


*Inviluppo Momento flettente 2-2 (M2)*

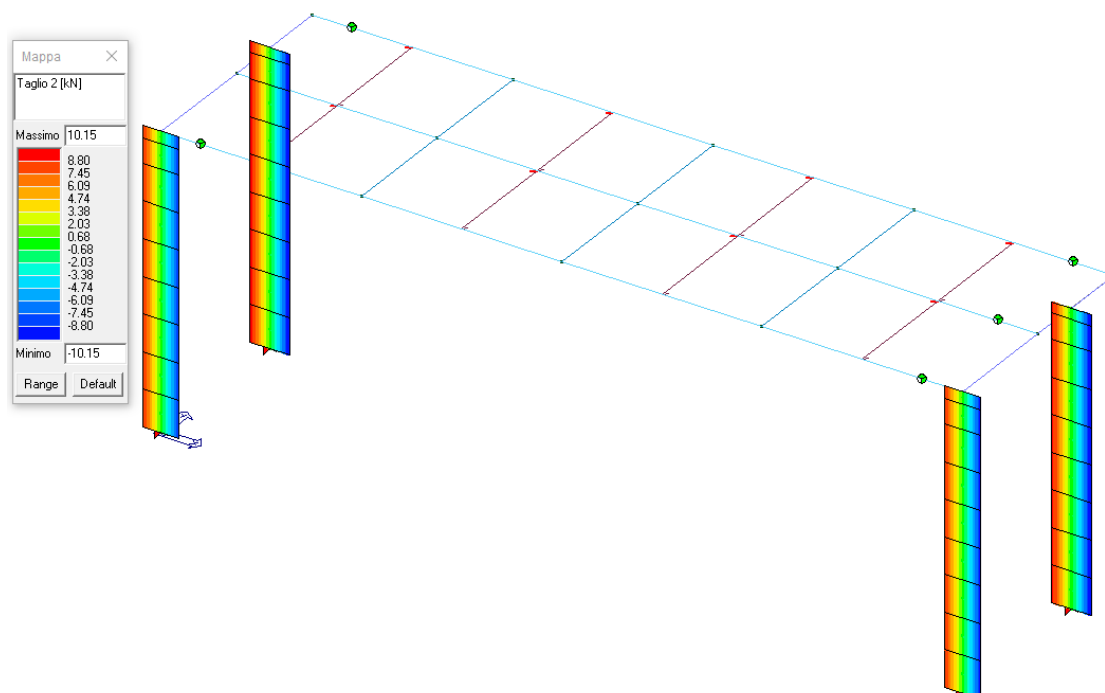


*Inviluppo Momento flettente 3-3 (M3)*

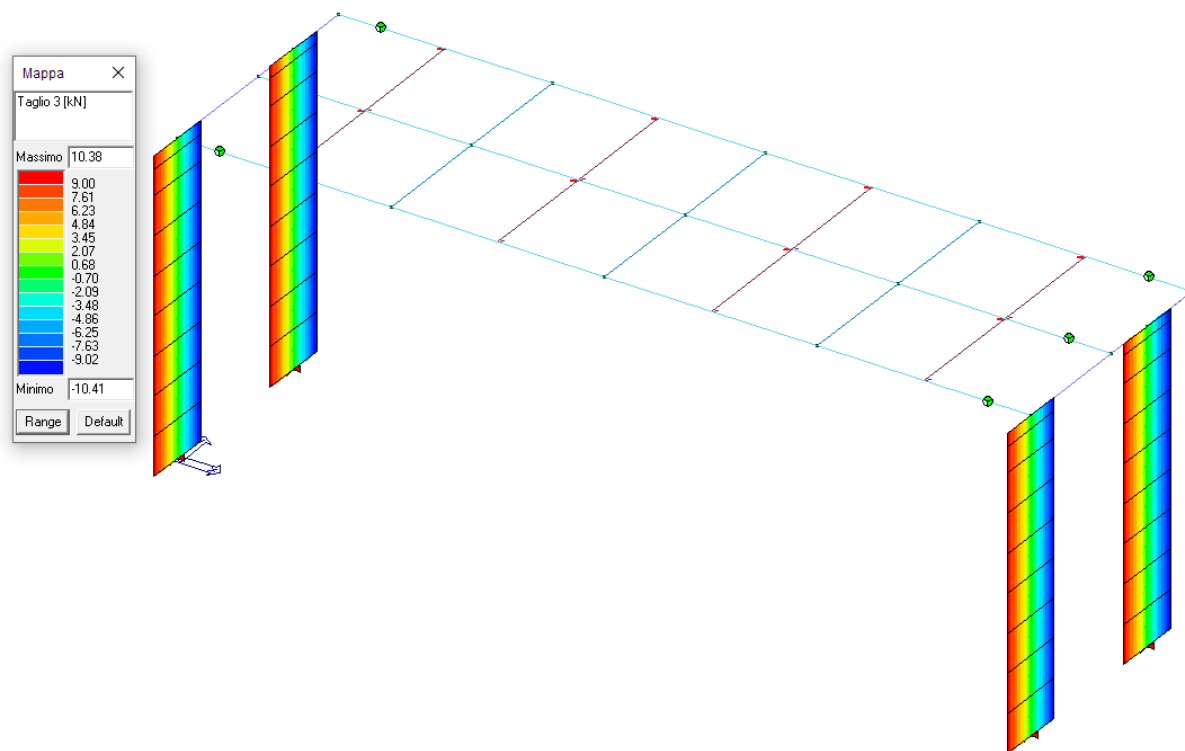
## Pilastri in c.a.



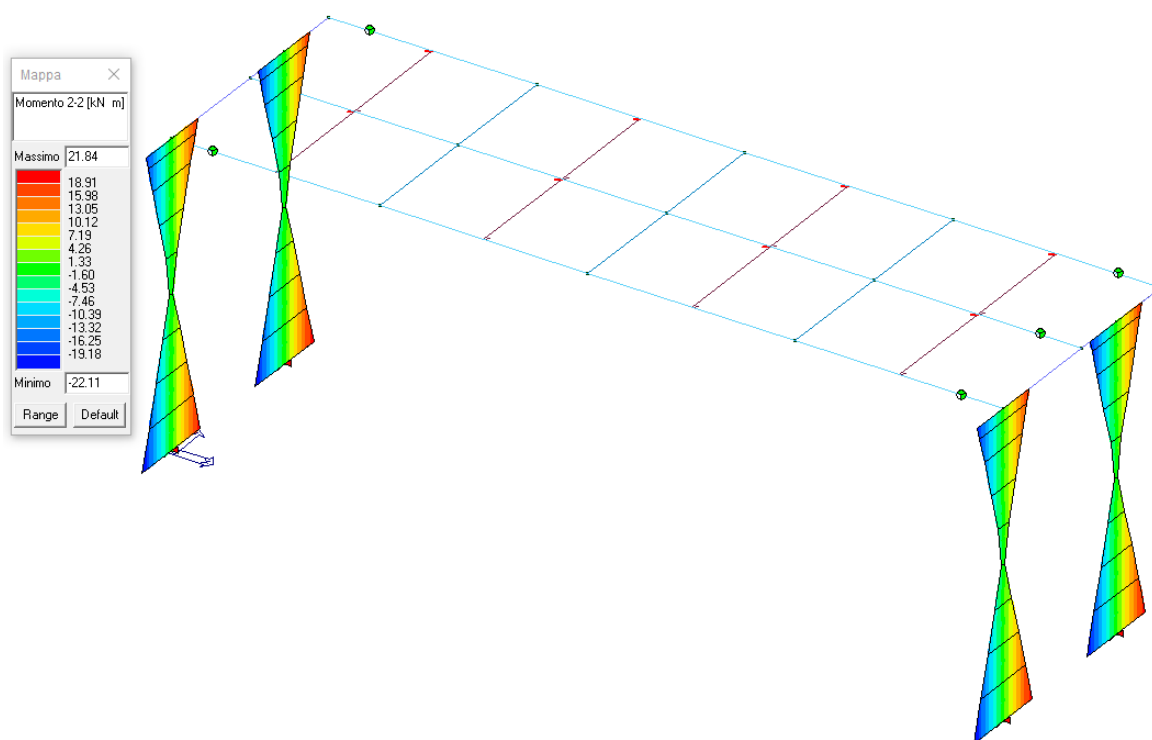
Involuppo Sforzo Normale (N)



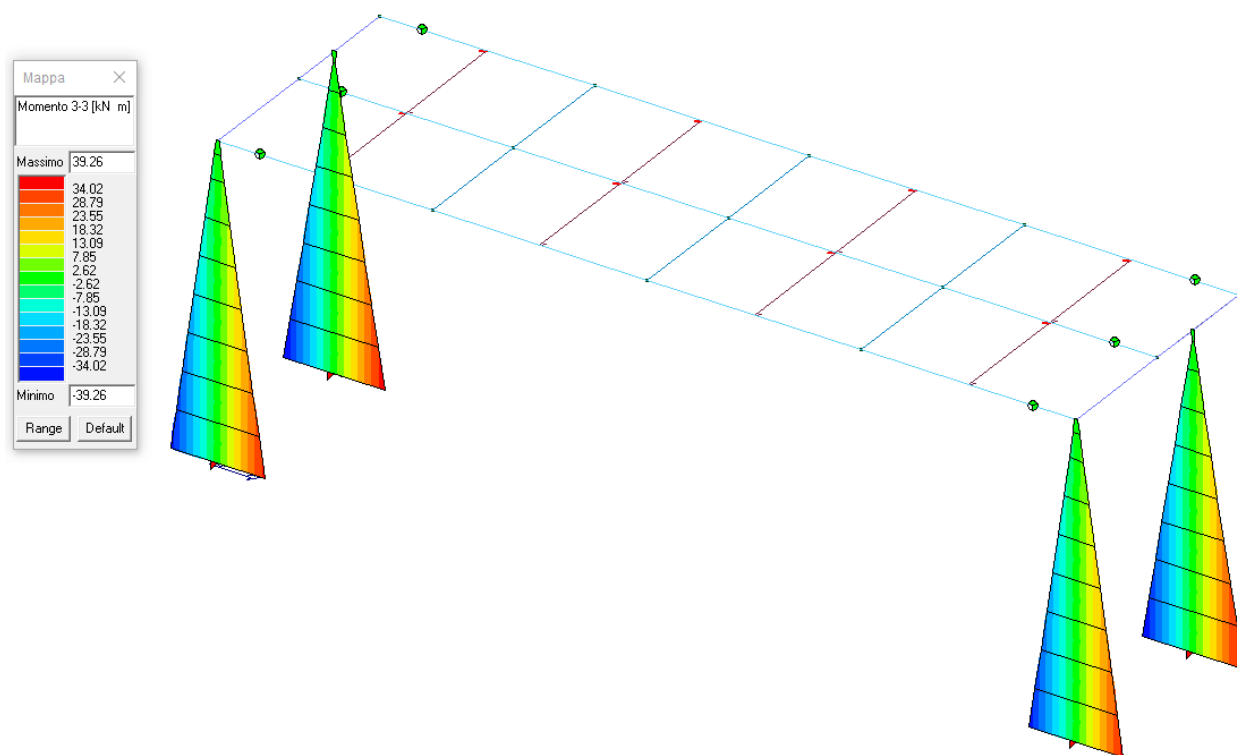
Involuppo Taglio 2 (V2)



Involuppo Taglio 3 (V3)



Involuppo Momento flettente 2-2 (M2)

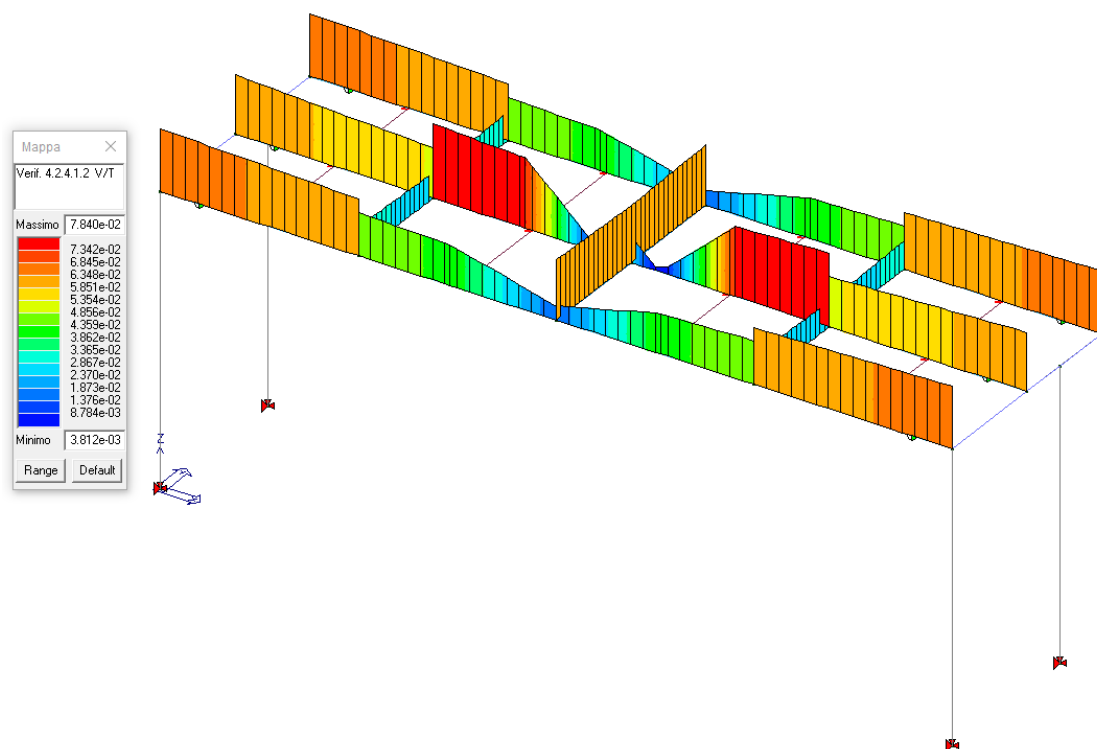


*Involuppo Momento flettente 3-3 (M3)*

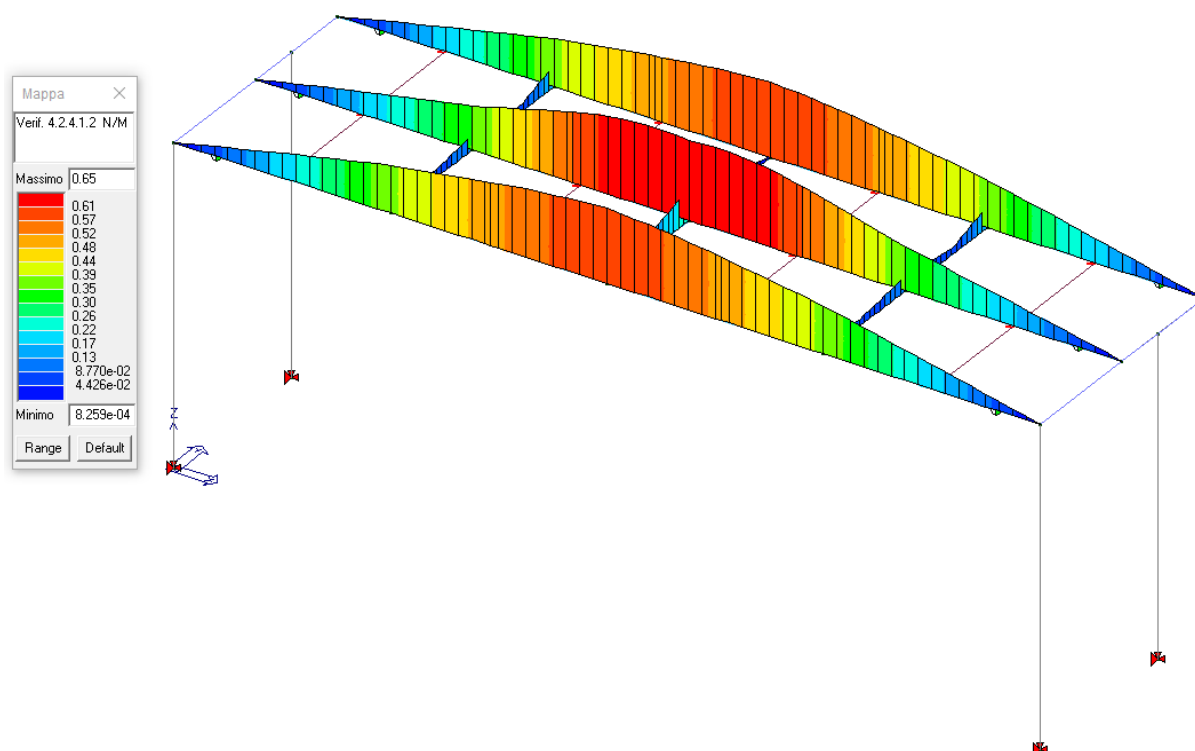
### J3. Risultati Verifiche S.L.U.

Le verifiche risultano soddisfatte per valori  $\leq 1$

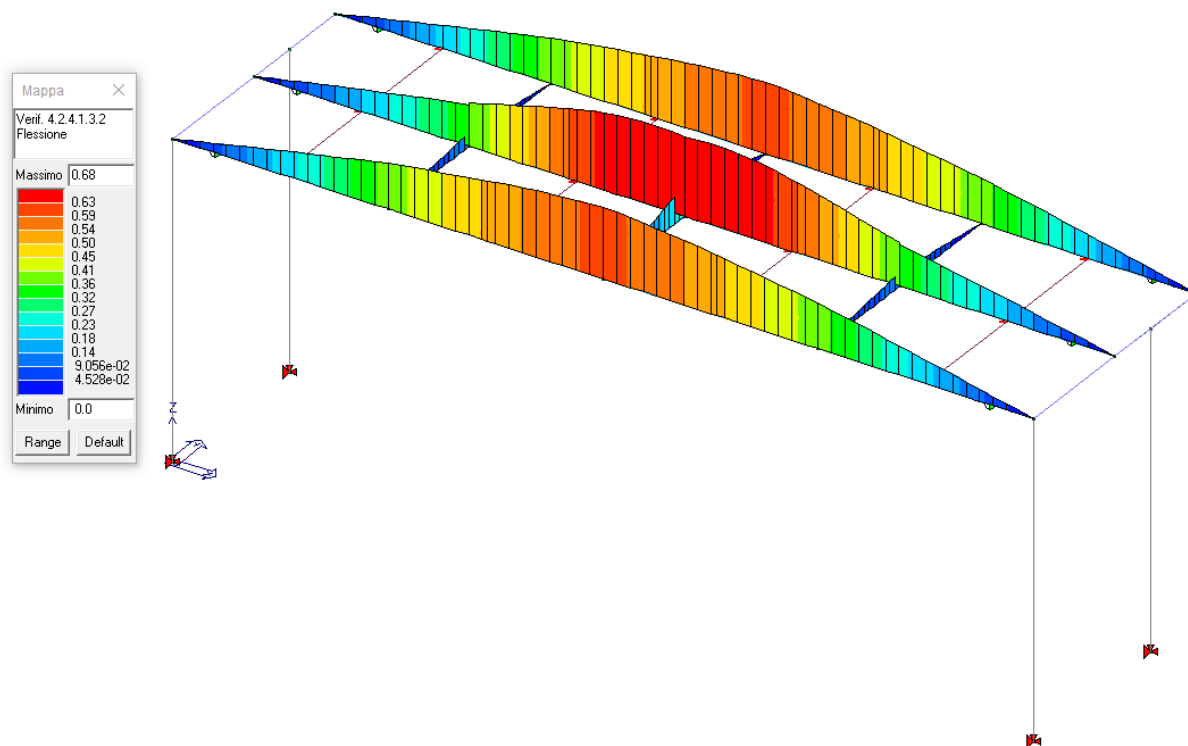
#### Elementi in acciaio



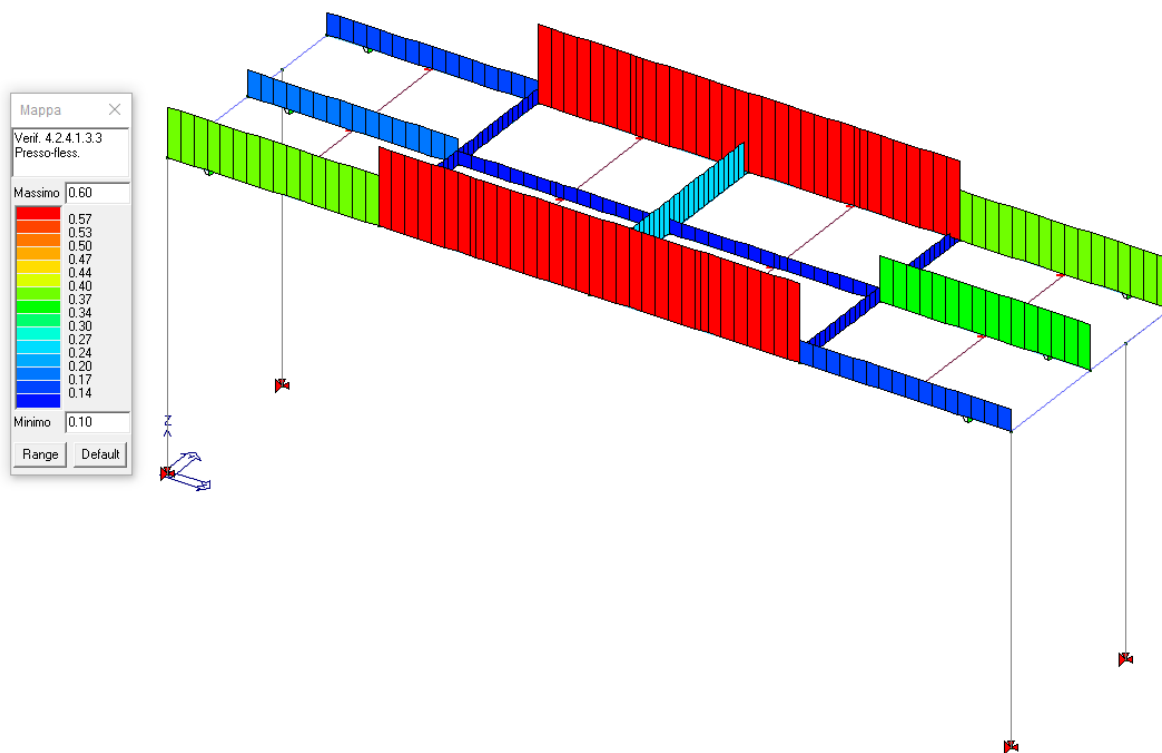
Verifica Taglio(V) – Torsione(T)



Verifica N/M

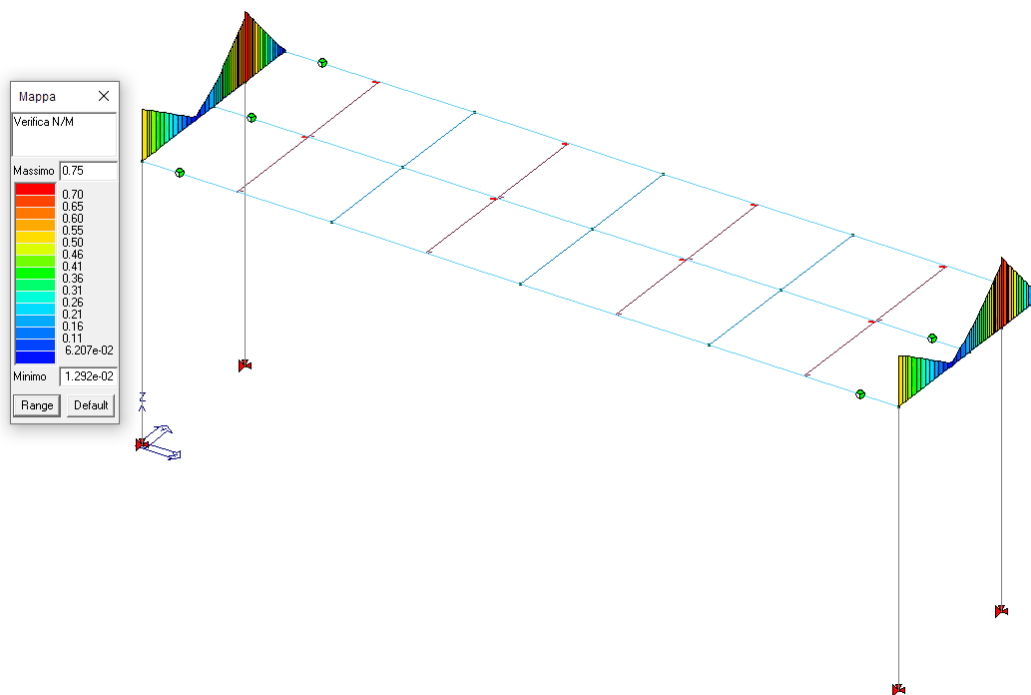


Verifica di stabilità flessionale

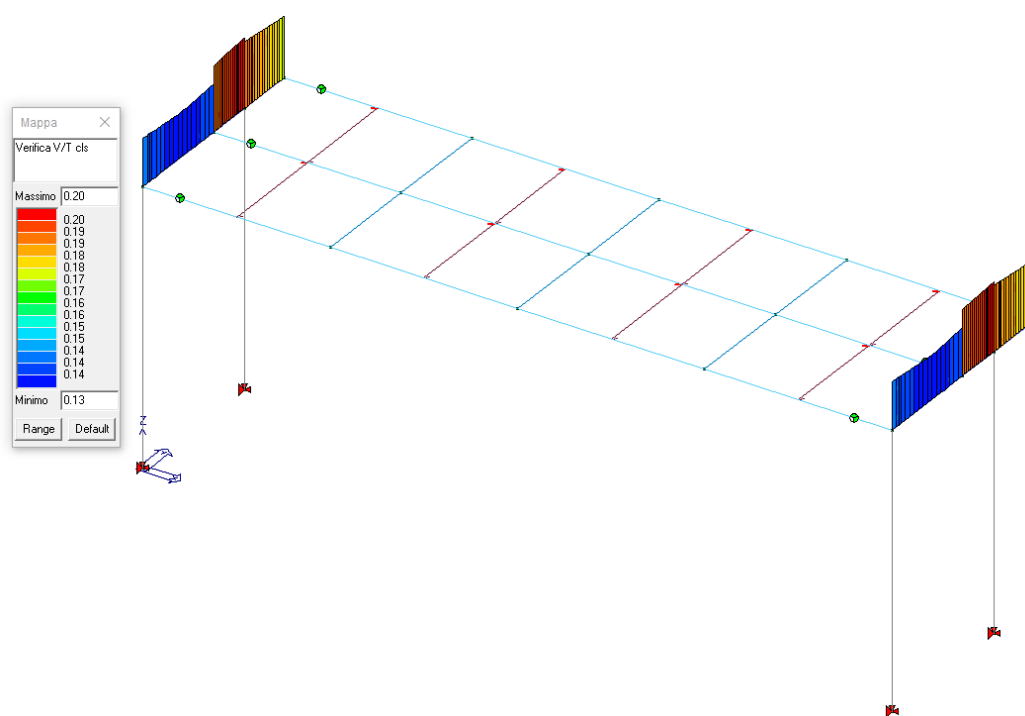


Verifica di stabilità N/M (non eseguita  $N_{Ed} < 0.04 N_{cr}$ )

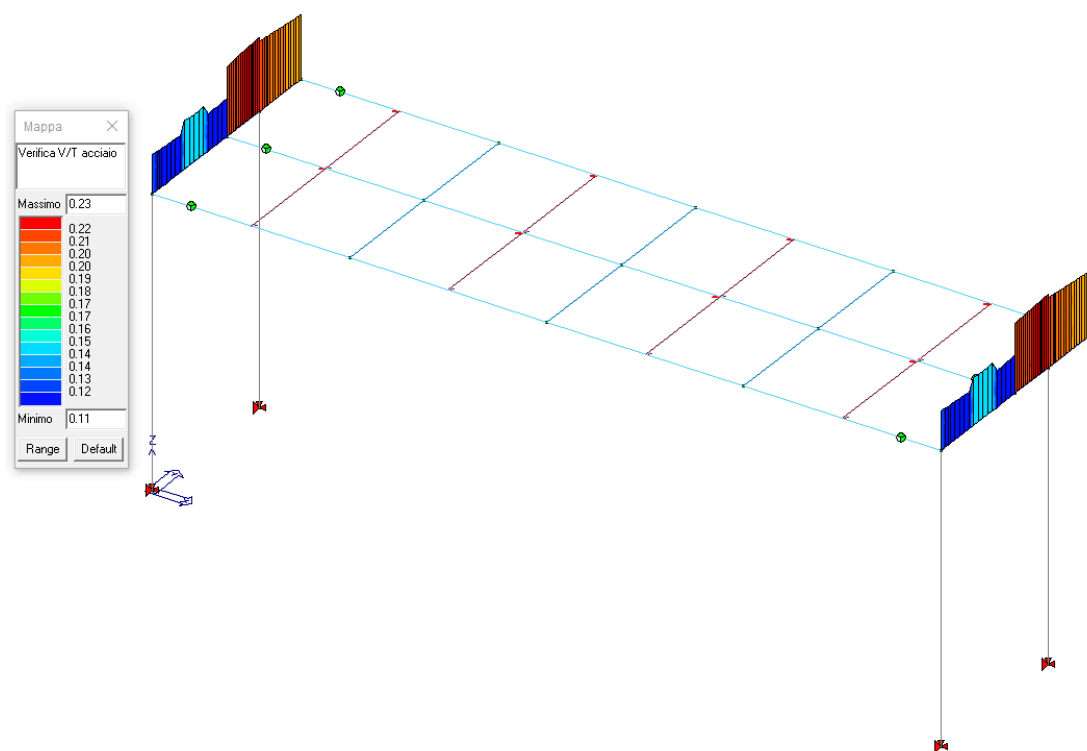
## Travi in c.a.



Verifica N/M

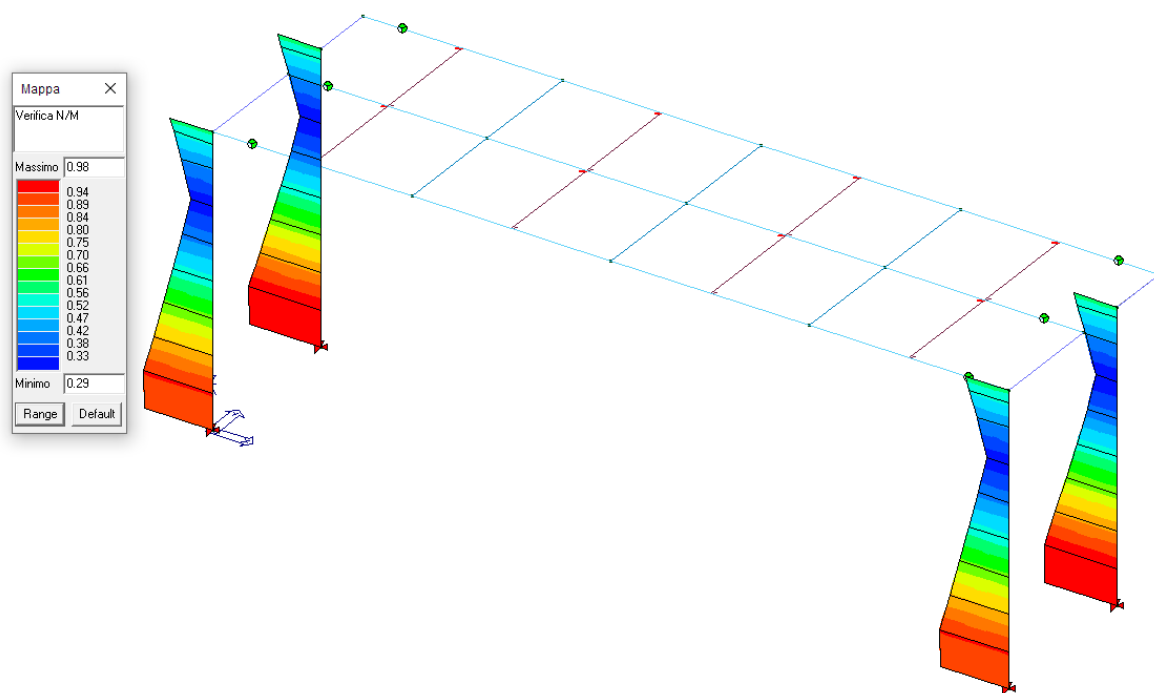


Verifica V/T lato cls

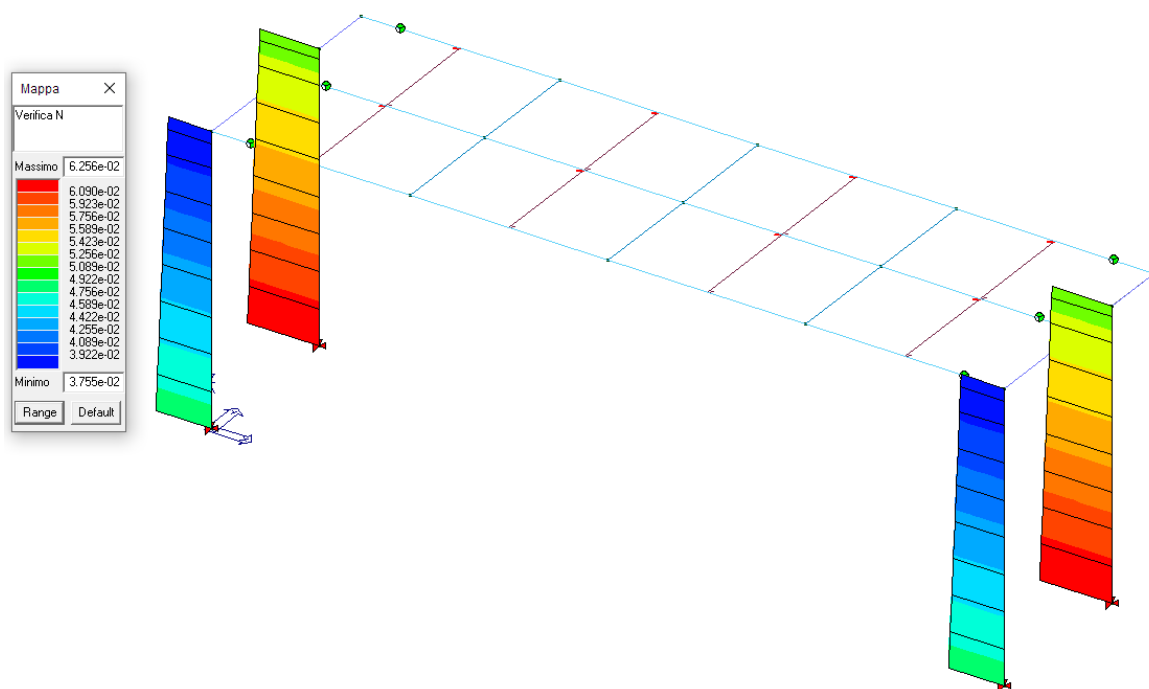


Verifica V/T lato acciaio

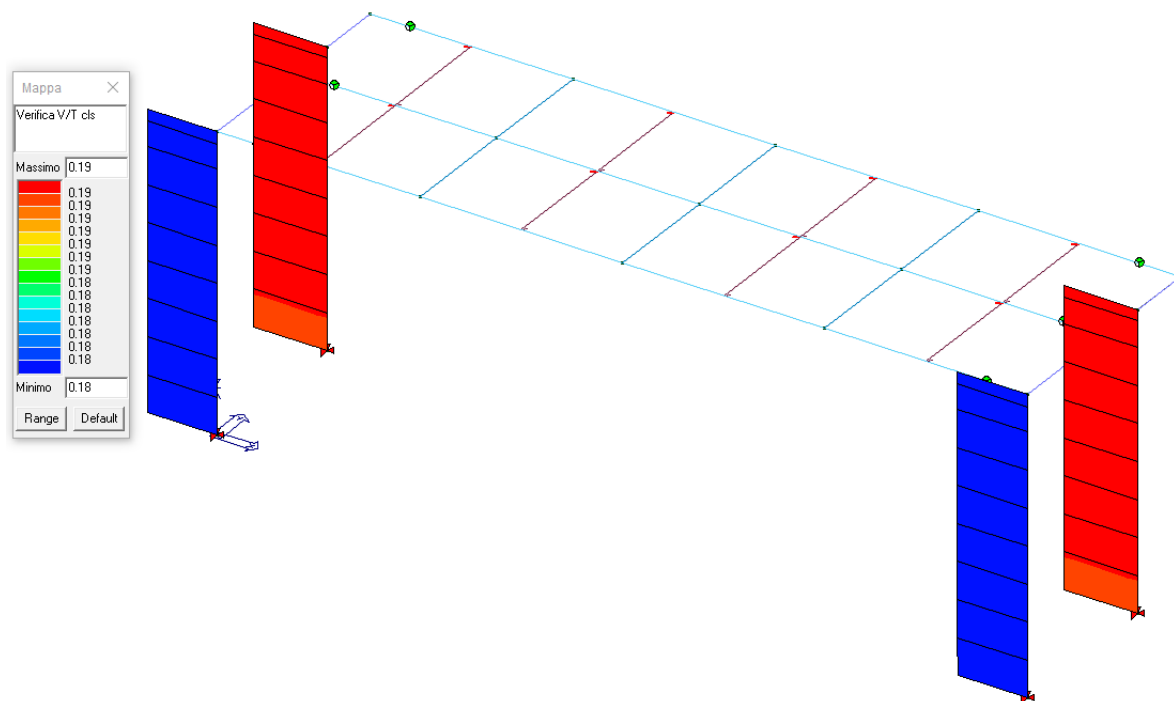
## Pilastri in c.a.



