

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP J47109000030009

U.O. INFRASTRUTTURE NORD

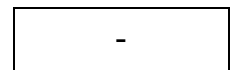
PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE

TIPO DOCUMENTO

SOTTOSTAZIONE ELETTRICA Pieve Emanuele km 11+752,85
Relazione di Calcolo Fabbricato

SCALA:



COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

N M 0 Z 1 0 D 2 6 C L F A 0 5 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	M. Andreani <i>M. Andreani</i>	Novembre 2018	F. Coppini <i>F. Coppini</i>	Novembre 2018	S. Borelli <i>S. Borelli</i>	Novembre 2018	F. Baccari Novembre 2018	Novembre 2018

ITALFERR - UO INFRASTRUTTURE NORD
Dott. Ing. Francesco Sacchi
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Milano
n. 25172 Sez. A

File: NM0Z10D26CLFA0500001A.doc

n. Elab.: X



PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA

**QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA
FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE**

RELAZIONE DI CALCOLO

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26 CL	FA0500 001	A	2 DI 133

Sommario

1	Scopo del Documento	5
2	Normativa di Riferimento	6
3	Caratteristiche dei Materiali	7
3.1	Calcestruzzo Strutture di Fondazione	7
3.2	Calcestruzzo Strutture in Elevazione	7
3.3	Acciaio da c.a.	8
4	Descrizione dell'intervento	9
5	Modellazione della Struttura	12
6	Analisi Modale	15
7	Analisi dei Carichi	18
7.1	Peso Proprio degli Elementi Strutturali	18
7.2	Carichi Permanenti Non Strutturali	18
7.3	Carichi Variabili	20
7.4	Azione della Neve	21
7.5	Azione del Vento	22
7.6	Azione Termica	24
7.7	Azione Sismica	26
8	Combinazioni di Carico	30
9	Sollecitazioni	33
9.1	Solaio di Sottotetto	33
9.2	Solaio di Copertura	33
9.3	Telaio Filo Fisso 5	34
9.4	Telaio Filo Fisso B	40
9.5	Telaio Filo Fisso C	44
9.6	Trave di Fondazione Filo Fisso 5	48
9.7	Trave di Fondazione Filo Fisso B	51
10	Verifiche Solaio Sottotetto	55
10.1	Dimensionamento Traliccio	55
10.2	Verifiche SLU Solaio	56
10.3	Verifiche SLE Solaio	57
11	Verifiche Solaio Copertura	59
11.1	Dimensionamento Traliccio	59
11.2	Verifiche SLU Solaio	60
11.3	Verifiche SLE Solaio	61



PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA

FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE

RELAZIONE DI CALCOLO

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26 CL	FA0500 001	A	3 DI 133

12	Verifiche Trave Filo Fisso C	63
12.1	Verifiche SLU – Flessione	64
12.2	Verifiche SLU – Taglio	66
12.3	Verifiche SLE – Tensione	67
12.4	Verifiche SLE – Fessurazione	70
13	Verifiche Tirante Filo Fisso 5	73
13.1	Verifiche SLU – Flessione	74
13.2	Verifiche SLU – Taglio	76
13.3	Verifiche SLE – Tensione	77
13.4	Verifiche SLE – Fessurazione	80
14	Verifiche Corrente Superiore Filo Fisso 5	83
14.1	Verifiche SLU – Flessione	84
14.2	Verifiche SLU – Taglio	86
14.3	Verifiche SLE – Tensione	87
14.4	Verifiche SLE – Fessurazione	90
15	Verifiche Pilastro A5	93
15.1	Verifiche SLU – Pressoflessione Deviata	94
15.2	Verifiche SLU – Taglio	96
15.3	Verifiche SLE – Tensione	98
15.4	Verifiche SLE – Fessurazione	101
16	Verifiche Pilastro B5	104
16.1	Verifiche SLU – Pressoflessione Deviata	105
16.2	Verifiche SLU – Taglio	107
16.3	Verifiche SLE – Tensione	109
16.4	Verifiche SLE – Fessurazione	111
17	Verifiche degli Elementi Strutturali in Termini di Contenimento del Danno agli Elementi Non Strutturali	113
18	Verifica Sismica Tamponamenti	115
19	Verifiche Trave di Fondazione Filo Fisso 5	118
19.1	Verifiche SLU – Flessione	119
19.2	Verifiche SLU – Taglio	121
19.3	Verifiche SLE – Tensione	121
19.4	Verifiche SLE – Fessurazione	123
20	Verifiche Trave di Fondazione Filo Fisso B	124
20.1	Verifiche SLU – Flessione	125
20.2	Verifiche SLU – Taglio	127



PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA

FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE

RELAZIONE DI CALCOLO

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26 CL	FA0500 001	A	4 DI 133

20.3	Verifiche SLE – Tensione	127
20.4	Verifiche SLE – Fessurazione	130
21	Conclusioni	132
22	Allegato – Tabulati di Calcolo	133

**PROGETTO DEFINITIVO****POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA****QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA****FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE****RELAZIONE DI CALCOLO**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26 CL	FA0500 001	A	5 DI 133


1 SCOPO DEL DOCUMENTO

Il presente documento si inquadra nell'ambito delle opere civili relative al Progetto Definitivo del potenziamento infrastrutturale della linea Milano – Genova nella tratta fra la stazione di Milano Rogoredo e la stazione di Pavia, Fase I “Quadruplicamento Milano Rogoredo – Pieve Emanuele”.

In particolare, la presente relazione di calcolo ha come oggetto le verifiche strutturali delle opere relative alla Sottostazione Elettrica di Pieve Emanuele, che verrà realizzata alla progressiva Pk 11+752,85.

Nel seguito, dopo una breve descrizione dell'opera, si analizzano le azioni gravanti sulla struttura e si determinano le massime sollecitazioni per le verifiche strutturali.

Le analisi sono state svolte in accordo al Decreto Ministero Infrastrutture del 14 Gennaio 2008 “Nuove norme tecniche per le costruzioni”, nel seguito indicato con NTC 2008. Le verifiche strutturali sono state svolte con il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite.

	<p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</p> <p>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</p> <p>FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE</p>												
<p>RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NM0Z</td> <td>10</td> <td>D 26 CL</td> <td>FA0500 001</td> <td>A</td> <td>6 DI 133</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM0Z	10	D 26 CL	FA0500 001	A	6 DI 133
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM0Z	10	D 26 CL	FA0500 001	A	6 DI 133								

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I calcoli e le disposizioni esecutive sono conformi alle norme attualmente in vigore e nel seguito elencate:

- D. M. Min. LL. PP. del 14 gennaio 2008 – Norme Tecniche per le Costruzioni;
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009. n.617 Istruzione per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;
- UNI EN 206:2016 – “Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità”;
- UNI EN 11104:2016 – “Calcestruzzo - Specificazione. prestazione. produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206;
- UNI EN 1992-1-1:2015 “Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per edifici”;
- UNI EN 1998- 1:2013 “Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici”;
- RFI DTC INC CS SP IFS 001 A – Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie;
- RFI DTC SI MA IFS 001 A – Manuale di progettazione delle opere Civili;
- RFI DTC SI SP IFS 001 A – Capitolato Generale di Appalto delle Opere Civili.



PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA

**QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA
FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE**

RELAZIONE DI CALCOLO

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26 CL FA0500 001	A	7 DI 133

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

3.1 Calcestruzzo Strutture di Fondazione

Per la realizzazione delle travi di fondazione si prevede l'utilizzo di calcestruzzo avente classe di resistenza C25/30 ($R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$), che presenta le seguenti caratteristiche:

- Resistenza Caratteristica a Compressione (Cilindrica) $\rightarrow f_{ck} = 0,83 \times R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$
- Classe di Esposizione $\rightarrow \text{XC2}$
- Classe di Consistenza $\rightarrow \text{S4/S5}$
- Resistenza Media a Compressione $\rightarrow f_{cm} = f_{ck} + 8 = 33 \text{ N/mm}^2$
- Modulo Elastico $\rightarrow E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0,3} = 31.475 \text{ N/mm}^2$
- Coefficiente di Sicurezza $\rightarrow \gamma_c = 1,5$
- Resistenza di Calcolo a Compressione $\rightarrow f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 14,17 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Trazione Media $\rightarrow f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{2/3} = 2,56 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Trazione $\rightarrow f_{ctk} = 0,7 \times f_{ctm} = 1,80 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Trazione di Calcolo $\rightarrow f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1,20 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Compressione (Comb. Rara) $\rightarrow \sigma_c = 0,60 \times f_{ck} = 15,00 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Compressione (Comb. Quasi Permanente) $\rightarrow \sigma_c = 0,45 \times f_{ck} = 11,25 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza $\rightarrow f_{bk} = 2,25 \eta f_{ctk} = 4,04 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo $\rightarrow f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c / 1,5 = 1,80 \text{ N/mm}^2$
- Deformazione Ultima a Rottura $\rightarrow \epsilon_{cu} = 0,0035$

Per gli elementi strutturali della fondazione si assume un copriferro di 40 mm (valutato al netto della staffa).

Per quanto riguarda la scelta degli stati limite di fessurazione, si fa riferimento a quanto riportato nella Tabella 4.1.IV delle NTC 2008, assumendo di trovarsi in condizioni ambientali ordinarie con armatura poco sensibile; i limiti adottati per la verifica nei confronti di tale stato limite sono riportati di seguito:

- Combinazione delle Azioni Frequente $\rightarrow w_d \leq w_3 = 0,4 \text{ mm}$
- Combinazione delle Azioni Quasi Permanente $\rightarrow w_d \leq w_2 = 0,3 \text{ mm}$

3.2 Calcestruzzo Strutture in Elevazione

Per la realizzazione della struttura in elevazione si prevede l'utilizzo di calcestruzzo avente classe di resistenza C30/37 ($R_{ck} \geq 37 \text{ N/mm}^2$), che presenta le seguenti caratteristiche:

- Resistenza Caratteristica a Compressione (Cilindrica) $\rightarrow f_{ck} = 0,83 \times R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
- Classe di Esposizione $\rightarrow \text{XC3}$
- Classe di Consistenza $\rightarrow \text{S4}$



PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA

FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE

RELAZIONE DI CALCOLO

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26 CL	FA0500 001	A	8 DI 133

- Resistenza Media a Compressione $\rightarrow f_{cm} = f_{ck} + 8 = 38 \text{ N/mm}^2$
- Modulo Elastico $\rightarrow E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0,3} = 33.019 \text{ N/mm}^2$
- Coefficiente di Sicurezza $\rightarrow \gamma_c = 1,5$
- Resistenza di Calcolo a Compressione $\rightarrow f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 17,40 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Trazione Media $\rightarrow f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{2/3} = 2,94 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Trazione $\rightarrow f_{ctk} = 0,7 \times f_{ctm} = 2,06 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Trazione di Calcolo $\rightarrow f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1,37 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Compressione (Comb. Rara) $\rightarrow \sigma_c = 0,60 \times f_{ck} = 18,43 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Compressione (Comb. Quasi Permanente) $\rightarrow \sigma_c = 0,45 \times f_{ck} = 13,82 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza $\rightarrow f_{bk} = 2,25 \eta f_{ctk} = 4,63 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo $\rightarrow f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c / 1,5 = 2,06 \text{ N/mm}^2$
- Deformazione Ultima a Rottura $\rightarrow \epsilon_{cu} = 0,0035$

Per gli elementi della struttura in elevazione si assume un copriferro di 30 mm (valutato al netto della staffa).

Per quanto riguarda la scelta degli stati limite di fessurazione, si fa riferimento a quanto riportato nella Tabella 4.1.IV delle NTC 2008, assumendo di trovarsi in condizioni ambientali ordinarie con armatura poco sensibile; i limiti adottati per la verifica nei confronti di tale stato limite sono riportati di seguito:

- Combinazione delle Azioni Frequente $\rightarrow w_d \leq w_3 = 0,4 \text{ mm}$
- Combinazione delle Azioni Quasi Permanente $\rightarrow w_d \leq w_2 = 0,3 \text{ mm}$

3.3 Acciaio da c.a.

Barre B450C

- Tensione di snervamento caratteristica $\rightarrow f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica a rottura $\rightarrow f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
- Fattore di sicurezza acciaio $\rightarrow \gamma_s = 1,15$
- Resistenza a trazione di calcolo $\rightarrow f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Trazione (Comb. Rara) $\rightarrow \sigma_s = 0,80 \times f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$
- Modulo Elastico $\rightarrow E_a = 210.000 \text{ N/mm}^2$
- Deformazione di Snervamento di Progetto $\rightarrow \epsilon_{yd} = 0,0019$
- Densità $\rightarrow \rho = 7.850 \text{ kg/m}^3$

**PROGETTO DEFINITIVO****POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA****QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA****FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE****RELAZIONE DI CALCOLO**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26 CL	FA0500 001	A	9 DI 133

4 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Per la realizzazione della nuova Sottostazione Elettrica è stata individuata un'area del Comune di Pieve Emanuele, attualmente non edificata e posta a Ovest del tracciato ferroviario esistente.

Per l'edificio si prevede una struttura intelaiata in cemento armato che si sviluppa su un solo piano fuori terra. Esso ha dimensione rettangolare in pianta di circa 26,80x12,90 m ed è caratterizzato da una copertura a capanna la cui altezza massima in corrispondenza del colmo è circa pari a 6,40 m.

Nel complesso la struttura è costituita da 5 telai in cemento armato di larghezza pari a 12,5 m e interasse variabile: i primi 4 hanno interasse pari a 6,5 m mentre l'ultimo ha interasse inferiore, pari a 5,55 m. Gli elementi strutturali verticali di ciascun telaio sono tre pilastri di sezione 30x50 cm, fatta eccezione per i pilastri posti ai vertici del fabbricato, per i quali si prevede una sezione di 30x100 cm. In sommità è presente una capriata triangolare in cemento armato, costituita da due correnti superiori di 30x26 cm inglobati nello spessore del solaio di copertura e un tirante inferiore di 30x26 cm. Le travi di bordo che collegano i vari telai hanno sezione estradossata di 30x70 cm mentre la trave di colmo ha una sezione di forma convessa pentagonale inglobata nel getto dei solai.

Questi ultimi, orditi parallelamente alla pendenza della falda di copertura, sono realizzati con lastre parzialmente prefabbricate di tipo predalle, con blocchi di alleggerimento in polistirolo e getto di completamento realizzato in opera. Lo spessore totale del solaio è di 26 cm (4+18+4).

In corrispondenza del campo strutturale di larghezza pari a 5,55 m, nel quale è allestita la Sala Quadri, è previsto un solaio di sottotetto con le stesse caratteristiche del solaio di copertura, poggiante sulle travi di bordo estradossate e su una trave di spina ricalata di sezione 30x50 cm.

La fondazione è realizzata con travi rovesce alte complessivamente 135 cm, con ciabatta di spessore pari a 35 cm e anima di 50 cm; per agevolare la disposizione di pozzetti e cunicoli impiantistici e il passaggio delle tubazioni richieste, la trave rovescia centrale ha una sezione ribassata rispetto alle due laterali, per un'altezza complessiva pari a 95 cm. Sono inoltre previsti cordoli di collegamento fra le travi di fondazione di sezione pari a 60x35 cm.

Le tamponature esterne sono realizzate con blocchi forati di spessore pari a 30 cm posti in asse ai pilastri del fabbricato, intonacati internamente e rivestiti esternamente con uno strato coibentante in EPS di 10 cm di spessore, protetto da un ulteriore strato di forati da 8 cm a loro volta intonacati sull'esterno.

La pavimentazione interna della Sala Alimentatori e delle Celle Raddrizzatori è realizzata con un pavimento in Gres posto su uno strato di allettamento e su un massetto portaimpanti in calcestruzzo alleggerito di spessore pari a 8 cm, poggiato su una soletta di ripartizione di 5 cm posta al di sopra di uno strato di XPS ad alta densità di 8 cm; questo a sua volta è posto su un vespaio aerato costituito da igloo di 20 cm e soletta in c.a. di 7 cm, armata con rete elettrosaldata e poggiante su uno strato di magrone di 10 cm a sua volta posto su un vespaio di pietrame grezzo o ciottoli di fiume.

All'interno della Sala Quadri è invece presente un pavimento flottante con plenum di 50 cm, poggiato su una soletta di ripartizione di 5 cm posta al di sopra di uno strato di XPS ad alta densità di 8 cm; questo a sua volta è posto su un vespaio aerato costituito da igloo di 40 cm e soletta in c.a. di 7 cm armata con rete elettrosaldata e poggiante su uno strato di magrone di 10 cm a sua volta posto su un vespaio di pietrame grezzo o ciottoli di fiume.