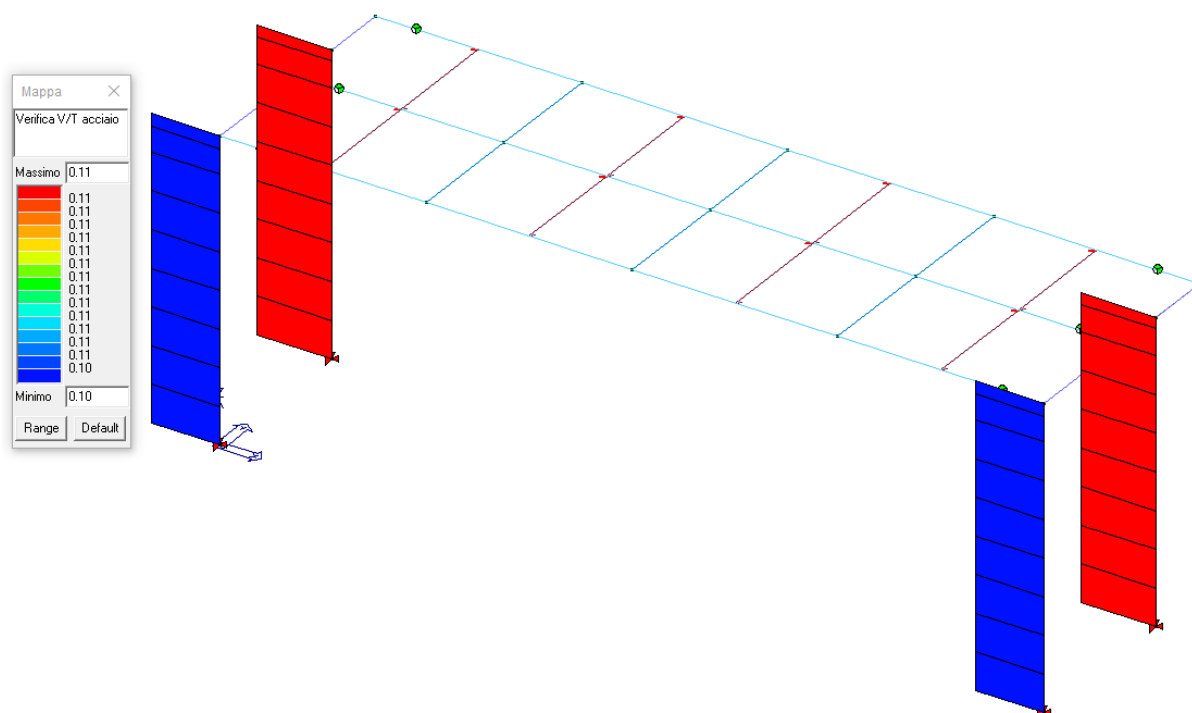
Verifica N/M



Verifica sismica N



Verifica V/T lato cls



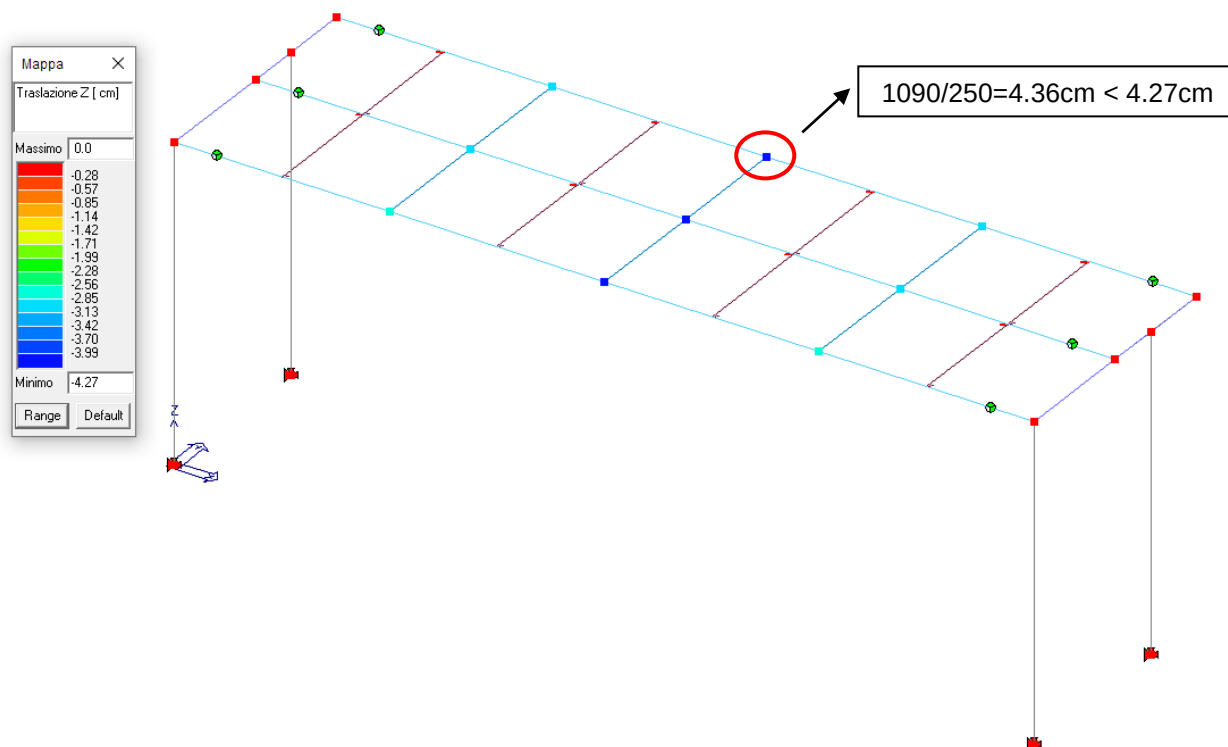
Verifica V/T lato acciaio

#### J4. Risultati Verifiche S.L.E. no sisma

Come suggerito al § 4.2.4.2.1 (Tab. 4.2.X) si è verificato che il massimo valore della **freccia**  $f$ , calcolato per le combinazioni relative agli stati limiti di esercizio (SLE), rispetti la seguenti limitazioni:

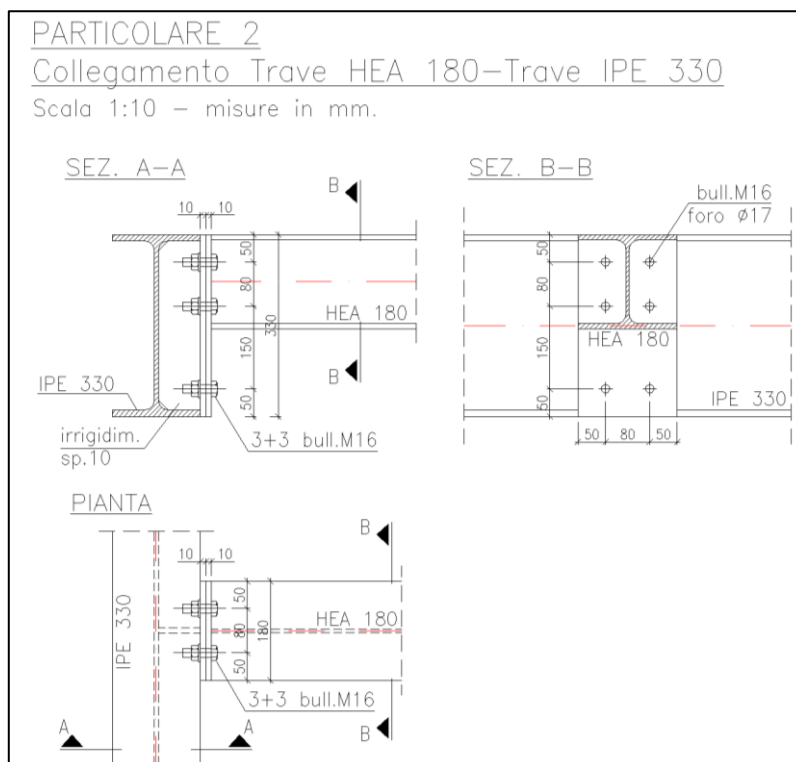
$$f \leq \frac{L}{250} \quad \text{SOLAI IN GENERALE}$$

Dove  $L$  è la luce dell'elemento indagato o, nel caso di mensole, il doppio dello sbalzo.



## J5. Verifica Collegamenti

### J5.1 – Collegamento trave HEA180 – IPE330



#### Trave 2

Tipo di profilo: IPE 330

Materiale: Acciaio S275  $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$   $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$   $\gamma_{ov} = 1.25$

Classe sezione: 1

#### Coefficienti di sicurezza utilizzati

$\gamma_{M0} = 1.05$

$\gamma_{M1} = 1.10$

$\gamma_{M2} = 1.25$

#### Trave lato 3+

Tipo di profilo: HEA 180

Materiale: Acciaio S275  $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$   $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$   $\gamma_{ov} = 1.25$

Classe sezione: 1

#### Flangia:

Materiale: Acciaio S275  $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$   $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$   $\gamma_{ov} = 1.25$

Dimensioni (B x H x Sp): 180.0 x 331.0 x 10.0 mm

Spessore nervature verticali: 6.0 mm

#### Bullonature:

Viti cl. 8.8 Dadi 8 o 10 ( $f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$ )

Diametro gambo  $\varnothing = 16 \text{ mm}$   $A_{res} = 156.8 \text{ mm}^2$  (ridotta per filettatura)

Diametro dado/testa  $d_m = 24$  mm

Diametro foro  $\varnothing_0 = 17$  mm

Saldature:

Materiale: Acciaio S275  $f_y = 275$  N/mm<sup>2</sup>  $f_t = 430$  N/mm<sup>2</sup>  $\beta_1 = 0.70$   $\beta_2 = 0.85$

Spessore cordoni d'angolo  $s_c = 5$  mm

Sollecitazioni nella sezione d'attacco dell'elemento:

| Nodo.CMB | V2 [N]   | V3 [N]  | N [N]  | M2 [N mm]  | M3 [N mm]  | T [N mm] |
|----------|----------|---------|--------|------------|------------|----------|
| 11.1     | -1021.8  | 0.0     | 0.0    | 15.0       | 2016830.0  | 903.0    |
| 11.2     | -987.2   | 0.0     | 0.0    | 13.0       | 1831845.0  | 809.0    |
| 11.3     | -5876.0  | 0.0     | 0.1    | -52.0      | 8801641.0  | 7442.0   |
| 11.4     | -5841.4  | 0.0     | 0.1    | -53.0      | 8616656.0  | 7348.0   |
| 11.5     | -60.6    | 2598.6  | -120.9 | -1772000.0 | 538570.3   | 167.0    |
| 11.6     | -1.7     | -1836.2 | 110.3  | 1231000.0  | 457640.3   | 362.0    |
| 11.7     | -56.2    | 1836.2  | -110.3 | -1231000.0 | 532389.4   | 168.0    |
| 11.8     | 2.7      | -2598.6 | 120.9  | 1772000.0  | 451459.4   | 363.0    |
| 11.9     | -69.3    | 2550.3  | -126.7 | -1736000.0 | 550432.4   | 166.0    |
| 11.10    | 6.9      | -1787.9 | 116.1  | 1194000.0  | 445758.0   | 364.0    |
| 11.11    | -64.8    | 1787.9  | -116.1 | -1194000.0 | 544271.8   | 167.0    |
| 11.12    | 11.4     | -2550.4 | 126.7  | 1736000.0  | 439597.3   | 364.0    |
| 11.13    | -64.5    | 3185.3  | -143.9 | -2174000.0 | 543816.6   | 167.0    |
| 11.14    | -5.5     | -1249.5 | 87.4   | 829803.0   | 462906.9   | 361.0    |
| 11.15    | -52.4    | 1249.5  | -87.3  | -829796.0  | 527122.9   | 169.0    |
| 11.16    | 6.6      | -3185.3 | 143.9  | 2174000.0  | 446213.1   | 363.0    |
| 11.17    | -73.1    | 3137.0  | -149.7 | -2137000.0 | 555699.0   | 165.0    |
| 11.18    | 3.1      | -1201.2 | 93.2   | 792955.0   | 451025.5   | 363.0    |
| 11.19    | -61.0    | 1201.2  | -93.1  | -792948.0  | 539005.3   | 167.0    |
| 11.20    | 15.2     | -3137.0 | 149.7  | 2137000.0  | 434330.8   | 365.0    |
| 11.21    | -127.8   | 7505.7  | -387.0 | -5087000.0 | 630821.6   | -59.0    |
| 11.22    | 68.6     | -7277.0 | 383.8  | 4925000.0  | 361067.7   | 589.0    |
| 11.23    | -126.5   | 7277.0  | -383.8 | -4925000.0 | 628963.1   | -59.0    |
| 11.24    | 69.9     | -7505.7 | 387.0  | 5087000.0  | 359209.2   | 589.0    |
| 11.25    | -129.0   | 7681.7  | -393.9 | -5207000.0 | 632389.3   | -59.0    |
| 11.26    | 67.4     | -7101.0 | 376.9  | 4804000.0  | 362635.3   | 589.0    |
| 11.27    | -125.3   | 7101.0  | -376.9 | -4804000.0 | 627394.4   | -59.0    |
| 11.28    | 71.1     | -7681.7 | 393.9  | 5207000.0  | 357641.5   | 590.0    |
| 11.29    | -156.5   | 7344.8  | -406.3 | -4964000.0 | 670420.6   | -64.0    |
| 11.30    | 97.3     | -7116.0 | 403.2  | 4802000.0  | 321467.6   | 594.0    |
| 11.31    | -155.2   | 7116.0  | -403.1 | -4802000.0 | 668562.2   | -64.0    |
| 11.32    | 98.6     | -7344.8 | 406.3  | 4964000.0  | 319609.1   | 595.0    |
| 11.33    | -157.7   | 7520.8  | -413.2 | -5085000.0 | 671988.3   | -65.0    |
| 11.34    | 96.1     | -6940.0 | 396.3  | 4681000.0  | 323035.3   | 594.0    |
| 11.35    | -154.0   | 6940.0  | -396.2 | -4681000.0 | 666994.5   | -64.0    |
| 11.36    | 99.8     | -7520.8 | 413.2  | 5085000.0  | 318041.5   | 595.0    |
| 12.1     | -1542.8  | 0.0     | 0.0    | 0.0        | 2745197.0  | 0.0      |
| 12.2     | -1453.3  | 0.0     | 0.0    | 0.0        | 2484343.0  | 0.0      |
| 12.3     | -13153.0 | 0.1     | -0.1   | -80.0      | 18943230.0 | -76.0    |
| 12.4     | -13063.4 | 0.1     | -0.1   | -80.0      | 18681400.0 | -76.0    |
| 12.5     | -158.4   | 449.0   | 125.7  | -335571.0  | 676119.4   | -2.2     |
| 12.6     | -209.8   | 296.2   | -125.7 | -228569.0  | 747472.0   | 11.0     |
| 12.7     | -158.4   | -296.2  | 125.7  | 228569.0   | 676119.4   | -11.0    |
| 12.8     | -209.8   | -449.0  | -125.7 | 335571.0   | 747472.0   | 2.2      |

|       |          |        |        |           |            |       |
|-------|----------|--------|--------|-----------|------------|-------|
| 12.9  | -158.4   | 296.2  | 125.7  | -228569.0 | 676119.4   | 11.0  |
| 12.10 | -209.8   | 449.0  | -125.7 | -335571.0 | 747472.0   | -2.2  |
| 12.11 | -158.4   | -449.0 | 125.7  | 335571.0  | 676119.4   | 2.2   |
| 12.12 | -209.8   | -296.2 | -125.7 | 228569.0  | 747472.0   | -11.0 |
| 12.13 | -158.4   | 991.5  | 125.7  | -731886.0 | 676119.4   | 5.2   |
| 12.14 | -209.8   | 838.8  | -125.7 | -624883.0 | 747472.0   | 18.0  |
| 12.15 | -158.4   | -838.8 | 125.7  | 624883.0  | 676119.4   | -18.0 |
| 12.16 | -209.8   | -991.5 | -125.7 | 731886.0  | 747472.0   | -5.2  |
| 12.17 | -158.4   | 838.8  | 125.7  | -624883.0 | 676119.4   | 18.0  |
| 12.18 | -209.8   | 991.5  | -125.7 | -731886.0 | 747472.0   | 5.2   |
| 12.19 | -158.4   | -991.5 | 125.7  | 731886.0  | 676119.4   | -5.2  |
| 12.20 | -209.8   | -838.8 | -125.7 | 624883.0  | 747472.0   | -18.0 |
| 12.21 | -98.4    | 366.4  | 419.0  | -262959.0 | 592882.4   | -21.0 |
| 12.22 | -269.8   | -142.8 | -419.0 | 93717.0   | 830709.1   | 23.0  |
| 12.23 | -98.4    | 142.8  | 419.0  | -93717.0  | 592882.4   | -23.0 |
| 12.24 | -269.8   | -366.4 | -419.0 | 262959.0  | 830709.1   | 21.0  |
| 12.25 | -98.4    | 529.2  | 419.0  | -381853.0 | 592882.4   | -18.0 |
| 12.26 | -269.8   | 19.9   | -419.0 | -25177.0  | 830709.1   | 25.0  |
| 12.27 | -98.4    | -19.9  | 419.0  | 25177.0   | 592882.4   | -25.0 |
| 12.28 | -269.8   | -529.2 | -419.0 | 381853.0  | 830709.1   | 18.0  |
| 12.29 | -98.4    | -142.8 | 419.0  | 93717.0   | 592882.4   | 23.0  |
| 12.30 | -269.8   | 366.4  | -419.0 | -262959.0 | 830709.1   | -21.0 |
| 12.31 | -98.4    | -366.4 | 419.0  | 262959.0  | 592882.4   | 21.0  |
| 12.32 | -269.8   | 142.8  | -419.0 | -93717.0  | 830709.1   | -23.0 |
| 12.33 | -98.4    | 19.9   | 419.0  | -25177.0  | 592882.4   | 25.0  |
| 12.34 | -269.8   | 529.2  | -419.0 | -381853.0 | 830709.1   | -18.0 |
| 12.35 | -98.4    | -529.2 | 419.0  | 381853.0  | 592882.4   | 18.0  |
| 12.36 | -269.8   | -19.9  | -419.0 | 25177.0   | 830709.1   | -25.0 |
| 12.1  | -1542.8  | 0.0    | 0.0    | 0.0       | 2745197.0  | 0.0   |
| 12.2  | -1453.3  | 0.0    | 0.0    | 0.0       | 2484343.0  | 0.0   |
| 12.3  | -13153.0 | 0.1    | -0.1   | -80.0     | 18943230.0 | -76.0 |
| 12.4  | -13063.4 | 0.1    | -0.1   | -80.0     | 18681400.0 | -76.0 |
| 12.5  | -158.4   | 368.7  | 125.7  | -274772.0 | 676119.4   | -3.2  |
| 12.6  | -209.8   | 215.9  | -125.7 | -167769.0 | 747472.0   | 10.0  |
| 12.7  | -158.4   | -215.9 | 125.7  | 167769.0  | 676119.4   | -10.0 |
| 12.8  | -209.8   | -368.7 | -125.7 | 274772.0  | 747472.0   | 3.2   |
| 12.9  | -158.4   | 215.9  | 125.7  | -167769.0 | 676119.4   | 10.0  |
| 12.10 | -209.8   | 368.7  | -125.7 | -274772.0 | 747472.0   | -3.2  |
| 12.11 | -158.4   | -368.7 | 125.7  | 274772.0  | 676119.4   | 3.2   |
| 12.12 | -209.8   | -215.9 | -125.7 | 167769.0  | 747472.0   | -10.0 |
| 12.13 | -158.4   | 794.3  | 125.7  | -585661.0 | 676119.4   | 2.7   |
| 12.14 | -209.8   | 641.5  | -125.7 | -478659.0 | 747472.0   | 16.0  |
| 12.15 | -158.4   | -641.5 | 125.7  | 478659.0  | 676119.4   | -16.0 |
| 12.16 | -209.8   | -794.3 | -125.7 | 585661.0  | 747472.0   | -2.7  |
| 12.17 | -158.4   | 641.5  | 125.7  | -478659.0 | 676119.4   | 16.0  |
| 12.18 | -209.8   | 794.3  | -125.7 | -585661.0 | 747472.0   | 2.7   |
| 12.19 | -158.4   | -794.3 | 125.7  | 585661.0  | 676119.4   | -2.7  |
| 12.20 | -209.8   | -641.5 | -125.7 | 478659.0  | 747472.0   | -16.0 |
| 12.21 | -98.4    | 342.3  | 419.0  | -244719.0 | 592882.4   | -21.0 |
| 12.22 | -269.8   | -166.9 | -419.0 | 111957.0  | 830709.1   | 23.0  |
| 12.23 | -98.4    | 166.9  | 419.0  | -111957.0 | 592882.4   | -23.0 |
| 12.24 | -269.8   | -342.3 | -419.0 | 244719.0  | 830709.1   | 21.0  |
| 12.25 | -98.4    | 470.0  | 419.0  | -337986.0 | 592882.4   | -19.0 |

|       |         |         |        |            |           |         |
|-------|---------|---------|--------|------------|-----------|---------|
| 12.26 | -269.8  | -39.3   | -419.0 | 18690.0    | 830709.1  | 25.0    |
| 12.27 | -98.4   | 39.3    | 419.0  | -18690.0   | 592882.4  | -25.0   |
| 12.28 | -269.8  | -470.0  | -419.0 | 337986.0   | 830709.1  | 19.0    |
| 12.29 | -98.4   | -166.9  | 419.0  | 111957.0   | 592882.4  | 23.0    |
| 12.30 | -269.8  | 342.3   | -419.0 | -244719.0  | 830709.1  | -21.0   |
| 12.31 | -98.4   | -342.3  | 419.0  | 244719.0   | 592882.4  | 21.0    |
| 12.32 | -269.8  | 166.9   | -419.0 | -111957.0  | 830709.1  | -23.0   |
| 12.33 | -98.4   | -39.3   | 419.0  | 18690.0    | 592882.4  | 25.0    |
| 12.34 | -269.8  | 470.0   | -419.0 | -337986.0  | 830709.1  | -19.0   |
| 12.35 | -98.4   | -470.0  | 419.0  | 337986.0   | 592882.4  | 19.0    |
| 12.36 | -269.8  | 39.3    | -419.0 | -18690.0   | 830709.1  | -25.0   |
| 13.1  | -1021.8 | 0.0     | 0.0    | -15.0      | 2016830.0 | -903.0  |
| 13.2  | -987.2  | 0.0     | 0.0    | -13.0      | 1831845.0 | -809.0  |
| 13.3  | -5789.9 | 0.3     | 0.1    | -147.0     | 8682098.0 | -7400.0 |
| 13.4  | -5755.3 | 0.3     | 0.1    | -146.0     | 8497112.0 | -7306.0 |
| 13.5  | -64.8   | -1787.9 | -116.1 | 1194000.0  | 544271.8  | -167.0  |
| 13.6  | 11.4    | 2550.4  | 126.7  | -1736000.0 | 439597.3  | -364.0  |
| 13.7  | -69.3   | -2550.3 | -126.7 | 1736000.0  | 550432.4  | -166.0  |
| 13.8  | 6.9     | 1787.9  | 116.1  | -1194000.0 | 445758.0  | -364.0  |
| 13.9  | -56.2   | -1836.2 | -110.3 | 1231000.0  | 532389.4  | -168.0  |
| 13.10 | 2.7     | 2598.6  | 120.9  | -1772000.0 | 451459.4  | -363.0  |
| 13.11 | -60.6   | -2598.6 | -120.9 | 1772000.0  | 538570.3  | -167.0  |
| 13.12 | -1.7    | 1836.2  | 110.3  | -1231000.0 | 457640.3  | -362.0  |
| 13.13 | -61.0   | -1201.2 | -93.1  | 792948.0   | 539005.3  | -167.0  |
| 13.14 | 15.2    | 3137.0  | 149.7  | -2137000.0 | 434330.8  | -365.0  |
| 13.15 | -73.1   | -3137.0 | -149.7 | 2137000.0  | 555699.0  | -165.0  |
| 13.16 | 3.1     | 1201.2  | 93.2   | -792955.0  | 451025.5  | -363.0  |
| 13.17 | -52.4   | -1249.5 | -87.3  | 829796.0   | 527122.9  | -169.0  |
| 13.18 | 6.6     | 3185.3  | 143.9  | -2174000.0 | 446213.1  | -363.0  |
| 13.19 | -64.5   | -3185.3 | -143.9 | 2174000.0  | 543816.6  | -167.0  |
| 13.20 | -5.5    | 1249.5  | 87.4   | -829803.0  | 462906.9  | -361.0  |
| 13.21 | -155.2  | -7116.0 | -403.1 | 4802000.0  | 668562.2  | 64.0    |
| 13.22 | 98.6    | 7344.8  | 406.3  | -4964000.0 | 319609.1  | -595.0  |
| 13.23 | -156.5  | -7344.8 | -406.3 | 4964000.0  | 670420.6  | 64.0    |
| 13.24 | 97.3    | 7116.0  | 403.2  | -4802000.0 | 321467.6  | -594.0  |
| 13.25 | -154.0  | -6940.0 | -396.2 | 4681000.0  | 666994.5  | 64.0    |
| 13.26 | 99.8    | 7520.8  | 413.2  | -5085000.0 | 318041.5  | -595.0  |
| 13.27 | -157.7  | -7520.8 | -413.2 | 5085000.0  | 671988.3  | 65.0    |
| 13.28 | 96.1    | 6940.0  | 396.3  | -4681000.0 | 323035.3  | -594.0  |
| 13.29 | -126.5  | -7277.0 | -383.8 | 4925000.0  | 628963.1  | 59.0    |
| 13.30 | 69.9    | 7505.7  | 387.0  | -5087000.0 | 359209.2  | -589.0  |
| 13.31 | -127.8  | -7505.7 | -387.0 | 5087000.0  | 630821.6  | 59.0    |
| 13.32 | 68.6    | 7277.0  | 383.8  | -4925000.0 | 361067.7  | -589.0  |
| 13.33 | -125.3  | -7101.0 | -376.9 | 4804000.0  | 627394.4  | 59.0    |
| 13.34 | 71.1    | 7681.7  | 393.9  | -5207000.0 | 357641.5  | -590.0  |
| 13.35 | -129.0  | -7681.7 | -393.9 | 5207000.0  | 632389.3  | 59.0    |
| 13.36 | 67.4    | 7101.0  | 376.9  | -4804000.0 | 362635.3  | -589.0  |

#### Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni

$$F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 90333.1 \text{ N}$$

Resistenza a punzonamento flangia

$$B_{pf,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_f \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 155621.9 \text{ N}$$

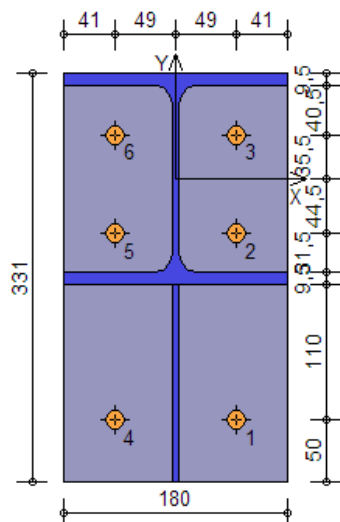
Resistenza a trazione di progetto

$$F_{t,Rd} = \min [ F_{tb,Rd} , B_{pf,Rd} ] = 90333.1 \text{ N}$$

60222.1 N

| Bull. | $F_{bf,x,Rd}$ [N] | $F_{v,x,Rd}$ [N] | $F_{bf,y,Rd}$ [N] | $F_{v,y,Rd}$ [N] |
|-------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| 1     | 110619.6          | 60222.1          | 134902.0          | 60222.1          |
| 2     | 110619.6          | 60222.1          | 137600.0          | 60222.1          |
| 3     | 110619.6          | 60222.1          | 134902.0          | 60222.1          |
| 4     | 110619.6          | 60222.1          | 134902.0          | 60222.1          |
| 5     | 110619.6          | 60222.1          | 137600.0          | 60222.1          |
| 6     | 110619.6          | 60222.1          | 134902.0          | 60222.1          |

## Legenda

$$F_{v,y,Rd} = \min [ F_{vb,Rd} , F_{bf,y,Rd} ] \text{ resistenza a taglio di progetto in direzione } y$$


### Verifiche sui bulloni

1-Taglio e trazione (Nodo n. 12, CMB n. 3)

| Bull. | X [mm] | Y [mm]  | F <sub>V,Ed</sub> [N] | F <sub>V,Rd</sub> [N] | F <sub>T,Ed</sub> [N] | F <sub>T,Rd</sub> [N] | FV <sub>1</sub> | VER |
|-------|--------|---------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|-----|
| 1     | 49.00  | -195.50 | 2192.1                | 60222.1               | 29861.1               | 90333.1               | 0.272519        | Ok  |
| 2     | 49.00  | -44.50  | 2192.1                | 60222.1               | 11517.2               | 90333.1               | 0.127470        | Ok  |
| 3     | 49.00  | 35.50   | 2192.1                | 60222.1               | 1798.6                | 90333.1               | 0.050622        | Ok  |
| 4     | -49.00 | -195.50 | 2192.2                | 60222.1               | 29861.1               | 90333.1               | 0.272522        | Ok  |
| 5     | -49.00 | -44.50  | 2192.2                | 60222.1               | 11517.3               | 90333.1               | 0.127472        | Ok  |
| 6     | -49.00 | 35.50   | 2192.2                | 60222.1               | 1798.6                | 90333.1               | 0.050625        | Ok  |

2-Trazione (Nodo n. 12, CMB n. 3)

| Bull. | X [mm] | Y [mm]  | F <sub>t,Ed</sub> [N] | F <sub>t,Rd</sub> [N] | FV <sub>2</sub> | VER |
|-------|--------|---------|-----------------------|-----------------------|-----------------|-----|
| 1     | 49.00  | -195.50 | 29861.1               | 90333.1               | 0.330566        | Ok  |
| 2     | 49.00  | -44.50  | 11517.2               | 90333.1               | 0.127497        | Ok  |
| 3     | 49.00  | 35.50   | 1798.6                | 90333.1               | 0.019911        | Ok  |
| 4     | -49.00 | -195.50 | 29861.1               | 90333.1               | 0.330567        | Ok  |
| 5     | -49.00 | -44.50  | 11517.3               | 90333.1               | 0.127498        | Ok  |
| 6     | -49.00 | 35.50   | 1798.6                | 90333.1               | 0.019911        | Ok  |

### Legenda

$F_{t,Ed}$  forza di trazione agente sul bullone

$F_{t,Rd}$  resistenza a trazione di progetto del bullone

$$FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$$

$$FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$$

$$VER \rightarrow FV_i \leq 1$$

### Verifiche sulle saldature profilo-flangia (versione beta)

Si considera la sezione di gola (avente altezza  $a = s_c / 2^{0.5} = 3.536$ ) in posizione ribaltata: vengono considerate positive le tensioni normali di trazione e le tensioni tangenziali agenti verso destra e verso il basso. Tutte le tensioni sono espresse in N/mm<sup>2</sup>.