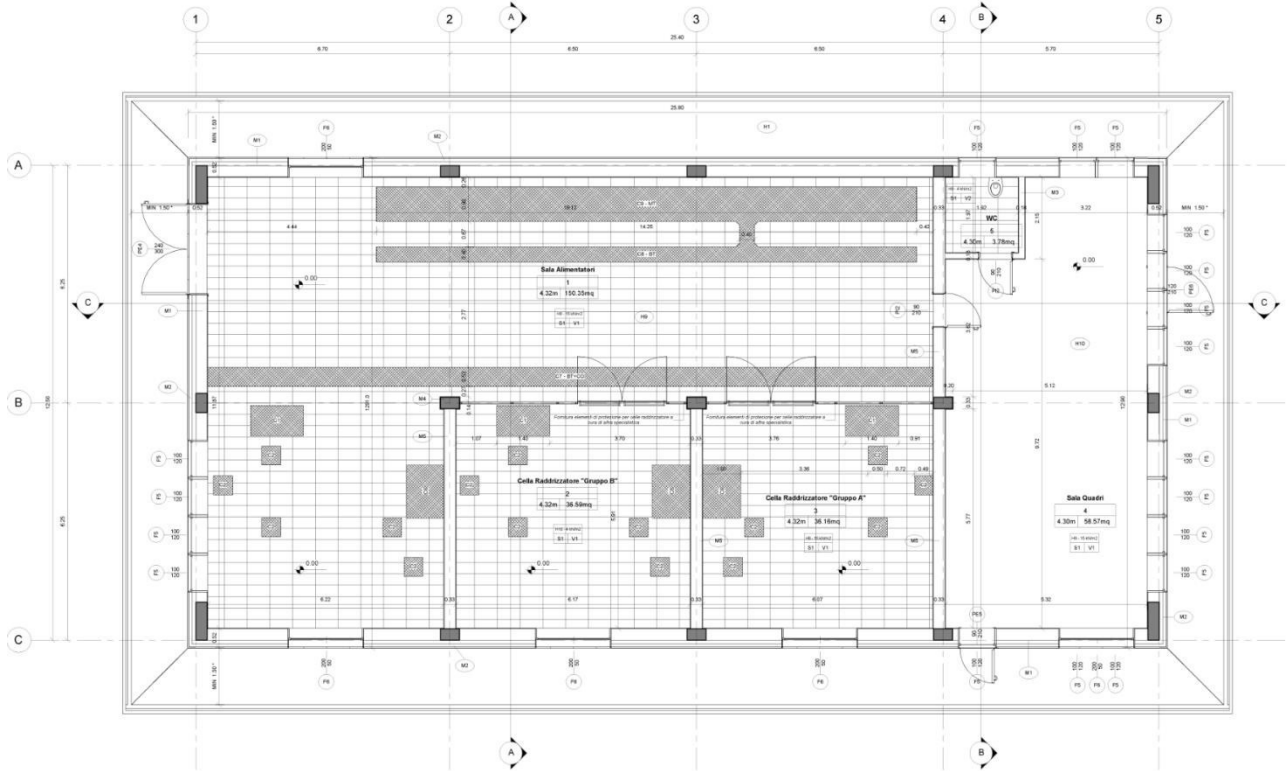


Figura 4.1 – Pianta Architettonica Piano Terra

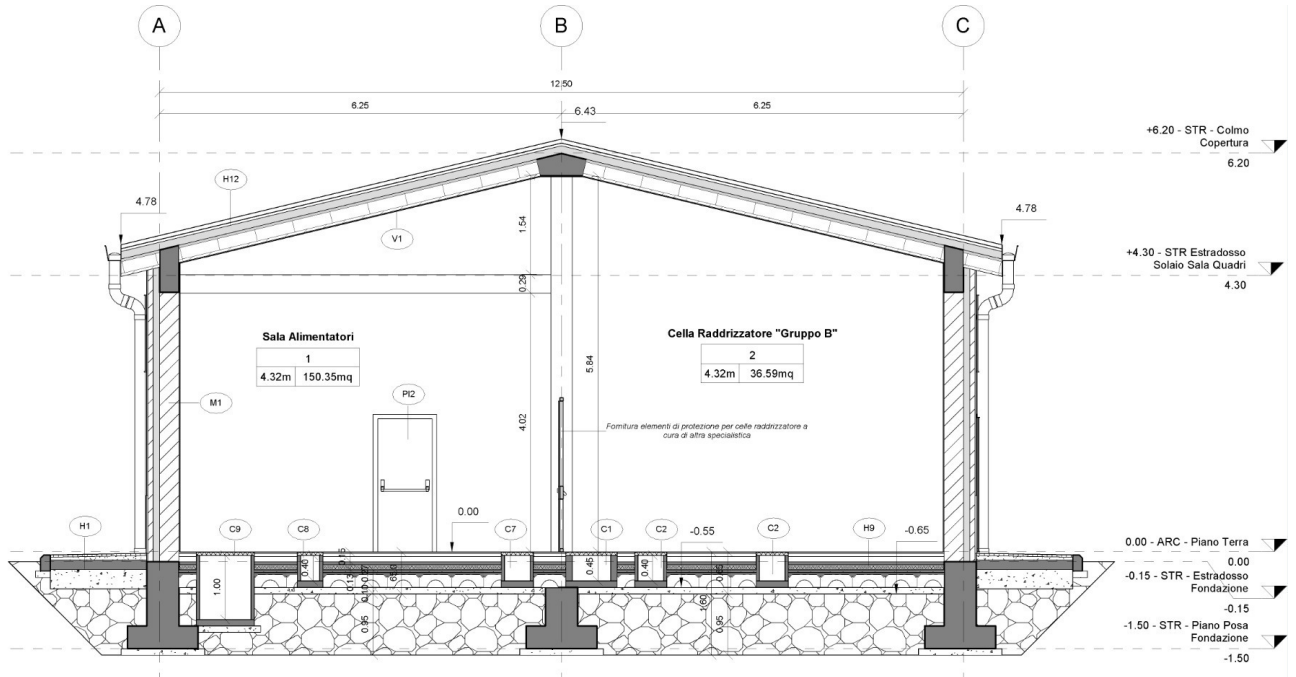


Figura 4.2 – Sezione A – A

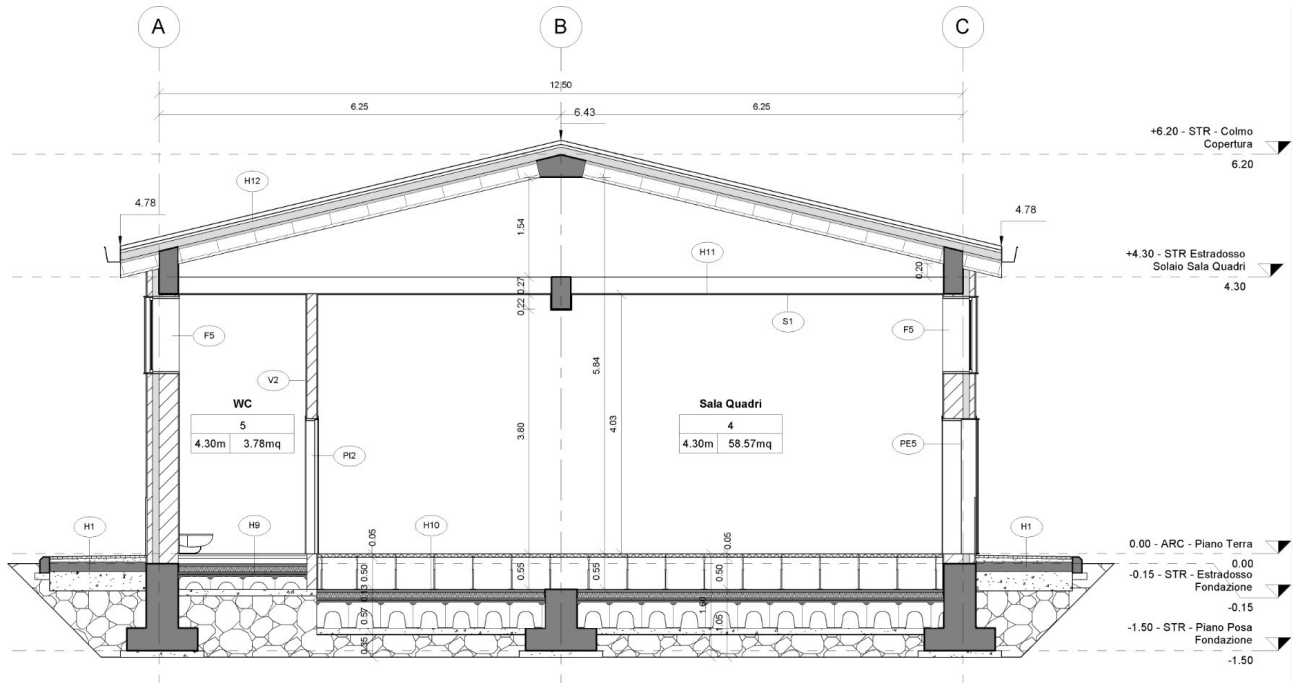


Figura 4.3 – Sezione B – B

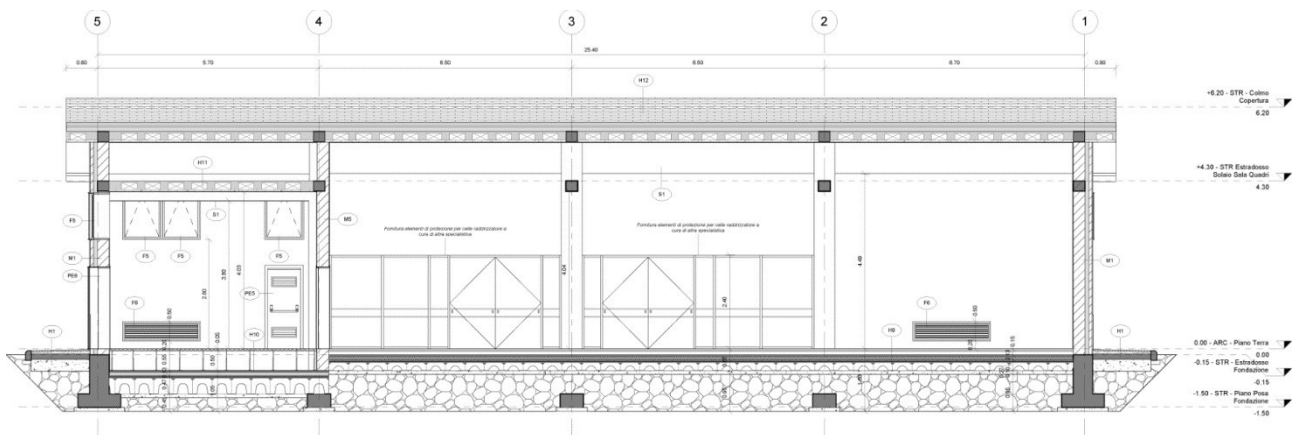



Figura 4.4 – Sezione C – C

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO FA0500 001	REV. A

5 MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA

L'analisi della struttura è condotta con il programma agli elementi finiti SAP2000 versione 19.0, seguendo quanto specificato dalle NTC 2008 al § 7.2.6.

In particolare, vengono realizzati due distinti modelli agli elementi finiti per l'individuazione delle sollecitazioni che interessano rispettivamente la struttura in elevazione e le fondazioni del fabbricato.

Per individuare le sollecitazioni che interessano gli elementi della struttura in elevazione, viene realizzato un modello tridimensionale in cui sono inseriti gli elementi strutturali principali (travi e pilastri modellati con elementi finiti monodimensionali tipo *frame*). In questo modello la fondazione non è rappresentata e i pilastri sono vincolati alla base con un vincolo di tipo incastro. Le tamponature e i solai non vengono modellati direttamente, ma sono rappresentati unicamente in termini di massa; per tener conto del contributo irrigidente offerto dalla soletta del solaio costituente la falda di copertura, nel modello vengono inseriti degli elementi shell di spessore pari allo spessore della soletta di ripartizione dei carichi del solaio (4 cm) mentre in corrispondenza del solaio di sottotetto viene inserito un vincolo di piano rigido (*Diaphragm Constraint*) (vedi NTC 2008 al § 7.2.6).

Secondo quanto suggerito dalle NTC 2008 al § 7.2.6, per tener conto della fessurazione dei materiali fragili, la rigidità flessionale e a taglio degli elementi in cemento armato può essere abbattuta fino al 50%. Nel modello realizzato su SAP2000, si abbatte dunque il modulo di rigidità di tutti gli elementi strutturali della metà ($E_{prog} = 0,50 \cdot E_{cls}$).

Data la natura monodimensionale degli elementi *frame*, nei collegamenti non viene tenuto conto degli effettivi ingombri degli elementi strutturali, che hanno una lunghezza reale inferiore alla distanza fra i loro nodi estremali nello schema di calcolo. È possibile risolvere questo problema assegnando a questi elementi dei *End (Length) Offset* che consentono di identificare un tratto di rigidità infinita intorno a ogni nodo, la cui lunghezza è calcolata in automatico dal software, sulla base della geometria degli elementi che si intersecano nel nodo stesso. In questo modo i valori massimi delle sollecitazioni delle travi in corrispondenza degli appoggi non vengono letti esattamente in asse al nodo ma a una distanza che corrisponde a metà dell'altezza della sezione del pilastro convergente nel nodo stesso.

Nel secondo modello vengono invece rappresentate le travi di fondazione con i cordoli di collegamento, modellate con elementi tipo *beam* e poggiate su suolo elastico la cui costante di Winkler è assunta pari a $k_v = 6.000 \text{ kN/m}^3$ in direzione verticale e $k_h = 2.000 \text{ kN/m}^3$ in direzione orizzontale, in analogia con le indicazioni contenute nella "Relazione Geotecnica Generale" relativa al Fabbricato.

Su tali travi di fondazione vengono applicate le reazioni di base dei pilastri ottenute dal modello della struttura in elevazione per ognuna delle combinazioni di carico considerate, cambiate di segno. Tenendo conto delle indicazioni riportate al § 7.2.5 delle NTC 2008, si assumono come azioni in fondazione trasmesse dagli elementi soprastanti quelle derivanti direttamente dall'analisi della struttura in elevazione cambiate di segno, trattandosi di un'analisi elastica condotta ponendo $q = 1$.

Una volta lanciata l'analisi, ognuno dei due modelli può essere direttamente esportato nel software VIS di CSI, all'interno del quale vengono eseguite le verifiche di resistenza agli stati limite ultimi e il controllo tensione e fessurazione per gli stati limite di esercizio.

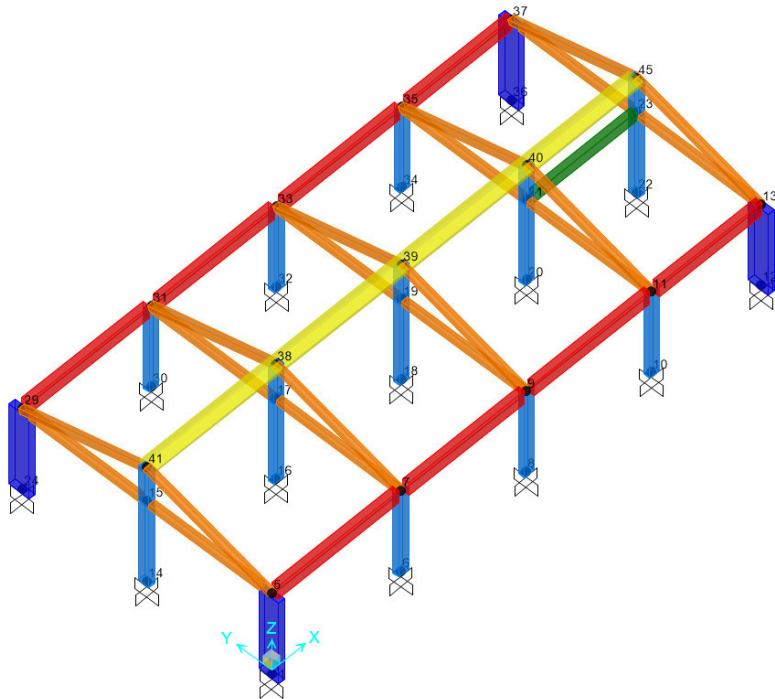


Figura 5.1 - Vista assonometrica modello struttura in elevazione - elementi estrusi

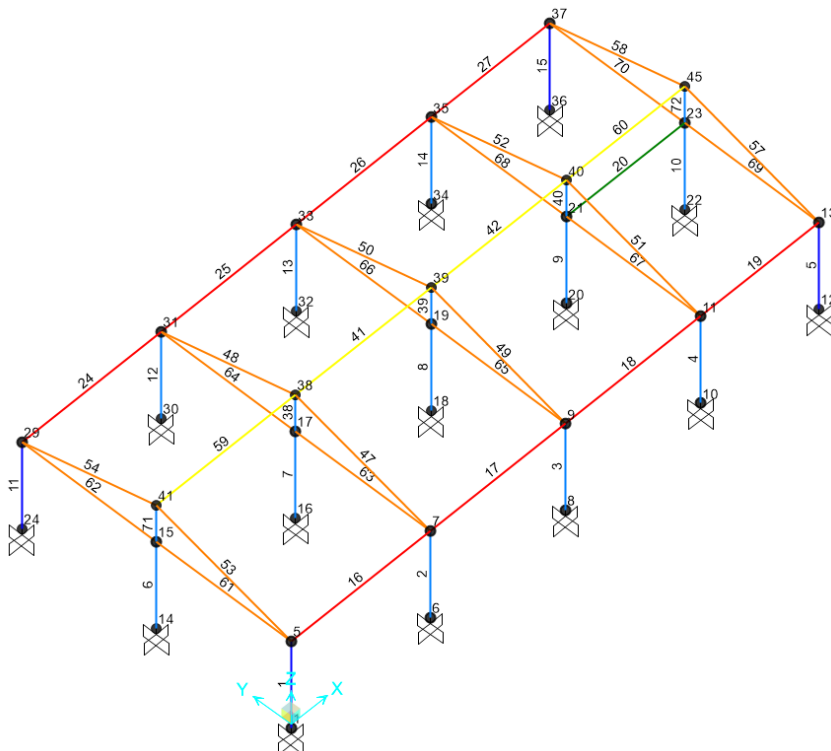


Figura 5.2 – Vista assonometrica modello struttura in elevazione - numerazione elementi frame

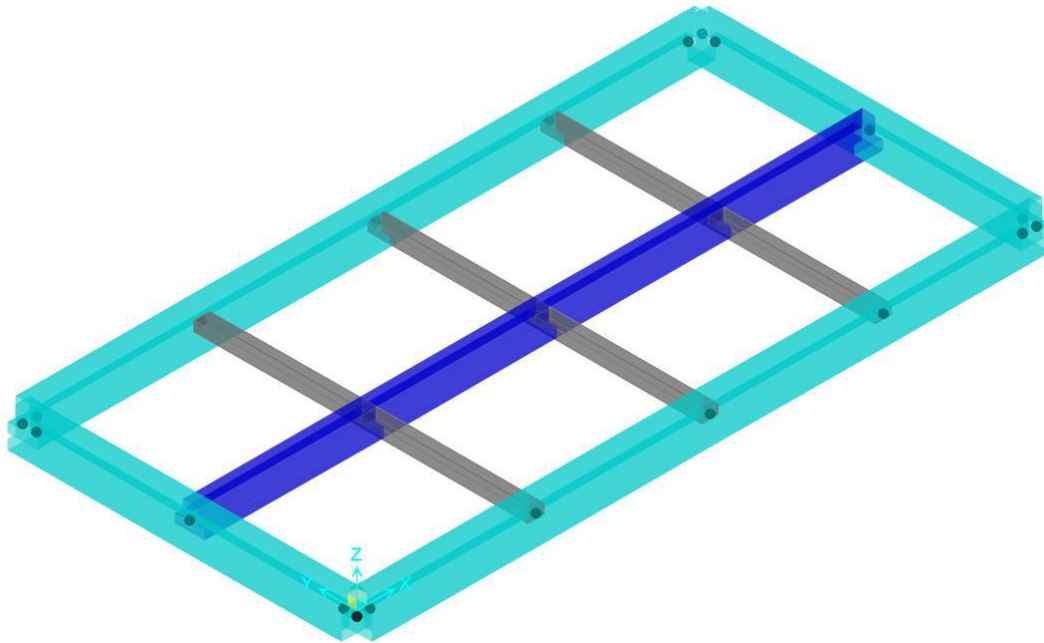


Figura 5.3 – Vista assometrica modello della struttura di fondazione

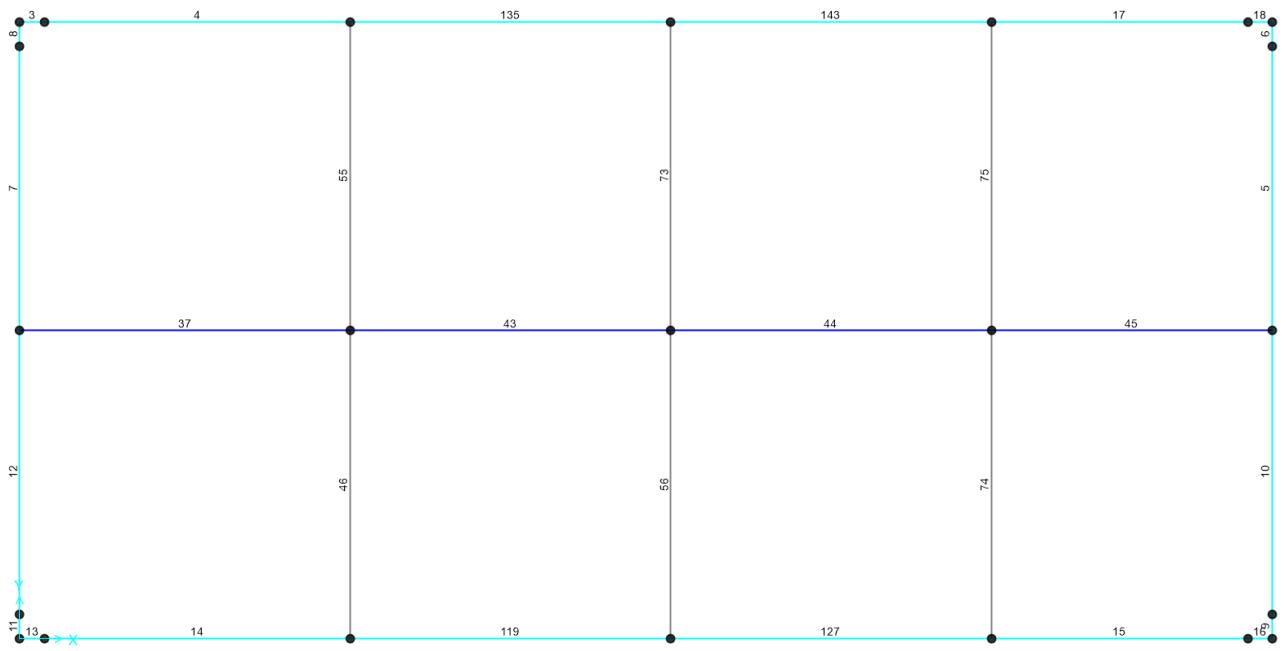


Figura 5.4 – Pianta del modello di analisi delle travi di fondazione – numerazione elementi frame



PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA

**QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA
FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE**

RELAZIONE DI CALCOLO

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26 CL	FA0500 001	A	15 DI 133

6 ANALISI MODALE

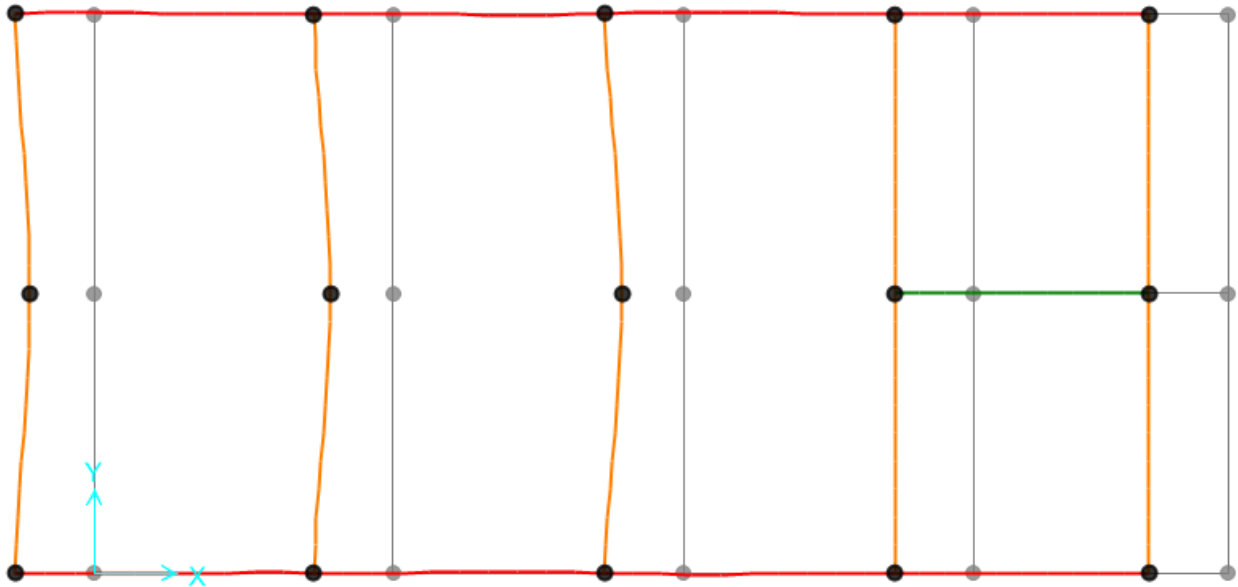
L'analisi modale consente di individuare i modi propri di vibrare della struttura, indipendentemente dalle forzanti che agiscono sulla stessa. Essa permette inoltre di conoscere, per ogni modo di vibrare della struttura, il periodo e la massa partecipante, ovvero la percentuale di massa attivata nella i-esima forma modale. Per una corretta progettazione sismica sono desiderabili periodi di vibrazione piuttosto bassi (tra 0,4 e 2 secondi); inoltre, è auspicabile che le prime tre forme modali siano quanto più possibile “pure”: in particolare, idealmente, le prime due forme modali dovrebbero essere di traslazione, e la terza di rotazione. La condizione di forma traslazionale in direzione Ux o Uy si realizza quando si ha una massa partecipante nella data direzione Ux o Uy maggiore del 70% e una massa attivata nella rotazione Rz pressoché nulla. Al contrario, la condizione di forma puramente rotazionale si verifica quando le masse attivate nella traslazione Ux e Uy sono trascurabili e si ha una percentuale superiore al 70% di massa attivata nella rotazione Rz.

Secondo quanto riportato al § 7.3.3 delle NTC 2008, devono essere considerati tutti i modi con massa partecipante significativa. È opportuno a tal riguardo considerare tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% e comunque un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore all’85%.

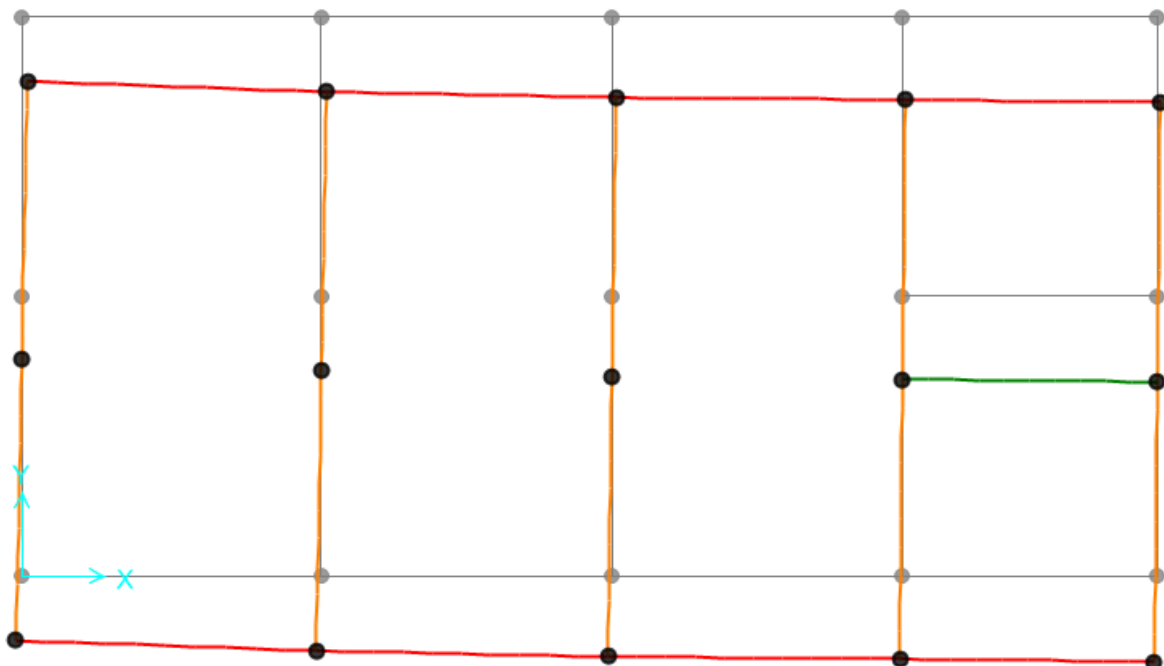
Si riportano di seguito la tabella riassuntiva di periodo e masse partecipanti relative ai primi 6 modi di vibrare e le immagini relative ai primi tre modi di vibrare della struttura.

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RZ	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0,42	99,88%	0,00%	0,00%	99,88%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
MODAL	Mode	2	0,38	0,00%	99,15%	0,00%	99,88%	99,15%	0,00%	0,86%	0,86%
MODAL	Mode	3	0,28	0,00%	0,77%	0,00%	99,88%	99,92%	0,00%	99,10%	99,96%
MODAL	Mode	4	0,07	0,02%	0,00%	0,00%	99,91%	99,92%	0,00%	0,00%	99,96%
MODAL	Mode	5	0,06	0,00%	0,07%	0,00%	99,91%	99,99%	0,00%	0,02%	99,99%
MODAL	Mode	6	0,05	0,00%	0,00%	0,00%	99,91%	100,00%	0,00%	0,00%	99,99%

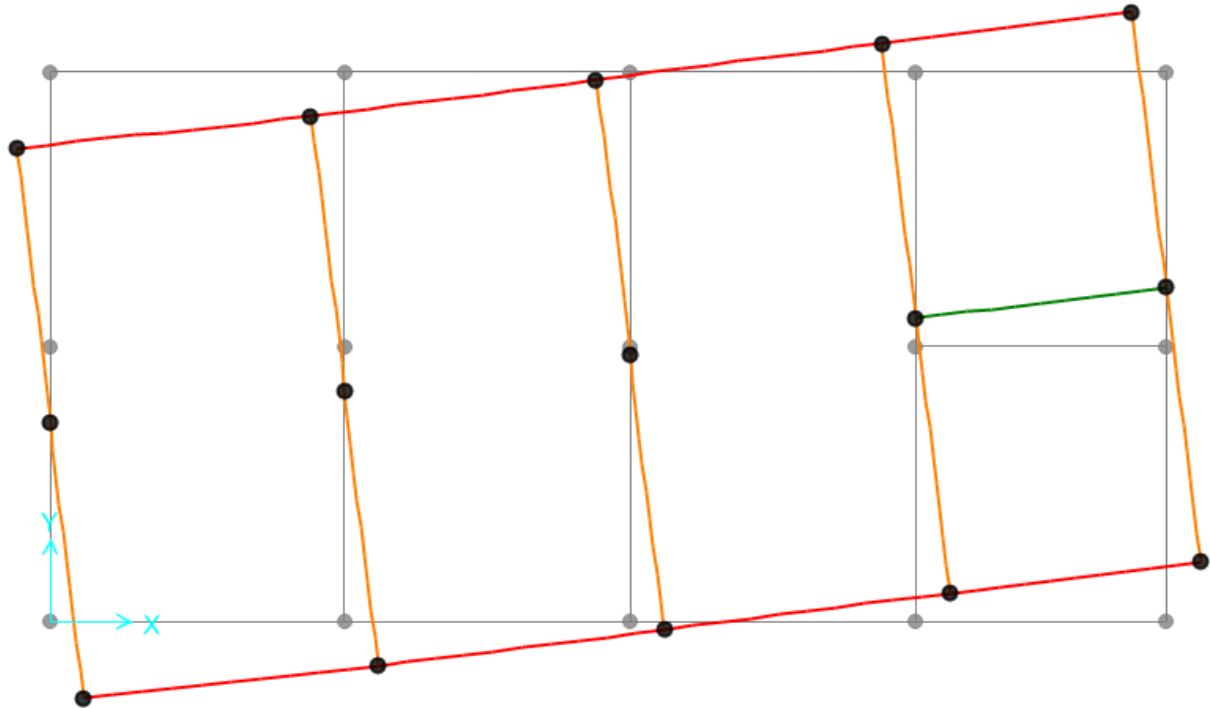
Deformed Shape (MODAL) - Mode 1; T = 0,41558; f = 2,4063



Deformed Shape (MODAL) - Mode 2; T = 0,3822; f = 2,61645



Deformed Shape (MODAL) - Mode 3; T = 0,27553; f = 3,62937



7 ANALISI DEI CARICHI

Come prescritto dalle NTC 2008, sono state considerate agenti sulla struttura diverse condizioni di carico elementari, combinate tra loro in modo da determinare gli effetti più sfavorevoli ai fini delle verifiche dei singoli elementi strutturali.

Per il calcolo delle sollecitazioni sugli elementi strutturali è stato impiegato il programma di calcolo SAP2000.

7.1 Peso Proprio degli Elementi Strutturali

Il peso degli elementi strutturali modellati (travi, pilastri) viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo utilizzato, assumendo $\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$.

Il solaio di copertura viene realizzato con lastre prefabbricate di tipo predalle, le cui caratteristiche sono riportate nella tabella seguente. Come già detto, non è prevista soletta superiore di ripartizione dei carichi.

Tipologia Solaio	Spessore Strati [cm]	Spessore Totale [cm]	Peso Solaio – G ₁ [kN/m ²]
Solaio di Copertura / Solaio Sottotetto Sala Quadri	(4+18+4)	26	3,50

7.2 Carichi Permanenti Non Strutturali

- Tamponatura Esterna M2

Descrizione	Spessore [cm]	Densità [kg/m ³]	Carico – G ₂ [kN/m ²]
Intonaco e tinteggiatura	2,0	1.400	0,28
Blocco in Termolaterizio tipo Poroton	8,0	760	0,61
Isolamento EPS	10,0	18	0,02
Blocco in Termolaterizio tipo Poroton	30,0	760	2,28
Intonaco civile liscio	1,5	1.400	0,21
TOTALE	51,5		3,40

Considerando che l'altezza dell'edificio all'intradosso della trave di bordo è $H_{int} = 4,04 \text{ m}$ e che l'altezza massima delle pareti poste sui lati corti dell'edificio è circa pari a $H_{max} = 5,84 \text{ m}$, si può considerare un'altezza media del tamponamento esterno pari a $H_{tamp} = 5,36 \text{ m}$.

Il carico agente sulle travi rovesce di fondazione può essere in definitiva assunto pari a

$$G_{2_Tamp} = 18,20 \text{ kN/m}$$



PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA

**QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA
FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE**

RELAZIONE DI CALCOLO

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26 CL	FA0500 001	A	19 DI 133

- Solaio di Fondazione

Al piano terra del fabbricato sono previste due tipologie di pacchetti di finitura, in funzione delle diverse destinazioni d'uso dei locali, come descritto nelle tabelle seguenti:

H10 – SALA QUADRI - PAVIMENTO GALLEGGIANTE SU IGLOO

Descrizione	Spessore [cm]	Densità [kg/m ³]	Carico – G ₂ [kN/m ²]
Pavimento Galleggiante	55		0,80
Soletta in c.a.	5	2.500	1,25
Foglio separatore in polietilene			
Isolamento XPS	8	50	0,04
Soletta c.a.	7	2.500	1,75
Intercapedine cupolex	40		0,06
Magrone in cls	10	2.500	2,50
Incidenza Tramezzi			1,60
TOTALE	105		4,98

H9 – SALA ALIMENTATORI, CELLE RADDRIZZATORI E WC – GRES PORCELLANATO SU ILOO

Descrizione	Spessore [cm]	Densità [kg/m ³]	Carico – G ₂ [kN/m ²]
Pavimento in Gres Porcellanato	3	2.300	0,69
Massetto di posa Pavimentazione	4	1.200	0,48
Massetto alleggerito in argilla espansa o perlite	8	1.200	0,96
Soletta c.a.	5	2.500	1,25
Intercapedine cupolex NON Aerata	40		0,06
Soletta c.a.	5	2.500	1,25
Foglio separatore in polietilene			
Isolamento XPS	8	50	0,04
Soletta c.a.	7	2.500	1,75
Intercapedine cupolex	20		0,05
Magrone in cls	10	2.500	2,50
Incidenza Tramezzi			1,60
TOTALE	105		9,32



PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA

**QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA
FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE**

RELAZIONE DI CALCOLO

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26 CL	FA0500 001	A	20 DI 133

- Solaio di Sottotetto

I carichi associati alle finiture di copertura sono riassunti nella tabella seguente:

H11 - SOLAIO SOTTOTETTO

Descrizione	Spessore [cm]	Densità [kg/m ³]	Carico – G ₂ [kN/m ²]
Intonaco	1,5	1.400	0,21
TOTALE	1,5		0,21

H12 - SOLAIO COPERTURA

Descrizione	Spessore [cm]	Densità [kg/m ³]	Carico – G ₂ [kN/m ²]
Manto di copertura in tegole di laterizio	1,5		0,52
Guaina Impermeabilizzante	0,2	219	0,00
Massetto in cls alleggerito	4	1.200	0,48
Isolamento in XPS	12	50	0,06
TOTALE	17,7		1,06

7.3 Carichi Variabili

	Categoria	Denominazione	Q _k [kN/m ²]
Solaio di Copertura	Categoria H1 - Coperture Accessibili per sola Manutenzione	Q_H	0,5
Solaio Sottotetto	Cat. E2 - Ambienti ad uso industriale da valutarsi caso per caso	Q_E	1
Solaio di Fondazione	Cat. E2 - Ambienti ad uso industriale da valutarsi caso per caso – SALA ALIMENTATORI, CELLE RADDRIZZATORI	Q_E	15
	Cat. E2 - Ambienti ad uso industriale da valutarsi caso per caso – SALA QUADRI e WC	Q_E	4

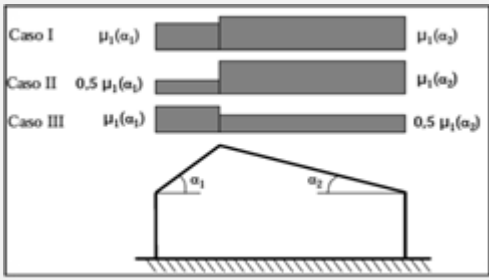
7.4 Azione della Neve

L'azione della neve è stata valutata in conformità alle prescrizioni contenute nelle NTC 2008. Di seguito viene riportato il dettaglio del calcolo.

Regione: Lombardia

Provincia: Milano

Comune: Pieve Emanuele

CALCOLO AZIONE DELLA NEVE - NTC §3.4					
<i>Caratteristiche del Sito</i>	Zona	NTC 2008 §3.4.2		I – Mediterranea	
	Altitudine s.l.m.		as =	95	m
	Valore caratteristico del carico neve al suolo				
	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2$, as ≤ 200 m s.l.m.		q_{sk} =	1,50	kN/m²
	$q_{sk} = 1,35[1+(as/602)^2] \text{ kN/m}^2$, as > 200 m s.l.m.				
<i>Coefficiente di esposizione</i>		NTC 2008 §3.4.3	C_E =	1	
<i>Coefficiente Termico</i>		NTC 2008 §3.4.4	C_t =	1	
<i>Coefficiente di Forma</i>	Angolo di Inclinazione della Falda	NTC 2008 §3.4.5.1	α	14	°
			$\mu_1(\alpha)$	0,8	
			$0,5 * \mu_1(\alpha)$	0,4	
					

Per considerare le condizioni più gravose indotte dal carico neve sui diversi elementi strutturali, si fa riferimento ai tre casi descritti nella figura soprastante.