Verifica formula (4.2.84) (Nodo n. 12, CMB n. 3)

| Cordoni                             | Lung.[mm] | $n_{\perp}$ | $t_{\perp}$ | $\tau_{\parallel}$ | $FV_1$ | $VER_1$ |
|-------------------------------------|-----------|-------------|-------------|--------------------|--------|---------|
| Nervatura inferiore lato destro     | 155.0     | 104.14      | 0.00        | -6.72              | 104.35 | Ok      |
| Nervatura inferiore lato sinistro   | 155.0     | 104.14      | 0.00        | -6.72              | 104.35 | Ok      |
| Ala inferiore esterno               | 180.0     | 37.02       | 0.00        | 0.00               | 37.02  | Ok      |
| Ala inferiore interno lato destro   | 72.0      | 31.49       | 0.00        | 0.00               | 31.49  | Ok      |
| Ala inferiore interno lato sinistro | 72.0      | 31.49       | 0.00        | 0.00               | 31.49  | Ok      |
| Anima lato destro                   | 122.0     | -25.88      | 0.00        | -6.72              | 26.73  | Ok      |
| Anima lato sinistro                 | 122.0     | -25.88      | 0.00        | -6.72              | 26.73  | Ok      |
| Ala superiore interno lato destro   | 72.0      | -31.49      | 0.00        | 0.00               | 31.49  | Ok      |
| Ala superiore interno lato sinistro | 72.0      | -31.49      | 0.00        | 0.00               | 31.49  | Ok      |

Verifica formula (4.2.85) (Nodo n. 12, CMB n. 3)

| Cordoni                             | Lung.[mm] | $n_{\perp}$ | $t_{\perp}$ | $\tau_{\parallel}$ | $FV_2$ | $VER_2$ |
|-------------------------------------|-----------|-------------|-------------|--------------------|--------|---------|
| Nervatura inferiore lato destro     | 155.0     | 104.14      | 0.00        | -6.72              | 104.14 | Ok      |
| Nervatura inferiore lato sinistro   | 155.0     | 104.14      | 0.00        | -6.72              | 104.14 | Ok      |
| Ala inferiore esterno               | 180.0     | 37.02       | 0.00        | 0.00               | 37.02  | Ok      |
| Ala inferiore interno lato destro   | 72.0      | 31.49       | 0.00        | 0.00               | 31.49  | Ok      |
| Ala inferiore interno lato sinistro | 72.0      | 31.49       | 0.00        | 0.00               | 31.49  | Ok      |
| Anima lato destro                   | 122.0     | -25.88      | 0.00        | -6.72              | 25.88  | Ok      |
| Anima lato sinistro                 | 122.0     | -25.88      | 0.00        | -6.72              | 25.88  | Ok      |
| Ala superiore interno lato destro   | 72.0      | -31.49      | 0.00        | 0.00               | 31.49  | Ok      |
| Ala superiore interno lato sinistro | 72.0      | -31.49      | 0.00        | 0.00               | 31.49  | Ok      |

### Legenda

$n_{\perp}$  tensione normale perpendicolare all'asse del cordone

$t_{\perp}$  tensione tangenziale perpendicolare all'asse del cordone

$\tau_{\parallel}$  tensione tangenziale parallela all'asse del cordone

$$FV_1 = (n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)^{0.5}$$

$$FV_2 = |n_{\perp}| + |t_{\perp}|$$

$$VER_i \rightarrow FV_i \leq \beta_i \cdot f_{yk} \quad (\beta_1 \cdot f_{yk} = 192.50 \text{ N/mm}^2 \quad \beta_2 \cdot f_{yk} = 233.75 \text{ N/mm}^2)$$

**Verifica del momento di progetto del giunto** (Nodo n. 12, CMB n. 3)

$$\text{Momento resistente del giunto} \quad M_{j,Rd} = 76928660.0 \text{ N mm}$$

$$\text{Momento di progetto} \quad M_{j,Ed} = 18943220.0 \text{ N mm}$$

$$M_{j,Ed} / M_{j,Rd} = 0.246244 \quad \text{Ok}$$

### Trave lato 3-

Tipo di profilo: HEA 180

Materiale: Acciaio S275  $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$   $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$   $\gamma_{ov} = 1.25$

Classe sezione: 1

Flangia:

Materiale: Acciaio S275  $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$   $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$   $\gamma_{ov} = 1.25$   
 Dimensioni (B x H x Sp): 180.0 x 331.0 x 10.0 mm  
 Spessore nervature verticali: 6.0 mm

Bullonature:

Viti cl. 8.8 Dadi 8 o 10 ( $f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$ )  
 Diametro gambo  $\varnothing = 16 \text{ mm}$   $A_{res} = 156.8 \text{ mm}^2$  (ridotta per filettatura)  
 Diametro dado/testa  $d_m = 24 \text{ mm}$   
 Diametro foro  $\varnothing_0 = 17 \text{ mm}$

Saldature:

Materiale: Acciaio S275  $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$   $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$   $\beta_1 = 0.70$   $\beta_2 = 0.85$   
 Spessore cordoni d'angolo  $s_c = 5 \text{ mm}$

Sollecitazioni nella sezione d'attacco dell'elemento:

| Nodo.CMB | V2 [N]  | V3 [N]  | N [N]  | M2 [N mm]  | M3 [N mm] | T [N mm] |
|----------|---------|---------|--------|------------|-----------|----------|
| 11.1     | -1022.5 | 0.0     | 0.0    | -24.0      | 2015688.0 | -902.0   |
| 11.2     | -987.9  | 0.0     | 0.0    | -22.0      | 1830703.0 | -808.0   |
| 11.3     | -5877.3 | 0.2     | 0.1    | -160.0     | 8799377.0 | -7440.0  |
| 11.4     | -5842.7 | 0.2     | 0.1    | -157.0     | 8614392.0 | -7346.0  |
| 11.5     | -60.5   | 2517.6  | 138.3  | -1695000.0 | 538445.6  | -175.0   |
| 11.6     | -2.4    | -1904.0 | -95.2  | 1296000.0  | 456621.4  | -339.0   |
| 11.7     | -56.1   | 1904.1  | 95.3   | -1296000.0 | 532225.8  | -190.0   |
| 11.8     | 2.0     | -2517.6 | -138.3 | 1695000.0  | 450401.5  | -354.0   |
| 11.9     | -69.0   | 2481.8  | 141.4  | -1671000.0 | 550424.3  | -145.0   |
| 11.10    | 6.1     | -1868.3 | -98.4  | 1271000.0  | 444643.8  | -369.0   |
| 11.11    | -64.6   | 1868.3  | 98.4   | -1271000.0 | 544203.3  | -160.0   |
| 11.12    | 10.5    | -2481.8 | -141.4 | 1671000.0  | 438422.8  | -384.0   |
| 11.13    | -64.2   | 3104.8  | 161.1  | -2097000.0 | 543766.4  | -161.0   |
| 11.14    | -6.2    | -1316.8 | -72.4  | 893887.0   | 461922.0  | -325.0   |
| 11.15    | -52.3   | 1316.9  | 72.4   | -893899.0  | 526925.2  | -204.0   |
| 11.16    | 5.8     | -3104.8 | -161.1 | 2097000.0  | 445100.9  | -367.0   |
| 11.17    | -72.8   | 3069.1  | 164.3  | -2072000.0 | 555724.8  | -131.0   |
| 11.18    | 2.3     | -1281.1 | -75.5  | 868997.0   | 449944.3  | -355.0   |
| 11.19    | -60.8   | 1281.1  | 75.5   | -869008.0  | 538903.8  | -174.0   |
| 11.20    | 14.3    | -3069.0 | -164.3 | 2072000.0  | 433123.3  | -397.0   |
| 11.21    | -126.7  | 7461.4  | 395.7  | -5045000.0 | 631739.6  | 11.0     |
| 11.22    | 66.9    | -7277.4 | -382.8 | 4925000.0  | 358978.0  | -535.0   |
| 11.23    | -125.3  | 7277.4  | 382.8  | -4925000.0 | 629889.4  | 6.3      |
| 11.24    | 68.2    | -7461.4 | -395.7 | 5045000.0  | 357108.5  | -540.0   |
| 11.25    | -127.8  | 7637.6  | 402.5  | -5166000.0 | 633337.6  | 15.0     |
| 11.26    | 65.7    | -7101.2 | -375.9 | 4805000.0  | 360556.7  | -531.0   |
| 11.27    | -124.2  | 7101.2  | 375.9  | -4805000.0 | 628291.4  | 2.4      |
| 11.28    | 69.3    | -7637.6 | -402.5 | 5166000.0  | 355509.6  | -544.0   |
| 11.29    | -155.0  | 7342.3  | 406.1  | -4962000.0 | 671672.8  | 111.0    |
| 11.30    | 95.2    | -7158.2 | -393.2 | 4842000.0  | 319044.8  | -635.0   |
| 11.31    | -153.7  | 7158.2  | 393.2  | -4842000.0 | 669803.3  | 106.0    |
| 11.32    | 96.6    | -7342.3 | -406.1 | 4962000.0  | 317194.7  | -640.0   |
| 11.33    | -156.2  | 7518.4  | 413.0  | -5083000.0 | 673250.5  | 115.0    |
| 11.34    | 94.1    | -6982.0 | -386.4 | 4722000.0  | 320642.8  | -631.0   |
| 11.35    | -152.6  | 6982.0  | 386.4  | -4722000.0 | 668204.4  | 102.0    |
| 11.36    | 97.7    | -7518.4 | -413.0 | 5083000.0  | 315596.7  | -644.0   |
| 12.1     | -1542.8 | 0.0     | 0.0    | 0.0        | 2745197.0 | 0.0      |

|       |          |        |        |           |            |       |
|-------|----------|--------|--------|-----------|------------|-------|
| 12.2  | -1453.3  | 0.0    | 0.0    | 0.0       | 2483343.0  | 0.0   |
| 12.3  | -13153.0 | 0.1    | -0.1   | -60.0     | 18943230.0 | 75.0  |
| 12.4  | -13063.4 | 0.1    | -0.1   | -60.0     | 18681400.0 | 75.0  |
| 12.5  | -158.4   | 332.2  | -125.6 | -229347.0 | 676119.4   | -2.6  |
| 12.6  | -209.8   | 193.3  | 125.6  | -135000.0 | 747468.0   | 13.0  |
| 12.7  | -158.4   | -193.3 | -125.6 | 135000.0  | 676119.4   | -13.0 |
| 12.8  | -209.8   | -332.2 | 125.6  | 229347.0  | 747468.0   | 2.6   |
| 12.9  | -158.4   | 193.3  | -125.6 | -135000.0 | 676119.4   | 13.0  |
| 12.10 | -209.8   | 332.2  | 125.6  | -229347.0 | 747468.0   | -2.6  |
| 12.11 | -158.4   | -332.2 | -125.6 | 229347.0  | 676119.4   | 2.6   |
| 12.12 | -209.8   | -193.3 | 125.6  | 135000.0  | 747468.0   | -13.0 |
| 12.13 | -158.4   | 875.4  | -125.6 | -626282.0 | 676119.4   | 6.1   |
| 12.14 | -209.8   | 736.6  | 125.6  | -531934.0 | 747468.0   | 21.0  |
| 12.15 | -158.4   | -736.6 | -125.6 | 531934.0  | 676119.4   | -21.0 |
| 12.16 | -209.8   | -875.4 | 125.6  | 626282.0  | 747468.0   | -6.1  |
| 12.17 | -158.4   | 736.6  | -125.6 | -531934.0 | 676119.4   | 21.0  |
| 12.18 | -209.8   | 875.4  | 125.6  | -626282.0 | 747468.0   | 6.1   |
| 12.19 | -158.4   | -875.4 | -125.6 | 626282.0  | 676119.4   | -6.1  |
| 12.20 | -209.8   | -736.6 | 125.6  | 531934.0  | 747468.0   | -21.0 |
| 12.21 | -98.4    | 310.2  | -418.7 | -211898.0 | 592886.4   | -24.0 |
| 12.22 | -269.8   | -152.5 | 418.6  | 102594.0  | 830701.1   | 27.0  |
| 12.23 | -98.4    | 152.5  | -418.7 | -102594.0 | 592886.4   | -27.0 |
| 12.24 | -269.8   | -310.2 | 418.6  | 211898.0  | 830701.1   | 24.0  |
| 12.25 | -98.4    | 473.1  | -418.7 | -330978.0 | 592886.4   | -21.0 |
| 12.26 | -269.8   | 10.4   | 418.6  | -16486.0  | 830701.1   | 30.0  |
| 12.27 | -98.4    | -10.4  | -418.7 | 16486.0   | 592886.4   | -30.0 |
| 12.28 | -269.8   | -473.1 | 418.6  | 330978.0  | 830701.1   | 21.0  |
| 12.29 | -98.4    | -152.5 | -418.7 | 102594.0  | 592886.4   | 27.0  |
| 12.30 | -269.8   | 310.2  | 418.6  | -211898.0 | 830701.1   | -24.0 |
| 12.31 | -98.4    | -310.2 | -418.7 | 211898.0  | 592886.4   | 24.0  |
| 12.32 | -269.8   | 152.5  | 418.6  | -102594.0 | 830701.1   | -27.0 |
| 12.33 | -98.4    | 10.4   | -418.7 | -16486.0  | 592886.4   | 30.0  |
| 12.34 | -269.8   | 473.1  | 418.6  | -330978.0 | 830701.1   | -21.0 |
| 12.35 | -98.4    | -473.1 | -418.7 | 330978.0  | 592886.4   | 21.0  |
| 12.36 | -269.8   | -10.4  | 418.6  | 16486.0   | 830701.1   | -30.0 |
| 12.1  | -1542.8  | 0.0    | 0.0    | 0.0       | 2745197.0  | 0.0   |
| 12.2  | -1453.3  | 0.0    | 0.0    | 0.0       | 2483343.0  | 0.0   |
| 12.3  | -13153.0 | 0.1    | -0.1   | -60.0     | 18943230.0 | 75.0  |
| 12.4  | -13063.4 | 0.1    | -0.1   | -60.0     | 18681400.0 | 75.0  |
| 12.5  | -158.4   | 275.5  | -125.6 | -190080.0 | 676119.4   | -3.7  |
| 12.6  | -209.8   | 136.7  | 125.6  | -95733.0  | 747468.0   | 12.0  |
| 12.7  | -158.4   | -136.7 | -125.6 | 95733.0   | 676119.4   | -12.0 |
| 12.8  | -209.8   | -275.5 | 125.6  | 190080.0  | 747468.0   | 3.7   |
| 12.9  | -158.4   | 136.7  | -125.6 | -95733.0  | 676119.4   | 12.0  |
| 12.10 | -209.8   | 275.5  | 125.6  | -190080.0 | 747468.0   | -3.7  |
| 12.11 | -158.4   | -275.5 | -125.6 | 190080.0  | 676119.4   | 3.7   |
| 12.12 | -209.8   | -136.7 | 125.6  | 95733.0   | 747468.0   | -12.0 |
| 12.13 | -158.4   | 701.7  | -125.6 | -501456.0 | 676119.4   | 3.1   |
| 12.14 | -209.8   | 562.8  | 125.6  | -407109.0 | 747468.0   | 18.0  |
| 12.15 | -158.4   | -562.8 | -125.6 | 407109.0  | 676119.4   | -18.0 |
| 12.16 | -209.8   | -701.7 | 125.6  | 501456.0  | 747468.0   | -3.1  |
| 12.17 | -158.4   | 562.8  | -125.6 | -407109.0 | 676119.4   | 18.0  |
| 12.18 | -209.8   | 701.7  | 125.6  | -501456.0 | 747468.0   | 3.1   |

|       |         |         |        |            |           |        |
|-------|---------|---------|--------|------------|-----------|--------|
| 12.19 | -158.4  | -701.7  | -125.6 | 501456.0   | 676119.4  | -3.1   |
| 12.20 | -209.8  | -562.8  | 125.6  | 407109.0   | 747468.0  | -18.0  |
| 12.21 | -98.4   | 293.2   | -418.7 | -200118.0  | 592886.4  | -24.0  |
| 12.22 | -269.8  | -169.5  | 418.6  | 114374.0   | 830701.1  | 27.0   |
| 12.23 | -98.4   | 169.5   | -418.7 | -114374.0  | 592886.4  | -27.0  |
| 12.24 | -269.8  | -293.2  | 418.6  | 200118.0   | 830701.1  | 24.0   |
| 12.25 | -98.4   | 421.0   | -418.7 | -293531.0  | 592886.4  | -22.0  |
| 12.26 | -269.8  | -41.7   | 418.6  | 20961.0    | 830701.1  | 29.0   |
| 12.27 | -98.4   | 41.7    | -418.7 | -20961.0   | 592886.4  | -29.0  |
| 12.28 | -269.8  | -421.0  | 418.6  | 293531.0   | 830701.1  | 22.0   |
| 12.29 | -98.4   | -169.5  | -418.7 | 114374.0   | 592886.4  | 27.0   |
| 12.30 | -269.8  | 293.2   | 418.6  | -200118.0  | 830701.1  | -24.0  |
| 12.31 | -98.4   | -293.2  | -418.7 | 200118.0   | 592886.4  | 24.0   |
| 12.32 | -269.8  | 169.5   | 418.6  | -114374.0  | 830701.1  | -27.0  |
| 12.33 | -98.4   | -41.7   | -418.7 | 20961.0    | 592886.4  | 29.0   |
| 12.34 | -269.8  | 421.0   | 418.6  | -293531.0  | 830701.1  | -22.0  |
| 12.35 | -98.4   | -421.0  | -418.7 | 293531.0   | 592886.4  | 22.0   |
| 12.36 | -269.8  | 41.7    | 418.6  | -20961.0   | 830701.1  | -29.0  |
| 13.1  | -1022.5 | 0.0     | 0.0    | 24.0       | 2015688.0 | 902.0  |
| 13.2  | -987.9  | 0.0     | 0.0    | 22.0       | 1830703.0 | 808.0  |
| 13.3  | -5791.3 | 0.0     | 0.1    | -2.2       | 8678814.0 | 7395.0 |
| 13.4  | -5756.6 | 0.0     | 0.1    | -4.3       | 8494849.0 | 7301.0 |
| 13.5  | -64.6   | -1868.3 | 98.4   | 1271000.0  | 544203.3  | 160.0  |
| 13.6  | 10.5    | 2481.8  | -141.4 | -1671000.0 | 438422.8  | 384.0  |
| 13.7  | -69.0   | -2481.8 | 141.4  | 1671000.0  | 550424.3  | 145.0  |
| 13.8  | 6.1     | 1868.3  | -98.4  | -1271000.0 | 444643.8  | 369.0  |
| 13.9  | -56.1   | -1904.1 | 95.3   | 1296000.0  | 532225.8  | 190.0  |
| 13.10 | 2.0     | 2517.6  | -138.3 | -1695000.0 | 450401.5  | 354.0  |
| 13.11 | -60.5   | -2517.6 | 138.3  | 1695000.0  | 538445.6  | 175.0  |
| 13.12 | -2.4    | 1904.0  | -95.2  | -1296000.0 | 456621.4  | 339.0  |
| 13.13 | -60.8   | -1281.1 | 75.5   | 869008.0   | 538903.8  | 174.0  |
| 13.14 | 14.3    | 3069.0  | -164.3 | -2072000.0 | 433123.3  | 397.0  |
| 13.15 | -72.8   | -3069.1 | 164.3  | 2072000.0  | 555724.8  | 131.0  |
| 13.16 | 2.3     | 1281.1  | -75.5  | -868997.0  | 449944.3  | 355.0  |
| 13.17 | -52.3   | -1316.9 | 72.4   | 893899.0   | 526925.2  | 204.0  |
| 13.18 | 5.8     | 3104.8  | -161.1 | -2097000.0 | 445100.9  | 367.0  |
| 13.19 | -64.2   | -3104.8 | 161.1  | 2097000.0  | 543766.4  | 161.0  |
| 13.20 | -6.2    | 1316.8  | -72.4  | -893887.0  | 461922.0  | 325.0  |
| 13.21 | -153.7  | -7158.2 | 393.2  | 4842000.0  | 669803.3  | -106.0 |
| 13.22 | 96.6    | 7342.3  | -406.1 | -4962000.0 | 317194.7  | 640.0  |
| 13.23 | -155.0  | -7342.3 | 406.1  | 4962000.0  | 671672.8  | -111.0 |
| 13.24 | 95.2    | 7158.2  | -393.2 | -4842000.0 | 319044.8  | 635.0  |
| 13.25 | -152.6  | -6982.0 | 386.4  | 4722000.0  | 668204.4  | -102.0 |
| 13.26 | 97.7    | 7518.4  | -413.0 | -5083000.0 | 315596.7  | 644.0  |
| 13.27 | -156.2  | -7518.4 | 413.0  | 5083000.0  | 673250.5  | -115.0 |
| 13.28 | 94.1    | 6982.0  | -386.4 | -4722000.0 | 320642.8  | 631.0  |
| 13.29 | -125.3  | -7277.4 | 382.8  | 4925000.0  | 629889.4  | -6.3   |
| 13.30 | 68.2    | 7461.4  | -395.7 | -5045000.0 | 357108.5  | 540.0  |
| 13.31 | -126.7  | -7461.4 | 395.7  | 5045000.0  | 631739.6  | -11.0  |
| 13.32 | 66.9    | 7277.4  | -382.8 | -4925000.0 | 358978.0  | 535.0  |
| 13.33 | -124.2  | -7101.2 | 375.9  | 4805000.0  | 628291.4  | -2.4   |
| 13.34 | 69.3    | 7637.6  | -402.5 | -5166000.0 | 355509.6  | 544.0  |
| 13.35 | -127.8  | -7637.6 | 402.5  | 5166000.0  | 633337.6  | -15.0  |

13.36 65.7 7101.2 -375.9 -4805000.0 360556.7 531.0

### Calcolo resistenze

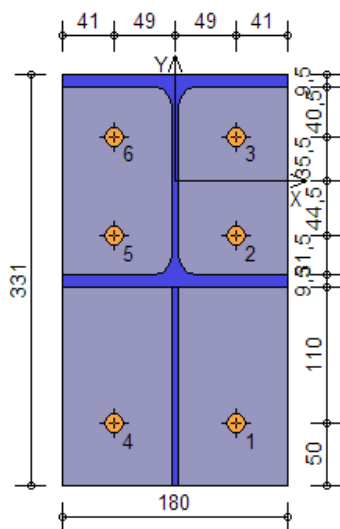
Resistenza a trazione dei bulloni  $F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 90333.1 \text{ N}$   
 Resistenza a punzonamento flangia  $B_{pf,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_f \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 155621.9 \text{ N}$   
 Resistenza a trazione di progetto  $F_{t,Rd} = \min [ F_{tb,Rd} , B_{pf,Rd} ] = 90333.1 \text{ N}$

Resistenza a taglio dei bulloni  $F_{vb,Rd} = 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 60222.1 \text{ N}$

| Bull. | $F_{bf,x,Rd} \text{ [N]}$ | $F_{v,x,Rd} \text{ [N]}$ | $F_{bf,y,Rd} \text{ [N]}$ | $F_{v,y,Rd} \text{ [N]}$ |
|-------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1     | 110619.6                  | 60222.1                  | 134902.0                  | 60222.1                  |
| 2     | 110619.6                  | 60222.1                  | 137600.0                  | 60222.1                  |
| 3     | 110619.6                  | 60222.1                  | 134902.0                  | 60222.1                  |
| 4     | 110619.6                  | 60222.1                  | 134902.0                  | 60222.1                  |
| 5     | 110619.6                  | 60222.1                  | 137600.0                  | 60222.1                  |
| 6     | 110619.6                  | 60222.1                  | 134902.0                  | 60222.1                  |

### Legenda

$F_{bf,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_f / \gamma_{M2}$  resistenza a rifollamento flangia in direzione x  
 $F_{v,x,Rd} = \min [ F_{vb,Rd} , F_{bf,x,Rd} ]$  resistenza a taglio di progetto in direzione x  
 $F_{bf,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_f / \gamma_{M2}$  resistenza a rifollamento flangia in direzione y  
 $F_{v,y,Rd} = \min [ F_{vb,Rd} , F_{bf,y,Rd} ]$  resistenza a taglio di progetto in direzione y



### Verifiche sui bulloni

#### 1-Taglio e trazione (Nodo n. 12, CMB n. 3)

| Bull. | X [mm] | Y [mm]  | $F_{v,Ed} \text{ [N]}$ | $F_{v,Rd} \text{ [N]}$ | $F_{t,Ed} \text{ [N]}$ | $F_{t,Rd} \text{ [N]}$ | $FV_1$   | VER |
|-------|--------|---------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------|-----|
| 1     | 49.00  | -195.50 | 2192.2                 | 60222.1                | 29861.1                | 90333.1                | 0.272521 | Ok  |
| 2     | 49.00  | -44.50  | 2192.2                 | 60222.1                | 11517.2                | 90333.1                | 0.127472 | Ok  |
| 3     | 49.00  | 35.50   | 2192.2                 | 60222.1                | 1798.6                 | 90333.1                | 0.050624 | Ok  |
| 4     | -49.00 | -195.50 | 2192.1                 | 60222.1                | 29861.1                | 90333.1                | 0.272520 | Ok  |
| 5     | -49.00 | -44.50  | 2192.1                 | 60222.1                | 11517.3                | 90333.1                | 0.127470 | Ok  |
| 6     | -49.00 | 35.50   | 2192.1                 | 60222.1                | 1798.6                 | 90333.1                | 0.050623 | Ok  |

#### 2-Trazione (Nodo n. 12, CMB n. 3)

| Bull. | X [mm] | Y [mm]  | $F_{t,Ed} \text{ [N]}$ | $F_{t,Rd} \text{ [N]}$ | $FV_2$   | VER |
|-------|--------|---------|------------------------|------------------------|----------|-----|
| 1     | 49.00  | -195.50 | 29861.1                | 90333.1                | 0.330566 | Ok  |
| 2     | 49.00  | -44.50  | 11517.2                | 90333.1                | 0.127497 | Ok  |
| 3     | 49.00  | 35.50   | 1798.6                 | 90333.1                | 0.019911 | Ok  |

|   |        |         |         |         |          |    |
|---|--------|---------|---------|---------|----------|----|
| 4 | -49.00 | -195.50 | 29861.1 | 90333.1 | 0.330567 | Ok |
| 5 | -49.00 | -44.50  | 11517.3 | 90333.1 | 0.127498 | Ok |
| 6 | -49.00 | 35.50   | 1798.6  | 90333.1 | 0.019911 | Ok |

#### Legenda

$F_{v,Ed}$  forza di taglio agente sul bullone  
 $F_{v,Rd}$  resistenza a taglio di progetto del bullone  
 $F_{t,Ed}$  forza di trazione agente sul bullone  
 $F_{t,Rd}$  resistenza a trazione di progetto del bullone  
 $FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$   
 $FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$   
 $VER \rightarrow FV_i \leq 1$

#### Verifiche sulle saldature profilo-flangia (versione beta)

Si considera la sezione di gola (avente altezza  $a = s_c / 2^{0.5} = 3.536$ ) in posizione ribaltata: vengono considerate positive le tensioni normali di trazione e le tensioni tangenziali agenti verso destra e verso il basso. Tutte le tensioni sono espresse in N/mm<sup>2</sup>.

##### Verifica formula (4.2.84) (Nodo n. 12, CMB n. 3)

| Cordoni                             | Lung.[mm] | $n_{\perp}$ | $t_{\perp}$ | $\tau_{\parallel}$ | $FV_1$ | $VER_1$ |
|-------------------------------------|-----------|-------------|-------------|--------------------|--------|---------|
| Nervatura inferiore lato destro     | 155.0     | 104.14      | 0.00        | -6.72              | 104.35 | Ok      |
| Nervatura inferiore lato sinistro   | 155.0     | 104.14      | 0.00        | -6.72              | 104.35 | Ok      |
| Ala inferiore esterno               | 180.0     | 37.02       | 0.00        | 0.00               | 37.02  | Ok      |
| Ala inferiore interno lato destro   | 72.0      | 31.49       | 0.00        | 0.00               | 31.49  | Ok      |
| Ala inferiore interno lato sinistro | 72.0      | 31.49       | 0.00        | 0.00               | 31.49  | Ok      |
| Anima lato destro                   | 122.0     | -25.88      | 0.00        | -6.72              | 26.73  | Ok      |
| Anima lato sinistro                 | 122.0     | -25.88      | 0.00        | -6.72              | 26.73  | Ok      |
| Ala superiore interno lato destro   | 72.0      | -31.49      | 0.00        | 0.00               | 31.49  | Ok      |
| Ala superiore interno lato sinistro | 72.0      | -31.49      | 0.00        | 0.00               | 31.49  | Ok      |

##### Verifica formula (4.2.85) (Nodo n. 12, CMB n. 3)

| Cordoni                             | Lung.[mm] | $n_{\perp}$ | $t_{\perp}$ | $\tau_{\parallel}$ | $FV_2$ | $VER_2$ |
|-------------------------------------|-----------|-------------|-------------|--------------------|--------|---------|
| Nervatura inferiore lato destro     | 155.0     | 104.14      | 0.00        | -6.72              | 104.14 | Ok      |
| Nervatura inferiore lato sinistro   | 155.0     | 104.14      | 0.00        | -6.72              | 104.14 | Ok      |
| Ala inferiore esterno               | 180.0     | 37.02       | 0.00        | 0.00               | 37.02  | Ok      |
| Ala inferiore interno lato destro   | 72.0      | 31.49       | 0.00        | 0.00               | 31.49  | Ok      |
| Ala inferiore interno lato sinistro | 72.0      | 31.49       | 0.00        | 0.00               | 31.49  | Ok      |
| Anima lato destro                   | 122.0     | -25.88      | 0.00        | -6.72              | 25.88  | Ok      |
| Anima lato sinistro                 | 122.0     | -25.88      | 0.00        | -6.72              | 25.88  | Ok      |
| Ala superiore interno lato destro   | 72.0      | -31.49      | 0.00        | 0.00               | 31.49  | Ok      |
| Ala superiore interno lato sinistro | 72.0      | -31.49      | 0.00        | 0.00               | 31.49  | Ok      |

#### Legenda

$n_{\perp}$  tensione normale perpendicolare all'asse del cordone  
 $t_{\perp}$  tensione tangenziale perpendicolare all'asse del cordone  
 $\tau_{\parallel}$  tensione tangenziale parallela all'asse del cordone  
 $FV_1 = (n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)^{0.5}$   
 $FV_2 = |n_{\perp}| + |t_{\perp}|$   
 $VER_i \rightarrow FV_i \leq \beta_i \cdot f_{yk} \quad (\beta_1 \cdot f_{yk} = 192.50 \text{ N/mm}^2 \quad \beta_2 \cdot f_{yk} = 233.75 \text{ N/mm}^2)$

#### Verifica del momento di progetto del giunto (Nodo n. 12, CMB n. 3)

|                                                  |              |                 |
|--------------------------------------------------|--------------|-----------------|
| Momento resistente del giunto                    | $M_{j,Rd} =$ | 76928660.0 N mm |
| Momento di progetto                              | $M_{j,Ed} =$ | 18943230.0 N mm |
| $M_{j,Ed} / M_{j,Rd} = 0.246244 \quad \text{Ok}$ |              |                 |

## K. STRUTTURE DI FONDAZIONE

### K1. Normative di riferimento

In quanto di seguito riportato viene fatto esplicito riferimento alle seguenti Normative:

- **LEGGE n° 64 del 02/02/1974.** "Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche.";
- **D.M. LL.PP. del 11/03/1988.** "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.";
- **D.M. LL.PP. del 16/01/1996.** "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.";
- **Circolare Ministeriale LL.PP. n° 65/AA.GG. del 10/04/1997.** "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/1996.";
- **Eurocodice 1 - Parte 1** - "Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - Basi di calcolo -.";
- **Eurocodice 7 - Parte 1** - "Progettazione geotecnica - Regole generali -.";
- **Eurocodice 8 - Parte 5** - "Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici -.";
- **D.M. 17/01/2018 - NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI**
- **Circolare n. 7 del 21/01/2019**

### K2. Determinazione della portanza verticale di fondazioni profonde

Per la determinazione della portanza verticale di fondazioni profonde si fa riferimento a due contributi: la "portanza di punta" e la "portanza per attrito laterale". Queste due componenti in genere sono calcolate in maniera autonoma dato che risulta molto difficoltoso, tranne che in poche situazioni, stabilire quanta parte del carico è assorbita dall'attrito laterale e quanta dalla resistenza alla punta. Nel seguito, ai fini del calcolo della portanza verticale, si assumeranno le seguenti espressioni generali valide per il caso di palo soggetto a compressione e per il caso di palo soggetto a trazione (nel calcolo della portanza verticale è possibile tenere in conto tutti o solo uno dei contributi su definiti):

$$Q_C = \frac{Q_P}{\eta_P} + \frac{Q_L}{\eta_L} - W_{ATT.NEG.} - W_P \quad (\text{caso di palo in compressione}) \quad Q_T$$

$$= \frac{Q_L}{\eta_L} + W_P \quad (\text{caso di palo in trazione})$$

dove i simboli su riportati hanno il seguente significato:

- $Q_C$  resistenza a compressione del palo
- $Q_T$  resistenza a trazione del palo
- $Q_P$  carico limite verticale alla punta del palo
- $Q_L$  carico limite verticale lungo la superficie laterale del palo
- $W_{ATT.NEG.}$  attrito negativo agente sul palo
- $W_P$  peso totale del palo
- $\eta_P$  coefficiente di sicurezza per carico limite verticale alla punta del palo
- $\eta_L$  coefficiente di sicurezza per carico limite verticale lungo la superficie laterale del palo

I valori del carico limite verticale alla punta del palo " $Q_P$ " e del carico limite verticale lungo la superficie laterale del palo " $Q_L$ " sono determinati con le note "formule statiche". Queste esprimono i valori di cui sopra in funzione della geometria del palo, delle caratteristiche geotecniche del terreno in cui è immerso, della modalità esecutiva e dell'interfaccia palo-terreno.

Di seguito si illustrano le metodologie con le quali saranno determinati i valori prima citati; è necessario tenere presente che tali metodi sono riferiti al calcolo del "singolo palo" e per estendere tale modalità computazione al

caso di "pali in gruppo" si farà ricorso ai "coefficienti d'efficienza", in questo modo si potrà tenere in debito conto l'interferenza reciproca che i pali esercitano.

### K3. Carico limite verticale alla punta del palo

Il valore del carico limite verticale alla punta del palo, indipendentemente dal metodo utilizzato per la sua determinazione, è condizionato dalla modalità esecutiva. Esso varia notevolmente a seconda che il palo sia del tipo "infisso" o "trivellato" poiché le caratteristiche fisico-meccaniche del terreno circostante il palo variano in seguito alle operazioni d'installazione. Di conseguenza, per tenere conto della modalità esecutiva nel calcolo dei coefficienti di portanza, si propone di modificare il valore dell'angolo di resistenza a taglio secondo quanto suggerito da Kishida (1967):

$$\phi_{cor} = \frac{\phi + 40}{2} \quad (\text{per pali infissi}) \quad \phi_{cor} = \phi - 3^\circ \quad (\text{per pali trivellati})$$

Con la correzione di cui sopra si determineranno i fattori adimensionali di portanza che sono presenti nella relazione per la determinazione del carico limite verticale alla punta che assume la seguente espressione:

$$Q_p = A_p \cdot (q_p \cdot N_q^* + c \cdot N_c^*)$$

dove i simboli su riportati hanno il seguente significato:

- $A_p$  superficie portante efficace della punta del palo
- $q_p$  pressione del terreno presente alla punta del palo
- $c$  coesione del terreno alla punta del palo (nel caso di condizione non drenata  $c = c_u$ )
- $N_q^*, N_c^*$  fattori adimensionali di portanza funzione dell'angolo d'attrito interno  $\phi_{cor}$  del terreno già corretti

In letteratura esistono diverse formulazioni per il calcolo dei fattori adimensionali di portanza, di seguito si riportano quelle che sono state implementate:

#### Formulazione di Meyerhof per base poggianti su terreni sciolti (1951)

- se  $\phi \neq 0$  (condizione drenata) si ha:

$$\begin{aligned} N_q &= \text{tg}^2 \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot \text{tg}(\phi)} & N_c &= (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\phi) \\ s_q &= 1 + 0.1 \cdot \text{tg}^2 \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right) & s_c &= 1 + 0.2 \cdot \text{tg}^2 \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right) \end{aligned} \quad (\text{fattori di forma})$$

$$\begin{aligned} d_q &= 1 + 0.1 \cdot \frac{L}{D} \cdot \sqrt{\text{tg}^2 \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right)} & d_c &= 1 + 0.2 \cdot \frac{L}{D} \cdot \sqrt{\text{tg}^2 \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right)} \end{aligned} \quad (\text{fattori d'approfondimento})$$

$$N_q^* = N_q \cdot s_q \cdot d_q \quad N_c^* = N_c \cdot s_c \cdot d_c$$

- se  $\phi = 0$  (condizione non drenata) si ha:

$$\begin{aligned} N_q &= 1.00 & N_c &= \pi + 2 \\ s_q &= 1.00 & s_c &= 1.20 & (\text{fattori di forma}) \\ d_q &= 1.00 & d_c &= 1 + 0.2 \cdot \frac{L}{D} & (\text{fattori d'approfondimento}) \\ N_q^* &= N_q \cdot s_q \cdot d_q & N_c^* &= N_c \cdot s_c \cdot d_c \end{aligned}$$

#### Formulazione di Hansen per base poggianti su terreni sciolti (1970)

- se  $\phi \neq 0$  (condizione drenata) si ha:

$$\begin{aligned} N_q &= \text{tg}^2 \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot \text{tg}(\phi)} & N_c &= (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\phi) \\ s_q &= 1 + \text{tg}(\phi) & s_c &= 1 + \frac{N_q}{N_c} & (\text{fattori di forma}) \\ d_q &= 1 + 2 \cdot \text{tg}(\phi) \cdot (1 - \text{sen}(\phi))^2 \cdot \theta & d_c &= 1 + 0.4 \cdot \theta & (\text{fattori d'approfondimento}) \end{aligned}$$

$$\text{dove: se } \frac{L}{D} \leq 1 \Rightarrow \theta = \frac{L}{D}, \text{ se } \frac{L}{D} > 1 \Rightarrow \theta = \arctg\left(\frac{L}{D}\right)$$

$$N_q^* = N_q \cdot s_q \cdot d_q \quad N_c^* = N_c \cdot s_c \cdot d_c$$

se  $\phi = 0$  (condizione non drenata) si ha:

$$N_q = 1.00$$

$$N_c = \pi + 2$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_c = 1.20$$

$$d_q = 1.00$$

$$d_c = 1 + 0.4 \cdot \theta$$

$$N_q^* = N_q \cdot s_q \cdot d_q$$

$$N_c^* = N_c \cdot s_c \cdot d_c$$

(fattori di forma)

(fattori d'approfondimento)

### Formulazione di Zeevaert per base poggianti su terreni sciolti (1972)

se  $\phi \neq 0$  (condizione drenata) si ha:

$$N_q^* = \frac{\cos^2(\phi)}{2 \cdot \cos^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right)} \cdot e^{\left(\frac{3 \cdot \pi}{2} + \phi\right) \cdot \text{tg}(\phi)}$$

$$N_c^* = (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\phi)$$

se  $\phi = 0$  (condizione non drenata) si ha:

$$N_q^* = 1.00$$

$$N_c^* = 9.00$$

### Formulazione di Berezantzev per base poggianti su terreni sciolti (1970)

Berezantzev fa riferimento ad una superficie di scorrimento "alla Terzaghi" che si arresta sul piano della punta del palo. Inoltre considera il cilindro di terreno coassiale al palo (avente diametro pari all'estensione in sezione della superficie di scorrimento) in parte sostenuto da tensioni tangenziali dal rimanente terreno presente lungo la superficie laterale del cilindro. Conseguentemente il valore della pressione presente alla punta del palo è inferiore alla corrispondente pressione litostatica ed è influenzata dal rapporto tra la profondità alla quale è posta la punta "L" del palo e il diametro "D" dello stesso. Quindi il valore di  $N_q^*$  è influenzato da questo effetto "Silo". I valori che l'autore propone sono:

se  $\phi \neq 0$  (condizione drenata) si ha:

Valori di  $N_q^*$  per pali di diametro fino a 80.0 cm.