Carico Neve	$Q_{k_Neve} = \mu_1(\alpha) q_{sk} c_E c_t = 1,20 \text{ kN/m}^2$	Caso I – Caso II Falda II – Caso III Falda I
	$Q_{k_Neve} = 0,5 \mu_1(\alpha) q_{sk} c_E c_t = 0,60 \text{ kN/m}^2$	Caso II Falda I - Caso III Falda II



PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA

FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE

RELAZIONE DI CALCOLO

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26 CL	FA0500 001	A	22 DI 133

7.5 Azione del Vento

L'azione del vento è stata valutata in conformità con le prescrizioni contenute nelle NTC 2008. Di seguito viene riportato il dettaglio del calcolo.

Regione: Lombardia

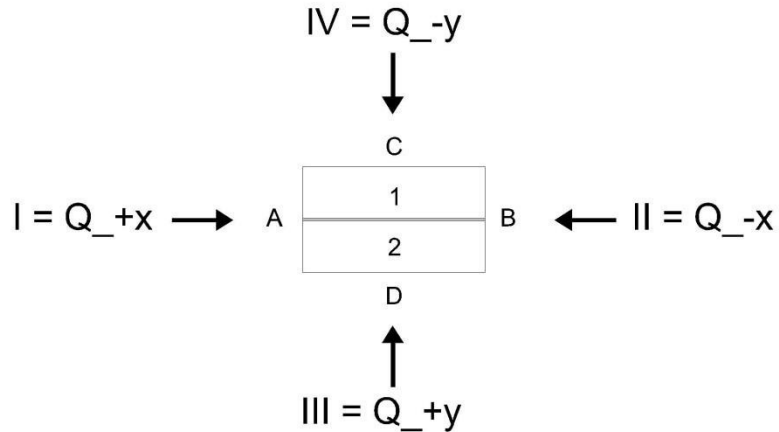
Provincia: Milano

Comune: Pieve Emanuele

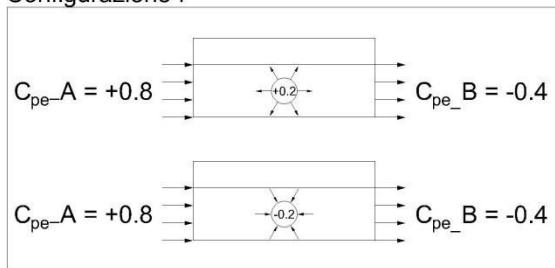
CALCOLO AZIONE DEL VENTO - NTC §3.3					
<i>Velocità di riferimento</i>	Zona	NTC 2008	tab. 3.3.I	1	
	Altitudine s.l.m.			as =	95 m
		NTC 2008	tab. 3.3.I	a0 =	1.000 m
		NTC 2008	tab. 3.3.I	vb,0 =	25 m/s
		NTC 2008	tab. 3.3.I	ka =	0,01 1/s
	Velocità caratteristica del vento 10 m dal suolo, 10 min., cat. II, 50 anni			vb =	25 m/s
<i>Amplificazione periodo ritorno</i>	Periodo di riferimento			Tr,0 =	75 anni
	Coefficiente di ritorno	CNR207	§3.2.2	cr =	1,02
	Velocità caratteristica del vento			vb(Tr) =	25 m/s
	Pressione cinetica di riferimento (picco)			qb(Tr) =	409 N/m²
<i>Coefficiente di esposizione</i>	Categoria di esposizione del sito <i>Terra oltre 30km e h<500m</i>	NTC 2008	Fig. 3.3.2		III
	Classe di rugosità del terreno	NTC 2008	tab. 3.3.III		C
	Coefficiente topografico			ct =	1
		NTC 2008	tab. 3.3.II	kr =	0,20
		NTC 2008	tab. 3.3.II	z0 =	0,10 m
		NTC 2008	tab. 3.3.II	zmin =	5 m
<i>Coefficiente di esposizione</i>	Coefficiente di esposizione a zmin			ce(zmin) =	1,71
	Coefficiente dinamico			cd =	1,0
<i>Coefficiente di forma</i>	Coefficiente di Pressione Sopravento	Circ 617	§ C3.3.10	Cpe	±0,8
	Coefficiente di Pressione Sottovento			Cpi	±0,2
				Cp	1,00

Pressione di calcolo $p(zmin) = q_b c_e c_p c_d = 699N/m^2$

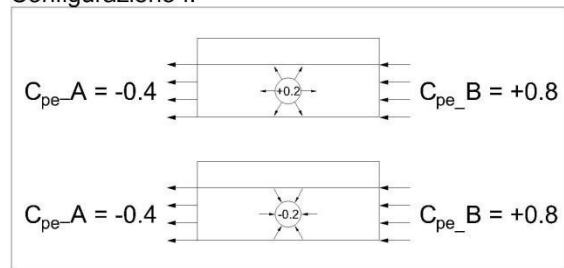
Per considerare le condizioni più gravose indotte dal carico vento sui diversi elementi strutturali, si fa riferimento alle configurazioni riportate nella figura seguente, che considerano 4 scenari a seconda che il vento spiri in direzione $\pm X$ o $\pm Y$ e per ciascuno di essi valutano le differenti combinazioni possibili di Coefficiente di Forma interno e esterno su ogni facciata lambita.



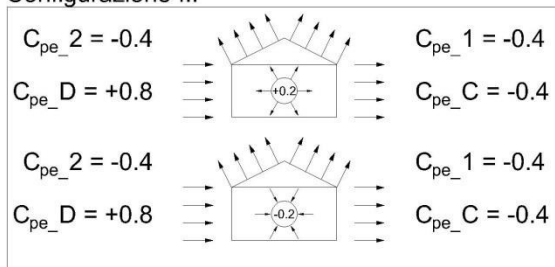
Configurazione I



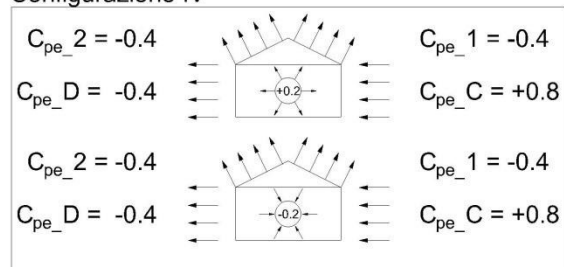
Configurazione II




Configurazione III



Configurazione IV



In copertura il vento agisce come azione di sollevamento e per questo viene trascurato.

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO FA0500 001	REV. A

7.6 Azione Termica

Secondo quanto riportato dalle NTC 2008 al § 3.5.5, nel caso in cui la temperatura non costituisca azione fondamentale per la sicurezza o per l'efficienza funzionale della struttura, è consentito tener conto, per gli edifici, della sola componente uniforme di variazione termica ΔT_u , esprimibile come segue:

$$\Delta T_u = T - T_0$$

in cui:

T = Temperatura media attuale

T_0 = Temperatura iniziale alla data della costruzione T_0 .

Il valore di ΔT_u può essere ricavato dalla Tabella 3.5.II della stessa norma e per costruzioni in cemento armato protette può essere assunto pari a $\pm 10^\circ\text{C}$. Per tener conto del fatto che questo fenomeno avviene in modo prolungato nel tempo e sarà quindi soggetto all'effetto della viscosità del calcestruzzo, per la valutazione delle sollecitazioni indotte sulla struttura si abbatta il modulo elastico a un terzo del valore medio.

Tuttavia, l'edificio in esame è caratterizzato da un regime di temperatura interna particolare: la maggior parte degli ambienti è infatti caratterizzata dalla presenza di apparati che da un lato sono responsabili di elevati carichi termici e dall'altro, trattandosi di macchinari a range esteso, sono in grado di operare a temperature molto elevate. Per questo, quasi tutti gli ambienti non sono dotati di impianto di condizionamento ma solo di un sistema di ventilazione forzata che garantisce il ricambio dell'aria interna.

Alla luce di queste considerazioni, viste le elevate dispersioni termiche di cui sono responsabili questi macchinari, si ipotizza che la temperatura degli ambienti interni oscilli intorno a un valore medio di 25°C , con punte massime estive di 45°C e minime invernali di 15°C . Sulla base di questa ipotesi, per l'edificio in esame la variazione stagionale di temperatura può essere considerata la seguente:

$$\text{Periodo Estivo} \quad 45^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C} \quad = \quad +20^\circ\text{C}$$

$$\text{Periodo Invernale} \quad 15^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C} \quad = \quad -10^\circ\text{C}$$

Questi sono i valori assunti come riferimento per la valutazione delle azioni termiche agenti sulla struttura, poiché risultano più restrittivi rispetto a quelli generali prescritti dalla norma. Anche in questo caso, trattandosi di un fenomeno lento, i suoi effetti potranno essere considerati abbattendo il modulo elastico del calcestruzzo a un terzo del valore medio.

L'effetto di queste variazioni termiche è stato valutato in un modello di analisi realizzato ad hoc e i risultati ottenuti dall'analisi della struttura soggetta alla sola azione termica sono riportati nella tabella seguente:

**PROGETTO DEFINITIVO****POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA****QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA****FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE****RELAZIONE DI CALCOLO**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26 CL	FA0500 001	A	25 DI 133


 $\Delta T = + 20^{\circ}C$

Travi	Nasce Sforzo Normale di Compressione, che ha un effetto benefico sugli elementi strutturali ed è pertanto trascurabile ai fini del loro dimensionamento
Pilastri	Nascono Momenti Flettenti e Sforzi di Taglio con valori massimi rispettivamente di circa 12 kNm e 3 kN. È tuttavia necessario sottolineare che, ai fini del dimensionamento degli elementi strutturali, le azioni indotte dalle variazioni termiche si combinano con le altre azioni gravanti sulla struttura solo nelle Combinazioni di Carico SLU, poiché assumono valore nullo in combinazione sismica, essendo $\psi_2(\Delta T) = 0$. Un incremento dei Momenti Flettenti e di Sforzi di Taglio agli SLU non risulta tuttavia rilevante per il dimensionamento dei pilastri, che per questo Stato Limite sono caratterizzati da rapporti D/C di circa 0,15, e per i quali la combinazione di carico dimensionante è sempre la combinazione sismica SLV, nella quale si registrano Momenti Flettenti e Sforzi di Taglio massimi e Sforzi Normali minimi.

 $\Delta T = - 10^{\circ}C$

Travi	Nasce Sforzo Normale di Trazione con valori massimi di circa 55 kN. Uno sforzo Normale di questa entità richiede un incremento di armatura di circa 140 mm ² (= 55.000/391,30), corrispondenti a circa il 15% dell'area totale di armatura tesa presente nelle sezioni maggiormente sollecitate (3 ϕ 20 in appoggio nelle travi di bordo). È tuttavia necessario sottolineare che, ai fini del dimensionamento degli elementi strutturali, le azioni indotte dalle variazioni termiche si combinano con le altre azioni gravanti sulla struttura solo nelle Combinazioni di Carico SLU, poiché assumono valore nullo in combinazione sismica, essendo $\psi_2(\Delta T) = 0$. Un incremento delle sollecitazioni agli SLU non risulta tuttavia rilevante per il dimensionamento delle travi, che per questo Stato Limite sono caratterizzate da rapporti D/C inferiori a 0,70 e per le quali la combinazione di carico dimensionante è la combinazione sismica SLV.
Pilastri	Nascono Momenti Flettenti e Sforzi di Taglio con valori massimi rispettivamente di circa 6 kNm e 1,5 kN. Valgono le considerazioni esposte per la variazione termica $\Delta T = + 20^{\circ}C$.

Alla luce di quanto riportato nella tabella, si decide di trascurare il contributo delle variazioni termiche stagionali ai fini del dimensionamento degli elementi strutturali.

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO FA0500 001	REV. A

7.7 Azione Sismica

Nell'analisi dinamica lineare di un edificio soggetto a sisma l'azione sismica è rappresentata dallo spettro di risposta di progetto. La definizione di quest'ultimo avviene direttamente all'interno del software SAP2000, il quale fornisce gli spettri di risposta di riferimento per la verifica allo SLO, SLD e SLV, determinati conformemente a quanto prescritto dalla norma.

Per fornire gli spettri richiesti, il software richiede l'inserimento di alcuni parametri caratteristici della struttura in esame e del sito in cui si trova. In particolare, oltre alle coordinate geografiche, il programma richiede di specificare la Vita Nominale V_N dell'edificio e il suo Coefficiente d'Uso C_U , al fine di poter calcolare il periodo di riferimento dell'azione sismica $V_R = V_N * C_U$

Per la definizione della **Vita Nominale** da assegnare ad ogni singolo manufatto facente parte di un'infrastruttura ferroviaria si rimanda alla Tabella 2.5.1.1.1-1 *Vita Nominale delle infrastrutture ferroviarie* contenuta nel "MANUALE DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE CIVILI – PARTE 2 SEZIONE II – Ponti e Strutture" (RFI DTC SI PS MA IFS 001 B del 22.12.2017) e di seguito riportata.

TIPO DI COSTRUZIONE ⁽¹⁾	Vita Nominale V_N [Anni] ⁽¹⁾
OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE PROGETTATE CON LE NORME VIGENTI PRIMA DEL DM 14/01/2008 A VELOCITÀ CONVENZIONALE ($V < 250$ Km/h)	50
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ $V < 250$ Km/h	75
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ $V \geq 250$ km/h	100
OPERE DI GRANDI DIMENSIONI: PONTI E VIADOTTI CON CAMPATE DI LUCE MAGGIORE DI 150 m	≥ 100 ⁽²⁾
(1) – La stessa V_N si applica anche ad apparecchi di appoggio, coprigiunti e impermeabilizzazione delle stesse opere.	
(2) - Da definirsi per il singolo progetto a cura di FERROVIE.	

Tab. 2.5.1.1.1-1 – Vita nominale delle infrastrutture ferroviarie

Figura 7.1 –RFI DTC SI PS MA IFS 001 B del 22.12.2017- Tabella 2.5.1.1.1-1 Vita Nominale delle infrastrutture ferroviarie


L'oggetto della presente relazione rientra nell'ambito "Altre opere nuove a velocità $v < 250$ km/h, dunque le strutture di progetto avranno vita nominale $V_N = 75$.

Il valore del Coefficiente d'Uso C_U varia in relazione alla **Classe d'Uso** dell'edificio, come riportato nella Tabella 2.4.II delle NTC 2008 (Figura 7.2). Le NTC 2008 prevedono quattro diverse Classi d'Uso; per i fabbricati tecnologici si fa riferimento alla *Classe IV* "Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità", alla quale corrisponde un Coefficiente d'Uso C_U pari a 2.

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

Figura 7.2 – NTC 2008, Coefficiente d'Uso degli edifici

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO FA0500 001	REV. A

È inoltre necessario precisare la **Categoria di Sottosuolo** e la **Categoria Topografica** cui appartiene il sito in esame; queste informazioni sono reperibili dalla relazione geotecnica, che prescrive l'assunzione di una Categoria di Sottosuolo C e una Categoria Topografica T₁.

Per la determinazione dello spettro di risposta di progetto è anche necessario precisare il **Fattore di Struttura**. Secondo quanto riportato al § 7.3.1 delle NTC 2008, il valore del fattore di struttura q da utilizzare per ciascuna direzione della azione sismica dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità, dai criteri di progettazione adottati e dalle non linearità di materiale. Nel caso in esame, si assume in via cautelativa un comportamento non dissipativo per la struttura del fabbricato, adottando dunque per le analisi strutturali un valore $q = 1$.

Infine, è necessario specificare anche lo Stato Limite di analisi, poiché lo spettro di risposta varia in relazione allo Stato Limite considerato. In particolare, per le analisi richieste, è necessario individuare lo spettro di risposta all'SLO, all'SLD e all'SLV.

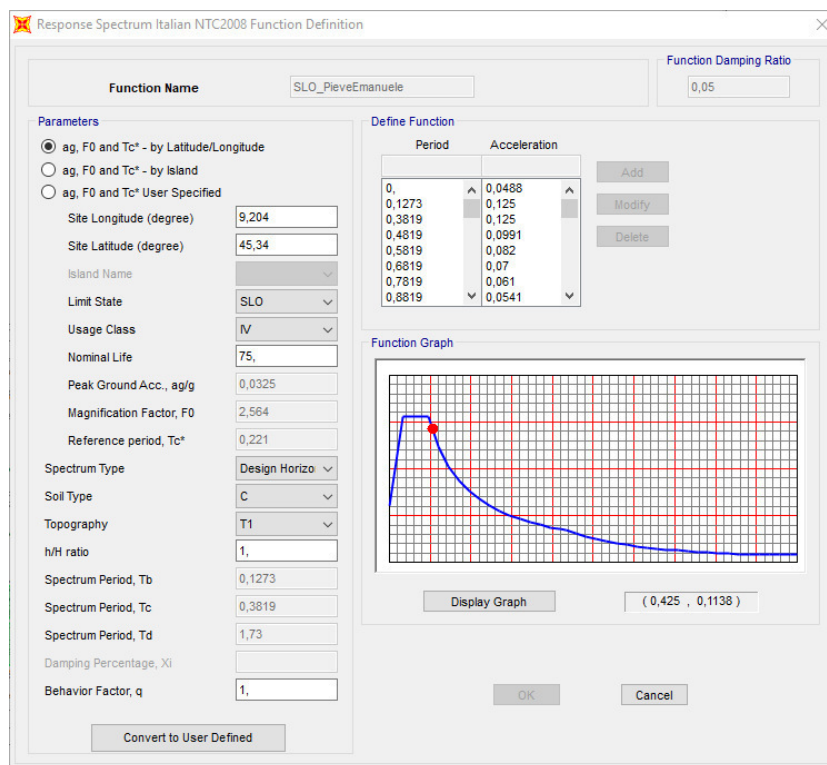


Figura 7.3 - Spettro di Risposta definito all'interno di SAP2000 per la località di Pieve Emanuele allo SLO

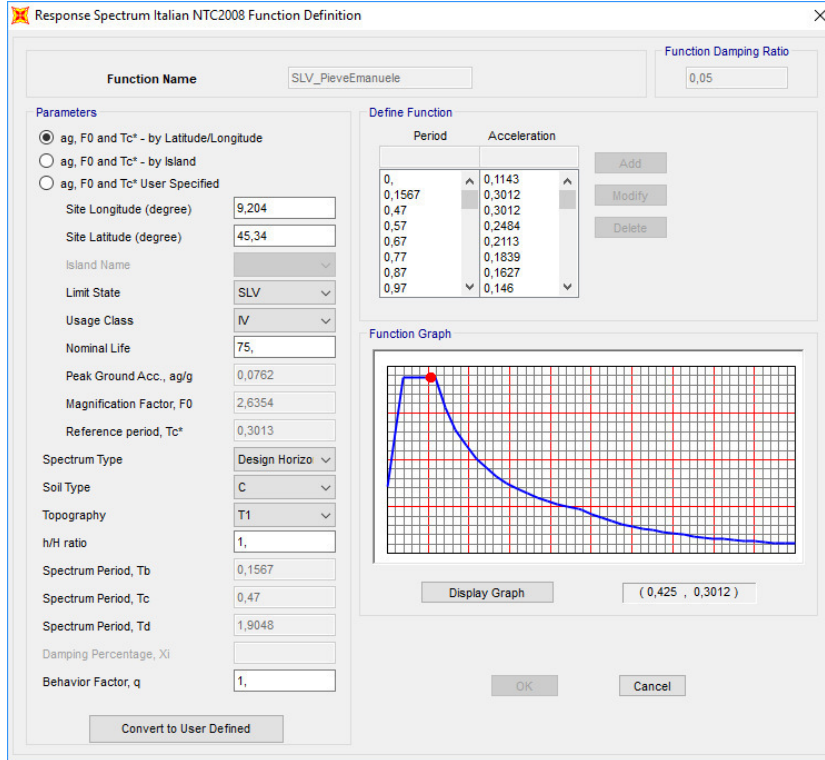


Figura 7.4 – Spettro di Risposta definito all’interno di SAP2000 per la località di Pieve Emanuele allo SLV

Per quanto riguarda la valutazione dello spettro all’SLD, è necessaria un’ulteriore precisazione. Infatti, secondo quanto riportato dalle NTC 2008 al § 7.3.7.1, per le costruzioni di Classe IV, se si vogliono limitare i danneggiamenti strutturali, per tutti gli elementi strutturali deve essere verificato che il valore di progetto di ciascuna sollecitazione (E_d) calcolato in presenza delle azioni sismiche corrispondenti allo SLD e attribuendo ad η il valore di $2/3$, sia inferiore al corrispondente valore della resistenza di progetto (R_d), calcolato secondo le regole specifiche indicate per ciascun tipo strutturale nel Cap. 4 con riferimento alle situazioni eccezionali. Per questo in questa sede per la valutazione dello spettro corrispondente all’SLD, si imposta un valore fittizio del fattore di struttura $q=1,5$, corrispondente a $\eta = 2/3$.

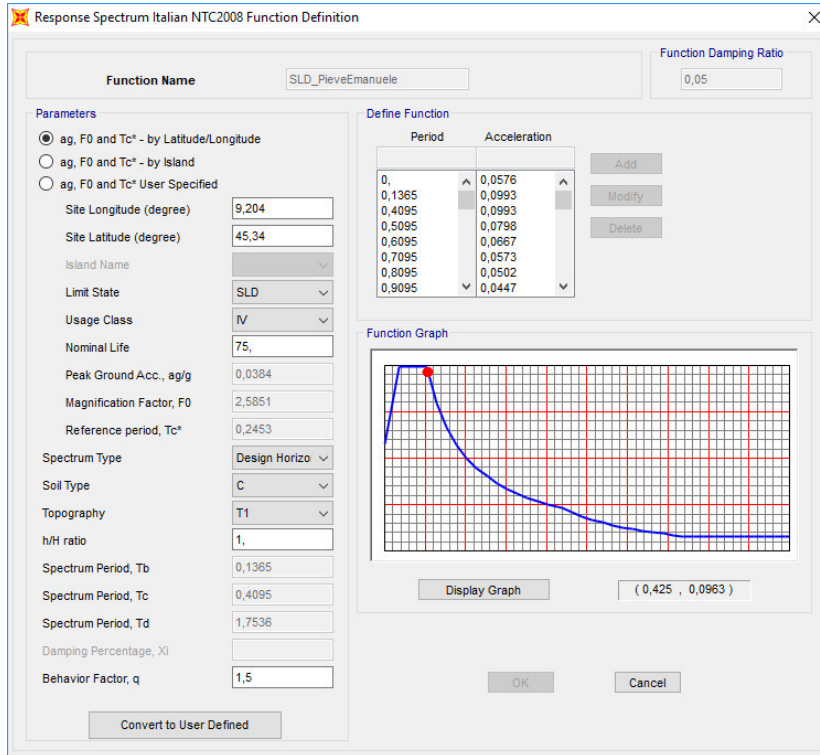


Figura 7.5 - Spettro di Risposta definito all'interno di SAP2000 per la località di Pieve Emanuele allo SLD

Per eseguire un'analisi con spettro di risposta su SAP2000, una volta definite le funzioni spettro, è necessario creare un nuovo Load Case di tipo Response Spectrum, impostando come modal combination l'opzione CQC, inserendo nei carichi applicati la funzione Spettro allo SLV appena creata e impostando come tipo di carico l'accelerazione U1 con fattore di scala 9,81, poiché i valori di accelerazione riportati nello spettro sono normalizzati rispetto all'accelerazione di gravità g . Secondo quanto richiesto dalle NTC 2008, è necessario introdurre all'interno del modello le eccentricità delle azioni; infatti, al § 7.2.6 la normativa prescrive la necessità di attribuire al centro di massa una eccentricità accidentale, per tener conto della variabilità spaziale del moto sismico nonché delle incertezze nella localizzazione delle masse. Questa operazione è fatta direttamente in questa fase, assegnando all'opzione "Eccentricity Ratio" il valore 0,05. Il caso di carico così creato rappresenta il sisma agente in direzione x allo SLV. Si prosegue in modo analogo creando in tutto 6 differenti Load Cases: SLO_Ex, SLO_Ey, SLD_Ex, SLD_Ey, SLV_Ex, SLV_Ey, che verranno combinati con le altre azioni verticali, secondo quanto prescritto dalla combinazione sismica definita dalla normativa e descritta al prossimo paragrafo.

8 COMBINAZIONI DI CARICO

Per le verifiche nei confronti dei diversi stati limite si adottano le combinazioni delle azioni tratte dal § 2.5.3 NTC 2008:

- Combinazione fondamentale SLU:
 $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3}..$
- Combinazione caratteristica (rara):
 $G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$
- Combinazione frequente:
 $G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$
- Combinazione quasi permanente:
 $G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$
- Combinazione sismica:
 $E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$

I valori dei coefficienti parziali per le azioni sono riportati nella tabella sottostante, tratti dalla Tabella 2.5.I in funzione delle diverse categorie di carico.

	Q_{K_E}	Q_{K_H}	Q_{K_Neve}	Q_{K_Vento}
Ψ_0	1,00	0,00	0,50	0,60
Ψ_1	0,90	0,00	0,20	0,20
Ψ_2	0,80	0,00	0,00	0,00

Per le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) si adotta l'Approccio Progettuale 2, in cui si impiega un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali definiti per le Azioni (A), per la resistenza dei materiali (M) e, eventualmente, per la resistenza globale (R). In tale approccio, per le azioni si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1 della Tabella 2.6.I delle NTC 2008, di seguito riportata.

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali relativi alle azioni per le verifiche agli SLU

Azione		Coefficiente γ_F	A1 STR	A2 GEO
Carichi Permanenti	Favorevoli	γ_{G1}	1,00	1,00
	Sfavorevoli		1,30	1,00
Carichi Permanenti non strutturali	Favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00
	Sfavorevoli		1,50	1,30
Carichi Variabili	Favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00
	Sfavorevoli		1,50	1,30

In base ai valori assunti dai coefficienti sopra definiti, si ottengono le seguenti combinazioni, per ciascuno degli Stati Limite Considerati.

TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO PER MODELLO STRUTTURA IN ELEVAZIONE

	G ₁	G ₂	Q _{K,E}	Q _{K,H}	Q _{K,Neve}	Q _{K,Vento}	SLV_X	SLV_Y	SLD_X	SLD_Y	SLO_X	SLO_Y		
SLU_1	1,30	1,50	1,50	0,00	0,75	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>E Principale</i>
SLU_2	1,30	1,50	1,50	1,50	0,75	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>H Principale</i>
SLU_3	1,30	1,50	1,50	0,00	1,50	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>Neve Principale</i>
SLU_4	1,30	1,50	1,50	0,00	0,75	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>Vento Principale</i>
SLE_rara_1	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>E Principale</i>
SLE_rara_2	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>H Principale</i>
SLE_rara_3	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>Neve Principale</i>
SLE_rara_4	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>Vento Principale</i>
SLE_freq_1	1,00	1,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>E Principale</i>
SLE_freq_2	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>H Principale</i>
SLE_freq_3	1,00	1,00	0,80	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>Neve Principale</i>
SLE_freq_4	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>Vento Principale</i>
SLE_qp	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLV_1	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,00	1,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>Sisma SLV Direz X</i>
SLV_2	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,30	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>Sisma SLV Direz Y</i>
SLD_1	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,30	0,00	0,00	0,00	<i>Sisma SLD Direz X</i>
SLD_2	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	1,00	0,00	0,00	0,00	<i>Sisma SLD Direz Y</i>
SLO_1	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,30	0,00	<i>Sisma SLO Direz X</i>
SLO_2	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	1,00	0,00	<i>Sisma SLO Direz Y</i>

RELAZIONE DI CALCOLO

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGGLIO
NM0Z 10 D 26 CL. FA0500 001 A 32 DI 133

TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO PER MODELLO STRUTTURA DI FONDAZIONE

	G ₁	G ₂	Q _{K,E}	Q _{K,H}	Q _{K,Neve}	Q _{K,Vento}	G _{2_fond}	SLV_X	SLV_Y	SLD_X	SLD_Y	SLO_X	SLO_Y	
SLU_1_fond_A1	1,30	1,50	1,50	0,00	0,75	0,90	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	E Principale
SLU_2_fond_A1	1,30	1,50	1,50	1,50	0,75	0,90	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	H Principale
SLU_3_fond_A1	1,30	1,50	1,50	0,00	1,50	0,90	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Neve Principale
SLU_4_fond_A1	1,30	1,50	1,50	0,00	0,75	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Vento Principale
SLU_1_fond_A2	1,00	1,30	1,30	0,00	0,65	0,78	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	E Principale
SLU_2_fond_A2	1,00	1,30	1,30	1,30	0,65	0,78	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	H Principale
SLU_3_fond_A2	1,00	1,30	1,30	0,00	1,30	0,78	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Neve Principale
SLU_4_fond_A2	1,00	1,30	1,30	0,00	0,65	1,30	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Vento Principale
SLE_rara_1_fond	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,60	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	E Principale
SLE_rara_2_fond	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,60	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	H Principale
SLE_rara_3_fond	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,60	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Neve Principale
SLE_rara_4_fond	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Vento Principale
SLE_freq_1_fond	1,00	1,00	0,90	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	E Principale
SLE_freq_2_fond	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	H Principale
SLE_freq_3_fond	1,00	1,00	0,80	0,00	0,20	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Neve Principale
SLE_freq_4_fond	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,20	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Vento Principale
SLE_qp_fond	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLV_1_fond	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	Sisma SLV Direz X
SLV_2_fond	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,00	1,00	0,30	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Sisma SLV Direz Y

9 SOLLECITAZIONI

Secondo quanto riportato dalle NTC 2008 al § 7.3.7.1, per le costruzioni di Classe IV, se si vogliono limitare i danneggiamenti strutturali, per tutti gli elementi strutturali deve essere verificato che il valore di progetto di ciascuna sollecitazione (E_d) calcolato in presenza delle azioni sismiche corrispondenti allo *SLD* e attribuendo ad η il valore di $2/3$, sia inferiore al corrispondente valore della resistenza di progetto (R_d), calcolato secondo le regole specifiche indicate per ciascun tipo strutturale nel Cap. 4 con riferimento alle situazioni eccezionali.

Dal momento che l'azione sismica così valutata per la località di Pieve Emanuele è di entità inferiore rispetto a quella considerata per le verifiche allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita umana, gli elementi strutturali risulteranno certamente verificati e pertanto si omette di riportare i calcoli relativi a tale verifica.

9.1 Solaio di Sottotetto

Si assume per il solaio di sottotetto lo schema di trave continua su tre appoggi, con luci delle due campate uguali e pari a 6,0 m.

Si riportano nella seguente tabella i valori massimi delle sollecitazioni nelle diverse combinazioni di carico considerate per il solaio in esame.

Solaio Sottotetto

	$M_{MAX_Campata}$ [kNm]	$M_{MAX_Appoggio}$ [kNm]	V_{max} [kN]
SLU	17,15	10,42	14,29
SLE_rara	12,69	7,65	
SLE_frequente	12,42	7,45	
SLE_quasi permanente	12,15	7,25	

9.2 Solaio di Copertura

Si assume per il solaio di sottotetto lo schema di trave semplicemente appoggiata di luce 6,27 m con uno sbalzo di 0,8 m corrispondente all'aggetto della falda.

Si riportano nella seguente tabella i valori massimi delle sollecitazioni nelle diverse combinazioni di carico considerate per il solaio in esame.

Solaio Copertura

	$M_{MAX_Campata}$ [kNm]	$M_{MAX_Appoggio}$ [kNm]	V_{max} [kN]
SLU	22,54	1,51	14,89
SLE_rara	16,36	1,09	
SLE_frequente	13,53	0,91	
SLE_quasi permanente	12,82	0,86	

9.3 Telaio Filo Fisso 5

Di seguito si riportano alcune immagini che illustrano la distribuzione delle sollecitazioni negli elementi del telaio corrispondente al filo fisso 5 per le diverse combinazioni di carico considerate.