| $L/\Delta$ | 8°   | 16°  | 18°  | 20°  | 22°  | 24°   | 26°   | 28°   | 30°   | 32°   | 34°   | 36°   | 38°    | 40°    | 42°    | 44°    | 46°    | 48°    | 50°    |
|------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 4          | 1.07 | 2.18 | 3.15 | 4.72 | 7.15 | 10.73 | 15.85 | 22.95 | 32.62 | 45.56 | 62.69 | 85.18 | 114.53 | 152.71 | 202.32 | 266.82 | 350.86 | 460.79 | 605.36 |
| 12         | 1.04 | 1.77 | 2.46 | 3.64 | 5.52 | 8.42  | 12.71 | 18.85 | 27.44 | 39.21 | 55.07 | 76.20 | 104.13 | 140.81 | 188.86 | 251.72 | 334.05 | 442.17 | 584.82 |
| 20         | 1.03 | 1.63 | 2.20 | 3.20 | 4.82 | 7.38  | 11.22 | 16.82 | 24.76 | 35.79 | 50.83 | 71.06 | 98.01  | 133.65 | 180.59 | 242.29 | 323.39 | 430.21 | 571.48 |
| 28         | 1.03 | 1.54 | 2.05 | 2.93 | 4.40 | 6.72  | 10.26 | 15.48 | 22.96 | 33.43 | 47.84 | 67.37 | 93.54  | 128.35 | 174.39 | 235.13 | 315.21 | 420.95 | 561.08 |
| 36         | 1.02 | 1.49 | 1.94 | 2.75 | 4.10 | 6.26  | 9.57  | 14.49 | 21.60 | 31.64 | 45.53 | 64.48 | 90.00  | 124.10 | 169.36 | 229.27 | 308.46 | 413.26 | 552.38 |
| 50         | 1.02 | 1.42 | 1.82 | 2.53 | 3.74 | 5.68  | 8.70  | 13.23 | 19.84 | 29.27 | 42.45 | 60.56 | 85.14  | 118.18 | 162.30 | 220.95 | 298.80 | 402.16 | 539.74 |
| 75         | 1.02 | 1.35 | 1.69 | 2.30 | 3.33 | 5.02  | 7.69  | 11.74 | 17.73 | 26.37 | 38.58 | 55.55 | 78.82  | 110.38 | 152.84 | 209.67 | 285.53 | 386.74 | 522.01 |
| 100        | 1.01 | 1.31 | 1.61 | 2.14 | 3.07 | 4.60  | 7.02  | 10.74 | 16.28 | 24.34 | 35.84 | 51.95 | 74.19  | 104.56 | 145.68 | 201.02 | 275.23 | 374.64 | 507.95 |
| 200        | 1.01 | 1.22 | 1.44 | 1.84 | 2.54 | 3.71  | 5.60  | 8.56  | 13.05 | 19.73 | 29.43 | 43.30 | 62.82  | 89.95  | 127.29 | 178.30 | 247.63 | 341.59 | 468.90 |
| 500        | 1.01 | 1.14 | 1.29 | 1.55 | 2.02 | 2.82  | 4.14  | 6.24  | 9.50  | 14.45 | 21.83 | 32.64 | 48.25  | 70.49  | 101.85 | 145.69 | 206.57 | 290.75 | 406.87 |

Valori di  $N_q^*$  per pali di diametro maggiore a 80.0 cm.

| $L/\Delta$ | 8°   | 16°  | 18°  | 20°  | 22°  | 24°  | 26°   | 28°   | 30°   | 32°   | 34°   | 36°   | 38°   | 40°   | 42°   | 44°   | 46°    | 48°    | 50°    |
|------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 4          | 1.16 | 3.09 | 3.95 | 5.04 | 6.44 | 8.22 | 10.50 | 13.41 | 17.12 | 21.87 | 27.92 | 35.65 | 45.53 | 58.14 | 74.24 | 94.80 | 121.05 | 154.57 | 197.38 |
| 12         | 1.21 | 3.14 | 3.98 | 5.05 | 6.42 | 8.14 | 10.34 | 13.13 | 16.68 | 21.18 | 26.90 | 34.17 | 43.41 | 55.15 | 70.07 | 89.03 | 113.13 | 143.77 | 182.72 |
| 20         | 1.26 | 3.18 | 4.01 | 5.06 | 6.39 | 8.06 | 10.18 | 12.85 | 16.23 | 20.49 | 25.88 | 32.69 | 41.29 | 52.16 | 65.89 | 83.26 | 105.21 | 132.97 | 168.06 |
| 28         | 1.30 | 3.22 | 4.04 | 5.07 | 6.36 | 7.99 | 10.02 | 12.57 | 15.78 | 19.81 | 24.86 | 31.20 | 39.17 | 49.16 | 61.72 | 77.49 | 97.29  | 122.16 | 153.40 |
| 36         | 1.35 | 3.27 | 4.07 | 5.08 | 6.34 | 7.91 | 9.86  | 12.30 | 15.33 | 19.12 | 23.84 | 29.72 | 37.04 | 46.17 | 57.55 | 71.72 | 89.38  | 111.36 | 138.75 |
| 44         | 1.39 | 3.31 | 4.10 | 5.09 | 6.31 | 7.83 | 9.70  | 12.02 | 14.88 | 18.43 | 22.81 | 28.23 | 34.92 | 43.18 | 53.38 | 65.95 | 81.46  | 100.56 | 124.09 |
| 52         | 1.44 | 3.35 | 4.14 | 5.10 | 6.29 | 7.75 | 9.54  | 11.74 | 14.44 | 17.74 | 21.79 | 26.75 | 32.80 | 40.19 | 49.21 | 60.18 | 73.54  | 89.76  | 109.43 |
| 56         | 1.46 | 3.37 | 4.15 | 5.10 | 6.27 | 7.71 | 9.46  | 11.60 | 14.21 | 17.40 | 21.28 | 26.00 | 31.74 | 38.70 | 47.12 | 57.30 | 69.58  | 84.36  | 102.10 |
| 60         | 1.49 | 3.39 | 4.17 | 5.11 | 6.26 | 7.67 | 9.38  | 11.46 | 13.99 | 17.06 | 20.77 | 25.26 | 30.68 | 37.20 | 45.03 | 54.42 | 65.62  | 78.96  | 94.77  |
| 65         | 1.51 | 3.42 | 4.19 | 5.12 | 6.25 | 7.62 | 9.28  | 11.29 | 13.71 | 16.63 | 20.13 | 24.33 | 29.35 | 35.33 | 42.43 | 50.81 | 60.67  | 72.21  | 85.61  |

$$N_c^* = (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\phi)$$

se  $\phi = 0$  (condizione non drenata) si ha:

$$N_q^* = 1.00$$

$$N_c^* = 9.00$$

### Formulazione di Vesic per base poggianti su terreni sciolti (1975)

se  $\phi \neq 0$  (condizione drenata) si ha:

$$N_q^* = \frac{3}{3 - \sin(\phi)} \cdot \operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) \cdot I_{rr}^{\frac{4 \cdot \sin(\phi)}{3 \cdot (1 + \sin(\phi))}} \cdot e^{\left(\frac{\pi}{2} - \phi\right) \cdot \operatorname{tg}(\phi)} \quad N_c^* = (N_q - 1) \cdot \operatorname{ctg}(\phi)$$

$$I_{rr} = \frac{I_r}{1 + \varepsilon_v \cdot I_r} \quad \varepsilon_v = \frac{q_p \cdot \alpha}{E_t} \cdot \frac{(1 + \nu) \cdot (1 - 2 \cdot \nu)}{(1 - \nu)} \quad I_r = \frac{E_t}{2 \cdot (1 + \nu) \cdot (c + q_p \cdot \alpha \cdot \operatorname{tg}(\phi))}$$

se  $\phi = 0$  (condizione non drenata) si ha:

$$N_q^* = 1.00 \quad N_c^* = \frac{4}{3} \cdot (\log_n(I_{rr}) + 1) + \frac{\pi}{2} + 1$$

dove i simboli su riportati hanno il seguente significato:

- $E_t$  modulo elastico del terreno alla profondità della punta del palo
- $\nu$  coefficiente di Poisson del terreno alla profondità della punta del palo
- $\alpha$  coefficiente di riduzione della pressione del terreno presente alla profondità della punta del palo

Nel caso in cui si scelga di effettuare la riduzione della pressione del terreno presente alla profondità della punta del palo (cioè  $\alpha \neq 1$ ) il coefficiente di riduzione " $\alpha$ " assume la seguente espressione:

$$\alpha = \frac{1 + 2 \cdot K_0}{3} \quad \text{dove: se } \phi \neq 0 \Rightarrow K_0 = 1 - \sin(\phi); \quad \text{se } \phi = 0 \Rightarrow K_0 = \frac{\nu}{1 - \nu}$$

### Formulazione di Janbu per base poggianti su terreni sciolti (1976)

se  $\phi \neq 0$  (condizione drenata) si ha:

$$N_q^* = \left(\operatorname{tg}(\phi) + \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2(\phi)}\right)^2 \cdot e^{2 \cdot \vartheta \cdot \operatorname{tg}(\phi)} \quad N_c^* = (N_q - 1) \cdot \operatorname{ctg}(\phi)$$

$$\vartheta = 60 + 0.45 \cdot Dr \quad \text{dove "Dr" è la densità relativa del terreno.}$$

se  $\phi = 0$  (condizione non drenata) si ha:

$$N_q^* = 1.00 \quad N_c^* = 5.74$$

### Formulazione di Terzaghi per base poggianti su roccia (1943)

Per la determinazione del carico limite nel caso di presenza di ammasso roccioso bisogna valutare molto attentamente il grado di solidità della roccia stessa. Tale valutazione viene in genere eseguita stimando l'indice RQD (Rock Quality Designation) che rappresenta una misura della qualità di un ammasso roccioso. Tale indice può variare da un minimo di 0 (caso in cui la lunghezza dei pezzi di roccia estratti dal carotiere è inferiore a 100 mm) ad un massimo di 1 (caso in cui la carota risulta integra) ed è calcolato nel seguente modo:

$$RQD = \frac{\sum \text{lunghezze dei pezzi di roccia intatta} > 100 \text{ mm}}{\text{lunghezza del carotiere}}$$

Se il valore di RQD è molto basso la roccia è molto frantumata ed il calcolo della capacità portante dell'ammasso roccioso va condotto alla stregua di un terreno sciolto utilizzando tutte le formulazioni sopra descritte.

$$N_q = \frac{e^{2 \cdot \left(\frac{3 \cdot \pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right) \cdot \operatorname{tg}(\phi)}}{2 \cdot \cos^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right)} \quad N_c = (N_q - 1) \cdot \operatorname{ctg}(\phi) \quad \text{se } \phi = 0 \Rightarrow N_c = \frac{3}{2} \cdot \pi + 1$$

$$s_q = 1.00 \quad s_c = 1.30 \quad \text{(fattori di forma)}$$

$$N_q^* = RQD^2 \cdot N_q \cdot s_q \quad N_c^* = RQD^2 \cdot N_c \cdot s_c$$

### Formulazione di Stagg-Zienkiewicz per base poggianti su roccia (1968)

$$N_q = \operatorname{tg}^6\left(\frac{90^\circ + \phi}{2}\right) \quad N_c = 5 \cdot \operatorname{tg}^4\left(\frac{90^\circ + \phi}{2}\right)$$

$$s_q = 1.00 \quad s_c = 1.30 \quad \text{(fattori di forma)}$$

$$N_q^* = RQD^2 \cdot N_q \cdot s_q$$

$$N_c^* = RQD^2 \cdot N_c \cdot s_c$$

#### K4. Carico limite verticale lungo la superficie laterale del palo

Il valore del carico limite verticale lungo la superficie laterale del palo è dato dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali che si sviluppano all'interfaccia palo-terreno in condizioni limite:

$$Q_L = \int_0^L \tau_{lim} \cdot d\Gamma = \int_0^L (c_a + \sigma_h \cdot \operatorname{tg}(\delta)) \cdot P_{lat} \cdot dz$$

dove i simboli sopra riportati hanno il seguente significato:

- $\chi_a$  adesione all'interfaccia terreno-palo alla generica profondità "z"
- $\sigma_h$  tensione orizzontale alla generica profondità "z"
- $\delta$  angolo di resistenza a taglio all'interfaccia terreno-palo alla generica profondità "z"
- $\Pi_{lat}$  perimetro della sezione trasversale del palo alla generica profondità "z"
- $L$  sviluppo longitudinale del palo

Analogamente al carico limite alla punta, anche il valore del carico limite verticale lungo la superficie laterale del palo varia notevolmente a seconda che esso sia del tipo "infisso" o "trivellato" a causa del diverso comportamento del terreno circostante in palo. Conseguentemente i parametri sopra riportati possono essere correlati da leggi diverse in funzione delle modalità di esecuzione del palo. Di seguito si descrivono quelle che sono state implementate.

L'adesione " $c_a$ " è correlata alla coesione " $c$ " nel caso di condizioni drenate; oppure alla coesione non drenata " $c_u$ " nel caso di condizioni non drenate, per mezzo del coefficiente d'adesione " $\psi$ " secondo la seguente relazione:

$$c_a = c_* \cdot \psi \quad \text{dove : } c_* = c \text{ (in condizione drenata);}$$

$$c_* = c_u \text{ (in condizione non drenata).}$$

Esprimendo il valore di " $c_*$ " in N/cm<sup>2</sup>, il coefficiente d'adesione " $\psi$ " può assumere i seguenti valori:

**Caquot-Kerisel (consigliato per pali trivellati)**

$$\psi = \frac{100 + c_*^2}{100 + 7 \cdot c_*^2}$$

**Meyerhof-Murdock (consigliato per pali trivellati)**

$$\text{se } c_* \leq 5.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 1.000 - 0.100 \cdot c_*$$

$$\text{se } c_* > 5.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.525 - 0.005 \cdot c_*$$

**Whitaker-Cooke (consigliato per pali trivellati)**

$$\text{se } c_* \leq 2.50 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.90$$

$$\text{se } 2.50 < c_* \leq 5.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.80$$

$$\text{se } 5.00 < c_* \leq 7.50 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.60$$

$$\text{se } c_* > 7.50 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.40$$

**Woodward (consigliato per pali trivellati)**

$$\text{se } c_* \leq 4.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.90$$

$$\text{se } 4.00 < c_* \leq 8.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.60$$

$$\text{se } 8.00 < c_* \leq 12.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.50$$

$$\text{se } 12.00 < c_* \leq 20.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.40$$

$$\text{se } c_* > 20.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.30$$

**Viggiani e altri (consigliato per pali infissi)**

|                                            |               |               |
|--------------------------------------------|---------------|---------------|
| se $c_* \leq 5.00 \text{ N/cm}^2$          | $\Rightarrow$ | $\psi = 1.00$ |
| se $5.00 < c_* \leq 10.00 \text{ N/cm}^2$  | $\Rightarrow$ | $\psi = 0.70$ |
| se $10.00 < c_* \leq 15.00 \text{ N/cm}^2$ | $\Rightarrow$ | $\psi = 0.50$ |
| se $15.00 < c_* \leq 20.00 \text{ N/cm}^2$ | $\Rightarrow$ | $\psi = 0.40$ |
| se $c_* > 20.00 \text{ N/cm}^2$            | $\Rightarrow$ | $\psi = 0.30$ |

Il valore della tensione orizzontale " $\sigma_h$ " è correlato al valore della pressione verticale " $\sigma_v$ " per mezzo del coefficiente di spinta orizzontale " $K_s$ " secondo la seguente relazione:

$$\sigma_h = \sigma_v \cdot K_s$$

Il valore di " $K_s$ " dipende essenzialmente dal tipo di terreno e dal suo stato d'addensamento nonché dalla tecnologia utilizzata per l'installazione.

Il programma permette di scegliere tra differenti teorie per il calcolo di  $K_s$ .

Opzione 1:

Metodo "Tomlinson (1971)"

$K_s$  può variare da un limite inferiore pari al coefficiente di spinta a riposo " $K_0$ " fino a valori prossimi al coefficiente di spinta passiva " $K_p$ "; i valori proposti sono:

pali trivellati:  $K_s = K_0 = 1 - \sin(\phi)$

pali infissi:  $K_s$  = variabile da:  $K_p = 1 + \tan^2(\phi)$  in sommità fino a  $K_0 = 1 - \sin(\phi)$  alla punta

Opzione 2:

Metodo di "Kulhavy (1983)"

pali trivellati:  $K_s = \alpha K_0$  con  $\alpha$  variabile tra 2/3 e 1

pali infissi:  $K_s = \alpha K_0$  con  $\alpha$  variabile da 3/4, per compattazione del terreno trascurabile, fino a 2, nel caso di compattazione significativa.

Il valore dell'angolo di resistenza al taglio all'interfaccia terreno-palo " $\delta$ " è funzione della scabrezza della superficie del palo e quindi della modalità esecutiva; i valori proposti sono:

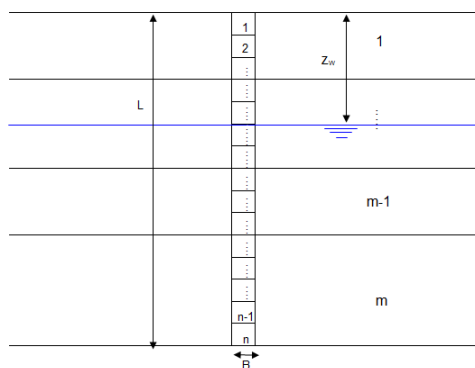
$$\delta = \arctg(\tan(\phi)) \quad (\text{per pali trivellati}) \quad \delta = \arctg\left(\frac{3}{4} \cdot \tan(\phi)\right) \quad (\text{per pali infissi})$$

## K5. Determinazione dei cedimenti di fondazioni profonde

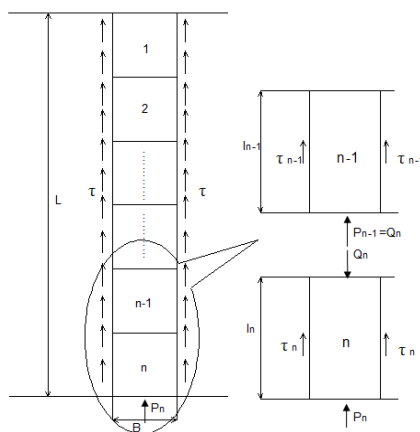
Per la determinazione del comportamento del palo singolo sottoposto a carichi applicati alla sommità, si fa riferimento all'approccio semiempirico delle curve di trasferimento (Coyle e Reese (1966)). Il metodo delle curve di trasferimento è basato su dati provenienti da prove di carico su pali strumentati; elaborando tali dati è possibile costruire le curve di trasferimento che legano la tensione tangenziale mobilitata all'interfaccia palo-terreno lungo un concio del palo con lo spostamento relativo.

La curva di trasferimento si ottiene con una procedura che prevede i seguenti passi:

1. Suddivisione del palo in n conci



- Definizione della resistenza limite del palo sulla base delle caratteristiche geometriche e delle caratteristiche del terreno. In presenza di terreno stratificato la resistenza sarà uguale alla sommatoria delle resistenze limite di ogni strato di terreno attraversato dal palo.
- Si assegna all'estremità inferiore del palo (concio n) un cedimento  $W_p$ .
- Si considera la curva di trasferimento appropriata (carico alla punta-cedimento) in base alla tecnologia costruttiva e al tipo di terreno presente e, noto il cedimento  $W_p$ , si ricava il carico alla punta  $P_n$ .



- Si ipotizza che il cedimento alla base del concio  $W_p$  sia uguale al cedimento  $W_n$  che si verifica a metà del concio ( $W_p = W_n$ ).
- Con il valore di  $W_n$  si entra nell'appropriata curva di trasferimento (carico laterale-cedimento) e, nota la resistenza tangenziale limite, si ricava la tensione tangenziale mobilitata.
- Il carico  $Q_n$  agente sulla sommità del concio n-esimo è dato da:

$$Q_n = P_n + \tau_n \pi B l$$

Dove:

$$l = \frac{L}{n}$$

8. Si calcola l'abbassamento elastico in corrispondenza della metà del concio  $n$

$$V_n = \frac{Q_n + P_n}{2} \frac{2l}{\pi B^2 E_p}$$

9. Si somma il valore calcolato di  $V_n$  con il valore di cedimento  $W_p$  ipotizzato inizialmente:

$$W_n' = V_n + W_p$$

10. Se il valore  $W_n'$  differisce in maniera significativa dal valore di  $W_n$  si riparte da passo 3 entrando nella curva di trasferimento con il valore di  $W_n'$ .
11. Quando si ottiene la giusta convergenza si passa a considerare il concio  $(n-1)$  e così via fino ad arrivare alla testa del palo.

Il risultato di questa procedura è una curva carico-cedimento con la quale è possibile ricavare i cedimenti sulla base del carico applicato.

## K6. Simbologia adottata nei tabulati di calcolo

Per maggior chiarezza nella lettura dei tabulati di calcolo viene riportata la descrizione dei simboli principali utilizzati nella stesura degli stessi. Per comodità di lettura la legenda è suddivisa in paragrafi con la stessa modalità in cui sono stampati i tabulati di calcolo.

### ***Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni profonde***

- |               |                                                                                                                                                                       |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| - X elem.     | ascissa nel riferimento globale dell'elemento                                                                                                                         |
| - Y elem.     | ordinata nel riferimento globale dell'elemento                                                                                                                        |
| - Profon.     | profondità del piano di posa dell'elemento a partire dal piano campagna                                                                                               |
| - Base        | larghezza della sezione trasversale dell'elemento                                                                                                                     |
| - Lungh.      | dimensione dello sviluppo longitudinale dell'elemento                                                                                                                 |
| - Altez.      | altezza della sezione trasversale dell'elemento                                                                                                                       |
| - Rotaz.      | rotazione dell'elemento rispetto al suo baricentro                                                                                                                    |
| - Grup. ap.   | nel caso cui l'elemento faccia parte di una palificata, rappresenta il numero identificativo della stessa                                                             |
| - Ind. Strat. | indice della stratigrafia associata all'elemento                                                                                                                      |
| - Tip. iniez. | tipologia d'iniezione dei micropali ai fini del calcolo della portanza secondo le raccomandazioni di Bustamante e Doix (No iniez. = assenza d'iniezione, Iniez.uni. = |

|                |                                                                                                                                                                          |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| - Tip. ter.    | iniezione unica, Iniez.rip. = iniezione ripetuta)                                                                                                                        |
| - Dia. P.      | tipologia di terreno ai fini del calcolo della portanza secondo le raccomandazioni di Bustamante e Doix (Coes. = coesivo, Inc. = incoerente)                             |
| - Lun. P.      | diámetro fusto del palo                                                                                                                                                  |
| - Lun. L.      | lunghezza totale del palo                                                                                                                                                |
| - Dis. P.      | lunghezza tratto del palo senza contributo di terreno                                                                                                                    |
| - In. Px       | distanza del baricentro del palo dal bordo del plinto                                                                                                                    |
| - In. Py       | interasse principale del palo                                                                                                                                            |
| - Dia. B.      | interasse secondario del palo                                                                                                                                            |
| - Lun. B.      | diámetro bulbo del palo                                                                                                                                                  |
| - E.C.V.       | lunghezza della sbulbatura del palo                                                                                                                                      |
| - E.C.C.       | coefficiente d'efficienza per carico limite verticale del singolo palo                                                                                                   |
| - E.C.T.       | coefficiente d'efficienza per carico critico verticale del singolo palo                                                                                                  |
| - Svin. testa  | coefficiente d'efficienza per carico limite trasversale del singolo palo                                                                                                 |
| - Vin. piede   | codice di svincolo alla rotazione in testa al palo (0 = non attivo, 1 = attivo)                                                                                          |
| - Asc. X'      | codici di vincolo rispettivamente alla rotazione orizzontale, traslazione orizzontale e traslazione verticale applicabili al piede del palo (0 = non attivo, 1 = attivo) |
| - Asc. Y'      | ascissa del baricentro del singolo palo dell'elemento nel riferimento locale con origine nel baricentro del plinto                                                       |
| - Peso spec.   | ordinata del baricentro del singolo palo dell'elemento nel riferimento locale con origine nel baricentro del plinto                                                      |
| - Mod. El. Pa. | peso specifico del palo                                                                                                                                                  |
|                | modulo elastico normale del palo                                                                                                                                         |

#### **Dati di carico degli elementi costituenti le fondazioni profonde**

|                     |                                                                                                                                                               |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| - Cmb               | numero della combinazione di carico                                                                                                                           |
| - Tipologia         | tipologia della combinazione di carico                                                                                                                        |
| - Sismica           | flag per l'applicazione della riduzione sismica alle caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione per la combinazione di carico in esame              |
| - S. Normale        | sollecitazione normale agente alla quota del piano di fondazione dell'elemento (riferimento locale con origine nel baricentro del plinto)                     |
| - S. Tagliante X'   | sollecitazione tagliante lungo l'asse X' agente alla quota del piano di fondazione dell'elemento (riferimento locale con origine nel baricentro del plinto)   |
| - S. Tagliante Y'   | sollecitazione tagliante lungo l'asse Y' agente alla quota del piano di fondazione dell'elemento (riferimento locale con origine nel baricentro del plinto)   |
| - S. Flessionale X' | sollecitazione flessionale lungo l'asse X' agente alla quota del piano di fondazione dell'elemento (riferimento locale con origine nel baricentro del plinto) |
| - S. Flessionale Y' | sollecitazione flessionale lungo l'asse Y' agente alla quota del piano di fondazione dell'elemento (riferimento locale con origine nel baricentro del plinto) |
| - S. Torsionale     | sollecitazione torsionale agente alla quota del piano di fondazione dell'elemento (riferimento locale con origine nel baricentro del plinto)                  |

#### **Valori di calcolo per le fondazioni profonde**

|               |                                                                                                                                                  |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| - Port. punta | carico limite verticale alla punta del palo (valore su singolo palo corretto dal relativo coefficiente d'efficienza)                             |
| - Port. lat.  | carico limite verticale lungo la superficie laterale del fusto del palo (valore su singolo palo corretto dal relativo coefficiente d'efficienza) |
| - Port. bulbo | carico limite verticale lungo la superficie laterale del bulbo del palo (valore su singolo palo corretto dal relativo coefficiente d'efficienza) |
| - C. Critico  | carico critico per l'instabilità del palo (valore su singolo palo corretto dal relativo coefficiente d'efficienza)                               |

- Attr. Neg. attrito negativo agente sul palo (valore su singolo palo)
- Peso Palo peso totale del singolo palo
- Cmb numero e tipologia della combinazione di carico
- S. Norm. sollecitazione normale agente alla testa del palo in esame
- V. V. Com. resistenza a compressione del palo in esame (corretto dal relativo coefficiente di sicurezza)
- V. V. Tra. resistenza a trazione del palo in esame (corretto dal relativo coefficiente di sicurezza)
- Ver. Com. rapporto tra la sollecitazione normale agente alla testa del palo e la sua resistenza a compressione (verifica positiva se il rapporto è < 1.0)
- Ver. Tra. rapporto tra la sollecitazione normale agente alla testa del palo e la sua resistenza a trazione (verifica positiva se il rapporto è < 1.0)
- S. Tagl. sollecitazione tagliente agente alla testa del palo
- S. Fles. sollecitazione flessionale agente alla testa del palo
- V. V. Trs. resistenza trasversale del palo in esame (corretto dal relativo coefficiente di sicurezza)
- Ver. Tra. rapporto tra la sollecitazione tagliente agente alla testa del palo e la sua resistenza trasversale (verifica positiva se il rapporto è < 1.0)
- Ced. V. cedimento verticale in corrispondenza della testa del palo
- Ced. H. cedimento orizzontale in corrispondenza della testa del palo

## K7. Parametri di calcolo

### Modalità di calcolo della portanza verticale per fondazioni profonde:

Per elementi con pali: Portanza di punta e laterale

Per elementi con micropali: Portanza di punta e laterale

### Metodi di calcolo della portanza di punta per fondazioni profonde:

Per terreni sciolti: Vesic

Riduzione della tensione litostatica: No

Per terreni lapidei: Terzaghi

Riduzione di Kishida per pali battuti o trivellati: Si

Metodo di calcolo del coefficiente di spinta orizzontale Ks: Tomlinson

### Coefficienti parziali e totali di sicurezza per Tensioni Ammissibili e S.L.E. nel calcolo della portanza per fondazioni profonde:

Coeff. di sicurezza alla punta: 2,50

Coeff. di sicurezza lungo il fusto: 2,50

Coeff. di sicurezza lungo il bulbo: 2,50

Coeff. di sicurezza per palo in trazione: 2,50

### Combinazioni di carico:

#### APPROCCIO PROGETTUALE TIPO 2 - Comb. (A1+M1+R3)

Coefficienti parziali e totali di sicurezza per S.L.U. nel calcolo della portanza per pali trivellati:

I coeff. A1 risultano combinati secondo lo schema presente nella relazione di calcolo della struttura.

- Coeff. M1 per  $\tan \phi$  (statico): 1
- Coeff. M1 per  $c'$  (statico): 1,00
- Coeff. M1 per  $C_u$  (statico): 1,00
- Coeff. M1 per  $\tan \phi$  (sismico): 1,00
- Coeff. M1 per  $c'$  (sismico): 1,00
- Coeff. M1 per  $C_u$  sismico): 1,00
- Coeff. R3 base: 1,35
- Coeff. R3 laterale in compressione: 1,15
- Coeff. R3 laterale in trazione: 1,25
- Coeff. R3 trasversale: 1,30

Fattore di correlazione Verticale: 1,70  
Fattore di correlazione Trasversale: 1,70

## K8. Archivio stratigrafie

Indice / Descrizione: 001 / Nuova stratigrafia n. 1  
Numero strati: 8  
Profondità falda: 0,00 cm

| Strato n. | Quota di riferimento    | Spessore | Indice / Descrizione terreno | Attrito Neg. |
|-----------|-------------------------|----------|------------------------------|--------------|
| 1         | da 0,0 a -160,0 cm      | 160,0 cm | 001 / S1                     | Assente      |
| 2         | da -160,0 a -1060,0 cm  | 900,0 cm | 005 / S2                     | Assente      |
| 3         | da -1060,0 a -1310,0 cm | 250,0 cm | 007 / S3                     | Assente      |
| 4         | da -1310,0 a -1370,0 cm | 60,0 cm  | 003 / S4                     | Assente      |
| 5         | da -1370,0 a -1450,0 cm | 80,0 cm  | 004 / S5                     | Assente      |
| 6         | da -1450,0 a -1530,0 cm | 80,0 cm  | 002 / S6                     | Assente      |
| 7         | da -1530,0 a -1960,0 cm | 430,0 cm | 006 / S7                     | Assente      |
| 8         | da -1960,0 a -2260,0 cm | 300,0 cm | 008 / S8                     | Assente      |

## K9. Archivio terreni

Indice / Descrizione terreno: **001 / S1**  
Comportamento del terreno: condizione drenata

| Peso Spec. | P. Spec. Sat. | Angolo Res. | Coesione            | Mod.Elast.          | Mod.Edom.           | Dens.Rel. | Poisson | C. Ades. |
|------------|---------------|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------|---------|----------|
| daN/cmc    | daN/cmc       | Gradi°      | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | %         | %       |          |
| 0.00200    | 0.00210       | 30.000      | 0.000               | 92.050              | 147.300             | 35.0      | 0.333   | 1.00     |

Indice / Descrizione terreno: **005 / S2**  
Comportamento del terreno: condizione non drenata

| Peso Spec. | P. Spec. Sat. | Cu                  | Mod.Elast.          | Mod.Edom.           | Dens.Rel. | Poisson | C. Ades. |
|------------|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------|---------|----------|
| daN/cmc    | daN/cmc       | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | %         | %       |          |
| 0.00175    | 0.00185       | 0.480               | 213.300             | 39.600              | 60.0      | 0.500   | 0.50     |

Indice / Descrizione terreno: **007 / S3**  
Comportamento del terreno: condizione non drenata

| Peso Spec. | P. Spec. Sat. | Cu                  | Mod.Elast.          | Mod.Edom.           | Dens.Rel. | Poisson | C. Ades. |
|------------|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------|---------|----------|
| daN/cmc    | daN/cmc       | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | %         | %       |          |
| 0.00180    | 0.00190       | 0.890               | 373.700             | 56.700              | 60.0      | 0.500   | 0.45     |

Indice / Descrizione terreno: **003 / S4**  
Comportamento del terreno: condizione drenata

| Peso Spec. | P. Spec. Sat. | Angolo Res. | Coesione            | Mod.Elast.          | Mod.Edom.           | Dens.Rel. | Poisson | C. Ades. |
|------------|---------------|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------|---------|----------|
| daN/cmc    | daN/cmc       | Gradi°      | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | %         | %       |          |
| 0.00200    | 0.00210       | 28.000      | 0.000               | 143.700             | 229.200             | 60.0      | 0.347   | 1.00     |

Indice / Descrizione terreno: **004 / S5**  
Comportamento del terreno: condizione non drenata

| Peso Spec. | P. Spec. Sat. | Cu                  | Mod.Elast.          | Mod.Edom.           | Dens.Rel. | Poisson | C. Ades. |
|------------|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------|---------|----------|
| daN/cmc    | daN/cmc       | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | %         | %       |          |
| 0.00180    | 0.00190       | 0.650               | 346.100             | 47.300              | 60.0      | 0.500   | 0.75     |

Indice / Descrizione terreno: **002 / S6**  
Comportamento del terreno: condizione drenata

| Peso Spec. | P. Spec. Sat. | Angolo Res. | Coesione            | Mod.Elast.          | Mod.Edom.           | Dens.Rel. | Poisson | C. Ades. |
|------------|---------------|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------|---------|----------|
| daN/cmc    | daN/cmc       | Gradi°      | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | %         | %       |          |
| 0.00190    | 0.00210       | 25.000      | 0.000               | 86.800              | 138.800             | 20.0      | 0.366   | 1.00     |

Indice / Descrizione terreno: **006 / S7**  
Comportamento del terreno: condizione non drenata

| Peso Spec. | P. Spec. Sat. | Cu                  | Mod.Elast.          | Mod.Edom.           | Dens.Rel. | Poisson | C. Ades. |
|------------|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------|---------|----------|
| daN/cmc    | daN/cmc       | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | %         | %       |          |

|         |         |       |         |        |      |       |      |
|---------|---------|-------|---------|--------|------|-------|------|
| 0.00180 | 0.00190 | 0.760 | 397.000 | 52.600 | 60.0 | 0.500 | 0.50 |
|---------|---------|-------|---------|--------|------|-------|------|

Indice / Descrizione terreno: **008 / S8**

Comportamento del terreno: condizione non drenata

| Peso Spec.          | P. Spec. Sat.       | Cu                  | Mod.Elast.          | Mod.Edom.           | Dens.Rel. | Poisson | C. Ades. |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------|---------|----------|
| daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | %         | %       |          |
| 0.00180             | 0.00190             | 0.970               | 474.900             | 63.700              | 60.0      | 0.500   | 0.45     |

## K10. Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni profonde



### Elemento: 1 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

| X elem. | Y elem. | Prof. | Base | Lungh. | Altez. | Rot.   | Grup.ap. | Ind.strat. |
|---------|---------|-------|------|--------|--------|--------|----------|------------|
| cm      | cm      | cm    | cm   | cm     | cm     | Gradi° | n.       | n.         |
| 0.0     | 0.0     | 0.0   | 0.0  | 0.0    | 0.0    | 0.00   | 16       | 001        |

| Dia. P. | Lun. P. | Lun. L. | Dist.P. | In. Px | In. Py | Dia. B. | Lun. B. | E.C.V. | E.C.C. | E.C.T. | Svin.testa | Vin.piede |
|---------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|------------|-----------|
| cm      | cm      | cm      | cm      | cm     | cm     | cm      | cm      |        |        |        | codice     | codice    |
| 30,0    | 1000,0  | 0.0     | 0.0     | 0.0    | 0.0    | 0.0     | 0.0     | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 0          | 0; 0; 0   |

| Palo | Coord. X | Coord. Y |
|------|----------|----------|
| n.   | cm       | cm       |
| 1    | 0.00     | 0.00     |