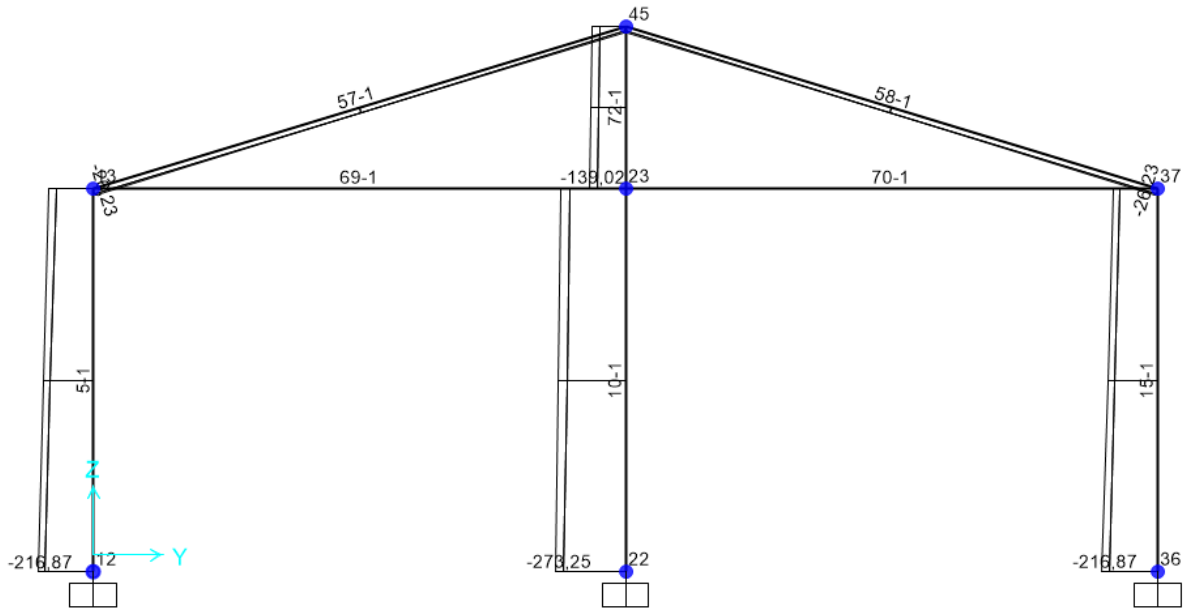


Figura 9.1 – Combinazione SLU – Valori di Sforzo Normale

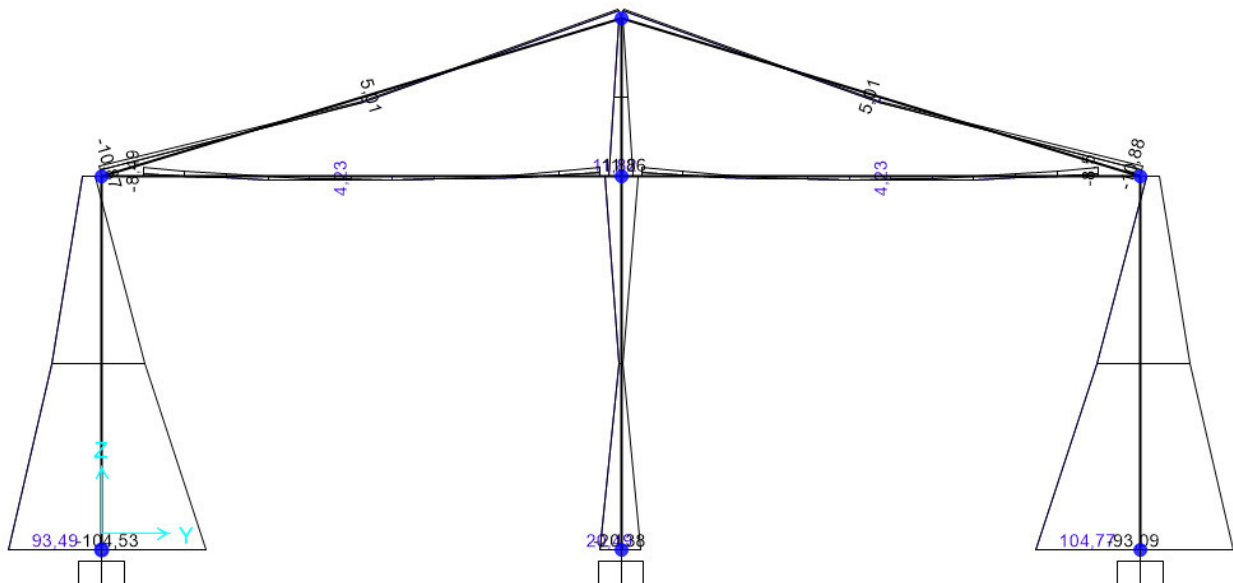


Figura 9.2 - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M33

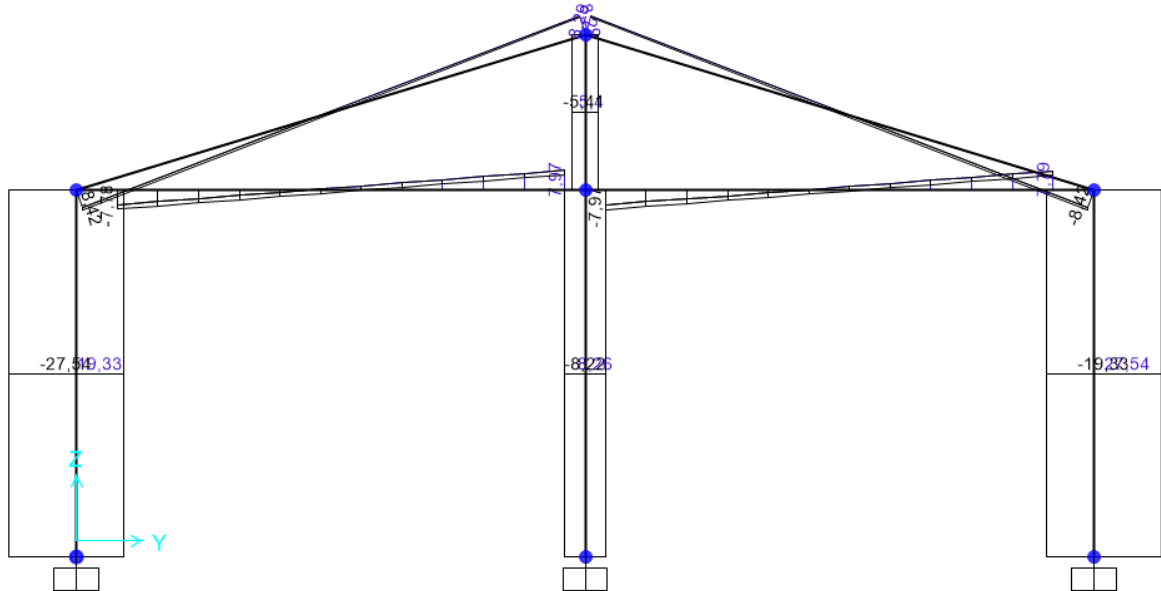


Figura 9.3 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo di Taglio V2

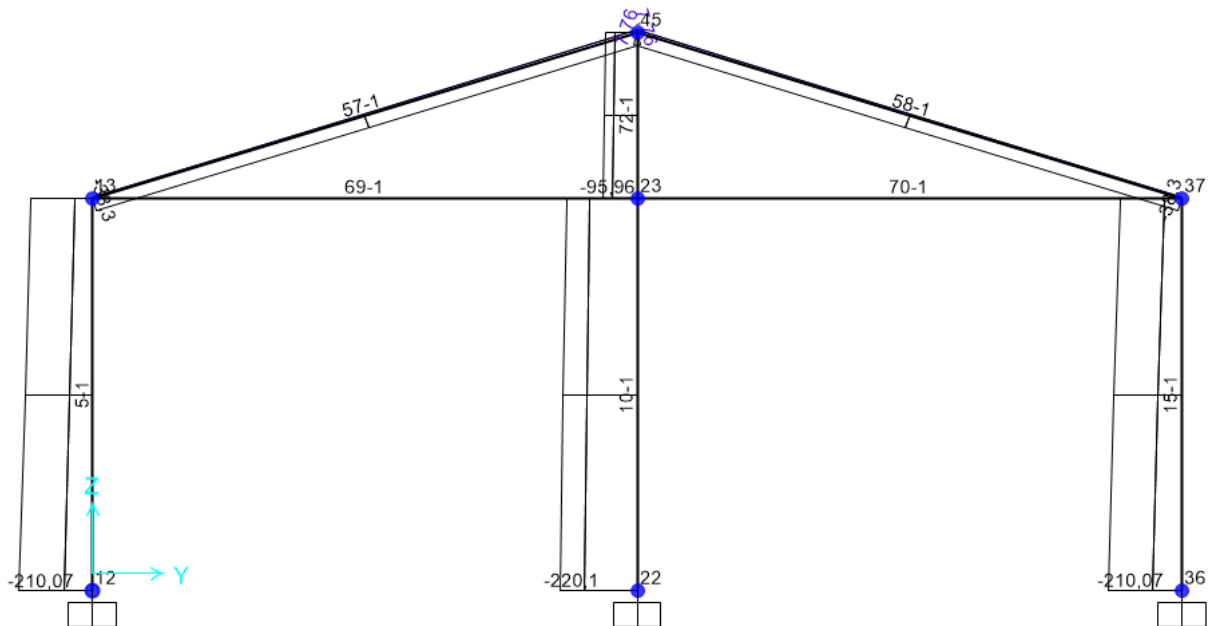


Figura 9.4 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo Normale

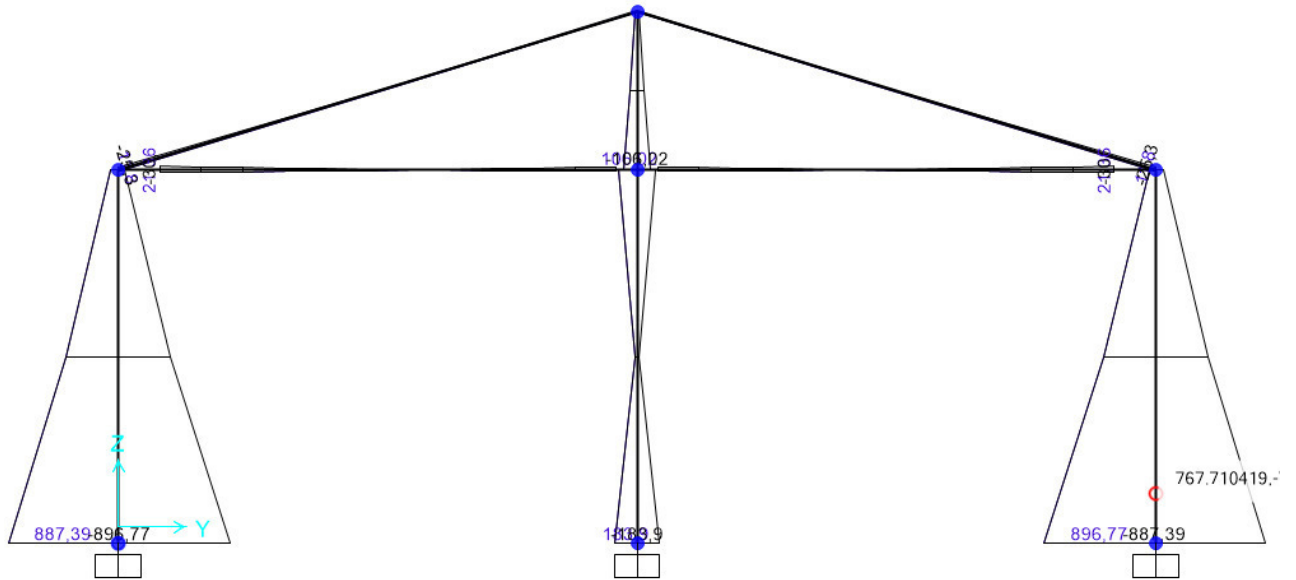


Figura 9.5 - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M33

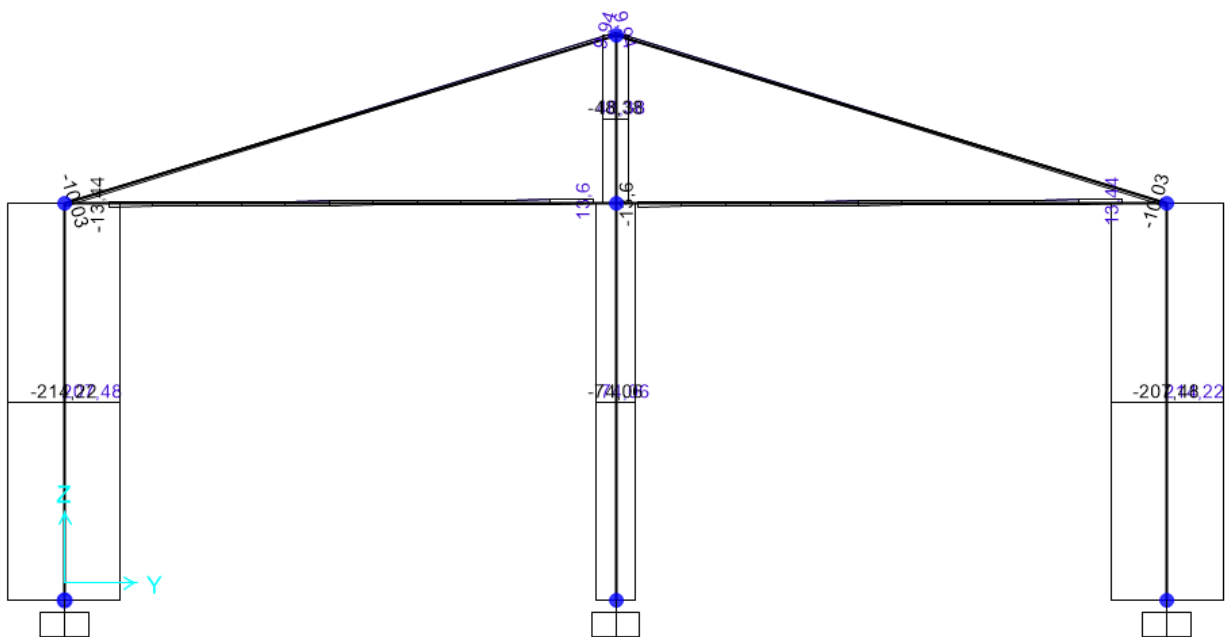


Figura 9.6 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo di Taglio V2

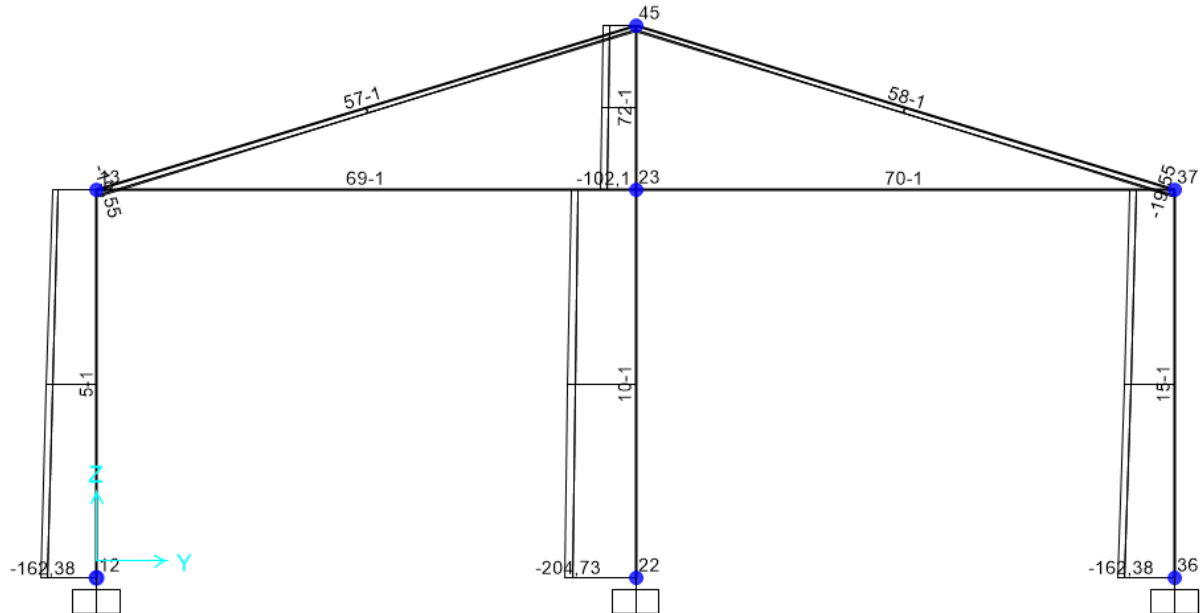


Figura 9.7 - Combinazione SLE rara – Valori di Sforzo Normale

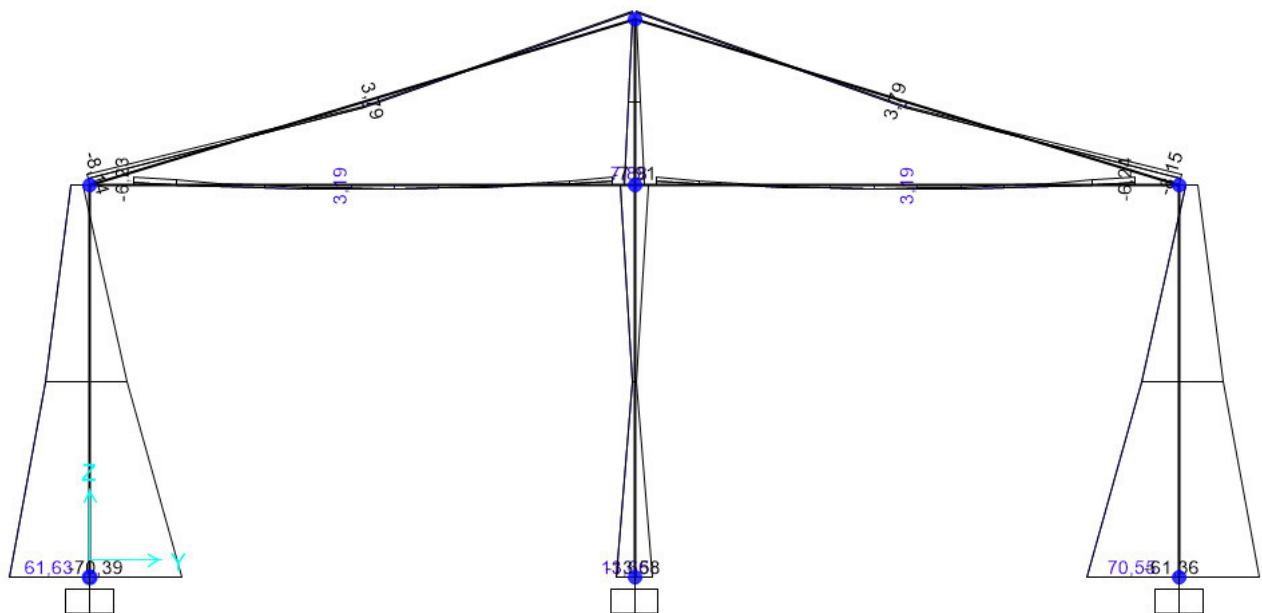


Figura 9.8 - Combinazione SLE rara – Valori di Momento Flettente M33

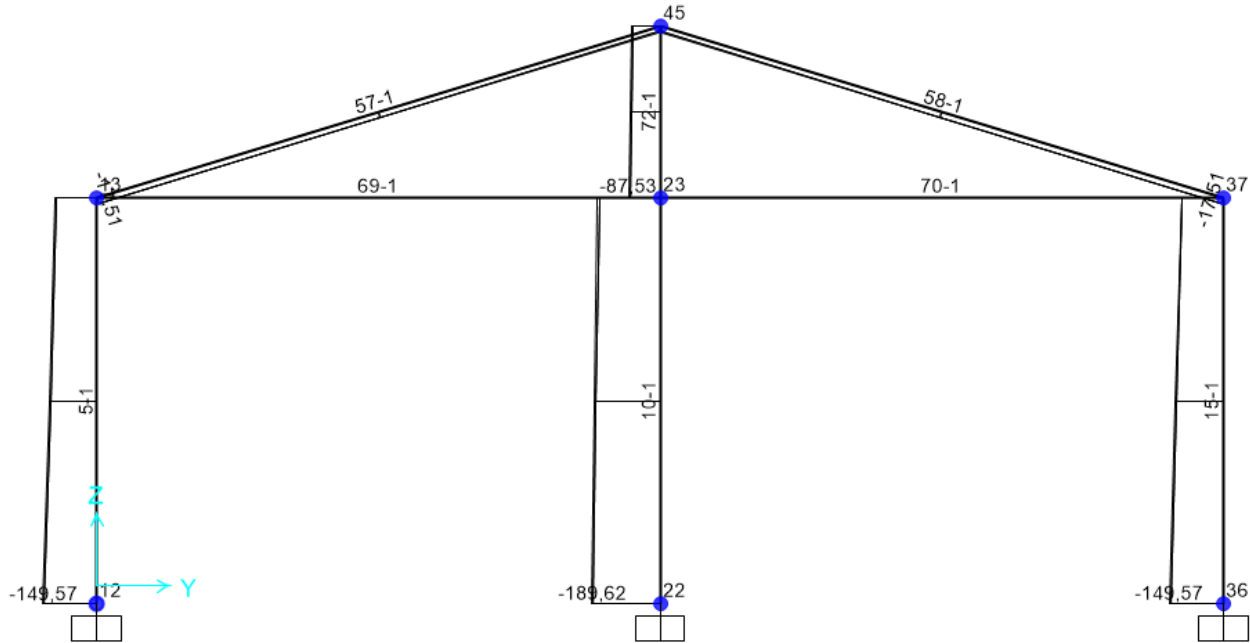


Figura 9.9 - Combinazione SLE frequente – Valori di Sforzo Normale

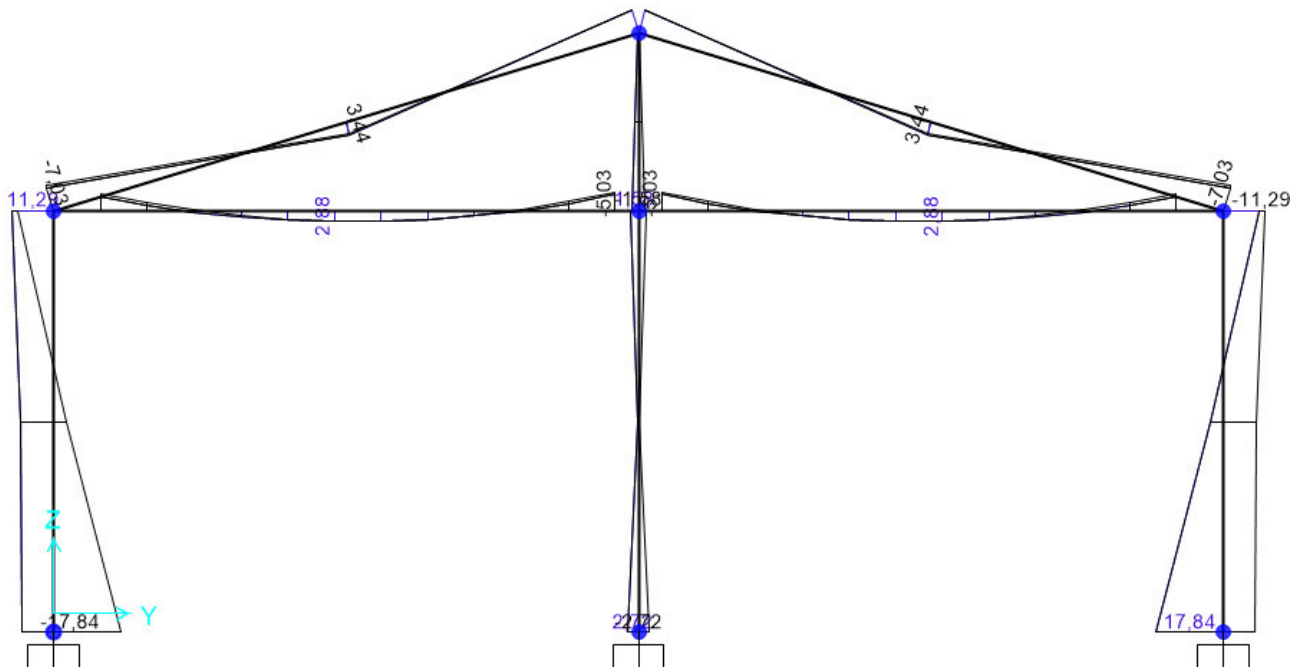


Figura 9.10 - Combinazione SLE frequente – Valori di Momento Flettente M33

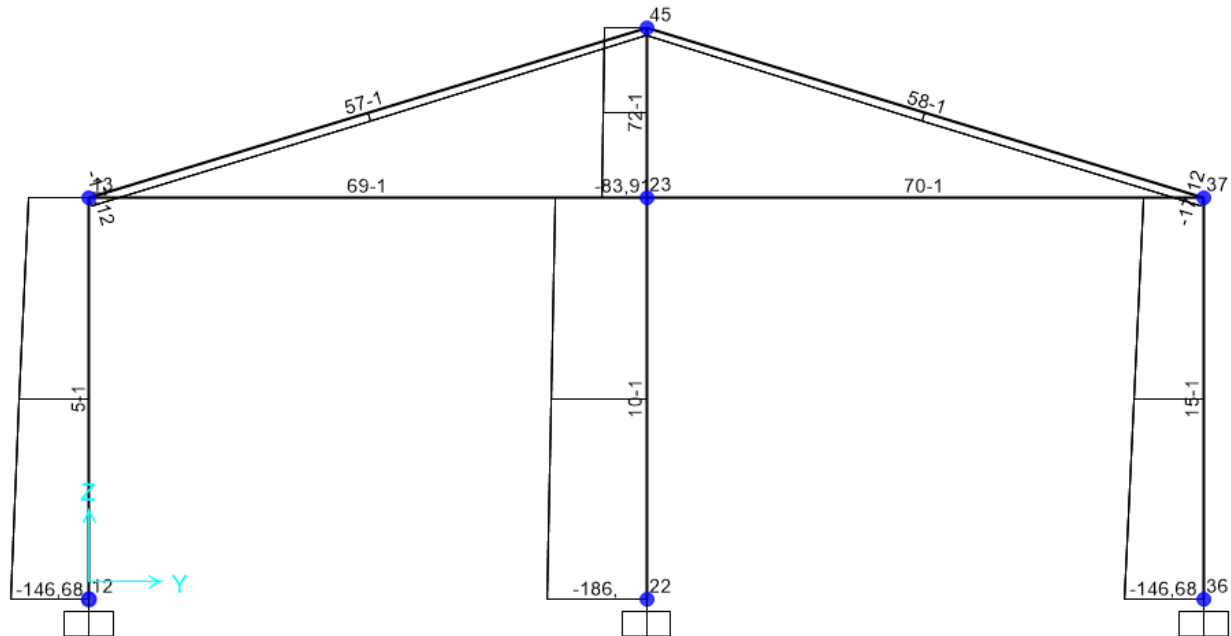


Figura 9.11 - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Sforzo Normale

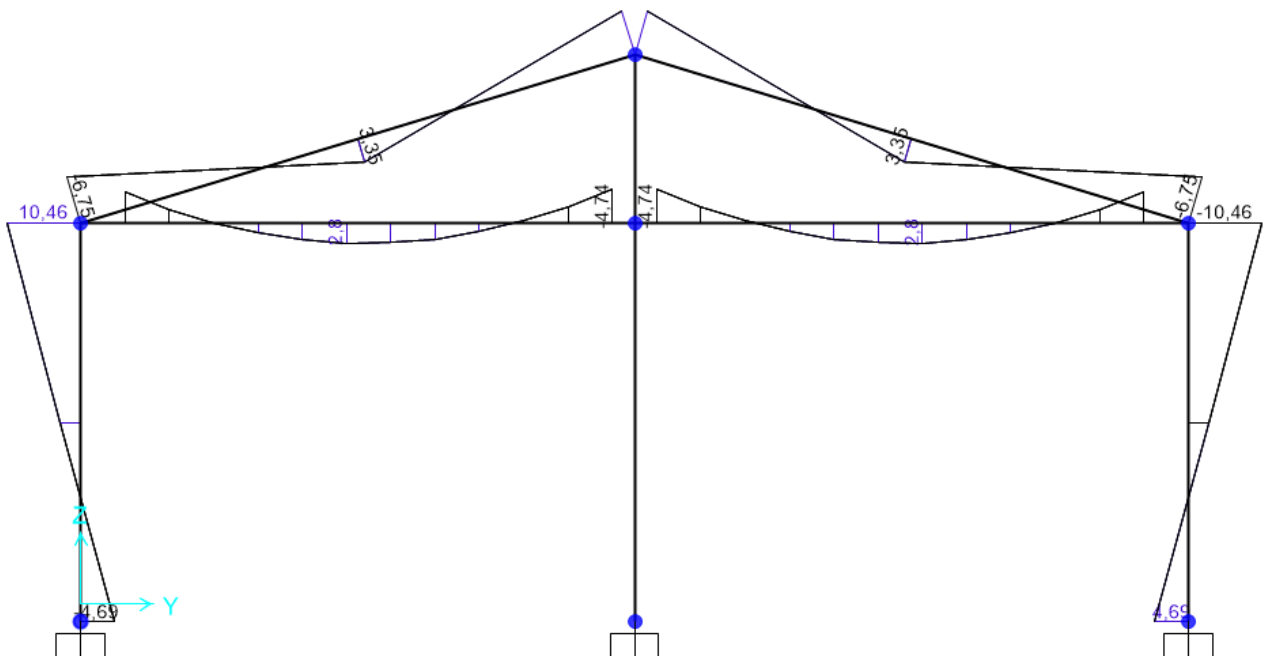


Figura 9.12 - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Momento Flettente M33

9.4 Telaio Filo Fisso B

Di seguito si riportano alcune immagini che illustrano la distribuzione delle sollecitazioni negli elementi del telaio corrispondente al filo fisso C per le diverse combinazioni di carico considerate.

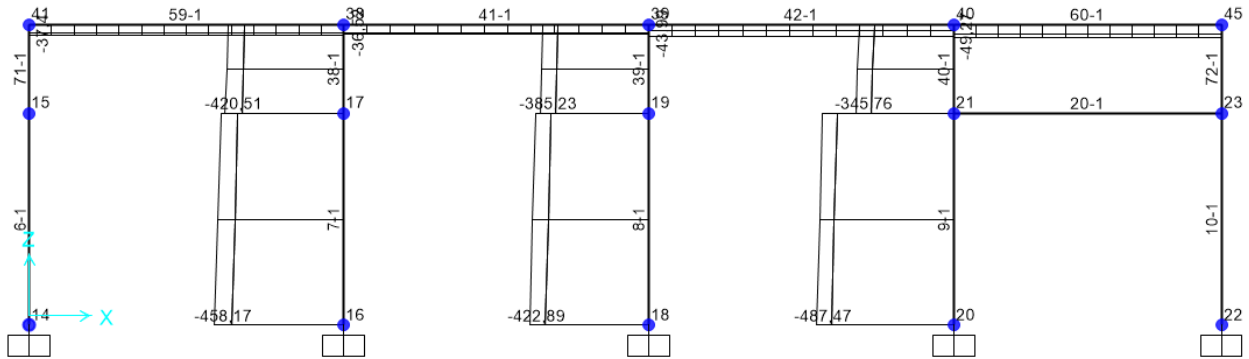


Figura 9.13 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo Normale N

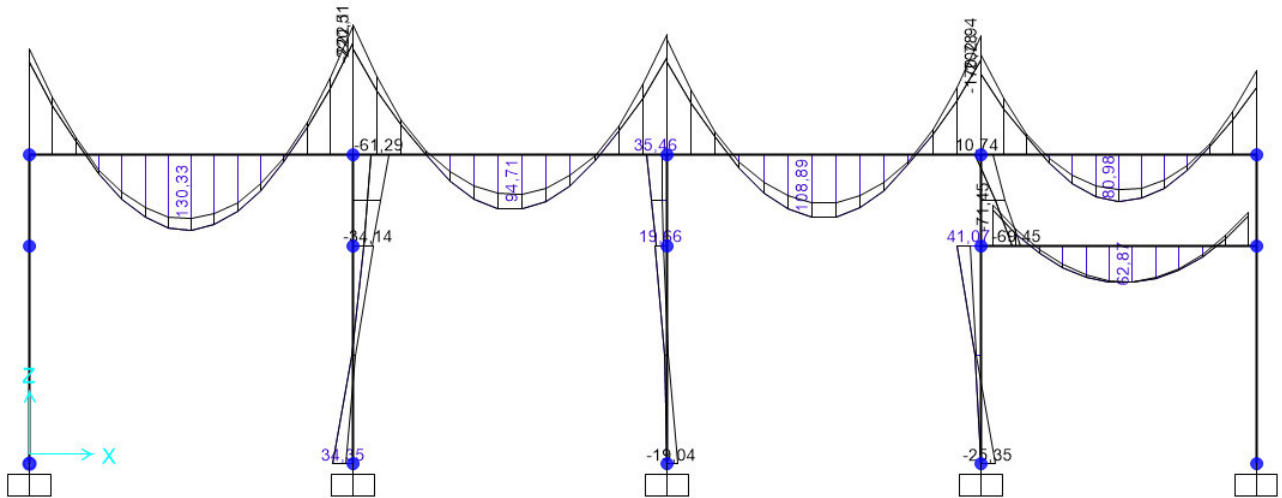


Figura 9.14 - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M33

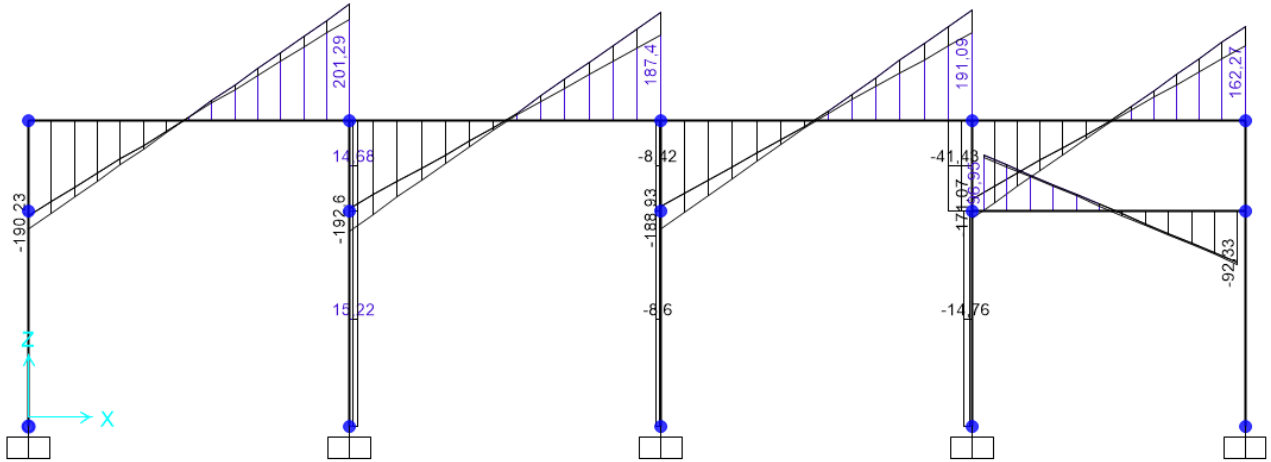


Figura 9.15 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo di Taglio V22

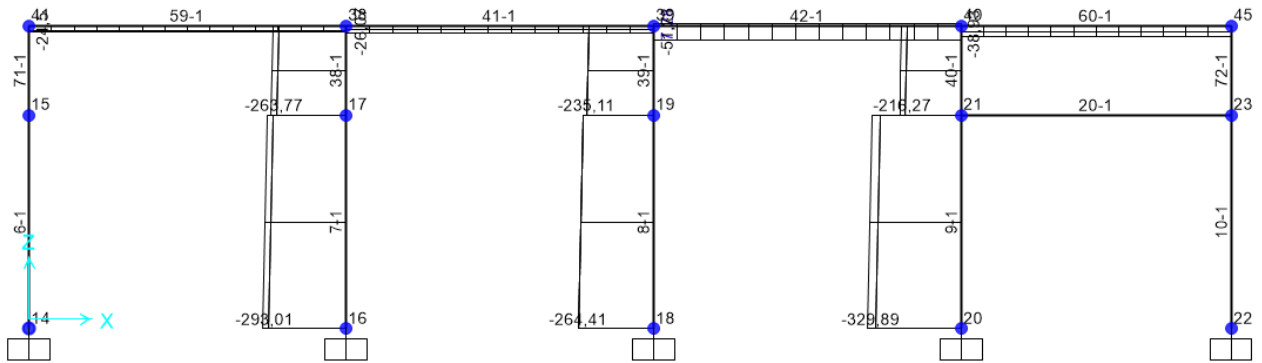


Figura 9.16 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo Normale N

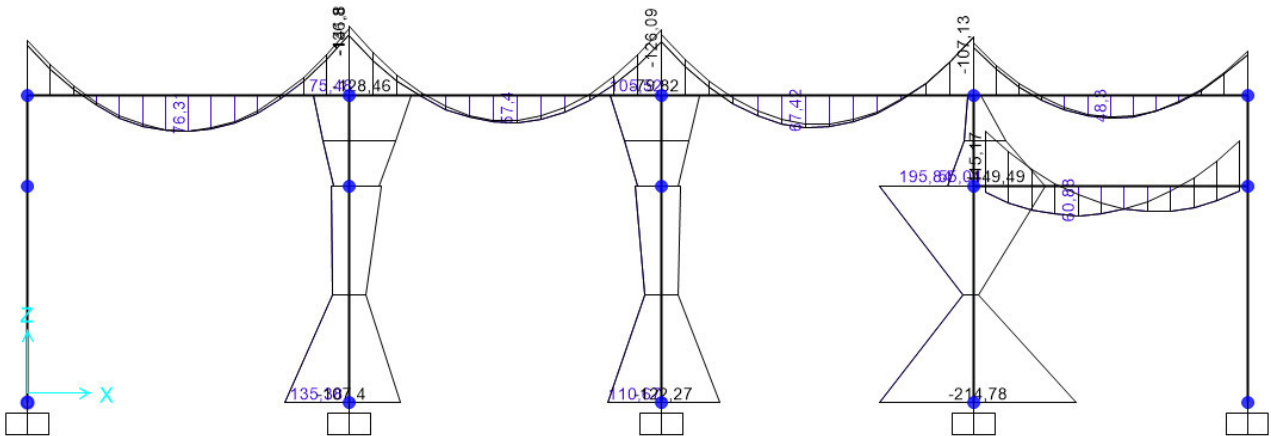



Figura 9.17 - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M33

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA DOCUMENTO D 26 CL	DOCUMENTO FA0500 001	REV. A