### Elemento: 2 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

| X elem. | Y elem. | Prof. | Base | Lungh. | Altez. | Rot.   | Grup.ap. | Ind.strat. |
|---------|---------|-------|------|--------|--------|--------|----------|------------|
| cm      | cm      | cm    | cm   | cm     | cm     | Gradi° | n.       | n.         |
| 1100.0  | 0.0     | 0.0   | 0.0  | 0.0    | 0.0    | 0.00   | 17       | 001        |

| Dia. P. | Lun. P. | Lun. L. | Dist.P. | In. Px | In. Py | Dia. B. | Lun. B. | E.C.V. | E.C.C. | E.C.T. | Svin.testa | Vin.piede |
|---------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|------------|-----------|
| cm      | cm      | cm      | cm      | cm     | cm     | cm      | cm      |        |        |        | codice     | codice    |
| 30,0    | 1000,0  | 0.0     | 0.0     | 0.0    | 0.0    | 0.0     | 0.0     | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 0          | 0; 0; 0   |

| Palo | Coord. X | Coord. Y |
|------|----------|----------|
| n.   | cm       | cm       |
| 1    | 0.00     | 0.00     |

### Elemento: 3 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

| X elem. | Y elem. | Prof. | Base | Lungh. | Altez. | Rot.   | Grup.ap. | Ind.strat. |
|---------|---------|-------|------|--------|--------|--------|----------|------------|
| cm      | cm      | cm    | cm   | cm     | cm     | Gradi° | n.       | n.         |
| 0.0     | 230.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0    | 0.0    | 0.00   | 18       | 001        |

| Dia. P. | Lun. P. | Lun. L. | Dist.P. | In. Px | In. Py | Dia. B. | Lun. B. | E.C.V. | E.C.C. | E.C.T. | Svin.testa | Vin.piede |
|---------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|------------|-----------|
| cm      | cm      | cm      | cm      | cm     | cm     | cm      | cm      |        |        |        | codice     | codice    |
| 30,0    | 1000,0  | 0.0     | 0.0     | 0.0    | 0.0    | 0.0     | 0.0     | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 0          | 0; 0; 0   |

| Palo | Coord. X | Coord. Y |
|------|----------|----------|
| n.   | cm       | cm       |
| 1    | 0.00     | 0.00     |

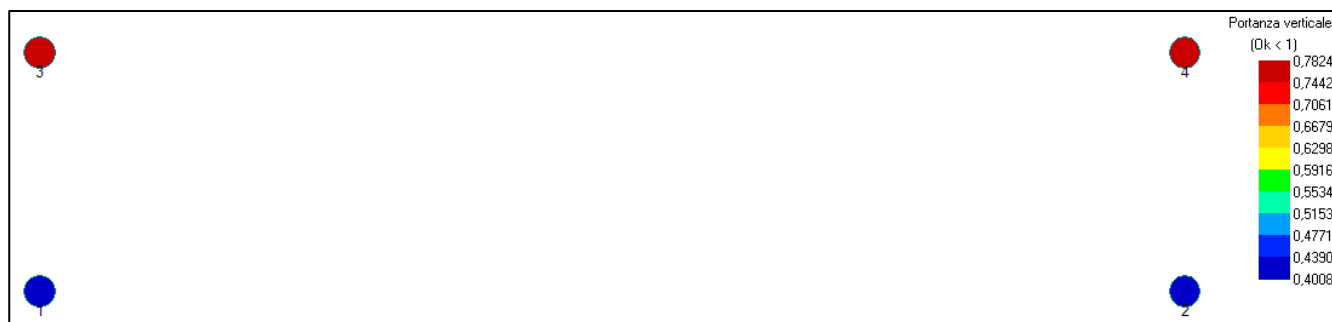
**Elemento: 4 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati**

| X elem. | Y elem. | Prof. | Base | Lungh. | Altez. | Rot.   | Grup.ap. | Ind.strat. |
|---------|---------|-------|------|--------|--------|--------|----------|------------|
| cm      | cm      | cm    | cm   | cm     | cm     | Gradi° | n.       | n.         |
| 1100.0  | 230.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0    | 0.0    | 0.00   | 19       | 001        |

| Dia. P. | Lun. P. | Lun. L. | Dist.P. | In. Px | In. Py | Dia. B. | Lun. B. | E.C.V. | E.C.C. | E.C.T. | Svin.testa | Vin.piede |
|---------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|------------|-----------|
| cm      | cm      | cm      | cm      | cm     | cm     | cm      | cm      |        |        |        | codice     | codice    |
| 30,0    | 1000,0  | 0,0     | 0,0     | 0,0    | 0,0    | 0,0     | 0,0     | 1,00   | 1,00   | 1,00   | 0          | 0; 0; 0   |

| Palo | Coord. X | Coord. Y |
|------|----------|----------|
| n.   | cm       | cm       |
| 1    | 0.00     | 0.00     |

**K11. Valori di calcolo della portanza verticale per fondazioni profonde**



**Elemento: 1 - Palo singolo**

$N_q = 1.000$ ,  $\sigma_{\text{punta}} = 0.890$ ,  $\phi = 0.0$ ,  $N_c = 10.568$ ,  $c_{\text{punta}} = 0.480$

Port. lat. = 193834.3 N, Port. punta = 42148.1 N, P.P.Palo = 17671.5 N

| Cmb.        | Palo | coord.X | coord.Y | N        | N lim    | Ver.N  | Stato |
|-------------|------|---------|---------|----------|----------|--------|-------|
| Num. e tipo | n.   | cm      | cm      | N        | N        | Ok < 1 |       |
| 003 SLU STR | 1    | 0.000   | 0.000   | -40112.8 | -99841.7 | 0.402  | Ok    |

Sollecitazioni:

| Cmb         | N        | Tx   | Ty    | Mx     | My   |
|-------------|----------|------|-------|--------|------|
| Num. e tipo | N        | N    | N     | N cm   | N cm |
| 003 SLU STR | -40112.8 | -0.1 | 502.7 | -68926 | -15  |

**Elemento: 2 - Palo singolo**

$N_q = 1.000$ ,  $\sigma_{\text{punta}} = 0.890$ ,  $\phi = 0.0$ ,  $N_c = 10.568$ ,  $c_{\text{punta}} = 0.480$

Port. lat. = 193834.3 N, Port. punta = 42148.1 N, P.P.Palo = 17671.5 N

| Cmb.        | Palo | coord.X | coord.Y | N        | N lim    | Ver.N  | Stato |
|-------------|------|---------|---------|----------|----------|--------|-------|
| Num. e tipo | n.   | cm      | cm      | N        | N        | Ok < 1 |       |
| 003 SLU STR | 1    | 0.000   | 0.000   | -40016.9 | -99841.7 | 0.401  | Ok    |

Sollecitazioni:

| Cmb         | N        | Tx   | Ty    | Mx     | My   |
|-------------|----------|------|-------|--------|------|
| Num. e tipo | N        | N    | N     | N cm   | N cm |
| 003 SLU STR | -40016.9 | -0.1 | 501.7 | -68749 | -15  |

**Elemento: 3 - Palo singolo**

$N_q = 1.000$ ,  $\sigma_{\text{punta}} = 0.890$ ,  $\phi = 0.0$ ,  $N_c = 10.568$ ,  $c_{\text{punta}} = 0.480$

Port. lat. = 193834.3 N, Port. punta = 42148.1 N, P.P.Palo = 17671.5 N

| Cmb.        | Palo | coord.X | coord.Y | N        | N lim    | Ver.N  | Stato |
|-------------|------|---------|---------|----------|----------|--------|-------|
| Num. e tipo | n.   | cm      | cm      | N        | N        | Ok < 1 |       |
| 003 SLU STR | 1    | 0.000   | 0.000   | -78116.0 | -99841.7 | 0.782  | Ok    |

Sollecitazioni:

| Cmb         | N        | Tx  | Ty     | Mx     | My   |
|-------------|----------|-----|--------|--------|------|
| Num. e tipo | N        | N   | N      | N cm   | N cm |
| 003 SLU STR | -78116.0 | 0.1 | -502.7 | -53945 | 15   |

#### Elemento: 4 - Palo singolo

$N_q = 1.000$ ,  $\sigma_{\text{punta}} = 0.890$ ,  $\phi = 0.0$ ,  $N_c = 10.568$ ,  $c_{\text{punta}} = 0.480$

Port. lat. = 193834.3 N, Port. punta = 42148.1 N, P.P.Palo = 17671.5 N

| Cmb.        | Palo | coord.X | coord.Y | N        | N lim    | Ver.N  | Stato |
|-------------|------|---------|---------|----------|----------|--------|-------|
| Num. e tipo | n.   | cm      | cm      | N        | N        | Ok < 1 |       |
| 003 SLU STR | 1    | 0.000   | 0.000   | -77902.4 | -99841.7 | 0.780  | Ok    |

Sollecitazioni:

| Cmb         | N        | Tx  | Ty     | Mx     | My   |
|-------------|----------|-----|--------|--------|------|
| Num. e tipo | N        | N   | N      | N cm   | N cm |
| 003 SLU STR | -77902.4 | 0.1 | -501.6 | -53800 | 15   |

### K12. Valori di calcolo dei cedimenti per fondazioni profonde



#### Elemento: 1 - Palo singolo

| Cmb          | Palo | coord.X | coord.Y | N        | Ced.Vert |
|--------------|------|---------|---------|----------|----------|
| Num. e tipo  | n.   | cm      | cm      | N        | cm       |
| 070 SLE rare | 1    | 0.000   | 0.000   | -28602.9 | 0.113    |

Sollecitazioni:

| Cmb          | N        | Tx   | Ty    | Mx     | My   |
|--------------|----------|------|-------|--------|------|
| Num. e tipo  | N        | N    | N     | N cm   | N cm |
| 070 SLE rare | -28602.9 | -0.1 | 339.2 | -47606 | -10  |

#### Elemento: 2 - Palo singolo

| Cmb          | Palo | coord.X | coord.Y | N        | Ced.Vert |
|--------------|------|---------|---------|----------|----------|
| Num. e tipo  | n.   | cm      | cm      | N        | cm       |
| 070 SLE rare | 1    | 0.000   | 0.000   | -28539.0 | 0.112    |

Sollecitazioni:

| Cmb          | N        | Tx   | Ty    | Mx     | My   |
|--------------|----------|------|-------|--------|------|
| Num. e tipo  | N        | N    | N     | N cm   | N cm |
| 070 SLE rare | -28539.0 | -0.1 | 338.5 | -47488 | -10  |

#### Elemento: 3 - Palo singolo

| Cmb          | Palo | coord.X | coord.Y | N        | Ced.Vert |
|--------------|------|---------|---------|----------|----------|
| Num. e tipo  | n.   | cm      | cm      | N        | cm       |
| 070 SLE rare | 1    | 0.000   | 0.000   | -55073.9 | 0.217    |

Sollecitazioni:

| Cmb          | N        | Tx  | Ty     | Mx     | My   |
|--------------|----------|-----|--------|--------|------|
| Num. e tipo  | N        | N   | N      | N cm   | N cm |
| 070 SLE rare | -55073.9 | 0.1 | -339.2 | -37498 | 10   |

#### Elemento: 4 - Palo singolo

| Cmb          | Palo | coord.X | coord.Y | N        | Ced.Vert |
|--------------|------|---------|---------|----------|----------|
| Num. e tipo  | n.   | cm      | cm      | N        | cm       |
| 070 SLE rare | 1    | 0.000   | 0.000   | -54931.5 | 0.216    |

Sollecitazioni:

| Cmb          | N        | Tx  | Ty     | Mx     | My   |
|--------------|----------|-----|--------|--------|------|
| Num. e tipo  | N        | N   | N      | N cm   | N cm |
| 070 SLE rare | -54931.5 | 0.1 | -338.4 | -37401 | 10   |

Il valore stimato dei cedimenti in condizioni di esercizio della struttura è tale da non comprometterne l'utilizzo.

### K13. Valori di calcolo della portanza orizzontale per fondazioni profonde



#### Elemento: 1 - Palo singolo

| Cmb.            | Palo | coord.X | coord.Y | Ved    | Mecc.    | Mu      | V lim   | Ver.V | Stato |
|-----------------|------|---------|---------|--------|----------|---------|---------|-------|-------|
| Num e tipo.     | n.   | cm      | cm      | N      | -        | N cm    | N       |       |       |
| 036 SLV A1 Sism | 1    | 0.000   | 0.000   | 5388.0 | P. Lungo | 4086764 | 28204.0 | 0.191 | OK    |

Sollecitazioni:

| Cmb             | N       | Tx    | Ty     | Mx      | My     |
|-----------------|---------|-------|--------|---------|--------|
| Num. e tipo     | N       | N     | N      | N cm    | N cm   |
| 036 SLV A1 Sism | -1710.8 | 869.4 | 5317.4 | -656300 | 377500 |

#### Elemento: 2 - Palo singolo

| Cmb.            | Palo | coord.X | coord.Y | Ved    | Mecc.    | Mu      | V lim   | Ver.V | Stato |
|-----------------|------|---------|---------|--------|----------|---------|---------|-------|-------|
| Num e tipo.     | n.   | cm      | cm      | N      | -        | N cm    | N       |       |       |
| 026 SLV A1 Sism | 1    | 0.000   | 0.000   | 5388.0 | P. Lungo | 4086764 | 28204.0 | 0.191 | OK    |

Sollecitazioni:

| Cmb             | N       | Tx     | Ty     | Mx      | My      |
|-----------------|---------|--------|--------|---------|---------|
| Num. e tipo     | N       | N      | N      | N cm    | N cm    |
| 026 SLV A1 Sism | -1710.8 | -869.4 | 5317.4 | -656300 | -377500 |

#### Elemento: 3 - Palo singolo

| Cmb.            | Palo | coord.X | coord.Y | Ved    | Mecc.    | Mu      | V lim   | Ver.V | Stato |
|-----------------|------|---------|---------|--------|----------|---------|---------|-------|-------|
| Num e tipo.     | n.   | cm      | cm      | N      | -        | N cm    | N       |       |       |
| 033 SLV A1 Sism | 1    | 0.000   | 0.000   | 5440.3 | P. Lungo | 4123140 | 28388.0 | 0.192 | OK    |

Sollecitazioni:

| Cmb             | N        | Tx      | Ty      | Mx     | My      |
|-----------------|----------|---------|---------|--------|---------|
| Num. e tipo     | N        | N       | N       | N cm   | N cm    |
| 033 SLV A1 Sism | -10898.3 | -1106.1 | -5326.7 | 630500 | -412700 |

#### Elemento: 4 - Palo singolo

| Cmb.            | Palo | coord.X | coord.Y | Ved    | Mecc.    | Mu      | V lim   | Ver.V | Stato |
|-----------------|------|---------|---------|--------|----------|---------|---------|-------|-------|
| Num e tipo.     | n.   | cm      | cm      | N      | -        | N cm    | N       |       |       |
| 027 SLV A1 Sism | 1    | 0.000   | 0.000   | 5440.3 | P. Lungo | 4123140 | 28388.0 | 0.192 | OK    |

Sollecitazioni:

| Cmb             | N        | Tx     | Ty      | Mx     | My     |
|-----------------|----------|--------|---------|--------|--------|
| Num. e tipo     | N        | N      | N       | N cm   | N cm   |
| 027 SLV A1 Sism | -10898.3 | 1106.1 | -5326.7 | 630500 | 412700 |

## L. Verifiche pali di fondazione

### MATERIALI

#### Calcestruzzo:

Caratteristiche meccaniche del calcestruzzo:

|           |                                                                |
|-----------|----------------------------------------------------------------|
| $R_{ck}$  | Resistenza cubica                                              |
| $f_{ck}$  | Resistenza cilindrica                                          |
| $f_{ctm}$ | Resistenza media a trazione semplice assiale                   |
| $f_{cd}$  | Resistenza di progetto a compressione ( $\alpha_{cc} = 0,85$ ) |
| $f_{ctd}$ | Resistenza di progetto a trazione                              |
| $E_c$     | Modulo elastico                                                |
| $G_c$     | Modulo di elasticità tangenziale                               |
| $\rho_c$  | Peso per unità di volume                                       |

Calcestruzzo pali: classe: C28/35

| $R_{ck}$            | $f_{ck}$            | $f_{ctm}$           | $f_{cd}$            | $f_{ctd}$           | $E_c$               | $G_c$               | $\rho_c$ |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------|
| daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | daN/mc   |
| 350                 | 290                 | 28,3                | 164,3               | 13,2                | 325750              | 145424              | 2500     |

Condizioni ambientali pali: aggressive

#### Acciaio per armature:

Caratteristiche meccaniche dell'acciaio:

|          |                          |
|----------|--------------------------|
| $f_{yk}$ | Tensione di snervamento  |
| $f_{yd}$ | Resistenza di progetto   |
| $f_{tk}$ | Tensione di rottura      |
| $E$      | Modulo elastico          |
| $\rho_A$ | Peso per unità di volume |

Acciaio:

| Classe | $f_{yk}$            | $f_{yd}$            | $f_{tk}$            | $E$                 | $\rho_A$ | Aderenza   |
|--------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------|------------|
|        | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | daN/mc   |            |
| B450C  | 4500                | 3913,0              | 5400                | 2060000             | 7850,0   | Migliorata |

#### Sollecitazioni alla base del pilastro

| Cmb | Plin. | Tipo         | Vx     | Vy     | N       | Mx      | My      | T      |
|-----|-------|--------------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
|     |       |              | daN    | daN    | daN     | daN cm  | daN cm  | daN cm |
| 1   | 1     | SLU STR.     | 0      | 15,4   | -2712,7 | -3431,9 | 0       | 0,0    |
| 2   | 1     | SLU STR.     | 0      | 14     | -2255,9 | -2982,4 | 0       | 0,0    |
| 3   | 1     | SLU STR.     | 0,0    | 50,3   | -4011,3 | -6892,6 | -1,5    | -1,2   |
| 4   | 1     | SLU STR.     | 0,0    | 48,9   | -3554,4 | -6443,2 | -1,5    | -1,2   |
| 5   | 1     | SLU A1 sism. | -325,1 | -134,3 | -1784,7 | 15460   | -131000 | 547,1  |
| 6   | 1     | SLU A1 sism. | -320,7 | 124,7  | -1157,3 | -16070  | -130400 | 1048,5 |

|    |   |              |        |        |         |         |         |         |
|----|---|--------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 7  | 1 | SLU A1 sism. | 320,7  | -117,2 | -1743,2 | 13370   | 130400  | -1048,5 |
| 8  | 1 | SLU A1 sism. | 325,1  | 141,8  | -1115,8 | -18160  | 131000  | -547,1  |
| 9  | 1 | SLU A1 sism. | -320,9 | -161,2 | -1849,7 | 18720   | -130400 | 1027,8  |
| 10 | 1 | SLU A1 sism. | -324,9 | 151,5  | -1092,3 | -19340  | -131000 | 567,8   |
| 11 | 1 | SLU A1 sism. | 324,9  | -144,0 | -1808,2 | 16640   | 131000  | -567,8  |
| 12 | 1 | SLU A1 sism. | 320,9  | 168,6  | -1050,8 | -21420  | 130400  | -1027,8 |
| 13 | 1 | SLU A1 sism. | -314,2 | -148,9 | -1820,1 | 17230   | -129400 | 1800,7  |
| 14 | 1 | SLU A1 sism. | -309,8 | 110,1  | -1192,6 | -14300  | -128800 | 2302,2  |
| 15 | 1 | SLU A1 sism. | 309,8  | -102,6 | -1707,9 | 11590   | 128800  | -2302,2 |
| 16 | 1 | SLU A1 sism. | 314,2  | 156,4  | -1080,4 | -19940  | 129400  | -1800,7 |
| 17 | 1 | SLU A1 sism. | -310,0 | -175,8 | -1885,1 | 20500   | -128800 | 2281,5  |
| 18 | 1 | SLU A1 sism. | -314,0 | 136,9  | -1127,7 | -17560  | -129400 | 1821,4  |
| 19 | 1 | SLU A1 sism. | 314,0  | -129,4 | -1772,8 | 14860   | 129400  | -1821,4 |
| 20 | 1 | SLU A1 sism. | 310,0  | 183,2  | -1015,4 | -23200  | 128800  | -2281,5 |
| 21 | 1 | SLU A1 sism. | -104,2 | -430,5 | -2502,3 | 51510   | -40320  | -596,4  |
| 22 | 1 | SLU A1 sism. | -89,5  | 432,8  | -410,7  | -53590  | -38110  | 1075,1  |
| 23 | 1 | SLU A1 sism. | 89,5   | -425,4 | -2489,8 | 50890   | 38110   | -1075,1 |
| 24 | 1 | SLU A1 sism. | 104,2  | 438,0  | -398,2  | -54210  | 40320   | 596,4   |
| 25 | 1 | SLU A1 sism. | -101,0 | -434,9 | -2512,9 | 52040   | -39830  | -220,3  |
| 26 | 1 | SLU A1 sism. | -86,3  | 428,5  | -421,3  | -53060  | -37630  | 1451,2  |
| 27 | 1 | SLU A1 sism. | 86,3   | -421,0 | -2479,2 | 50350   | 37630   | -1451,2 |
| 28 | 1 | SLU A1 sism. | 101,0  | 442,4  | -387,6  | -54750  | 39830   | 220,3   |
| 29 | 1 | SLU A1 sism. | -90,2  | -519,9 | -2718,8 | 62390   | -38230  | 1006,1  |
| 30 | 1 | SLU A1 sism. | -103,5 | 522,2  | -194,1  | -64470  | -40200  | -527,4  |
| 31 | 1 | SLU A1 sism. | 103,5  | -514,8 | -2706,3 | 61770   | 40200   | 527,4   |
| 32 | 1 | SLU A1 sism. | 90,2   | 527,4  | -181,7  | -65090  | 38230   | -1006,1 |
| 33 | 1 | SLU A1 sism. | -86,9  | -524,3 | -2729,4 | 62930   | -37750  | 1382,2  |
| 34 | 1 | SLU A1 sism. | -100,3 | 517,8  | -204,8  | -63940  | -39710  | -151,3  |
| 35 | 1 | SLU A1 sism. | 100,3  | -510,4 | -2695,7 | 61230   | 39710   | 151,3   |
| 36 | 1 | SLU A1 sism. | 86,9   | 531,7  | -171,1  | -65630  | 37750   | -1382,2 |
| 69 | 1 | SLE Rare     | 0      | 10,7   | -1994,6 | -2453,4 | 0       | 0       |
| 70 | 1 | SLE Rare     | 0,0    | 33,9   | -2860,3 | -4760,6 | -1,0    | -0,8    |
| 71 | 1 | SLE Freq.    | 0      | 3,7    | -1450,2 | -1351,3 | 0       | 0       |
| 72 | 1 | SLE Quasi P. | 0      | 3,7    | -1450,2 | -1351,3 | 0       | 0       |
| 1  | 2 | SLU STR.     | 0      | 15,4   | -2712,7 | -3431,9 | 0       | 0,0     |
| 2  | 2 | SLU STR.     | 0      | 14     | -2255,9 | -2982,4 | 0       | 0,0     |
| 3  | 2 | SLU STR.     | 0,0    | 50,2   | -4001,7 | -6874,9 | -1,5    | -1,2    |
| 4  | 2 | SLU STR.     | 0,0    | 48,8   | -3544,9 | -6425,4 | -1,5    | -1,2    |
| 5  | 2 | SLU A1 sism. | -324,9 | -144,0 | -1808,2 | 16640   | -131000 | 567,8   |
| 6  | 2 | SLU A1 sism. | -320,9 | 168,6  | -1050,8 | -21420  | -130400 | 1027,8  |
| 7  | 2 | SLU A1 sism. | 320,9  | -161,2 | -1849,7 | 18720   | 130400  | -1027,8 |
| 8  | 2 | SLU A1 sism. | 324,9  | 151,5  | -1092,3 | -19340  | 131000  | -567,8  |
| 9  | 2 | SLU A1 sism. | -320,7 | -117,2 | -1743,2 | 13370   | -130400 | 1048,5  |
| 10 | 2 | SLU A1 sism. | -325,1 | 141,8  | -1115,8 | -18160  | -131000 | 547,1   |
| 11 | 2 | SLU A1 sism. | 325,1  | -134,3 | -1784,7 | 15460   | 131000  | -547,1  |
| 12 | 2 | SLU A1 sism. | 320,7  | 124,7  | -1157,3 | -16070  | 130400  | -1048,5 |
| 13 | 2 | SLU A1 sism. | -314,0 | -129,4 | -1772,8 | 14860   | -129400 | 1821,4  |
| 14 | 2 | SLU A1 sism. | -310,0 | 183,2  | -1015,4 | -23200  | -128800 | 2281,5  |
| 15 | 2 | SLU A1 sism. | 310,0  | -175,8 | -1885,1 | 20500   | 128800  | -2281,5 |
| 16 | 2 | SLU A1 sism. | 314,0  | 136,9  | -1127,7 | -17560  | 129400  | -1821,4 |
| 17 | 2 | SLU A1 sism. | -309,8 | -102,6 | -1707,9 | 11590   | -128800 | 2302,2  |
| 18 | 2 | SLU A1 sism. | -314,2 | 156,4  | -1080,4 | -19940  | -129400 | 1800,7  |
| 19 | 2 | SLU A1 sism. | 314,2  | -148,9 | -1820,1 | 17230   | 129400  | -1800,7 |
| 20 | 2 | SLU A1 sism. | 309,8  | 110,1  | -1192,6 | -14300  | 128800  | -2302,2 |
| 21 | 2 | SLU A1 sism. | -103,5 | -514,8 | -2706,3 | 61770   | -40200  | -527,4  |

|    |   |              |        |        |         |         |         |         |
|----|---|--------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 22 | 2 | SLU A1 sism. | -90,2  | 527,4  | -181,7  | -65090  | -38230  | 1006,1  |
| 23 | 2 | SLU A1 sism. | 90,2   | -519,9 | -2718,8 | 62390   | 38230   | -1006,1 |
| 24 | 2 | SLU A1 sism. | 103,5  | 522,2  | -194,1  | -64470  | 40200   | 527,4   |
| 25 | 2 | SLU A1 sism. | -100,3 | -510,4 | -2695,7 | 61230   | -39710  | -151,3  |
| 26 | 2 | SLU A1 sism. | -86,9  | 531,7  | -171,1  | -65630  | -37750  | 1382,2  |
| 27 | 2 | SLU A1 sism. | 86,9   | -524,3 | -2729,4 | 62930   | 37750   | -1382,2 |
| 28 | 2 | SLU A1 sism. | 100,3  | 517,8  | -204,8  | -63940  | 39710   | 151,3   |
| 29 | 2 | SLU A1 sism. | -89,5  | -425,4 | -2489,8 | 50890   | -38110  | 1075,1  |
| 30 | 2 | SLU A1 sism. | -104,2 | 438,0  | -398,2  | -54210  | -40320  | -596,4  |
| 31 | 2 | SLU A1 sism. | 104,2  | -430,5 | -2502,3 | 51510   | 40320   | 596,4   |
| 32 | 2 | SLU A1 sism. | 89,5   | 432,8  | -410,7  | -53590  | 38110   | -1075,1 |
| 33 | 2 | SLU A1 sism. | -86,3  | -421,0 | -2479,2 | 50350   | -37630  | 1451,2  |
| 34 | 2 | SLU A1 sism. | -101,0 | 442,4  | -387,6  | -54750  | -39830  | -220,3  |
| 35 | 2 | SLU A1 sism. | 101,0  | -434,9 | -2512,9 | 52040   | 39830   | 220,3   |
| 36 | 2 | SLU A1 sism. | 86,3   | 428,5  | -421,3  | -53060  | 37630   | -1451,2 |
| 69 | 2 | SLE Rare     | 0      | 10,7   | -1994,6 | -2453,4 | 0       | 0       |
| 70 | 2 | SLE Rare     | 0,0    | 33,9   | -2853,9 | -4748,8 | -1,0    | -0,8    |
| 71 | 2 | SLE Freq.    | 0      | 3,7    | -1450,2 | -1351,3 | 0       | 0       |
| 72 | 2 | SLE Quasi P. | 0      | 3,7    | -1450,2 | -1351,3 | 0       | 0       |
| 1  | 3 | SLU STR.     | 0      | -15,4  | -4927,5 | -2972,9 | 0       | 0       |
| 2  | 3 | SLU STR.     | 0      | -14    | -4168,2 | -2565,0 | 0       | 0       |
| 3  | 3 | SLU STR.     | 0,0    | -50,3  | -7811,6 | -5394,5 | 1,5     | -1,2    |
| 4  | 3 | SLU STR.     | 0,0    | -48,9  | -7052,3 | -4986,7 | 1,5     | -1,2    |
| 5  | 3 | SLU A1 sism. | -333,2 | -142,0 | -2034,5 | 15570   | -132300 | 434,7   |
| 6  | 3 | SLU A1 sism. | -337,6 | 117,4  | -2662,0 | -15970  | -132900 | 952,8   |
| 7  | 3 | SLU A1 sism. | 337,6  | -124,9 | -2076   | 13490   | 132900  | -952,8  |
| 8  | 3 | SLU A1 sism. | 333,2  | 134,6  | -2703,5 | -18050  | 132300  | -434,7  |
| 9  | 3 | SLU A1 sism. | -337,4 | -168,9 | -1969,6 | 18840   | -132900 | 931,8   |
| 10 | 3 | SLU A1 sism. | -333,4 | 144,3  | -2727,0 | -19230  | -132300 | 455,7   |
| 11 | 3 | SLU A1 sism. | 333,4  | -151,7 | -2011,0 | 16750   | 132300  | -455,7  |
| 12 | 3 | SLU A1 sism. | 337,4  | 161,5  | -2768,4 | -21320  | 132900  | -931,8  |
| 13 | 3 | SLU A1 sism. | -344,0 | -156,7 | -1999,1 | 17350   | -133900 | 1681,9  |
| 14 | 3 | SLU A1 sism. | -348,4 | 102,8  | -2626,6 | -14190  | -134500 | 2200,1  |
| 15 | 3 | SLU A1 sism. | 348,4  | -110,3 | -2111,4 | 11710   | 134500  | -2200,1 |
| 16 | 3 | SLU A1 sism. | 344,0  | 149,2  | -2738,8 | -19830  | 133900  | -1681,9 |
| 17 | 3 | SLU A1 sism. | -348,2 | -183,5 | -1934,2 | 20610   | -134500 | 2179,1  |
| 18 | 3 | SLU A1 sism. | -344,2 | 129,7  | -2691,6 | -17450  | -133900 | 1702,9  |
| 19 | 3 | SLU A1 sism. | 344,2  | -137,1 | -2046,4 | 14970   | 133900  | -1702,9 |
| 20 | 3 | SLU A1 sism. | 348,2  | 176,1  | -2803,8 | -23100  | 134500  | -2179,1 |
| 21 | 3 | SLU A1 sism. | -93,4  | -438,7 | -1317,0 | 51640   | -38700  | -655,4  |
| 22 | 3 | SLU A1 sism. | -107,9 | 426,1  | -3408,6 | -53490  | -40850  | 1071,7  |
| 23 | 3 | SLU A1 sism. | 107,9  | -433,6 | -1329,4 | 51010   | 40850   | -1071,7 |
| 24 | 3 | SLU A1 sism. | 93,4   | 431,3  | -3421,0 | -54120  | 38700   | 655,4   |
| 25 | 3 | SLU A1 sism. | -96,6  | -443,1 | -1306,4 | 52170   | -39190  | -281,3  |
| 26 | 3 | SLU A1 sism. | -111,1 | 421,7  | -3398,0 | -52960  | -41330  | 1445,9  |
| 27 | 3 | SLU A1 sism. | 111,1  | -429,2 | -1340,0 | 50480   | 41330   | -1445,9 |
| 28 | 3 | SLU A1 sism. | 96,6   | 435,7  | -3431,6 | -54650  | 39190   | 281,3   |
| 29 | 3 | SLU A1 sism. | -107,4 | -528,3 | -1100,4 | 62520   | -40790  | 1001,7  |
| 30 | 3 | SLU A1 sism. | -93,9  | 515,7  | -3625,1 | -64380  | -38760  | -585,4  |
| 31 | 3 | SLU A1 sism. | 93,9   | -523,1 | -1112,9 | 61900   | 38760   | 585,4   |
| 32 | 3 | SLU A1 sism. | 107,4  | 520,8  | -3637,5 | -65000  | 40790   | -1001,7 |
| 33 | 3 | SLU A1 sism. | -110,6 | -532,7 | -1089,8 | 63050   | -41270  | 1375,9  |
| 34 | 3 | SLU A1 sism. | -97,1  | 511,3  | -3614,5 | -63840  | -39240  | -211,3  |
| 35 | 3 | SLU A1 sism. | 97,1   | -518,7 | -1123,5 | 61360   | 39240   | 211,3   |
| 36 | 3 | SLU A1 sism. | 110,6  | 525,2  | -3648,2 | -65540  | 41270   | -1375,9 |

|    |   |              |        |        |         |         |         |         |
|----|---|--------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 69 | 3 | SLE Rare     | 0      | -10,7  | -3584,7 | -2135,4 | 0       | 0       |
| 70 | 3 | SLE Rare     | 0,0    | -33,9  | -5507,4 | -3749,8 | 1,0     | -0,8    |
| 71 | 3 | SLE Freq.    | 0      | -3,7   | -2369,0 | -1240,3 | 0       | 0       |
| 72 | 3 | SLE Quasi P. | 0      | -3,7   | -2369,0 | -1240,3 | 0       | 0       |
| 1  | 4 | SLU STR.     | 0      | -15,4  | -4927,5 | -2972,9 | 0       | 0       |
| 2  | 4 | SLU STR.     | 0      | -14    | -4168,2 | -2565,0 | 0       | 0       |
| 3  | 4 | SLU STR.     | 0,0    | -50,2  | -7790,2 | -5380,0 | 1,5     | -1,2    |
| 4  | 4 | SLU STR.     | 0,0    | -48,8  | -7030,9 | -4972,2 | 1,5     | -1,2    |
| 5  | 4 | SLU A1 sism. | -333,4 | -151,7 | -2011,0 | 16750   | -132300 | 455,7   |
| 6  | 4 | SLU A1 sism. | -337,4 | 161,5  | -2768,4 | -21320  | -132900 | 931,8   |
| 7  | 4 | SLU A1 sism. | 337,4  | -168,9 | -1969,6 | 18840   | 132900  | -931,8  |
| 8  | 4 | SLU A1 sism. | 333,4  | 144,3  | -2727,0 | -19230  | 132300  | -455,7  |
| 9  | 4 | SLU A1 sism. | -337,6 | -124,9 | -2076   | 13490   | -132900 | 952,8   |
| 10 | 4 | SLU A1 sism. | -333,2 | 134,6  | -2703,5 | -18050  | -132300 | 434,7   |
| 11 | 4 | SLU A1 sism. | 333,2  | -142,0 | -2034,5 | 15570   | 132300  | -434,7  |
| 12 | 4 | SLU A1 sism. | 337,6  | 117,4  | -2662,0 | -15970  | 132900  | -952,8  |
| 13 | 4 | SLU A1 sism. | -344,2 | -137,1 | -2046,4 | 14970   | -133900 | 1702,9  |
| 14 | 4 | SLU A1 sism. | -348,2 | 176,1  | -2803,8 | -23100  | -134500 | 2179,1  |
| 15 | 4 | SLU A1 sism. | 348,2  | -183,5 | -1934,2 | 20610   | 134500  | -2179,1 |
| 16 | 4 | SLU A1 sism. | 344,2  | 129,7  | -2691,6 | -17450  | 133900  | -1702,9 |
| 17 | 4 | SLU A1 sism. | -348,4 | -110,3 | -2111,4 | 11710   | -134500 | 2200,1  |
| 18 | 4 | SLU A1 sism. | -344,0 | 149,2  | -2738,8 | -19830  | -133900 | 1681,9  |
| 19 | 4 | SLU A1 sism. | 344,0  | -156,7 | -1999,1 | 17350   | 133900  | -1681,9 |
| 20 | 4 | SLU A1 sism. | 348,4  | 102,8  | -2626,6 | -14190  | 134500  | -2200,1 |
| 21 | 4 | SLU A1 sism. | -93,9  | -523,1 | -1112,9 | 61900   | -38760  | -585,4  |
| 22 | 4 | SLU A1 sism. | -107,4 | 520,8  | -3637,5 | -65000  | -40790  | 1001,7  |
| 23 | 4 | SLU A1 sism. | 107,4  | -528,3 | -1100,4 | 62520   | 40790   | -1001,7 |
| 24 | 4 | SLU A1 sism. | 93,9   | 515,7  | -3625,1 | -64380  | 38760   | 585,4   |
| 25 | 4 | SLU A1 sism. | -97,1  | -518,7 | -1123,5 | 61360   | -39240  | -211,3  |
| 26 | 4 | SLU A1 sism. | -110,6 | 525,2  | -3648,2 | -65540  | -41270  | 1375,9  |
| 27 | 4 | SLU A1 sism. | 110,6  | -532,7 | -1089,8 | 63050   | 41270   | -1375,9 |
| 28 | 4 | SLU A1 sism. | 97,1   | 511,3  | -3614,5 | -63840  | 39240   | 211,3   |
| 29 | 4 | SLU A1 sism. | -107,9 | -433,6 | -1329,4 | 51010   | -40850  | 1071,7  |
| 30 | 4 | SLU A1 sism. | -93,4  | 431,3  | -3421,0 | -54120  | -38700  | -655,4  |
| 31 | 4 | SLU A1 sism. | 93,4   | -438,7 | -1317,0 | 51640   | 38700   | 655,4   |
| 32 | 4 | SLU A1 sism. | 107,9  | 426,1  | -3408,6 | -53490  | 40850   | -1071,7 |
| 33 | 4 | SLU A1 sism. | -111,1 | -429,2 | -1340,0 | 50480   | -41330  | 1445,9  |
| 34 | 4 | SLU A1 sism. | -96,6  | 435,7  | -3431,6 | -54650  | -39190  | -281,3  |
| 35 | 4 | SLU A1 sism. | 96,6   | -443,1 | -1306,4 | 52170   | 39190   | 281,3   |
| 36 | 4 | SLU A1 sism. | 111,1  | 421,7  | -3398,0 | -52960  | 41330   | -1445,9 |
| 69 | 4 | SLE Rare     | 0      | -10,7  | -3584,7 | -2135,4 | 0       | 0       |
| 70 | 4 | SLE Rare     | 0,0    | -33,8  | -5493,2 | -3740,1 | 1,0     | -0,8    |
| 71 | 4 | SLE Freq.    | 0      | -3,7   | -2369,0 | -1240,3 | 0       | 0       |
| 72 | 4 | SLE Quasi P. | 0      | -3,7   | -2369,0 | -1240,3 | 0       | 0       |

## L1. VERIFICHE PALI

Diametro palo = 30,0 cm  
 Armatura corrente: 7 Ø 16 = 14,1 cmq  
 Armatura a taglio - st. spirale Ø8 / 12

Area delle armature = 14.1 cmq > 0.3% area della sezione = 2.1 cmq Ok

#### VERIFICHE VERIFICHE STATO LIMITE ULTIMO:

Ver. N/M = rapporto  $S_d/S_u$  con sollecitazioni ultime proporzionali

Ver. (25) = rapporto  $N_d/N_u$ , dove  $N_u$  viene ottenuto con riduzione del 25% di  $f_{cd}$

Ver.V = verifica a taglio, rapporto  $V_d/V_{rd}$

(Verifica positiva per valori inferiori a 1)

#### Pilino n. 1

| Cmb. | Palo | Quota  | N       | V     | M        | Ver. N/M | Ver.(25) | Ver.V | Stato |
|------|------|--------|---------|-------|----------|----------|----------|-------|-------|
|      |      | cm     | daN     | daN   | daN cm   |          |          |       |       |
| 10   | 1    | 0      | -1092,3 | 358,4 | 132429,6 | 0,282    | 0,016    | 0,025 | Ok    |
| 3    | 1    | 0      | -4011,3 | 50,3  | 6892,6   | 0,014    | 0,058    | 0,003 | Ok    |
| 36   | 1    | 0      | -171,1  | 538,8 | 75710,4  | 0,163    | 0,002    | 0,038 | Ok    |
| 10   | 1    | -33,3  | -991,0  | 164,7 | 140190,4 | 0,299    | 0,014    | 0,012 | Ok    |
| 3    | 1    | -33,3  | -3639,5 | 10,4  | 8283,0   | 0,017    | 0,052    | 0,001 | Ok    |
| 20   | 1    | -33,3  | -921,3  | 169,1 | 138513,8 | 0,296    | 0,013    | 0,012 | Ok    |
| 10   | 1    | -66,7  | -928,6  | 475,1 | 135117,4 | 0,289    | 0,013    | 0,033 | Ok    |
| 3    | 1    | -66,7  | -3410,3 | 18,1  | 8631,2   | 0,018    | 0,049    | 0,001 | Ok    |
| 10   | 1    | -100   | -869,8  | 616,4 | 119340,7 | 0,255    | 0,012    | 0,043 | Ok    |
| 3    | 1    | -100   | -3194,1 | 34,2  | 8027,4   | 0,017    | 0,046    | 0,002 | Ok    |
| 10   | 1    | -133,3 | -814,2  | 599,8 | 98810,8  | 0,211    | 0,012    | 0,042 | Ok    |
| 3    | 1    | -133,3 | -2990,0 | 37,9  | 6886,2   | 0,014    | 0,043    | 0,003 | Ok    |
| 10   | 1    | -166,7 | -761,7  | 544,9 | 78822,9  | 0,169    | 0,011    | 0,038 | Ok    |
| 3    | 1    | -166,7 | -2797,2 | 35,9  | 5622,7   | 0,012    | 0,040    | 0,003 | Ok    |
| 10   | 1    | -200   | -712,1  | 484,4 | 60662,8  | 0,130    | 0,010    | 0,034 | Ok    |
| 3    | 1    | -200   | -2615,1 | 32,7  | 4425,5   | 0,009    | 0,038    | 0,002 | Ok    |
| 10   | 1    | -233,3 | -665,2  | 412,7 | 44519,9  | 0,095    | 0,010    | 0,029 | Ok    |
| 3    | 1    | -233,3 | -2442,9 | 28,5  | 3334,7   | 0,007    | 0,035    | 0,002 | Ok    |
| 12   | 1    | -266,7 | -597,2  | 337,6 | 30757,8  | 0,066    | 0,009    | 0,024 | Ok    |
| 3    | 1    | -266,7 | -2279,9 | 23,8  | 2384,7   | 0,005    | 0,033    | 0,002 | Ok    |
| 10   | 1    | -266,7 | -620,8  | 337,9 | 30765,6  | 0,066    | 0,009    | 0,024 | Ok    |
| 12   | 1    | -300   | -556,8  | 265,5 | 19508,5  | 0,042    | 0,008    | 0,019 | Ok    |
| 3    | 1    | -300   | -2125,6 | 19,2  | 1590,3   | 0,003    | 0,030    | 0,001 | Ok    |
| 10   | 1    | -300   | -578,8  | 265,7 | 19505,3  | 0,042    | 0,008    | 0,019 | Ok    |
| 12   | 1    | -333,3 | -518,5  | 199,8 | 10666,5  | 0,023    | 0,007    | 0,014 | Ok    |
| 3    | 1    | -333,3 | -1979,4 | 14,8  | 951,9    | 0,002    | 0,028    | 0,001 | Ok    |
| 10   | 1    | -333,3 | -539,0  | 199,9 | 10654,6  | 0,023    | 0,008    | 0,014 | Ok    |
| 36   | 1    | -366,7 | -78,5   | 115,8 | 4908,7   | 0,011    | 0,001    | 0,008 | Ok    |
| 3    | 1    | -366,7 | -1840,7 | 10,8  | 460,0    | 0,001    | 0,026    | 0,001 | Ok    |
| 10   | 1    | -366,7 | -501,2  | 142,6 | 4013,5   | 0,009    | 0,007    | 0,010 | Ok    |
| 36   | 1    | -400   | -72,9   | 80,1  | 1200,4   | 0,003    | 0,001    | 0,006 | Ok    |
| 3    | 1    | -400   | -1708,9 | 7,5   | 98,4     | 0,000    | 0,025    | 0,001 | Ok    |
| 12   | 1    | -400   | -447,7  | 94,7  | 942,1    | 0,002    | 0,006    | 0,007 | Ok    |
| 10   | 1    | -433,3 | -431,2  | 56,3  | 3956,1   | 0,009    | 0,006    | 0,004 | Ok    |
| 3    | 1    | -433,3 | -1583,7 | 4,8   | 151,7    | 0,000    | 0,023    | 0,000 | Ok    |
| 12   | 1    | -433,3 | -414,9  | 56,3  | 3947,4   | 0,008    | 0,006    | 0,004 | Ok    |
| 10   | 1    | -466,7 | -398,8  | 26,8  | 5819,0   | 0,013    | 0,006    | 0,002 | Ok    |
| 3    | 1    | -466,7 | -1464,4 | 2,6   | 310,6    | 0,001    | 0,021    | 0,000 | Ok    |
| 36   | 1    | -466,7 | -62,5   | 27,8  | 3400,7   | 0,007    | 0,001    | 0,002 | Ok    |
| 10   | 1    | -500   | -367,8  | 5,4   | 6704,1   | 0,014    | 0,005    | 0,000 | Ok    |
| 3    | 1    | -500   | -1350,8 | 1,0   | 397,7    | 0,001    | 0,019    | 0,000 | Ok    |
| 36   | 1    | -500   | -57,6   | 10,7  | 4305,4   | 0,009    | 0,001    | 0,001 | Ok    |
| 10   | 1    | -533,3 | -338,3  | 10,1  | 6869,3   | 0,015    | 0,005    | 0,001 | Ok    |
| 3    | 1    | -533,3 | -1242,2 | 0,2   | 430,6    | 0,001    | 0,018    | 0,000 | Ok    |
| 8    | 1    | -533,3 | -345,5  | 10,1  | 6858,2   | 0,015    | 0,005    | 0,001 | Ok    |
| 10   | 1    | -566,7 | -310,0  | 19,4  | 6538,0   | 0,014    | 0,004    | 0,001 | Ok    |
| 3    | 1    | -566,7 | -1138,3 | 0,9   | 424,9    | 0,001    | 0,016    | 0,000 | Ok    |

|    |   |        |         |      |        |       |       |       |    |
|----|---|--------|---------|------|--------|-------|-------|-------|----|
| 10 | 1 | -600   | -282,9  | 24,4 | 5893,2 | 0,013 | 0,004 | 0,002 | Ok |
| 3  | 1 | -600   | -1038,8 | 1,4  | 393,6  | 0,001 | 0,015 | 0,000 | Ok |
| 10 | 1 | -633,3 | -256,8  | 26,2 | 5079,2 | 0,011 | 0,004 | 0,002 | Ok |
| 3  | 1 | -633,3 | -943,2  | 1,6  | 346,9  | 0,001 | 0,014 | 0,000 | Ok |
| 10 | 1 | -666,7 | -231,8  | 25,7 | 4204,7 | 0,009 | 0,003 | 0,002 | Ok |
| 3  | 1 | -666,7 | -851,2  | 1,7  | 293,0  | 0,001 | 0,012 | 0,000 | Ok |
| 10 | 1 | -700   | -207,6  | 23,7 | 3347,2 | 0,007 | 0,003 | 0,002 | Ok |
| 3  | 1 | -700   | -762,5  | 1,6  | 237,7  | 0,001 | 0,011 | 0,000 | Ok |
| 10 | 1 | -733,3 | -184,2  | 20,7 | 2558,3 | 0,006 | 0,003 | 0,001 | Ok |
| 3  | 1 | -733,3 | -676,6  | 1,4  | 185,1  | 0,000 | 0,010 | 0,000 | Ok |
| 10 | 1 | -766,7 | -161,5  | 17,2 | 1869,1 | 0,004 | 0,002 | 0,001 | Ok |
| 3  | 1 | -766,7 | -593,3  | 1,2  | 137,9  | 0,000 | 0,009 | 0,000 | Ok |
| 10 | 1 | -800   | -139,5  | 13,7 | 1294,4 | 0,003 | 0,002 | 0,001 | Ok |
| 3  | 1 | -800   | -512,2  | 1,0  | 97,5   | 0,000 | 0,007 | 0,000 | Ok |
| 10 | 1 | -833,3 | -117,9  | 10,3 | 837,6  | 0,002 | 0,002 | 0,001 | Ok |
| 3  | 1 | -833,3 | -433,1  | 0,8  | 64,6   | 0,000 | 0,006 | 0,000 | Ok |
| 10 | 1 | -866,7 | -96,8   | 7,2  | 493,6  | 0,001 | 0,001 | 0,001 | Ok |
| 3  | 1 | -866,7 | -355,6  | 0,6  | 39,1   | 0,000 | 0,005 | 0,000 | Ok |
| 12 | 1 | -900   | -73,2   | 4,6  | 252,1  | 0,001 | 0,001 | 0,000 | Ok |
| 3  | 1 | -900   | -279,5  | 0,4  | 20,6   | 0,000 | 0,004 | 0,000 | Ok |
| 10 | 1 | -900   | -76,1   | 4,6  | 252,1  | 0,001 | 0,001 | 0,000 | Ok |
| 12 | 1 | -933,3 | -53,5   | 2,4  | 99,6   | 0,000 | 0,001 | 0,000 | Ok |
| 3  | 1 | -933,3 | -204,4  | 0,2  | 8,5    | 0,000 | 0,003 | 0,000 | Ok |
| 12 | 1 | -966,7 | -34,1   | 0,6  | 20,9   | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Ok |
| 3  | 1 | -966,7 | -130,1  | 0,1  | 1,9    | 0,000 | 0,002 | 0,000 | Ok |
| 36 | 1 | -1000  | -5,5    | 0,6  | 0      | 0     | 0,000 | 0,000 | Ok |
| 3  | 1 | -1000  | -130,1  | 0,1  | 0      | 0     | 0,002 | 0,000 | Ok |
| 12 | 1 | -1000  | -34,1   | 0,6  | 0      | 0     | 0,000 | 0,000 | Ok |

**Plinto n. 2**

| Cmb. | Palo | Quota  | N       | V     | M        | Ver. N/M | Ver.(25) | Ver.V | Stato |
|------|------|--------|---------|-------|----------|----------|----------|-------|-------|
|      |      | cm     | daN     | daN   | daN cm   |          |          |       |       |
| 8    | 2    | 0      | -1092,3 | 358,4 | 132429,6 | 0,282    | 0,016    | 0,025 | Ok    |
| 3    | 2    | 0      | -4001,7 | 50,2  | 6874,9   | 0,014    | 0,057    | 0,003 | Ok    |
| 26   | 2    | 0      | -171,1  | 538,8 | 75710,4  | 0,163    | 0,002    | 0,038 | Ok    |
| 8    | 2    | -33,3  | -991,0  | 164,7 | 140190,4 | 0,299    | 0,014    | 0,012 | Ok    |
| 3    | 2    | -33,3  | -3630,8 | 10,4  | 8262,6   | 0,017    | 0,052    | 0,001 | Ok    |
| 14   | 2    | -33,3  | -921,3  | 169,1 | 138513,8 | 0,296    | 0,013    | 0,012 | Ok    |
| 8    | 2    | -66,7  | -928,6  | 475,1 | 135117,4 | 0,289    | 0,013    | 0,033 | Ok    |
| 3    | 2    | -66,7  | -3402,1 | 18,1  | 8610,5   | 0,018    | 0,049    | 0,001 | Ok    |
| 8    | 2    | -100   | -869,8  | 616,4 | 119340,7 | 0,255    | 0,012    | 0,043 | Ok    |
| 3    | 2    | -100   | -3186,4 | 34,1  | 8008,4   | 0,017    | 0,046    | 0,002 | Ok    |
| 8    | 2    | -133,3 | -814,2  | 599,8 | 98810,8  | 0,211    | 0,012    | 0,042 | Ok    |
| 3    | 2    | -133,3 | -2982,8 | 37,8  | 6870,2   | 0,014    | 0,043    | 0,003 | Ok    |
| 8    | 2    | -166,7 | -761,7  | 544,9 | 78822,9  | 0,169    | 0,011    | 0,038 | Ok    |
| 3    | 2    | -166,7 | -2790,5 | 35,8  | 5609,7   | 0,012    | 0,040    | 0,002 | Ok    |
| 8    | 2    | -200   | -712,1  | 484,4 | 60662,8  | 0,130    | 0,010    | 0,034 | Ok    |
| 3    | 2    | -200   | -2608,8 | 32,6  | 4415,3   | 0,009    | 0,037    | 0,002 | Ok    |
| 8    | 2    | -233,3 | -665,2  | 412,7 | 44519,9  | 0,095    | 0,010    | 0,029 | Ok    |
| 3    | 2    | -233,3 | -2437,0 | 28,4  | 3327,1   | 0,007    | 0,035    | 0,002 | Ok    |
| 6    | 2    | -266,7 | -597,2  | 337,6 | 30757,8  | 0,066    | 0,009    | 0,024 | Ok    |
| 3    | 2    | -266,7 | -2274,5 | 23,8  | 2379,3   | 0,005    | 0,033    | 0,002 | Ok    |
| 8    | 2    | -266,7 | -620,8  | 337,9 | 30765,6  | 0,066    | 0,009    | 0,024 | Ok    |
| 6    | 2    | -300   | -556,8  | 265,5 | 19508,5  | 0,042    | 0,008    | 0,019 | Ok    |
| 3    | 2    | -300   | -2120,5 | 19,1  | 1586,7   | 0,003    | 0,030    | 0,001 | Ok    |



**Finanziato  
dall'Unione europea**  
NextGenerationEU



**MINISTERO  
DELLE INFRASTRUTTURE  
E DEI TRASPORTI**

|    |   |        |         |       |         |       |       |       |    |
|----|---|--------|---------|-------|---------|-------|-------|-------|----|
| 8  | 2 | -300   | -578,8  | 265,7 | 19505,3 | 0,042 | 0,008 | 0,019 | Ok |
| 6  | 2 | -333,3 | -518,5  | 199,8 | 10666,5 | 0,023 | 0,007 | 0,014 | Ok |
| 3  | 2 | -333,3 | -1974,7 | 14,7  | 949,9   | 0,002 | 0,028 | 0,001 | Ok |
| 8  | 2 | -333,3 | -539,0  | 199,9 | 10654,6 | 0,023 | 0,008 | 0,014 | Ok |
| 26 | 2 | -366,7 | -78,5   | 115,8 | 4908,7  | 0,011 | 0,001 | 0,008 | Ok |
| 3  | 2 | -366,7 | -1836,3 | 10,8  | 459,0   | 0,001 | 0,026 | 0,001 | Ok |
| 8  | 2 | -366,7 | -501,2  | 142,6 | 4013,5  | 0,009 | 0,007 | 0,010 | Ok |
| 26 | 2 | -400   | -72,9   | 80,1  | 1200,4  | 0,003 | 0,001 | 0,006 | Ok |
| 3  | 2 | -400   | -1704,8 | 7,5   | 98,3    | 0,000 | 0,024 | 0,001 | Ok |
| 6  | 2 | -400   | -447,7  | 94,7  | 942,1   | 0,002 | 0,006 | 0,007 | Ok |
| 8  | 2 | -433,3 | -431,2  | 56,3  | 3956,1  | 0,009 | 0,006 | 0,004 | Ok |
| 3  | 2 | -433,3 | -1579,9 | 4,8   | 151,3   | 0,000 | 0,023 | 0,000 | Ok |
| 6  | 2 | -433,3 | -414,9  | 56,3  | 3947,4  | 0,008 | 0,006 | 0,004 | Ok |
| 8  | 2 | -466,7 | -398,8  | 26,8  | 5819,0  | 0,013 | 0,006 | 0,002 | Ok |
| 3  | 2 | -466,7 | -1460,9 | 2,6   | 309,8   | 0,001 | 0,021 | 0,000 | Ok |
| 26 | 2 | -466,7 | -62,5   | 27,8  | 3400,7  | 0,007 | 0,001 | 0,002 | Ok |
| 8  | 2 | -500   | -367,8  | 5,4   | 6704,1  | 0,014 | 0,005 | 0,000 | Ok |
| 3  | 2 | -500   | -1347,5 | 1,0   | 396,7   | 0,001 | 0,019 | 0,000 | Ok |
| 26 | 2 | -500   | -57,6   | 10,7  | 4305,4  | 0,009 | 0,001 | 0,001 | Ok |
| 8  | 2 | -533,3 | -338,3  | 10,1  | 6869,3  | 0,015 | 0,005 | 0,001 | Ok |
| 3  | 2 | -533,3 | -1239,2 | 0,2   | 429,6   | 0,001 | 0,018 | 0,000 | Ok |
| 10 | 2 | -533,3 | -345,5  | 10,1  | 6858,2  | 0,015 | 0,005 | 0,001 | Ok |
| 8  | 2 | -566,7 | -310,0  | 19,4  | 6538,0  | 0,014 | 0,004 | 0,001 | Ok |
| 3  | 2 | -566,7 | -1135,6 | 0,9   | 423,9   | 0,001 | 0,016 | 0,000 | Ok |
| 8  | 2 | -600   | -282,9  | 24,4  | 5893,2  | 0,013 | 0,004 | 0,002 | Ok |
| 3  | 2 | -600   | -1036,3 | 1,4   | 392,6   | 0,001 | 0,015 | 0,000 | Ok |
| 8  | 2 | -633,3 | -256,8  | 26,2  | 5079,2  | 0,011 | 0,004 | 0,002 | Ok |
| 3  | 2 | -633,3 | -941,0  | 1,6   | 346,1   | 0,001 | 0,014 | 0,000 | Ok |
| 8  | 2 | -666,7 | -231,8  | 25,7  | 4204,7  | 0,009 | 0,003 | 0,002 | Ok |
| 3  | 2 | -666,7 | -849,2  | 1,7   | 292,3   | 0,001 | 0,012 | 0,000 | Ok |
| 8  | 2 | -700   | -207,6  | 23,7  | 3347,2  | 0,007 | 0,003 | 0,002 | Ok |
| 3  | 2 | -700   | -760,6  | 1,6   | 237,1   | 0,001 | 0,011 | 0,000 | Ok |
| 8  | 2 | -733,3 | -184,2  | 20,7  | 2558,3  | 0,006 | 0,003 | 0,001 | Ok |
| 3  | 2 | -733,3 | -675,0  | 1,4   | 184,7   | 0,000 | 0,010 | 0,000 | Ok |
| 8  | 2 | -766,7 | -161,5  | 17,2  | 1869,1  | 0,004 | 0,002 | 0,001 | Ok |
| 3  | 2 | -766,7 | -591,8  | 1,2   | 137,6   | 0,000 | 0,008 | 0,000 | Ok |
| 8  | 2 | -800   | -139,5  | 13,7  | 1294,4  | 0,003 | 0,002 | 0,001 | Ok |
| 3  | 2 | -800   | -511,0  | 1,0   | 97,3    | 0,000 | 0,007 | 0,000 | Ok |
| 8  | 2 | -833,3 | -117,9  | 10,3  | 837,6   | 0,002 | 0,002 | 0,001 | Ok |
| 3  | 2 | -833,3 | -432,0  | 0,8   | 64,4    | 0,000 | 0,006 | 0,000 | Ok |
| 8  | 2 | -866,7 | -96,8   | 7,2   | 493,6   | 0,001 | 0,001 | 0,001 | Ok |
| 3  | 2 | -866,7 | -354,8  | 0,6   | 39,0    | 0,000 | 0,005 | 0,000 | Ok |
| 6  | 2 | -900   | -73,2   | 4,6   | 252,1   | 0,001 | 0,001 | 0,000 | Ok |
| 3  | 2 | -900   | -278,8  | 0,4   | 20,6    | 0,000 | 0,004 | 0,000 | Ok |
| 8  | 2 | -900   | -76,1   | 4,6   | 252,1   | 0,001 | 0,001 | 0,000 | Ok |
| 6  | 2 | -933,3 | -53,5   | 2,4   | 99,6    | 0,000 | 0,001 | 0,000 | Ok |
| 3  | 2 | -933,3 | -203,9  | 0,2   | 8,5     | 0,000 | 0,003 | 0,000 | Ok |
| 6  | 2 | -966,7 | -34,1   | 0,6   | 20,9    | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Ok |
| 3  | 2 | -966,7 | -129,8  | 0,1   | 1,9     | 0,000 | 0,002 | 0,000 | Ok |
| 26 | 2 | -1000  | -5,5    | 0,6   | 0       | 0     | 0,000 | 0,000 | Ok |
| 3  | 2 | -1000  | -129,8  | 0,1   | 0       | 0     | 0,002 | 0,000 | Ok |
| 6  | 2 | -1000  | -34,1   | 0,6   | 0       | 0     | 0,000 | 0,000 | Ok |

**Plinto n. 3**

| Cmb. | Palo | Quota | N | V | M | Ver. N/M | Ver.(25) | Ver.V | Stato |
|------|------|-------|---|---|---|----------|----------|-------|-------|
|------|------|-------|---|---|---|----------|----------|-------|-------|



**Finanziato  
dall'Unione europea**  
NextGenerationEU



**MINISTERO  
DELLE INFRASTRUTTURE  
E DEI TRASPORTI**

|    |   | cm     | daN     | daN   | daN cm   |       |       |       |    |
|----|---|--------|---------|-------|----------|-------|-------|-------|----|
| 17 | 3 | 0      | -1934,2 | 393,6 | 136067,2 | 0,288 | 0,028 | 0,028 | Ok |
| 3  | 3 | 0      | -7811,6 | 50,3  | 5394,5   | 0,011 | 0,112 | 0,003 | Ok |
| 33 | 3 | 0      | -1089,8 | 544,0 | 75360,8  | 0,161 | 0,016 | 0,038 | Ok |
| 17 | 3 | -33,3  | -1754,9 | 164,6 | 144641,3 | 0,306 | 0,025 | 0,012 | Ok |
| 3  | 3 | -33,3  | -7087,5 | 42,9  | 3748,3   | 0,008 | 0,102 | 0,003 | Ok |
| 9  | 3 | -33,3  | -1787,0 | 165,4 | 142385,7 | 0,301 | 0,026 | 0,012 | Ok |
| 17 | 3 | -66,7  | -1644,4 | 484,5 | 139821,6 | 0,296 | 0,024 | 0,034 | Ok |
| 3  | 3 | -66,7  | -6641,2 | 32,4  | 2318,0   | 0,005 | 0,095 | 0,002 | Ok |
| 17 | 3 | -100   | -1540,1 | 634,6 | 123762,5 | 0,263 | 0,022 | 0,045 | Ok |
| 3  | 3 | -100   | -6220,2 | 20,8  | 1237,9   | 0,003 | 0,089 | 0,001 | Ok |
| 17 | 3 | -133,3 | -1441,7 | 620,4 | 102634   | 0,218 | 0,021 | 0,044 | Ok |
| 3  | 3 | -133,3 | -5822,7 | 11,1  | 543,3    | 0,001 | 0,084 | 0,001 | Ok |
| 17 | 3 | -166,7 | -1348,8 | 564,6 | 81961,5  | 0,174 | 0,019 | 0,040 | Ok |
| 3  | 3 | -166,7 | -5447,3 | 7,1   | 173,1    | 0,000 | 0,078 | 0,000 | Ok |
| 17 | 3 | -200   | -1261,0 | 502,4 | 63146,5  | 0,134 | 0,018 | 0,035 | Ok |
| 3  | 3 | -200   | -5092,6 | 4,7   | 64,7     | 0,000 | 0,073 | 0,000 | Ok |
| 17 | 3 | -233,3 | -1177,9 | 428,5 | 46403,8  | 0,099 | 0,017 | 0,030 | Ok |
| 3  | 3 | -233,3 | -4757,2 | 2,8   | 222,6    | 0,000 | 0,068 | 0,000 | Ok |
| 17 | 3 | -266,7 | -1099,3 | 351,2 | 32124,7  | 0,069 | 0,016 | 0,025 | Ok |
| 3  | 3 | -266,7 | -4439,9 | 1,3   | 315,8    | 0,001 | 0,064 | 0,000 | Ok |
| 17 | 3 | -300   | -1024,9 | 276,5 | 20424,2  | 0,044 | 0,015 | 0,019 | Ok |
| 3  | 3 | -300   | -4139,4 | 0,2   | 359,0    | 0,001 | 0,059 | 0,000 | Ok |
| 17 | 3 | -333,3 | -954,4  | 208,2 | 11219,8  | 0,024 | 0,014 | 0,015 | Ok |
| 3  | 3 | -333,3 | -3854,7 | 0,6   | 365,5    | 0,001 | 0,055 | 0,000 | Ok |
| 33 | 3 | -366,7 | -500,1  | 115,9 | 4943,5   | 0,011 | 0,007 | 0,008 | Ok |
| 3  | 3 | -366,7 | -3584,5 | 1,0   | 346,5    | 0,001 | 0,051 | 0,000 | Ok |
| 17 | 3 | -366,7 | -887,5  | 148,7 | 4310,9   | 0,009 | 0,013 | 0,010 | Ok |
| 33 | 3 | -400   | -464,3  | 80,2  | 1239,2   | 0,003 | 0,007 | 0,006 | Ok |
| 3  | 3 | -400   | -3328,0 | 1,3   | 311,6    | 0,001 | 0,048 | 0,000 | Ok |
| 17 | 3 | -400   | -824,0  | 99,0  | 932,2    | 0,002 | 0,012 | 0,007 | Ok |
| 17 | 3 | -433,3 | -763,6  | 59,1  | 4034,9   | 0,009 | 0,011 | 0,004 | Ok |
| 3  | 3 | -433,3 | -3084,1 | 1,4   | 268,1    | 0,001 | 0,044 | 0,000 | Ok |
| 17 | 3 | -466,7 | -706,1  | 28,4  | 5983,4   | 0,013 | 0,010 | 0,002 | Ok |
| 3  | 3 | -466,7 | -2851,9 | 1,4   | 221,6    | 0,000 | 0,041 | 0,000 | Ok |
| 17 | 3 | -500   | -651,3  | 6,2   | 6917,9   | 0,015 | 0,009 | 0,000 | Ok |
| 3  | 3 | -500   | -2630,5 | 1,3   | 176,1    | 0,000 | 0,038 | 0,000 | Ok |
| 33 | 3 | -500   | -367,0  | 10,8  | 4293,1   | 0,009 | 0,005 | 0,001 | Ok |
| 17 | 3 | -533,3 | -599,0  | 10,2  | 7103,2   | 0,015 | 0,009 | 0,001 | Ok |
| 3  | 3 | -533,3 | -2419,1 | 1,1   | 134,3    | 0,000 | 0,035 | 0,000 | Ok |
| 17 | 3 | -566,7 | -548,9  | 19,9  | 6770,4   | 0,015 | 0,008 | 0,001 | Ok |
| 3  | 3 | -566,7 | -2216,8 | 0,9   | 97,6     | 0,000 | 0,032 | 0,000 | Ok |
| 20 | 3 | -566,7 | -795,7  | 19,9  | 6788,1   | 0,015 | 0,011 | 0,001 | Ok |
| 20 | 3 | -600   | -726,1  | 25,3  | 6125,1   | 0,013 | 0,010 | 0,002 | Ok |
| 3  | 3 | -600   | -2023,0 | 0,7   | 66,8     | 0,000 | 0,029 | 0,000 | Ok |
| 20 | 3 | -633,3 | -659,3  | 27,2  | 5283,9   | 0,011 | 0,009 | 0,002 | Ok |
| 3  | 3 | -633,3 | -1836,9 | 0,6   | 42,1     | 0,000 | 0,026 | 0,000 | Ok |
| 20 | 3 | -666,7 | -595,0  | 26,7  | 4377,8   | 0,009 | 0,009 | 0,002 | Ok |
| 3  | 3 | -666,7 | -1657,7 | 0,4   | 23,2     | 0,000 | 0,024 | 0,000 | Ok |
| 20 | 3 | -700   | -532,9  | 24,6  | 3487,7   | 0,007 | 0,008 | 0,002 | Ok |
| 3  | 3 | -700   | -1484,8 | 0,3   | 9,5      | 0,000 | 0,021 | 0,000 | Ok |
| 20 | 3 | -733,3 | -472,9  | 21,5  | 2667,9   | 0,006 | 0,007 | 0,002 | Ok |
| 3  | 3 | -733,3 | -1317,6 | 0,2   | 0,3      | 0     | 0,019 | 0,000 | Ok |
| 20 | 3 | -766,7 | -414,7  | 18,0  | 1950,8   | 0,004 | 0,006 | 0,001 | Ok |
| 3  | 3 | -766,7 | -1155,3 | 0,1   | 5,1      | 0,000 | 0,017 | 0,000 | Ok |



**Finanziato  
dall'Unione europea**  
NextGenerationEU



**MINISTERO  
DELLE INFRASTRUTTURE  
E DEI TRASPORTI**

|    |   |        |        |      |        |       |       |       |    |
|----|---|--------|--------|------|--------|-------|-------|-------|----|
| 20 | 3 | -800   | -358,0 | 14,3 | 1352,3 | 0,003 | 0,005 | 0,001 | Ok |
| 3  | 3 | -800   | -997,5 | 0,0  | 7,6    | 0,000 | 0,014 | 0     | Ok |
| 20 | 3 | -833,3 | -302,7 | 10,8 | 876,0  | 0,002 | 0,004 | 0,001 | Ok |
| 3  | 3 | -833,3 | -843,4 | 0,0  | 7,9    | 0,000 | 0,012 | 0,000 | Ok |
| 20 | 3 | -866,7 | -248,6 | 7,6  | 516,8  | 0,001 | 0,004 | 0,001 | Ok |
| 3  | 3 | -866,7 | -692,5 | 0,1  | 6,7    | 0,000 | 0,010 | 0,000 | Ok |
| 20 | 3 | -900   | -195,4 | 4,8  | 264,4  | 0,001 | 0,003 | 0,000 | Ok |
| 3  | 3 | -900   | -544,3 | 0,1  | 4,7    | 0,000 | 0,008 | 0,000 | Ok |
| 20 | 3 | -933,3 | -142,9 | 2,5  | 104,7  | 0,000 | 0,002 | 0,000 | Ok |
| 3  | 3 | -933,3 | -398,1 | 0,1  | 2,6    | 0,000 | 0,006 | 0,000 | Ok |
| 20 | 3 | -966,7 | -91,0  | 0,7  | 22,0   | 0,000 | 0,001 | 0,000 | Ok |
| 3  | 3 | -966,7 | -253,4 | 0,0  | 0,8    | 0,000 | 0,004 | 0,000 | Ok |
| 33 | 3 | -1000  | -35,4  | 0,6  | 0      | 0     | 0,001 | 0,000 | Ok |
| 3  | 3 | -1000  | -253,4 | 0,0  | 0      | 0     | 0,004 | 0,000 | Ok |
| 20 | 3 | -1000  | -91,0  | 0,7  | 0      | 0     | 0,001 | 0,000 | Ok |

#### Plinto n. 4

| Cmb. | Palo | Quota  | N       | V     | M        | Ver. N/M | Ver.(25) | Ver.V | Stato |
|------|------|--------|---------|-------|----------|----------|----------|-------|-------|
|      |      | cm     | daN     | daN   | daN cm   |          |          |       |       |
| 15   | 4    | 0      | -1934,2 | 393,6 | 136067,2 | 0,288    | 0,028    | 0,028 | Ok    |
| 3    | 4    | 0      | -7790,2 | 50,2  | 5380,0   | 0,011    | 0,112    | 0,003 | Ok    |
| 27   | 4    | 0      | -1089,8 | 544,0 | 75360,8  | 0,161    | 0,016    | 0,038 | Ok    |
| 15   | 4    | -33,3  | -1754,9 | 164,6 | 144641,3 | 0,306    | 0,025    | 0,012 | Ok    |
| 3    | 4    | -33,3  | -7068,1 | 42,8  | 3737,7   | 0,007    | 0,101    | 0,003 | Ok    |
| 7    | 4    | -33,3  | -1787,0 | 165,4 | 142385,7 | 0,301    | 0,026    | 0,012 | Ok    |
| 15   | 4    | -66,7  | -1644,4 | 484,5 | 139821,6 | 0,296    | 0,024    | 0,034 | Ok    |
| 3    | 4    | -66,7  | -6623,1 | 32,3  | 2310,9   | 0,005    | 0,095    | 0,002 | Ok    |
| 15   | 4    | -100   | -1540,1 | 634,6 | 123762,5 | 0,263    | 0,022    | 0,045 | Ok    |
| 3    | 4    | -100   | -6203,2 | 20,8  | 1233,5   | 0,002    | 0,089    | 0,001 | Ok    |
| 15   | 4    | -133,3 | -1441,7 | 620,4 | 102634   | 0,218    | 0,021    | 0,044 | Ok    |
| 3    | 4    | -133,3 | -5806,8 | 11,1  | 540,9    | 0,001    | 0,083    | 0,001 | Ok    |
| 15   | 4    | -166,7 | -1348,8 | 564,6 | 81961,5  | 0,174    | 0,019    | 0,040 | Ok    |
| 3    | 4    | -166,7 | -5432,4 | 7,1   | 171,8    | 0,000    | 0,078    | 0,000 | Ok    |
| 15   | 4    | -200   | -1261,0 | 502,4 | 63146,5  | 0,134    | 0,018    | 0,035 | Ok    |
| 3    | 4    | -200   | -5078,7 | 4,7   | 65,2     | 0,000    | 0,073    | 0,000 | Ok    |
| 15   | 4    | -233,3 | -1177,9 | 428,5 | 46403,8  | 0,099    | 0,017    | 0,030 | Ok    |
| 3    | 4    | -233,3 | -4744,2 | 2,8   | 222,6    | 0,000    | 0,068    | 0,000 | Ok    |
| 15   | 4    | -266,7 | -1099,3 | 351,2 | 32124,7  | 0,069    | 0,016    | 0,025 | Ok    |
| 3    | 4    | -266,7 | -4427,8 | 1,3   | 315,4    | 0,001    | 0,064    | 0,000 | Ok    |
| 15   | 4    | -300   | -1024,9 | 276,5 | 20424,2  | 0,044    | 0,015    | 0,019 | Ok    |
| 3    | 4    | -300   | -4128,1 | 0,2   | 358,4    | 0,001    | 0,059    | 0,000 | Ok    |
| 15   | 4    | -333,3 | -954,4  | 208,2 | 11219,8  | 0,024    | 0,014    | 0,015 | Ok    |
| 3    | 4    | -333,3 | -3844,1 | 0,6   | 364,7    | 0,001    | 0,055    | 0,000 | Ok    |
| 27   | 4    | -366,7 | -500,1  | 115,9 | 4943,5   | 0,011    | 0,007    | 0,008 | Ok    |
| 3    | 4    | -366,7 | -3574,7 | 1,0   | 345,8    | 0,001    | 0,051    | 0,000 | Ok    |
| 15   | 4    | -366,7 | -887,5  | 148,7 | 4310,9   | 0,009    | 0,013    | 0,010 | Ok    |
| 27   | 4    | -400   | -464,3  | 80,2  | 1239,2   | 0,003    | 0,007    | 0,006 | Ok    |
| 3    | 4    | -400   | -3318,9 | 1,3   | 310,9    | 0,001    | 0,048    | 0,000 | Ok    |
| 15   | 4    | -400   | -824,0  | 99,0  | 932,2    | 0,002    | 0,012    | 0,007 | Ok    |
| 15   | 4    | -433,3 | -763,6  | 59,1  | 4034,9   | 0,009    | 0,011    | 0,004 | Ok    |
| 3    | 4    | -433,3 | -3075,6 | 1,4   | 267,4    | 0,001    | 0,044    | 0,000 | Ok    |
| 15   | 4    | -466,7 | -706,1  | 28,4  | 5983,4   | 0,013    | 0,010    | 0,002 | Ok    |
| 3    | 4    | -466,7 | -2844,1 | 1,4   | 221,0    | 0,000    | 0,041    | 0,000 | Ok    |
| 15   | 4    | -500   | -651,3  | 6,2   | 6917,9   | 0,015    | 0,009    | 0,000 | Ok    |
| 3    | 4    | -500   | -2623,3 | 1,3   | 175,6    | 0,000    | 0,038    | 0,000 | Ok    |

|    |   |        |         |      |        |       |       |       |    |
|----|---|--------|---------|------|--------|-------|-------|-------|----|
| 27 | 4 | -500   | -367,0  | 10,8 | 4293,1 | 0,009 | 0,005 | 0,001 | Ok |
| 15 | 4 | -533,3 | -599,0  | 10,2 | 7103,2 | 0,015 | 0,009 | 0,001 | Ok |
| 3  | 4 | -533,3 | -2412,4 | 1,1  | 133,8  | 0,000 | 0,035 | 0,000 | Ok |
| 15 | 4 | -566,7 | -548,9  | 19,9 | 6770,4 | 0,015 | 0,008 | 0,001 | Ok |
| 3  | 4 | -566,7 | -2210,8 | 0,9  | 97,2   | 0,000 | 0,032 | 0,000 | Ok |
| 14 | 4 | -566,7 | -795,7  | 19,9 | 6788,1 | 0,015 | 0,011 | 0,001 | Ok |
| 14 | 4 | -600   | -726,1  | 25,3 | 6125,1 | 0,013 | 0,010 | 0,002 | Ok |
| 3  | 4 | -600   | -2017,5 | 0,7  | 66,6   | 0,000 | 0,029 | 0,000 | Ok |
| 14 | 4 | -633,3 | -659,3  | 27,2 | 5283,9 | 0,011 | 0,009 | 0,002 | Ok |
| 3  | 4 | -633,3 | -1831,8 | 0,6  | 41,9   | 0,000 | 0,026 | 0,000 | Ok |
| 14 | 4 | -666,7 | -595,0  | 26,7 | 4377,8 | 0,009 | 0,009 | 0,002 | Ok |
| 3  | 4 | -666,7 | -1653,2 | 0,4  | 23,1   | 0,000 | 0,024 | 0,000 | Ok |
| 14 | 4 | -700   | -532,9  | 24,6 | 3487,7 | 0,007 | 0,008 | 0,002 | Ok |
| 3  | 4 | -700   | -1480,8 | 0,3  | 9,4    | 0,000 | 0,021 | 0,000 | Ok |
| 14 | 4 | -733,3 | -472,9  | 21,5 | 2667,9 | 0,006 | 0,007 | 0,002 | Ok |
| 3  | 4 | -733,3 | -1314,0 | 0,2  | 0,3    | 0     | 0,019 | 0,000 | Ok |
| 14 | 4 | -766,7 | -414,7  | 18,0 | 1950,8 | 0,004 | 0,006 | 0,001 | Ok |
| 3  | 4 | -766,7 | -1152,2 | 0,1  | 5,1    | 0,000 | 0,017 | 0,000 | Ok |
| 14 | 4 | -800   | -358,0  | 14,3 | 1352,3 | 0,003 | 0,005 | 0,001 | Ok |
| 3  | 4 | -800   | -994,7  | 0,0  | 7,6    | 0,000 | 0,014 | 0     | Ok |
| 14 | 4 | -833,3 | -302,7  | 10,8 | 876,0  | 0,002 | 0,004 | 0,001 | Ok |
| 3  | 4 | -833,3 | -841,1  | 0,0  | 7,9    | 0,000 | 0,012 | 0,000 | Ok |
| 14 | 4 | -866,7 | -248,6  | 7,6  | 516,8  | 0,001 | 0,004 | 0,001 | Ok |
| 3  | 4 | -866,7 | -690,6  | 0,1  | 6,7    | 0,000 | 0,010 | 0,000 | Ok |
| 14 | 4 | -900   | -195,4  | 4,8  | 264,4  | 0,001 | 0,003 | 0,000 | Ok |
| 3  | 4 | -900   | -542,8  | 0,1  | 4,7    | 0,000 | 0,008 | 0,000 | Ok |
| 14 | 4 | -933,3 | -142,9  | 2,5  | 104,7  | 0,000 | 0,002 | 0,000 | Ok |
| 3  | 4 | -933,3 | -397,0  | 0,1  | 2,6    | 0,000 | 0,006 | 0,000 | Ok |
| 14 | 4 | -966,7 | -91,0   | 0,7  | 22,0   | 0,000 | 0,001 | 0,000 | Ok |
| 3  | 4 | -966,7 | -252,7  | 0,0  | 0,8    | 0,000 | 0,004 | 0,000 | Ok |
| 27 | 4 | -1000  | -35,4   | 0,6  | 0      | 0     | 0,001 | 0,000 | Ok |
| 3  | 4 | -1000  | -252,7  | 0,0  | 0      | 0     | 0,004 | 0,000 | Ok |
| 14 | 4 | -1000  | -91,0   | 0,7  | 0      | 0     | 0,001 | 0,000 | Ok |

Sezioni maggiormente sollecitate:

| Pl. | Cmb. | Palo | Quota | N       | V     | M        | Ver. N/M | Ver.(25) | Ver.V |
|-----|------|------|-------|---------|-------|----------|----------|----------|-------|
|     |      |      | cm    | daN     | daN   | daN cm   |          |          |       |
| 4   | 15   | 4    | -33,3 | -1754,9 | 164,6 | 144641,3 | 0,306    | 0,025    | 0,012 |
| 3   | 3    | 3    | 0     | -7811,6 | 50,3  | 5394,5   | 0,011    | 0,112    | 0,003 |

S/Su massime:

Ver. N/M = 0,306 < 1 Ok

Ver. (25) = 0,112 < 1 Ok

Ver. V = 0,045 < 1 Ok

## L2. Verifiche stato limite di esercizio

Combinazioni di tipo: **SLE condizioni rare.**

Tensione lim. CLS = 174 daN/cm<sup>2</sup>

Tensione lim. acciaio = 3600 daN/cm<sup>2</sup>

Plinto n. 1

| Cmb. | Palo | Quota | N       | M      | Tens. A             | Tens. C             | Stato |
|------|------|-------|---------|--------|---------------------|---------------------|-------|
|      |      | cm    | daN     | daN cm | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> |       |
| 70   | 1    | 0     | -2860,3 | 4760,6 | -60,1               | -4,6                | Ok    |
| 70   | 1    | -33,3 | -2595,2 | 5696,4 | -58,3               | -4,6                | Ok    |

|    |   |        |         |        |       |      |    |
|----|---|--------|---------|--------|-------|------|----|
| 70 | 1 | -66,7  | -2431,8 | 5921,7 | -56,3 | -4,5 | Ok |
| 70 | 1 | -100   | -2277,6 | 5499,1 | -52,6 | -4,2 | Ok |
| 70 | 1 | -133,3 | -2132,0 | 4712,8 | -48,0 | -3,8 | Ok |
| 70 | 1 | -166,7 | -1994,6 | 3845,6 | -43,3 | -3,4 | Ok |
| 70 | 1 | -200   | -1864,7 | 3025,0 | -38,9 | -3,0 | Ok |
| 70 | 1 | -233,3 | -1741,9 | 2277,8 | -34,8 | -2,6 | Ok |
| 70 | 1 | -266,7 | -1625,7 | 1627,5 | -31,1 | -2,3 | Ok |
| 70 | 1 | -300   | -1515,7 | 1084,0 | -27,8 | -2,0 | Ok |
| 70 | 1 | -333,3 | -1411,4 | 647,5  | -24,9 | -1,7 | Ok |
| 70 | 1 | -366,7 | -1312,5 | 311,4  | -22,4 | -1,5 | Ok |
| 70 | 1 | -400   | -1218,6 | 64,5   | -20,1 | -1,4 | Ok |
| 70 | 1 | -433,3 | -1129,3 | 106,1  | -18,8 | -1,3 | Ok |
| 70 | 1 | -466,7 | -1044,2 | 214,3  | -17,7 | -1,2 | Ok |
| 70 | 1 | -500   | -963,2  | 273,4  | -16,5 | -1,1 | Ok |
| 70 | 1 | -533,3 | -885,8  | 295,6  | -15,3 | -1,1 | Ok |
| 70 | 1 | -566,7 | -811,7  | 291,4  | -14,1 | -1,0 | Ok |
| 70 | 1 | -600   | -740,7  | 269,7  | -12,9 | -0,9 | Ok |
| 70 | 1 | -633,3 | -672,6  | 237,6  | -11,7 | -0,8 | Ok |
| 70 | 1 | -666,7 | -607,0  | 200,5  | -10,5 | -0,7 | Ok |
| 70 | 1 | -700   | -543,7  | 162,6  | -9,4  | -0,6 | Ok |
| 70 | 1 | -733,3 | -482,4  | 126,6  | -8,3  | -0,6 | Ok |
| 70 | 1 | -766,7 | -423,0  | 94,2   | -7,2  | -0,5 | Ok |
| 70 | 1 | -800   | -365,2  | 66,6   | -6,2  | -0,4 | Ok |
| 70 | 1 | -833,3 | -308,8  | 44,1   | -5,2  | -0,4 | Ok |
| 70 | 1 | -866,7 | -253,6  | 26,7   | -4,2  | -0,3 | Ok |
| 70 | 1 | -900   | -199,3  | 14,0   | -3,3  | -0,2 | Ok |
| 70 | 1 | -933,3 | -145,8  | 5,8    | -2,4  | -0,2 | Ok |
| 70 | 1 | -966,7 | -92,8   | 1,3    | -1,5  | -0,1 | Ok |
| 70 | 1 | -1000  | -92,8   | 0      | -1,5  | -0,1 | Ok |

Plinto n. 2

| Cmb. | Palo | Quota  | N       | M      | Tens. A             | Tens. C             | Stato |
|------|------|--------|---------|--------|---------------------|---------------------|-------|
|      |      | cm     | daN     | daN cm | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> |       |
| 70   | 2    | 0      | -2853,9 | 4748,8 | -59,9               | -4,6                | Ok    |
| 70   | 2    | -33,3  | -2589,4 | 5682,8 | -58,2               | -4,6                | Ok    |
| 70   | 2    | -66,7  | -2426,3 | 5907,9 | -56,1               | -4,5                | Ok    |
| 70   | 2    | -100   | -2272,5 | 5486,5 | -52,4               | -4,2                | Ok    |
| 70   | 2    | -133,3 | -2127,3 | 4702,0 | -47,9               | -3,8                | Ok    |
| 70   | 2    | -166,7 | -1990,1 | 3836,9 | -43,2               | -3,4                | Ok    |
| 70   | 2    | -200   | -1860,5 | 3018,2 | -38,8               | -3,0                | Ok    |
| 70   | 2    | -233,3 | -1738,0 | 2272,8 | -34,8               | -2,6                | Ok    |
| 70   | 2    | -266,7 | -1622,1 | 1623,9 | -31,1               | -2,3                | Ok    |
| 70   | 2    | -300   | -1512,3 | 1081,6 | -27,8               | -2,0                | Ok    |
| 70   | 2    | -333,3 | -1408,3 | 646,2  | -24,9               | -1,7                | Ok    |
| 70   | 2    | -366,7 | -1309,6 | 310,7  | -22,3               | -1,5                | Ok    |
| 70   | 2    | -400   | -1215,8 | 64,4   | -20,1               | -1,3                | Ok    |
| 70   | 2    | -433,3 | -1126,7 | 105,8  | -18,7               | -1,3                | Ok    |
| 70   | 2    | -466,7 | -1041,9 | 213,8  | -17,7               | -1,2                | Ok    |
| 70   | 2    | -500   | -961,0  | 272,8  | -16,5               | -1,1                | Ok    |
| 70   | 2    | -533,3 | -883,8  | 294,9  | -15,3               | -1,1                | Ok    |
| 70   | 2    | -566,7 | -809,9  | 290,7  | -14,1               | -1,0                | Ok    |
| 70   | 2    | -600   | -739,1  | 269,1  | -12,9               | -0,9                | Ok    |
| 70   | 2    | -633,3 | -671,1  | 237,0  | -11,6               | -0,8                | Ok    |
| 70   | 2    | -666,7 | -605,6  | 200,1  | -10,5               | -0,7                | Ok    |
| 70   | 2    | -700   | -542,5  | 162,2  | -9,3                | -0,6                | Ok    |

|    |   |        |        |       |      |      |    |
|----|---|--------|--------|-------|------|------|----|
| 70 | 2 | -733,3 | -481,4 | 126,3 | -8,2 | -0,6 | Ok |
| 70 | 2 | -766,7 | -422,1 | 94,0  | -7,2 | -0,5 | Ok |
| 70 | 2 | -800   | -364,4 | 66,5  | -6,2 | -0,4 | Ok |
| 70 | 2 | -833,3 | -308,1 | 44,0  | -5,2 | -0,4 | Ok |
| 70 | 2 | -866,7 | -253,0 | 26,6  | -4,2 | -0,3 | Ok |
| 70 | 2 | -900   | -198,8 | 14,0  | -3,3 | -0,2 | Ok |
| 70 | 2 | -933,3 | -145,4 | 5,8   | -2,4 | -0,2 | Ok |
| 70 | 2 | -966,7 | -92,6  | 1,3   | -1,5 | -0,1 | Ok |
| 70 | 2 | -1000  | -92,6  | 0     | -1,5 | -0,1 | Ok |

Plinto n. 3

| Cmb. | Palo | Quota  | N       | M      | Tens. A             | Tens. C             | Stato |
|------|------|--------|---------|--------|---------------------|---------------------|-------|
|      |      | cm     | daN     | daN cm | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> |       |
| 70   | 3    | 0      | -5507,4 | 3749,8 | -100,6              | -7,2                | Ok    |
| 70   | 3    | -33,3  | -4996,9 | 2636,8 | -89,1               | -6,3                | Ok    |
| 70   | 3    | -66,7  | -4682,3 | 1662,1 | -81,3               | -5,6                | Ok    |
| 70   | 3    | -100   | -4385,4 | 918,2  | -74,4               | -5,1                | Ok    |
| 70   | 3    | -133,3 | -4105,2 | 433,1  | -68,4               | -4,6                | Ok    |
| 70   | 3    | -166,7 | -3840,5 | 168,7  | -63,4               | -4,2                | Ok    |
| 70   | 3    | -200   | -3590,4 | 4,6    | -58,8               | -3,9                | Ok    |
| 70   | 3    | -233,3 | -3354,0 | 122,3  | -55,3               | -3,7                | Ok    |
| 70   | 3    | -266,7 | -3130,3 | 194,5  | -51,8               | -3,5                | Ok    |
| 70   | 3    | -300   | -2918,4 | 231,2  | -48,4               | -3,3                | Ok    |
| 70   | 3    | -333,3 | -2717,6 | 241,3  | -45,2               | -3,0                | Ok    |
| 70   | 3    | -366,7 | -2527,2 | 232,8  | -42,0               | -2,8                | Ok    |
| 70   | 3    | -400   | -2346,3 | 212,2  | -39,0               | -2,6                | Ok    |
| 70   | 3    | -433,3 | -2174,3 | 184,7  | -36,1               | -2,4                | Ok    |
| 70   | 3    | -466,7 | -2010,6 | 154,3  | -33,4               | -2,2                | Ok    |
| 70   | 3    | -500   | -1854,5 | 124,0  | -30,7               | -2,1                | Ok    |
| 70   | 3    | -533,3 | -1705,5 | 95,6   | -28,2               | -1,9                | Ok    |
| 70   | 3    | -566,7 | -1562,9 | 70,5   | -25,8               | -1,7                | Ok    |
| 70   | 3    | -600   | -1426,3 | 49,2   | -23,5               | -1,6                | Ok    |
| 70   | 3    | -633,3 | -1295,0 | 31,9   | -21,2               | -1,4                | Ok    |
| 70   | 3    | -666,7 | -1168,7 | 18,5   | -19,1               | -1,3                | Ok    |
| 70   | 3    | -700   | -1046,8 | 8,6    | -17,1               | -1,1                | Ok    |
| 70   | 3    | -733,3 | -928,9  | 1,9    | -15,2               | -1,0                | Ok    |
| 70   | 3    | -766,7 | -814,5  | 2,3    | -13,3               | -0,9                | Ok    |
| 70   | 3    | -800   | -703,2  | 4,3    | -11,5               | -0,8                | Ok    |
| 70   | 3    | -833,3 | -594,6  | 4,8    | -9,7                | -0,6                | Ok    |
| 70   | 3    | -866,7 | -488,2  | 4,3    | -8,0                | -0,5                | Ok    |
| 70   | 3    | -900   | -383,7  | 3,1    | -6,3                | -0,4                | Ok    |
| 70   | 3    | -933,3 | -280,7  | 1,7    | -4,6                | -0,3                | Ok    |
| 70   | 3    | -966,7 | -178,7  | 0,5    | -2,9                | -0,2                | Ok    |
| 70   | 3    | -1000  | -178,7  | 0      | -2,9                | -0,2                | Ok    |

Plinto n. 4

| Cmb. | Palo | Quota  | N       | M      | Tens. A             | Tens. C             | Stato |
|------|------|--------|---------|--------|---------------------|---------------------|-------|
|      |      | cm     | daN     | daN cm | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> |       |
| 70   | 4    | 0      | -5493,2 | 3740,1 | -100,3              | -7,2                | Ok    |
| 70   | 4    | -33,3  | -4984,0 | 2629,7 | -88,9               | -6,3                | Ok    |
| 70   | 4    | -66,7  | -4670,1 | 1657,3 | -81,1               | -5,6                | Ok    |
| 70   | 4    | -100   | -4374,0 | 915,3  | -74,2               | -5,1                | Ok    |
| 70   | 4    | -133,3 | -4094,5 | 431,5  | -68,3               | -4,6                | Ok    |
| 70   | 4    | -166,7 | -3830,6 | 167,8  | -63,2               | -4,2                | Ok    |
| 70   | 4    | -200   | -3581,2 | 5,0    | -58,6               | -3,9                | Ok    |

|    |   |        |         |       |       |      |    |
|----|---|--------|---------|-------|-------|------|----|
| 70 | 4 | -233,3 | -3345,3 | 122,3 | -55,1 | -3,7 | Ok |
| 70 | 4 | -266,7 | -3122,2 | 194,3 | -51,7 | -3,5 | Ok |
| 70 | 4 | -300   | -2910,9 | 230,8 | -48,3 | -3,2 | Ok |
| 70 | 4 | -333,3 | -2710,6 | 240,8 | -45,1 | -3,0 | Ok |
| 70 | 4 | -366,7 | -2520,7 | 232,3 | -41,9 | -2,8 | Ok |
| 70 | 4 | -400   | -2340,3 | 211,7 | -38,9 | -2,6 | Ok |
| 70 | 4 | -433,3 | -2168,7 | 184,2 | -36,0 | -2,4 | Ok |
| 70 | 4 | -466,7 | -2005,4 | 153,9 | -33,3 | -2,2 | Ok |
| 70 | 4 | -500   | -1849,8 | 123,6 | -30,6 | -2,1 | Ok |
| 70 | 4 | -533,3 | -1701,1 | 95,4  | -28,1 | -1,9 | Ok |
| 70 | 4 | -566,7 | -1558,9 | 70,3  | -25,7 | -1,7 | Ok |
| 70 | 4 | -600   | -1422,6 | 49,0  | -23,4 | -1,6 | Ok |
| 70 | 4 | -633,3 | -1291,7 | 31,8  | -21,2 | -1,4 | Ok |
| 70 | 4 | -666,7 | -1165,7 | 18,4  | -19,1 | -1,3 | Ok |
| 70 | 4 | -700   | -1044,1 | 8,6   | -17,1 | -1,1 | Ok |
| 70 | 4 | -733,3 | -926,5  | 1,9   | -15,2 | -1,0 | Ok |
| 70 | 4 | -766,7 | -812,4  | 2,3   | -13,3 | -0,9 | Ok |
| 70 | 4 | -800   | -701,4  | 4,3   | -11,5 | -0,8 | Ok |
| 70 | 4 | -833,3 | -593,1  | 4,8   | -9,7  | -0,6 | Ok |
| 70 | 4 | -866,7 | -487,0  | 4,3   | -8,0  | -0,5 | Ok |
| 70 | 4 | -900   | -382,7  | 3,1   | -6,3  | -0,4 | Ok |
| 70 | 4 | -933,3 | -279,9  | 1,7   | -4,6  | -0,3 | Ok |
| 70 | 4 | -966,7 | -178,2  | 0,5   | -2,9  | -0,2 | Ok |
| 70 | 4 | -1000  | -178,2  | 0     | -2,9  | -0,2 | Ok |

Sezioni maggiormente sollecitate:

| Plin. | Cmb. | Palo | Quota | N       | M      | Tens. A             | Tens. C             |
|-------|------|------|-------|---------|--------|---------------------|---------------------|
|       |      |      | cm    | daN     | daN cm | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> |
| 3     | 70   | 3    | 0     | -5507,4 | 3749,8 | -100,6              | -7,2                |

Valori massimi SLE condizioni rare:

Ten. massima CLS = 7,2 daN/cm<sup>2</sup> < Ten. lim. CLS = 174 daN/cm<sup>2</sup> Ok

Ten. massima acciaio = -100,6 daN/cm<sup>2</sup> < Ten. lim. acciaio = 3600 daN/cm<sup>2</sup> Ok

Combinazioni di tipo: **SLE condizioni frequenti.**

Fessure: Wk amm. < 0,300 mm

Plinto n. 1

| Cmb. | Palo | Quota  | N       | M      | Wk | Stato |
|------|------|--------|---------|--------|----|-------|
|      |      | cm     | daN     | daN cm | mm |       |
| 71   | 1    | 0      | -1450,2 | 1351,3 | 0  | Ok    |
| 71   | 1    | -33,3  | -1315,8 | 1437,0 | 0  | Ok    |
| 71   | 1    | -66,7  | -1233,0 | 1388,8 | 0  | Ok    |
| 71   | 1    | -100   | -1154,8 | 1228,9 | 0  | Ok    |
| 71   | 1    | -133,3 | -1081,0 | 1018,7 | 0  | Ok    |
| 71   | 1    | -166,7 | -1011,3 | 813,3  | 0  | Ok    |
| 71   | 1    | -200   | -945,5  | 626,4  | 0  | Ok    |
| 71   | 1    | -233,3 | -883,2  | 460,1  | 0  | Ok    |
| 71   | 1    | -266,7 | -824,3  | 318,3  | 0  | Ok    |
| 71   | 1    | -300   | -768,5  | 202,1  | 0  | Ok    |
| 71   | 1    | -333,3 | -715,6  | 110,7  | 0  | Ok    |
| 71   | 1    | -366,7 | -665,5  | 41,9   | 0  | Ok    |
| 71   | 1    | -400   | -617,8  | 7,3    | 0  | Ok    |
| 71   | 1    | -433,3 | -572,6  | 40,0   | 0  | Ok    |
| 71   | 1    | -466,7 | -529,5  | 59,4   | 0  | Ok    |
| 71   | 1    | -500   | -488,4  | 68,7   | 0  | Ok    |
| 71   | 1    | -533,3 | -449,1  | 70,6   | 0  | Ok    |



**Finanziato  
dall'Unione europea**  
NextGenerationEU



**MINISTERO  
DELLE INFRASTRUTTURE  
E DEI TRASPORTI**

|    |   |        |        |      |   |    |
|----|---|--------|--------|------|---|----|
| 71 | 1 | -566,7 | -411,6 | 67,2 | 0 | Ok |
| 71 | 1 | -600   | -375,6 | 60,7 | 0 | Ok |
| 71 | 1 | -633,3 | -341,0 | 52,3 | 0 | Ok |
| 71 | 1 | -666,7 | -307,8 | 43,4 | 0 | Ok |
| 71 | 1 | -700   | -275,7 | 34,5 | 0 | Ok |
| 71 | 1 | -733,3 | -244,6 | 26,4 | 0 | Ok |
| 71 | 1 | -766,7 | -214,5 | 19,3 | 0 | Ok |
| 71 | 1 | -800   | -185,2 | 13,4 | 0 | Ok |
| 71 | 1 | -833,3 | -156,6 | 8,7  | 0 | Ok |
| 71 | 1 | -866,7 | -128,6 | 5,1  | 0 | Ok |
| 71 | 1 | -900   | -101,0 | 2,6  | 0 | Ok |
| 71 | 1 | -933,3 | -73,9  | 1,0  | 0 | Ok |
| 71 | 1 | -966,7 | -47,0  | 0,2  | 0 | Ok |
| 71 | 1 | -1000  | -47,0  | 0    | 0 | Ok |

Plinto n. 2

| <b>Cmb.</b> | <b>Palo</b> | <b>Quota</b> | <b>N</b> | <b>M</b> | <b>Wk</b> | <b>Stato</b> |
|-------------|-------------|--------------|----------|----------|-----------|--------------|
|             |             | cm           | daN      | daN cm   | mm        |              |
| 71          | 2           | 0            | -1450,2  | 1351,3   | 0         | Ok           |
| 71          | 2           | -33,3        | -1315,8  | 1437,0   | 0         | Ok           |
| 71          | 2           | -66,7        | -1233,0  | 1388,8   | 0         | Ok           |
| 71          | 2           | -100         | -1154,8  | 1228,9   | 0         | Ok           |
| 71          | 2           | -133,3       | -1081,0  | 1018,7   | 0         | Ok           |
| 71          | 2           | -166,7       | -1011,3  | 813,3    | 0         | Ok           |
| 71          | 2           | -200         | -945,5   | 626,4    | 0         | Ok           |
| 71          | 2           | -233,3       | -883,2   | 460,1    | 0         | Ok           |
| 71          | 2           | -266,7       | -824,3   | 318,3    | 0         | Ok           |
| 71          | 2           | -300         | -768,5   | 202,1    | 0         | Ok           |
| 71          | 2           | -333,3       | -715,6   | 110,7    | 0         | Ok           |
| 71          | 2           | -366,7       | -665,5   | 41,9     | 0         | Ok           |
| 71          | 2           | -400         | -617,8   | 7,3      | 0         | Ok           |
| 71          | 2           | -433,3       | -572,6   | 40,0     | 0         | Ok           |
| 71          | 2           | -466,7       | -529,5   | 59,4     | 0         | Ok           |
| 71          | 2           | -500         | -488,4   | 68,7     | 0         | Ok           |
| 71          | 2           | -533,3       | -449,1   | 70,6     | 0         | Ok           |
| 71          | 2           | -566,7       | -411,6   | 67,2     | 0         | Ok           |
| 71          | 2           | -600         | -375,6   | 60,7     | 0         | Ok           |
| 71          | 2           | -633,3       | -341,0   | 52,3     | 0         | Ok           |
| 71          | 2           | -666,7       | -307,8   | 43,4     | 0         | Ok           |
| 71          | 2           | -700         | -275,7   | 34,5     | 0         | Ok           |
| 71          | 2           | -733,3       | -244,6   | 26,4     | 0         | Ok           |
| 71          | 2           | -766,7       | -214,5   | 19,3     | 0         | Ok           |
| 71          | 2           | -800         | -185,2   | 13,4     | 0         | Ok           |
| 71          | 2           | -833,3       | -156,6   | 8,7      | 0         | Ok           |
| 71          | 2           | -866,7       | -128,6   | 5,1      | 0         | Ok           |
| 71          | 2           | -900         | -101,0   | 2,6      | 0         | Ok           |
| 71          | 2           | -933,3       | -73,9    | 1,0      | 0         | Ok           |
| 71          | 2           | -966,7       | -47,0    | 0,2      | 0         | Ok           |
| 71          | 2           | -1000        | -47,0    | 0        | 0         | Ok           |

Plinto n. 3

| <b>Cmb.</b> | <b>Palo</b> | <b>Quota</b> | <b>N</b> | <b>M</b> | <b>Wk</b> | <b>Stato</b> |
|-------------|-------------|--------------|----------|----------|-----------|--------------|
|             |             | cm           | daN      | daN cm   | mm        |              |
| 71          | 3           | 0            | -2369,0  | 1240,2   | 0         | Ok           |
| 71          | 3           | -33,3        | -2149,4  | 1100,7   | 0         | Ok           |

|    |   |        |         |       |   |    |
|----|---|--------|---------|-------|---|----|
| 71 | 3 | -66,7  | -2014,1 | 920,7 | 0 | Ok |
| 71 | 3 | -100   | -1886,4 | 725,4 | 0 | Ok |
| 71 | 3 | -133,3 | -1765,8 | 548,4 | 0 | Ok |
| 71 | 3 | -166,7 | -1652,0 | 409,2 | 0 | Ok |
| 71 | 3 | -200   | -1544,4 | 293,4 | 0 | Ok |
| 71 | 3 | -233,3 | -1442,7 | 196,3 | 0 | Ok |
| 71 | 3 | -266,7 | -1346,5 | 118,1 | 0 | Ok |
| 71 | 3 | -300   | -1255,4 | 57,6  | 0 | Ok |
| 71 | 3 | -333,3 | -1169,0 | 13,0  | 0 | Ok |
| 71 | 3 | -366,7 | -1087,1 | 17,9  | 0 | Ok |
| 71 | 3 | -400   | -1009,3 | 37,7  | 0 | Ok |
| 71 | 3 | -433,3 | -935,3  | 48,6  | 0 | Ok |
| 71 | 3 | -466,7 | -864,9  | 52,8  | 0 | Ok |
| 71 | 3 | -500   | -797,7  | 52,3  | 0 | Ok |
| 71 | 3 | -533,3 | -733,6  | 48,6  | 0 | Ok |
| 71 | 3 | -566,7 | -672,3  | 43,0  | 0 | Ok |
| 71 | 3 | -600   | -613,5  | 36,4  | 0 | Ok |
| 71 | 3 | -633,3 | -557,1  | 29,7  | 0 | Ok |
| 71 | 3 | -666,7 | -502,7  | 23,3  | 0 | Ok |
| 71 | 3 | -700   | -450,3  | 17,6  | 0 | Ok |
| 71 | 3 | -733,3 | -399,6  | 12,7  | 0 | Ok |
| 71 | 3 | -766,7 | -350,4  | 8,7   | 0 | Ok |
| 71 | 3 | -800   | -302,5  | 5,6   | 0 | Ok |
| 71 | 3 | -833,3 | -255,8  | 3,3   | 0 | Ok |
| 71 | 3 | -866,7 | -210,0  | 1,7   | 0 | Ok |
| 71 | 3 | -900   | -165,1  | 0,7   | 0 | Ok |
| 71 | 3 | -933,3 | -120,7  | 0,2   | 0 | Ok |
| 71 | 3 | -966,7 | -76,9   | 0,0   | 0 | Ok |
| 71 | 3 | -1000  | -76,9   | 0     | 0 | Ok |

Plinto n. 4

| Cmb. | Palo | Quota  | N       | M      | Wk | Stato |
|------|------|--------|---------|--------|----|-------|
|      |      | cm     | daN     | daN cm | mm |       |
| 71   | 4    | 0      | -2369,0 | 1240,2 | 0  | Ok    |
| 71   | 4    | -33,3  | -2149,4 | 1100,7 | 0  | Ok    |
| 71   | 4    | -66,7  | -2014,1 | 920,7  | 0  | Ok    |
| 71   | 4    | -100   | -1886,4 | 725,4  | 0  | Ok    |
| 71   | 4    | -133,3 | -1765,8 | 548,4  | 0  | Ok    |
| 71   | 4    | -166,7 | -1652,0 | 409,2  | 0  | Ok    |
| 71   | 4    | -200   | -1544,4 | 293,4  | 0  | Ok    |
| 71   | 4    | -233,3 | -1442,7 | 196,3  | 0  | Ok    |
| 71   | 4    | -266,7 | -1346,5 | 118,1  | 0  | Ok    |
| 71   | 4    | -300   | -1255,4 | 57,6   | 0  | Ok    |
| 71   | 4    | -333,3 | -1169,0 | 13,0   | 0  | Ok    |
| 71   | 4    | -366,7 | -1087,1 | 17,9   | 0  | Ok    |
| 71   | 4    | -400   | -1009,3 | 37,7   | 0  | Ok    |
| 71   | 4    | -433,3 | -935,3  | 48,6   | 0  | Ok    |
| 71   | 4    | -466,7 | -864,9  | 52,8   | 0  | Ok    |
| 71   | 4    | -500   | -797,7  | 52,3   | 0  | Ok    |
| 71   | 4    | -533,3 | -733,6  | 48,6   | 0  | Ok    |
| 71   | 4    | -566,7 | -672,3  | 43,0   | 0  | Ok    |
| 71   | 4    | -600   | -613,5  | 36,4   | 0  | Ok    |
| 71   | 4    | -633,3 | -557,1  | 29,7   | 0  | Ok    |
| 71   | 4    | -666,7 | -502,7  | 23,3   | 0  | Ok    |
| 71   | 4    | -700   | -450,3  | 17,6   | 0  | Ok    |

|    |   |        |        |      |   |    |
|----|---|--------|--------|------|---|----|
| 71 | 4 | -733,3 | -399,6 | 12,7 | 0 | Ok |
| 71 | 4 | -766,7 | -350,4 | 8,7  | 0 | Ok |
| 71 | 4 | -800   | -302,5 | 5,6  | 0 | Ok |
| 71 | 4 | -833,3 | -255,8 | 3,3  | 0 | Ok |
| 71 | 4 | -866,7 | -210,0 | 1,7  | 0 | Ok |
| 71 | 4 | -900   | -165,1 | 0,7  | 0 | Ok |
| 71 | 4 | -933,3 | -120,7 | 0,2  | 0 | Ok |
| 71 | 4 | -966,7 | -76,9  | 0,0  | 0 | Ok |
| 71 | 4 | -1000  | -76,9  | 0    | 0 | Ok |

Sezioni maggiormente sollecitate:

| Plin. | Cmb. | Palo | Quota | N       | M      | Wk |
|-------|------|------|-------|---------|--------|----|
|       |      |      | cm    | daN     | daN cm | mm |
| 4     | 71   | 4    | 0     | -2369,0 | 1240,2 | 0  |

Valori massimi SLE condizioni frequenti:

Fessure Wk massima = 0 mm < Wk amm. = 0,300 mm Ok

Combinazioni di tipo: **SLE condizioni quasi permanenti.**

Tensione lim. CLS = 130,5 daN/cm<sup>2</sup>

Fessure: Wk amm. < 0,200 mm

Plinto n. 1

| Cmb. | Palo | Quota  | N       | M      | Tens. C             | Wk | Stato |
|------|------|--------|---------|--------|---------------------|----|-------|
|      |      | cm     | daN     | daN cm | daN/cm <sup>2</sup> | mm |       |
| 72   | 1    | 0      | -1450,2 | 1351,3 | -2,0                | 0  | Ok    |
| 72   | 1    | -33,3  | -1315,8 | 1437,0 | -1,9                | 0  | Ok    |
| 72   | 1    | -66,7  | -1233,0 | 1388,8 | -1,8                | 0  | Ok    |
| 72   | 1    | -100   | -1154,8 | 1228,9 | -1,6                | 0  | Ok    |
| 72   | 1    | -133,3 | -1081,0 | 1018,7 | -1,5                | 0  | Ok    |
| 72   | 1    | -166,7 | -1011,3 | 813,3  | -1,4                | 0  | Ok    |
| 72   | 1    | -200   | -945,5  | 626,4  | -1,2                | 0  | Ok    |
| 72   | 1    | -233,3 | -883,2  | 460,1  | -1,1                | 0  | Ok    |
| 72   | 1    | -266,7 | -824,3  | 318,3  | -1,0                | 0  | Ok    |
| 72   | 1    | -300   | -768,5  | 202,1  | -0,9                | 0  | Ok    |
| 72   | 1    | -333,3 | -715,6  | 110,7  | -0,8                | 0  | Ok    |
| 72   | 1    | -366,7 | -665,5  | 41,9   | -0,7                | 0  | Ok    |
| 72   | 1    | -400   | -617,8  | 7,3    | -0,7                | 0  | Ok    |
| 72   | 1    | -433,3 | -572,6  | 40,0   | -0,6                | 0  | Ok    |
| 72   | 1    | -466,7 | -529,5  | 59,4   | -0,6                | 0  | Ok    |
| 72   | 1    | -500   | -488,4  | 68,7   | -0,6                | 0  | Ok    |
| 72   | 1    | -533,3 | -449,1  | 70,6   | -0,5                | 0  | Ok    |
| 72   | 1    | -566,7 | -411,6  | 67,2   | -0,5                | 0  | Ok    |
| 72   | 1    | -600   | -375,6  | 60,7   | -0,4                | 0  | Ok    |
| 72   | 1    | -633,3 | -341,0  | 52,3   | -0,4                | 0  | Ok    |
| 72   | 1    | -666,7 | -307,8  | 43,4   | -0,3                | 0  | Ok    |
| 72   | 1    | -700   | -275,7  | 34,5   | -0,3                | 0  | Ok    |
| 72   | 1    | -733,3 | -244,6  | 26,4   | -0,3                | 0  | Ok    |
| 72   | 1    | -766,7 | -214,5  | 19,3   | -0,2                | 0  | Ok    |
| 72   | 1    | -800   | -185,2  | 13,4   | -0,2                | 0  | Ok    |
| 72   | 1    | -833,3 | -156,6  | 8,7    | -0,2                | 0  | Ok    |
| 72   | 1    | -866,7 | -128,6  | 5,1    | -0,1                | 0  | Ok    |
| 72   | 1    | -900   | -101,0  | 2,6    | -0,1                | 0  | Ok    |
| 72   | 1    | -933,3 | -73,9   | 1,0    | -0,1                | 0  | Ok    |
| 72   | 1    | -966,7 | -47,0   | 0,2    | -0,1                | 0  | Ok    |
| 72   | 1    | -1000  | -47,0   | 0      | -0,1                | 0  | Ok    |



**Finanziato  
dall'Unione europea**  
NextGenerationEU



**MINISTERO  
DELLE INFRASTRUTTURE  
E DEI TRASPORTI**

Plinto n. 2

| Cmb. | Palo | Quota  | N       | M      | Tens. C             | Wk | Stato |
|------|------|--------|---------|--------|---------------------|----|-------|
|      |      | cm     | daN     | daN cm | daN/cm <sup>2</sup> | mm |       |
| 72   | 2    | 0      | -1450,2 | 1351,3 | -2,0                | 0  | Ok    |
| 72   | 2    | -33,3  | -1315,8 | 1437,0 | -1,9                | 0  | Ok    |
| 72   | 2    | -66,7  | -1233,0 | 1388,8 | -1,8                | 0  | Ok    |
| 72   | 2    | -100   | -1154,8 | 1228,9 | -1,6                | 0  | Ok    |
| 72   | 2    | -133,3 | -1081,0 | 1018,7 | -1,5                | 0  | Ok    |
| 72   | 2    | -166,7 | -1011,3 | 813,3  | -1,4                | 0  | Ok    |
| 72   | 2    | -200   | -945,5  | 626,4  | -1,2                | 0  | Ok    |
| 72   | 2    | -233,3 | -883,2  | 460,1  | -1,1                | 0  | Ok    |
| 72   | 2    | -266,7 | -824,3  | 318,3  | -1,0                | 0  | Ok    |
| 72   | 2    | -300   | -768,5  | 202,1  | -0,9                | 0  | Ok    |
| 72   | 2    | -333,3 | -715,6  | 110,7  | -0,8                | 0  | Ok    |
| 72   | 2    | -366,7 | -665,5  | 41,9   | -0,7                | 0  | Ok    |
| 72   | 2    | -400   | -617,8  | 7,3    | -0,7                | 0  | Ok    |
| 72   | 2    | -433,3 | -572,6  | 40,0   | -0,6                | 0  | Ok    |
| 72   | 2    | -466,7 | -529,5  | 59,4   | -0,6                | 0  | Ok    |
| 72   | 2    | -500   | -488,4  | 68,7   | -0,6                | 0  | Ok    |
| 72   | 2    | -533,3 | -449,1  | 70,6   | -0,5                | 0  | Ok    |
| 72   | 2    | -566,7 | -411,6  | 67,2   | -0,5                | 0  | Ok    |
| 72   | 2    | -600   | -375,6  | 60,7   | -0,4                | 0  | Ok    |
| 72   | 2    | -633,3 | -341,0  | 52,3   | -0,4                | 0  | Ok    |
| 72   | 2    | -666,7 | -307,8  | 43,4   | -0,3                | 0  | Ok    |
| 72   | 2    | -700   | -275,7  | 34,5   | -0,3                | 0  | Ok    |
| 72   | 2    | -733,3 | -244,6  | 26,4   | -0,3                | 0  | Ok    |
| 72   | 2    | -766,7 | -214,5  | 19,3   | -0,2                | 0  | Ok    |
| 72   | 2    | -800   | -185,2  | 13,4   | -0,2                | 0  | Ok    |
| 72   | 2    | -833,3 | -156,6  | 8,7    | -0,2                | 0  | Ok    |
| 72   | 2    | -866,7 | -128,6  | 5,1    | -0,1                | 0  | Ok    |
| 72   | 2    | -900   | -101,0  | 2,6    | -0,1                | 0  | Ok    |
| 72   | 2    | -933,3 | -73,9   | 1,0    | -0,1                | 0  | Ok    |
| 72   | 2    | -966,7 | -47,0   | 0,2    | -0,1                | 0  | Ok    |
| 72   | 2    | -1000  | -47,0   | 0      | -0,1                | 0  | Ok    |

Plinto n. 3

| Cmb. | Palo | Quota  | N       | M      | Tens. C             | Wk | Stato |
|------|------|--------|---------|--------|---------------------|----|-------|
|      |      | cm     | daN     | daN cm | daN/cm <sup>2</sup> | mm |       |
| 72   | 3    | 0      | -2369,0 | 1240,2 | -3,0                | 0  | Ok    |
| 72   | 3    | -33,3  | -2149,4 | 1100,7 | -2,7                | 0  | Ok    |
| 72   | 3    | -66,7  | -2014,1 | 920,7  | -2,5                | 0  | Ok    |
| 72   | 3    | -100   | -1886,4 | 725,4  | -2,3                | 0  | Ok    |
| 72   | 3    | -133,3 | -1765,8 | 548,4  | -2,1                | 0  | Ok    |
| 72   | 3    | -166,7 | -1652,0 | 409,2  | -1,9                | 0  | Ok    |
| 72   | 3    | -200   | -1544,4 | 293,4  | -1,8                | 0  | Ok    |
| 72   | 3    | -233,3 | -1442,7 | 196,3  | -1,6                | 0  | Ok    |
| 72   | 3    | -266,7 | -1346,5 | 118,1  | -1,5                | 0  | Ok    |
| 72   | 3    | -300   | -1255,4 | 57,6   | -1,4                | 0  | Ok    |
| 72   | 3    | -333,3 | -1169,0 | 13,0   | -1,3                | 0  | Ok    |
| 72   | 3    | -366,7 | -1087,1 | 17,9   | -1,2                | 0  | Ok    |
| 72   | 3    | -400   | -1009,3 | 37,7   | -1,1                | 0  | Ok    |
| 72   | 3    | -433,3 | -935,3  | 48,6   | -1,0                | 0  | Ok    |
| 72   | 3    | -466,7 | -864,9  | 52,8   | -1,0                | 0  | Ok    |
| 72   | 3    | -500   | -797,7  | 52,3   | -0,9                | 0  | Ok    |
| 72   | 3    | -533,3 | -733,6  | 48,6   | -0,8                | 0  | Ok    |



**Finanziato  
dall'Unione europea**  
NextGenerationEU



**MINISTERO  
DELLE INFRASTRUTTURE  
E DEI TRASPORTI**

|    |   |        |        |      |      |   |    |
|----|---|--------|--------|------|------|---|----|
| 72 | 3 | -566,7 | -672,3 | 43,0 | -0,7 | 0 | Ok |
| 72 | 3 | -600   | -613,5 | 36,4 | -0,7 | 0 | Ok |
| 72 | 3 | -633,3 | -557,1 | 29,7 | -0,6 | 0 | Ok |
| 72 | 3 | -666,7 | -502,7 | 23,3 | -0,6 | 0 | Ok |
| 72 | 3 | -700   | -450,3 | 17,6 | -0,5 | 0 | Ok |
| 72 | 3 | -733,3 | -399,6 | 12,7 | -0,4 | 0 | Ok |
| 72 | 3 | -766,7 | -350,4 | 8,7  | -0,4 | 0 | Ok |
| 72 | 3 | -800   | -302,5 | 5,6  | -0,3 | 0 | Ok |
| 72 | 3 | -833,3 | -255,8 | 3,3  | -0,3 | 0 | Ok |
| 72 | 3 | -866,7 | -210,0 | 1,7  | -0,2 | 0 | Ok |
| 72 | 3 | -900   | -165,1 | 0,7  | -0,2 | 0 | Ok |
| 72 | 3 | -933,3 | -120,7 | 0,2  | -0,1 | 0 | Ok |
| 72 | 3 | -966,7 | -76,9  | 0,0  | -0,1 | 0 | Ok |
| 72 | 3 | -1000  | -76,9  | 0    | -0,1 | 0 | Ok |

Plinto n. 4

| Cmb. | Palo | Quota  | N       | M      | Tens. C             | Wk | Stato |
|------|------|--------|---------|--------|---------------------|----|-------|
|      |      | cm     | daN     | daN cm | daN/cm <sup>2</sup> | mm |       |
| 72   | 4    | 0      | -2369,0 | 1240,2 | -3,0                | 0  | Ok    |
| 72   | 4    | -33,3  | -2149,4 | 1100,7 | -2,7                | 0  | Ok    |
| 72   | 4    | -66,7  | -2014,1 | 920,7  | -2,5                | 0  | Ok    |
| 72   | 4    | -100   | -1886,4 | 725,4  | -2,3                | 0  | Ok    |
| 72   | 4    | -133,3 | -1765,8 | 548,4  | -2,1                | 0  | Ok    |
| 72   | 4    | -166,7 | -1652,0 | 409,2  | -1,9                | 0  | Ok    |
| 72   | 4    | -200   | -1544,4 | 293,4  | -1,8                | 0  | Ok    |
| 72   | 4    | -233,3 | -1442,7 | 196,3  | -1,6                | 0  | Ok    |
| 72   | 4    | -266,7 | -1346,5 | 118,1  | -1,5                | 0  | Ok    |
| 72   | 4    | -300   | -1255,4 | 57,6   | -1,4                | 0  | Ok    |
| 72   | 4    | -333,3 | -1169,0 | 13,0   | -1,3                | 0  | Ok    |
| 72   | 4    | -366,7 | -1087,1 | 17,9   | -1,2                | 0  | Ok    |
| 72   | 4    | -400   | -1009,3 | 37,7   | -1,1                | 0  | Ok    |
| 72   | 4    | -433,3 | -935,3  | 48,6   | -1,0                | 0  | Ok    |
| 72   | 4    | -466,7 | -864,9  | 52,8   | -1,0                | 0  | Ok    |
| 72   | 4    | -500   | -797,7  | 52,3   | -0,9                | 0  | Ok    |
| 72   | 4    | -533,3 | -733,6  | 48,6   | -0,8                | 0  | Ok    |
| 72   | 4    | -566,7 | -672,3  | 43,0   | -0,7                | 0  | Ok    |
| 72   | 4    | -600   | -613,5  | 36,4   | -0,7                | 0  | Ok    |
| 72   | 4    | -633,3 | -557,1  | 29,7   | -0,6                | 0  | Ok    |
| 72   | 4    | -666,7 | -502,7  | 23,3   | -0,6                | 0  | Ok    |
| 72   | 4    | -700   | -450,3  | 17,6   | -0,5                | 0  | Ok    |
| 72   | 4    | -733,3 | -399,6  | 12,7   | -0,4                | 0  | Ok    |
| 72   | 4    | -766,7 | -350,4  | 8,7    | -0,4                | 0  | Ok    |
| 72   | 4    | -800   | -302,5  | 5,6    | -0,3                | 0  | Ok    |
| 72   | 4    | -833,3 | -255,8  | 3,3    | -0,3                | 0  | Ok    |
| 72   | 4    | -866,7 | -210,0  | 1,7    | -0,2                | 0  | Ok    |
| 72   | 4    | -900   | -165,1  | 0,7    | -0,2                | 0  | Ok    |
| 72   | 4    | -933,3 | -120,7  | 0,2    | -0,1                | 0  | Ok    |
| 72   | 4    | -966,7 | -76,9   | 0,0    | -0,1                | 0  | Ok    |
| 72   | 4    | -1000  | -76,9   | 0      | -0,1                | 0  | Ok    |

Sezioni maggiormente sollecitate:

| Plin. | Cmb. | Palo | Quota | N       | M      | Tens. C             | Wk |
|-------|------|------|-------|---------|--------|---------------------|----|
|       |      |      | cm    | daN     | daN cm | daN/cm <sup>2</sup> | mm |
| 4     | 72   | 4    | 0     | -2369,0 | 1240,2 | -3,0                | 0  |

Valori massimi SLE condizioni quasi permanenti:

Ten.massima CLS = 3,0 daN/cm<sup>2</sup> < Ten. lim. CLS = 130,5 daN/cm<sup>2</sup> Ok  
Fessure Wk massima = 0 mm < Wk amm. = 0,200 mm Ok

## M. CARATTERISTICHE E AFFIDABILITA' DEL CODICE DI CALCOLO

| Informazioni sul codice di calcolo |                                                           |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Titolo:                            | PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program          |
| Versione:                          | PROFESSIONAL (build 2024-10-201)                          |
| Produttore-Distributore:           | 2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara |
| Codice Licenza:                    | Licenza dsi3480                                           |

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione.

2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link:  
<http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm>

### M1. Giudizio motivato sull'accettabilità dei risultati

Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione. Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni abnormi. Si può pertanto asserire che l'elaborazione sia corretta e completa.

## DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO AD ELEMENTI FINITI

### 2.1 - CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI

#### LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI

Il programma consente l'uso di materiali diversi. Sono previsti i seguenti tipi di materiale:

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| 1 | materiale tipo cemento armato |
| 2 | materiale tipo acciaio        |
| 3 | materiale tipo muratura       |
| 4 | materiale tipo legno          |
| 5 | materiale tipo generico       |

I materiali utilizzati nella modellazione sono individuati da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni materiale vengono riportati in tabella i seguenti dati:

|                |                                         |
|----------------|-----------------------------------------|
| <i>Young</i>   | modulo di elasticità normale            |
| <i>Poisson</i> | coefficiente di contrazione trasversale |
| <i>G</i>       | modulo di elasticità tangenziale        |
| <i>Gamma</i>   | peso specifico                          |
| <i>Alfa</i>    | coefficiente di dilatazione termica     |

I dati soprariportati vengono utilizzati per la modellazione dello schema statico e per la determinazione dei carichi inerziali e termici. In relazione al tipo di materiale vengono riportati inoltre:

|   |                       |              |                                              |
|---|-----------------------|--------------|----------------------------------------------|
| 1 | <b>cemento armato</b> | <b>Rck</b>   | resistenza caratteristica cubica             |
|   |                       | <b>Fctm</b>  | resistenza media a trazione semplice         |
| 2 | <b>acciaio</b>        | <b>Ft</b>    | tensione di rottura a trazione               |
|   |                       | <b>Fy</b>    | tensione di snervamento                      |
|   |                       | <b>Fd</b>    | resistenza di calcolo                        |
|   |                       | <b>Fdt</b>   | resistenza di calcolo per spess. $t > 40$ mm |
|   |                       | <b>Sadm</b>  | tensione ammissibile                         |
|   |                       | <b>Sadmt</b> | tensione ammissibile per spess. $t > 40$ mm  |

|   |                 |                     |                                                                       |
|---|-----------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 3 | <b>muratura</b> | <b>Resist. Fk</b>   | resistenza caratteristica a compressione                              |
|   |                 | <b>Resist. Fvko</b> | resistenza caratteristica a taglio                                    |
| 4 | <b>legno</b>    | <b>Resist. fc0k</b> | Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per compressione |
|   |                 | <b>Resist. ft0k</b> | Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per trazione     |
|   |                 | <b>Resist. fmk</b>  | Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per flessione    |
|   |                 | <b>Resist. fvk</b>  | Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per taglio       |
|   |                 | <b>Modulo E0,05</b> | Modulo elastico parallelo caratteristico                              |
|   |                 | <b>Lamellare</b>    | lamellare o massiccio                                                 |

| Id | Tipo / Note                     | V. caratt.<br>daN/cm <sup>2</sup> | V. medio<br>daN/cm <sup>2</sup> | Young<br>daN/cm <sup>2</sup> | Poisson | G<br>daN/cm <sup>2</sup> | Gamma<br>daN/cm <sup>3</sup> | Alfa     | Altri    |
|----|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------|--------------------------|------------------------------|----------|----------|
| 1  | Calcestruzzo Classe C25/30      |                                   |                                 | 3.145e+05                    | 0.20    | 1.310e+05                | 2.50e-03                     | 1.00e-05 |          |
|    | Resistenza Rc                   | 300.0                             |                                 |                              |         |                          |                              |          |          |
|    | Resistenza fctm                 |                                   | 25.6                            |                              |         |                          |                              |          |          |
|    | Rapporto Rfessurata (assiale)   |                                   |                                 |                              |         |                          |                              |          | 1.00     |
|    | Rapporto Rfessurata (flessione) |                                   |                                 |                              |         |                          |                              |          | 1.00     |
|    | Rapporto Rfessurata (taglio)    |                                   |                                 |                              |         |                          |                              |          | 1.00     |
|    | Coefficiente ksb                |                                   |                                 |                              |         |                          |                              |          | 0.85     |
|    | Rapporto HRDb                   |                                   |                                 |                              |         |                          |                              |          | 1.00e-05 |
|    | Rapporto HRDv                   |                                   |                                 |                              |         |                          |                              |          | 1.00e-05 |
| 12 | Acciaio Fe430 - S275            |                                   |                                 | 2.100e+06                    | 0.30    | 8.077e+05                | 7.85e-03                     | 1.20e-05 |          |
|    | Tensione ft                     | 4300.0                            |                                 |                              |         |                          |                              |          |          |
|    | Resistenza fd                   | 2750.0                            |                                 |                              |         |                          |                              |          |          |
|    | Resistenza fd (>40)             | 2500.0                            |                                 |                              |         |                          |                              |          |          |
|    | Tensione ammissibile            | 1900.0                            |                                 |                              |         |                          |                              |          |          |
|    | Tensione ammissibile (>40)      | 1700.0                            |                                 |                              |         |                          |                              |          |          |
|    | Rapporto HRDb                   |                                   |                                 |                              |         |                          |                              |          | 1.00e-05 |
|    | Rapporto HRDv                   |                                   |                                 |                              |         |                          |                              |          | 1.00e-05 |

## 2.2 - MODELLAZIONE DELLE SEZIONI

### LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI

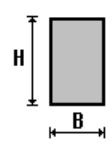
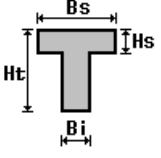
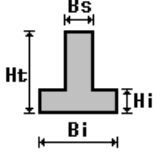
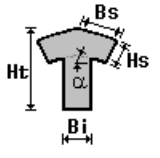
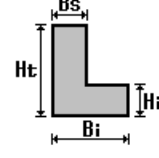
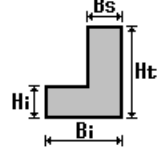
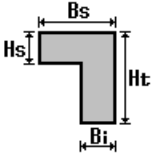
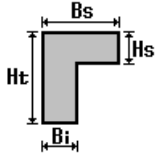
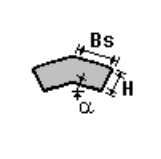
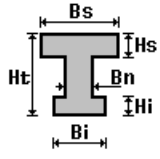
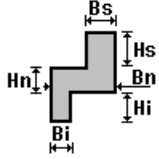
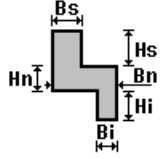
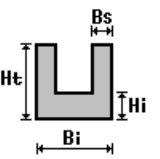
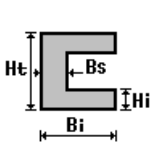
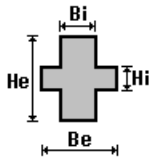
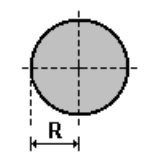
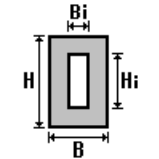
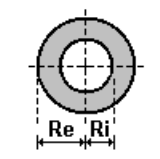
Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

- 1 sezione di tipo generico
- 2 profilati semplici
- 3 profilati accoppiati e speciali

Le sezioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni sezione vengono riportati in tabella i seguenti dati:

|              |                                                                     |
|--------------|---------------------------------------------------------------------|
| <b>Area</b>  | area della sezione                                                  |
| <b>A V2</b>  | area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 2) |
| <b>A V3</b>  | area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 3) |
| <b>Jt</b>    | fattore torsionale di rigidezza                                     |
| <b>J2-2</b>  | momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 2                 |
| <b>J3-3</b>  | momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 3                 |
| <b>W2-2</b>  | modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 2              |
| <b>W3-3</b>  | modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 3              |
| <b>Wp2-2</b> | modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 2     |
| <b>Wp3-3</b> | modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 3     |

I dati soprariportati vengono utilizzati per la determinazione dei carichi inerziali e per la definizione delle rigidezze degli elementi strutturali; qualora il valore di Area V2 (e/o Area V3) sia nullo la deformabilità per taglio V2 (e/o V3) è trascurata. La valutazione delle caratteristiche inerziali delle sezioni è condotta nel riferimento 2-3 dell'elemento.

|                                                                                                                |                                                                                                     |                                                                                                     |                                                                                                      |                                                                                                               |                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>rettangolare            | <br>a T          | <br>a T rovescia | <br>a T di colmo | <br>a L                  | <br>a L specchiata |
| <br>a L specchiata rovescia | <br>a L rovescia | <br>a L di colmo | <br>a doppio T   | <br>a quattro specchiata | <br>a quattro      |
| <br>a U                     | <br>a C          | <br>a croce      | <br>circolare    | <br>rettangolare cava    | <br>circolare cava |

Per quanto concerne i profilati semplici ed accoppiati l'asse 2 del riferimento coincide con l'asse x riportato nei più diffusi profilati.

Per quanto concerne le sezioni di tipo generico (tipo 1.):

i valori dimensionali con prefisso B sono riferiti all'asse 2

i valori dimensionali con prefisso H sono riferiti all'asse

| Id | Tipo                                    | Area   | A V2   | A V3   | Jt        | J 2-2     | J 3-3     | W 2-2   | W 3-3   | Wp 2-2  | Wp 3-3  |
|----|-----------------------------------------|--------|--------|--------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|
|    |                                         | cm2    | cm2    | cm2    | cm4       | cm4       | cm4       | cm3     | cm3     | cm3     | cm3     |
| 1  | Palo esposto - Circolare: r=15          | 706.86 | 596.40 | 596.40 | 7.952e+04 | 3.976e+04 | 3.976e+04 | 2650.72 | 2650.72 | 4499.99 | 4499.99 |
| 2  | HEA 180                                 | 45.30  | 0.0    | 0.0    | 14.80     | 925.00    | 2510.00   | 102.70  | 293.60  | 156.50  | 324.90  |
| 5  | IPE 330                                 | 62.60  | 0.0    | 0.0    | 28.10     | 788.00    | 1.177e+04 | 98.50   | 713.10  | 153.70  | 804.30  |
| 6  | Trave in c.a. - Rettangolare: b=30 h=30 | 900.00 | 750.00 | 750.00 | 1.139e+05 | 6.750e+04 | 6.750e+04 | 4500.00 | 4500.00 | 6750.00 | 6750.00 |

## 2.3 - MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI

### LEGENDA TABELLA DATI NODI

Il programma utilizza per la modellazione nodi strutturali.

Ogni nodo è individuato dalle coordinate cartesiane nel sistema di riferimento globale (X Y Z).

Ad ogni nodo è eventualmente associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale, ed un set di sei molle (tre per le traslazioni, tre per le rotazioni). Le tabelle sottoriportate riflettono le succitate possibilità. In particolare per ogni nodo viene indicato in tabella:

|             |                           |
|-------------|---------------------------|
| <b>Nodo</b> | numero del nodo.          |
| <b>X</b>    | valore della coordinata X |
| <b>Y</b>    | valore della coordinata Y |
| <b>Z</b>    | valore della coordinata Z |

Per i nodi ai quali sia associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale o un set di molle viene indicato in tabella:

|             |                                                                                                                                                                                                    |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nodo</b> | numero del nodo.                                                                                                                                                                                   |
| <b>X</b>    | valore della coordinata X                                                                                                                                                                          |
| <b>Y</b>    | valore della coordinata Y                                                                                                                                                                          |
| <b>Z</b>    | valore della coordinata Z                                                                                                                                                                          |
| <b>Note</b> | eventuale codice di vincolo (es. v=110010 sei valori relativi ai sei gradi di libertà previsti per il nodo TxTyTzRxRyRz, il valore 1 indica che lo spostamento o rotazione relativo è impedito, il |

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                | valore 0 indica che lo spostamento o rotazione relativo è libero).                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Note</b>    | (FS = 1, 2,...) eventuale codice del tipo di fondazione speciale (1, 2,... fanno riferimento alle tipologie: plinto, palo, plinto su pali,...) che è collegato al nodo.<br>(ISO = "id SIGLA") indice e sigla identificativa dell' eventuale isolatore sismico assegnato al nodo |
| <b>Rig. TX</b> | valore della rigidezza dei vincoli elastici eventualmente applicati al nodo, nello specifico TX (idem per TY, TZ, RX, RY, RZ).                                                                                                                                                  |

Per strutture sismicamente isolate viene inoltre inserita la tabella delle caratteristiche per gli isolatori utilizzati; le caratteristiche sono indicate in conformità al cap. 7.10 del D.M. 17/01/18

#### TABELLA DATI NODI

| Nodo | X      | Y     | Z     | Nodo | X      | Y     | Z     | Nodo | X      | Y     | Z     |
|------|--------|-------|-------|------|--------|-------|-------|------|--------|-------|-------|
|      | cm     | cm    | cm    |      | cm     | cm    | cm    |      | cm     | cm    | cm    |
| 5    | 0.0    | 0.0   | 400.0 | 6    | 275.0  | 0.0   | 400.0 | 7    | 550.0  | 0.0   | 400.0 |
| 8    | 825.0  | 0.0   | 400.0 | 9    | 1100.0 | 0.0   | 400.0 | 10   | 0.0    | 160.0 | 400.0 |
| 11   | 275.0  | 160.0 | 400.0 | 12   | 550.0  | 160.0 | 400.0 | 13   | 825.0  | 160.0 | 400.0 |
| 14   | 1100.0 | 160.0 | 400.0 | 15   | 0.0    | 230.0 | 400.0 | 16   | 1100.0 | 230.0 | 400.0 |
| 17   | 0.0    | 320.0 | 400.0 | 18   | 275.0  | 320.0 | 400.0 | 19   | 550.0  | 320.0 | 400.0 |
| 20   | 825.0  | 320.0 | 400.0 | 21   | 1100.0 | 320.0 | 400.0 |      |        |       |       |

| Nodo | X      | Y     | Z   | Note | Rig. TX | Rig. TY | Rig. TZ | Rig. RX    | Rig. RY    | Rig. RZ    |
|------|--------|-------|-----|------|---------|---------|---------|------------|------------|------------|
|      | cm     | cm    | cm  |      | daN/cm  | daN/cm  | daN/cm  | daN cm/rad | daN cm/rad | daN cm/rad |
| 1    | 0.0    | 0.0   | 0.0 | FS=3 |         |         |         |            |            |            |
| 2    | 1100.0 | 0.0   | 0.0 | FS=3 |         |         |         |            |            |            |
| 3    | 0.0    | 230.0 | 0.0 | FS=3 |         |         |         |            |            |            |
| 4    | 1100.0 | 230.0 | 0.0 | FS=3 |         |         |         |            |            |            |

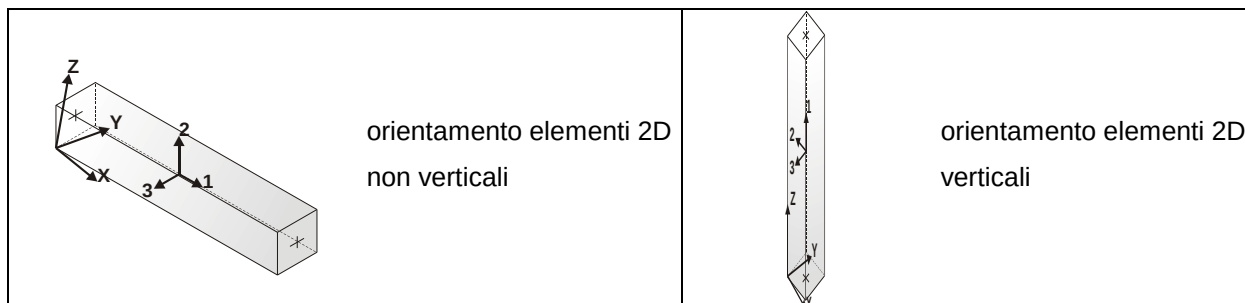
## 2.4 - MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE

#### LEGENDA TABELLA DATI TRAVE

Il programma utilizza per la modellazione elementi a due nodi denominati in generale travi.

Ogni elemento trave è individuato dal nodo iniziale e dal nodo finale.

Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione.



In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Elem.</b>          | numero dell'elemento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Note</b>           | codice di comportamento: trave, trave di fondazione, pilastro, asta, asta tesa, asta compressa,                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Nodo I (J)</b>     | numero del nodo iniziale (finale)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Mat.</b>           | codice del materiale assegnato all'elemento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Sez.</b>           | codice della sezione assegnata all'elemento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Rotaz.</b>         | valore della rotazione dell'elemento, attorno al proprio asse, nel caso in cui l'orientamento di default non sia adottabile; l'orientamento di default prevede per gli elementi non verticali l'asse 2 contenuto nel piano verticale e l'asse 3 orizzontale, per gli elementi verticali l'asse 2 diretto secondo X negativo e l'asse 3 diretto secondo Y negativo |
| <b>Svincolo I (J)</b> | codici di svincolo per le azioni interne; i primi sei codici si riferiscono al nodo iniziale, i restanti sei al nodo finale (il valore 1 indica che la relativa azione interna non è attiva)                                                                                                                                                                      |
| <b>Wink V</b>         | costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione della trave su suolo elastico                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Wink O</b>         | costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico orizzontale                                                                                                                                                                                                                                                               |

| Elem. | Note   | Nodo I | Nodo J | Mat. | Sez. | Crit. | Rotaz.<br>gradi | Svincolo I | Svincolo J | Wink V<br>daN/cm3 | Wink O<br>daN/cm3 |
|-------|--------|--------|--------|------|------|-------|-----------------|------------|------------|-------------------|-------------------|
| 1     | Pilas. | 1      | 5      | 1    | 1    | 3     |                 |            |            |                   |                   |
| 2     | Pilas. | 2      | 9      | 1    | 1    | 3     |                 |            |            |                   |                   |
| 3     | Pilas. | 3      | 15     | 1    | 1    | 3     |                 |            |            |                   |                   |
| 4     | Pilas. | 4      | 16     | 1    | 1    | 3     |                 |            |            |                   |                   |
| 5     | Trave  | 5      | 6      | 12   | 5    | 1     |                 | 000011     |            |                   |                   |
| 6     | Trave  | 6      | 7      | 12   | 5    | 1     |                 |            |            |                   |                   |
| 7     | Trave  | 7      | 8      | 12   | 5    | 1     |                 |            |            |                   |                   |
| 8     | Trave  | 8      | 9      | 12   | 5    | 1     |                 |            | 000011     |                   |                   |
| 9     | Trave  | 5      | 10     | 1    | 6    | 3     |                 |            |            |                   |                   |
| 10    | Trave  | 6      | 11     | 12   | 2    | 1     |                 |            |            |                   |                   |
| 11    | Trave  | 7      | 12     | 12   | 2    | 1     |                 |            |            |                   |                   |
| 12    | Trave  | 8      | 13     | 12   | 2    | 1     |                 |            |            |                   |                   |

---

|    |       |    |    |    |   |   |        |
|----|-------|----|----|----|---|---|--------|
| 13 | Trave | 9  | 14 | 1  | 6 | 3 |        |
| 14 | Trave | 10 | 11 | 12 | 5 | 1 | 000011 |
| 15 | Trave | 11 | 12 | 12 | 5 | 1 |        |
| 16 | Trave | 12 | 13 | 12 | 5 | 1 |        |
| 17 | Trave | 13 | 14 | 12 | 5 | 1 | 000011 |
| 18 | Trave | 10 | 15 | 1  | 6 | 3 |        |
| 19 | Trave | 14 | 16 | 1  | 6 | 3 |        |
| 20 | Trave | 11 | 18 | 12 | 2 | 1 |        |
| 21 | Trave | 12 | 19 | 12 | 2 | 1 |        |
| 22 | Trave | 13 | 20 | 12 | 2 | 1 |        |
| 23 | Trave | 15 | 17 | 1  | 6 | 3 |        |
| 24 | Trave | 16 | 21 | 1  | 6 | 3 |        |
| 25 | Trave | 17 | 18 | 12 | 5 | 1 | 000011 |
| 26 | Trave | 18 | 19 | 12 | 5 | 1 |        |
| 27 | Trave | 19 | 20 | 12 | 5 | 1 |        |
| 28 | Trave | 20 | 21 | 12 | 5 | 1 | 000011 |