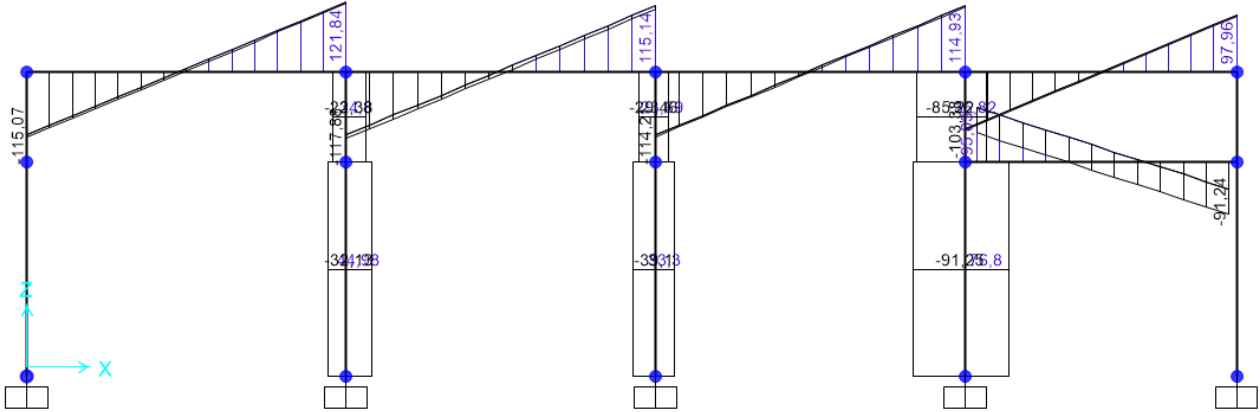


Figura 9.18 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo di Taglio V22

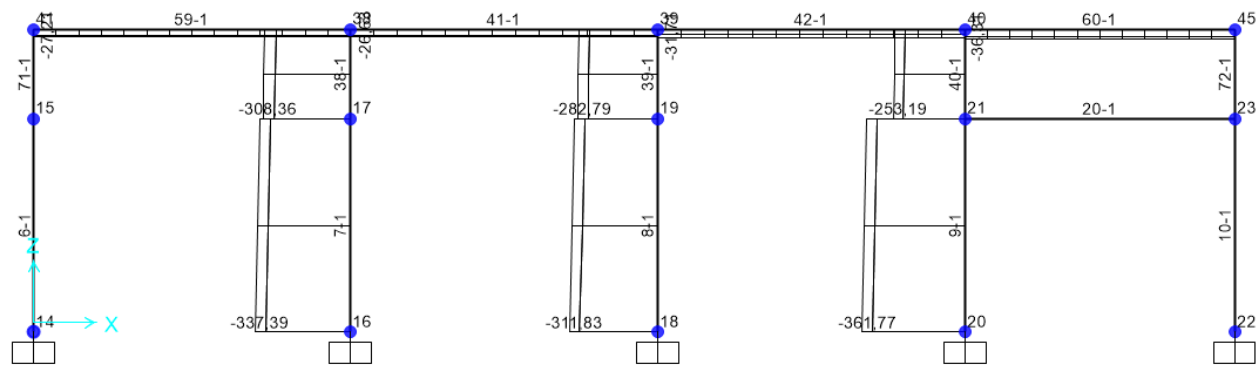


Figura 9.19 - Combinazione SLE rara – Valori di Sforzo Normale N

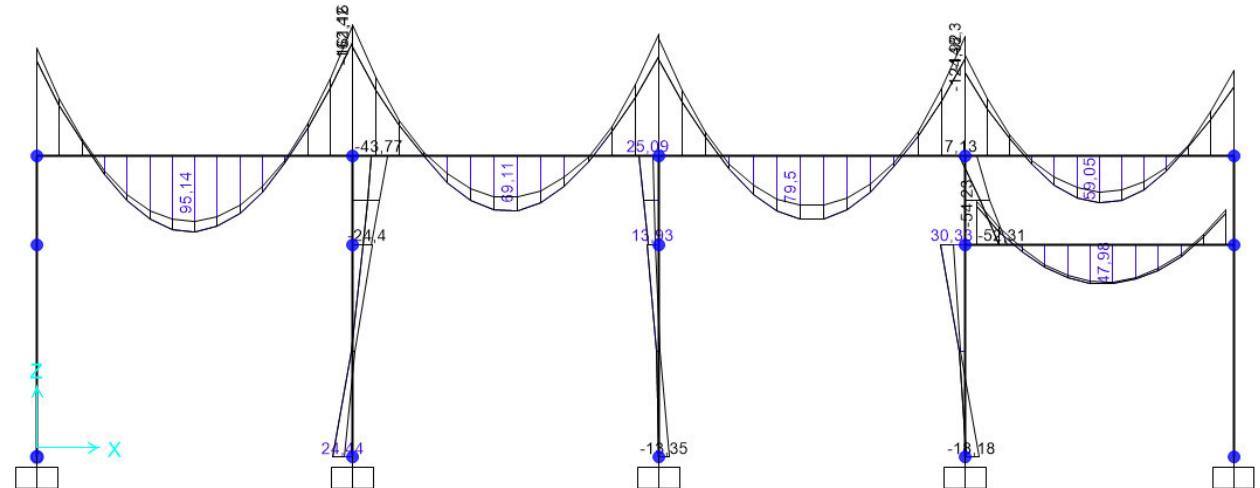
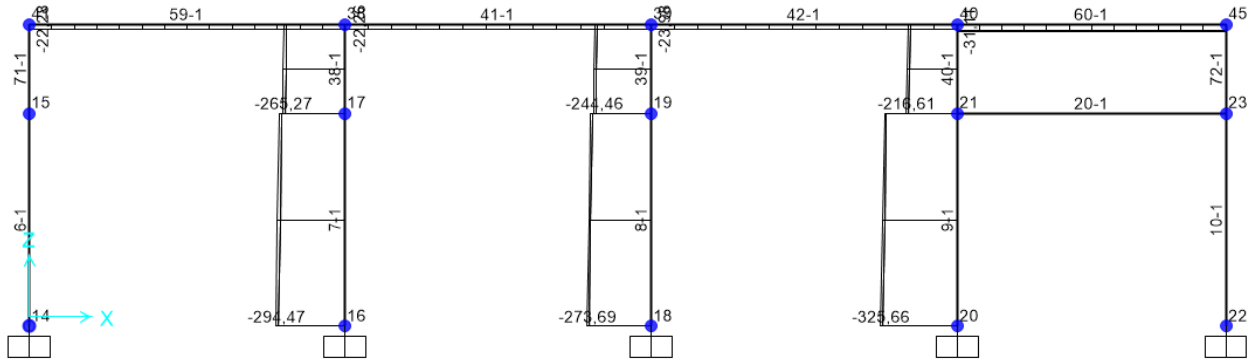
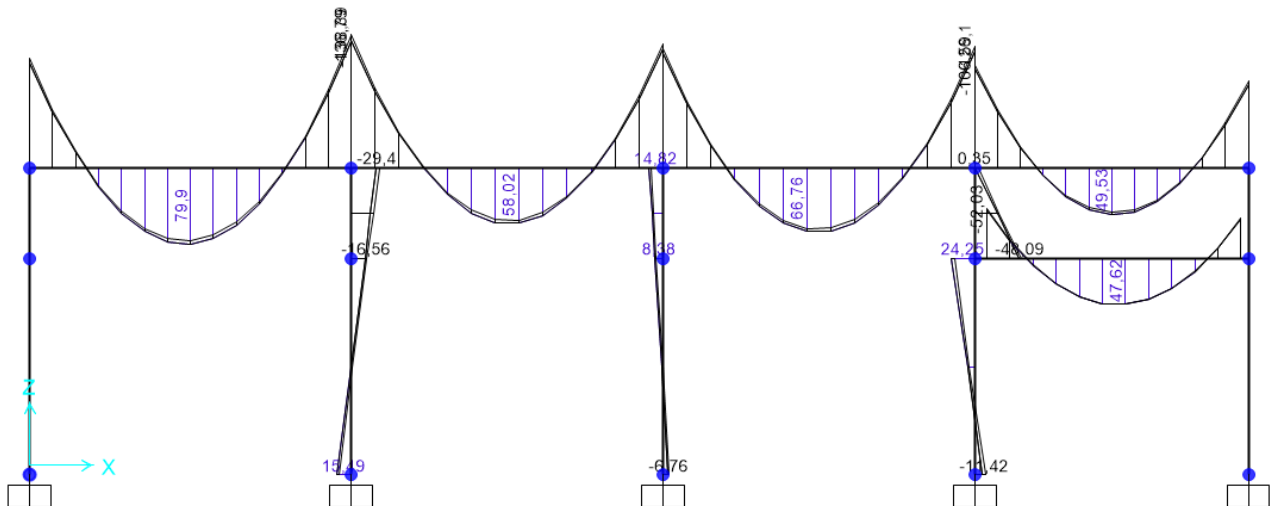
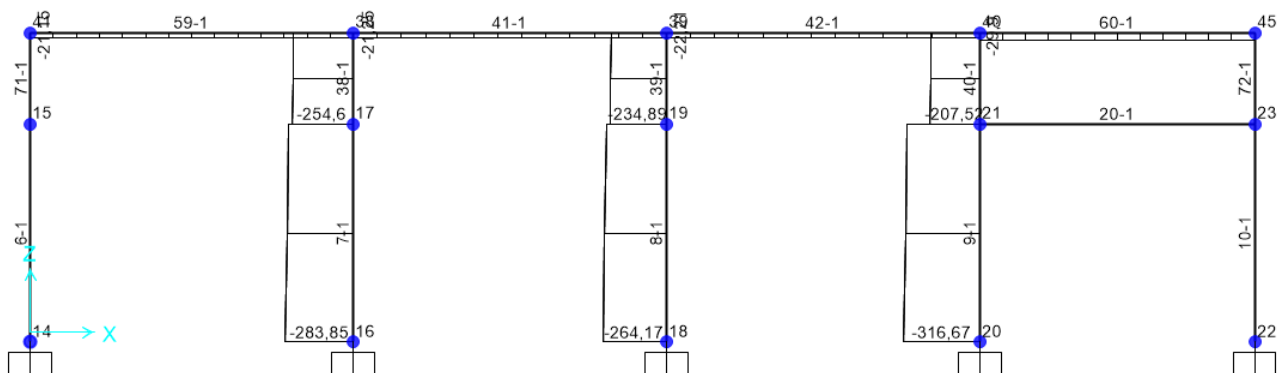


Figura 9.20 - Combinazione SLE rara – Valori di Momento Flettente M33


Figura 9.21 - Combinazione SLE frequente – Valori di Sforzo Normale N

Figura 9.22 - Combinazione SLE frequente – Valori di Momento Flettente M33

Figura 9.23 - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Sforzo Normale N

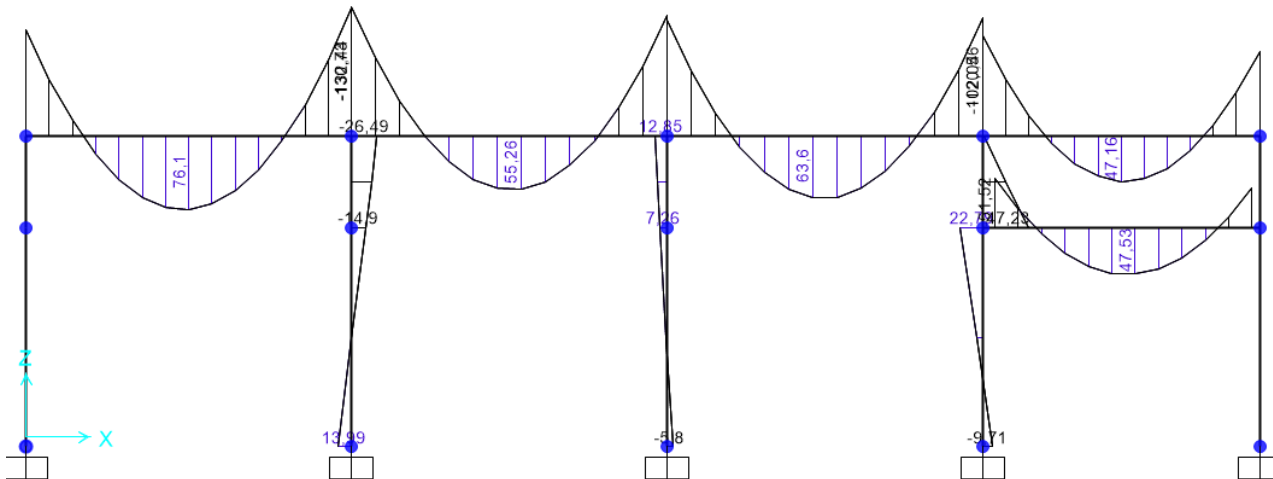


Figura 9.24 - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Momento Flettente M33

9.5 Telaio Filo Fisso C

Di seguito si riportano alcune immagini che illustrano la distribuzione delle sollecitazioni negli elementi del telaio corrispondente al filo fisso C per le diverse combinazioni di carico considerate.

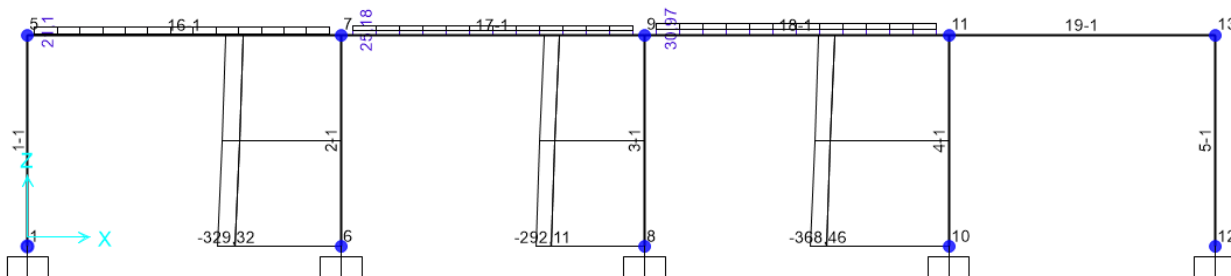


Figura 9.25 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo Normale N

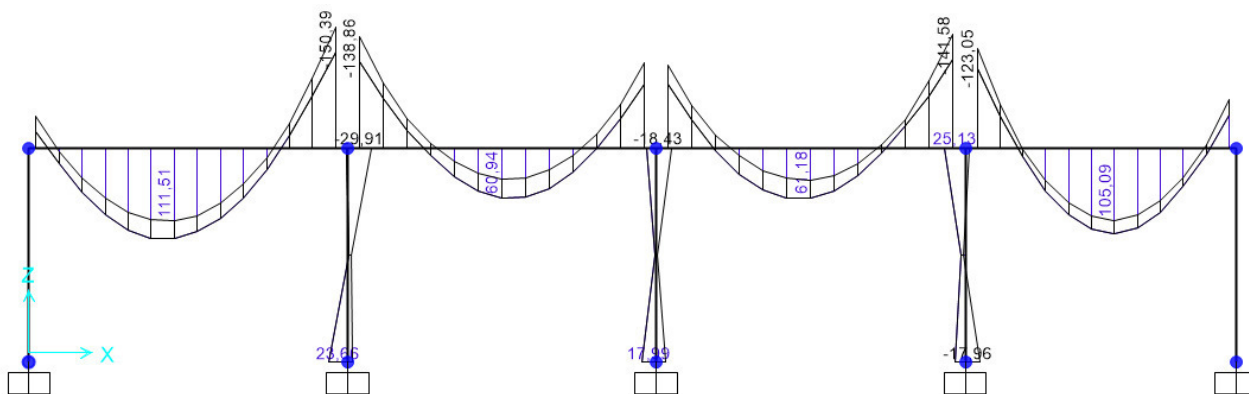


Figura 9.26 - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M33

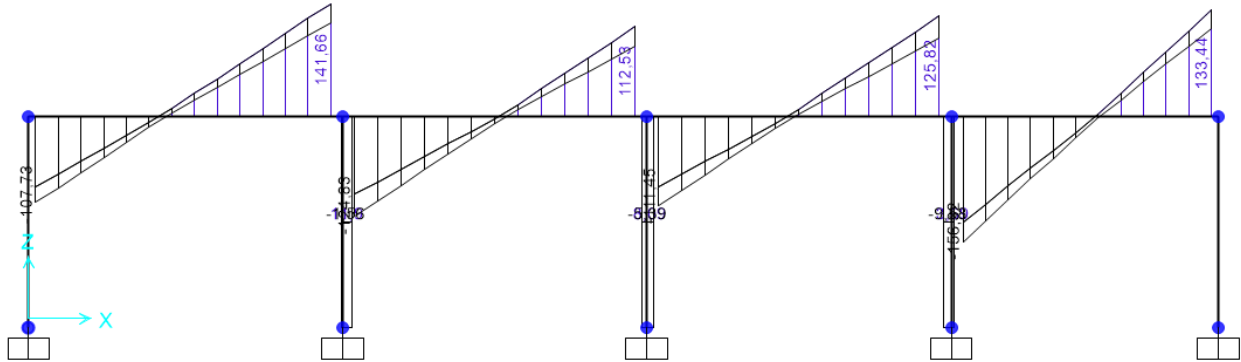


Figura 9.27 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo di Taglio V22

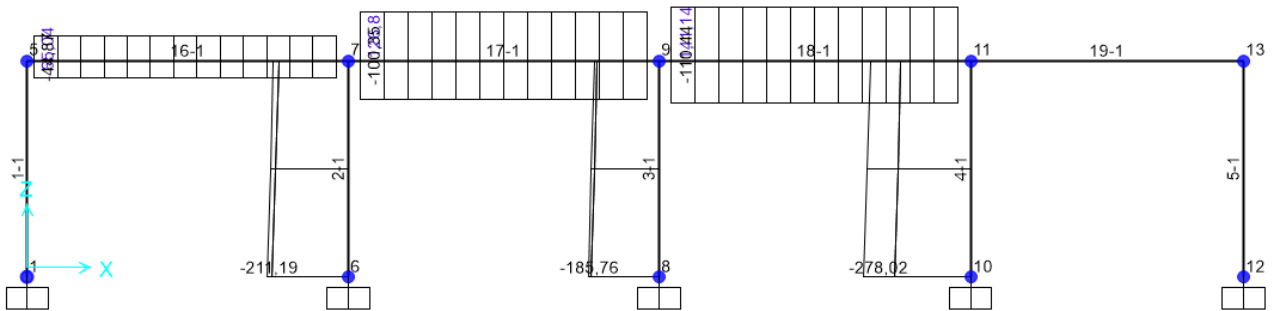


Figura 9.28 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo Normale N

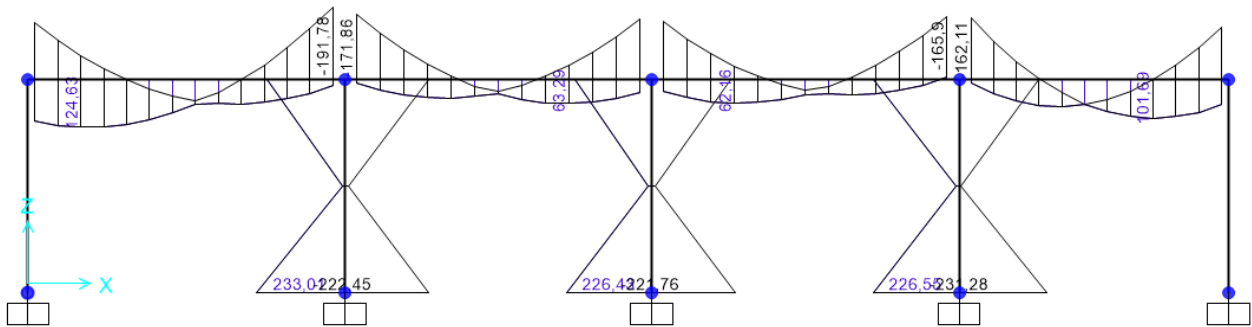


Figura 9.29 - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M33

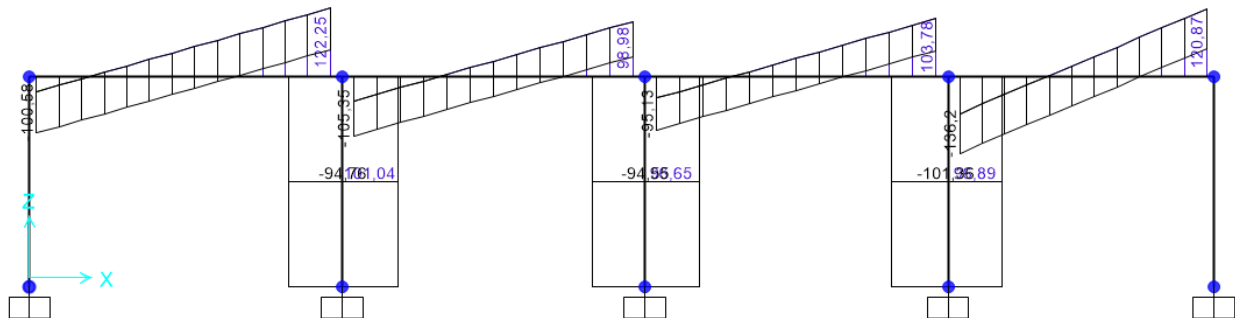
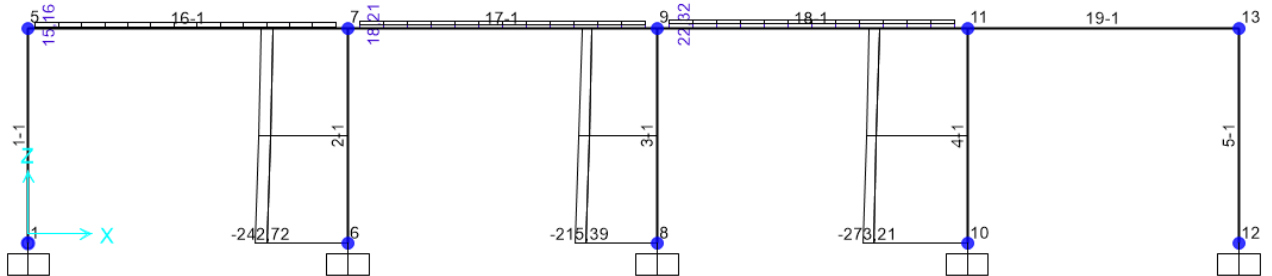
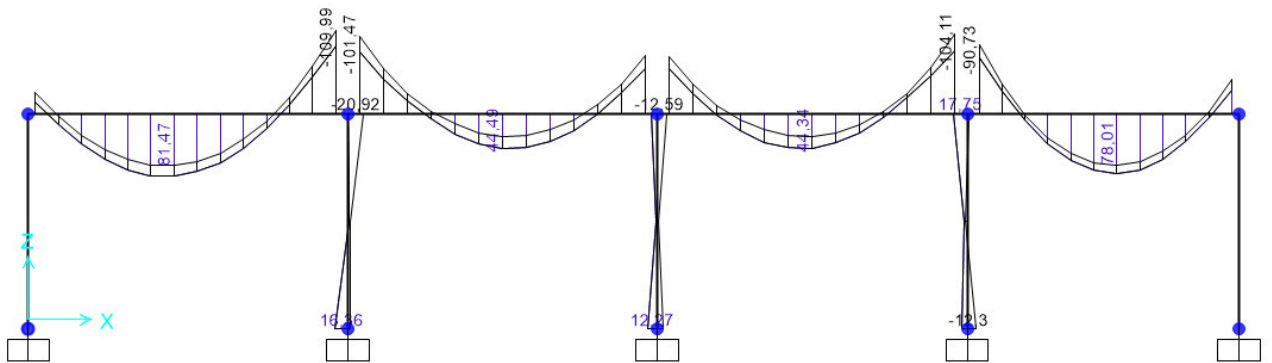
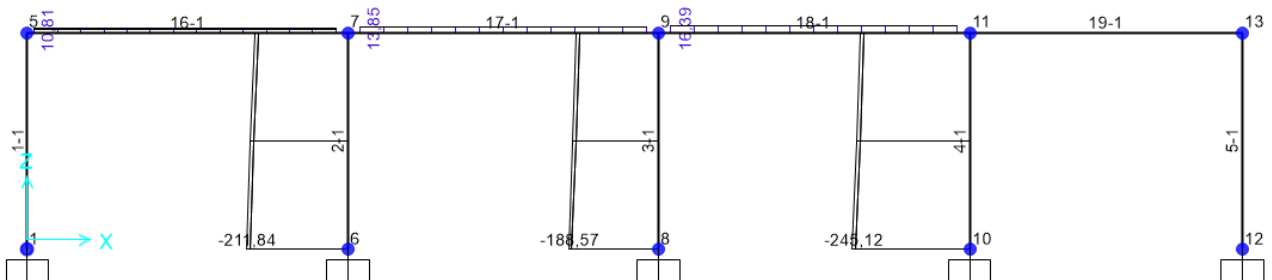
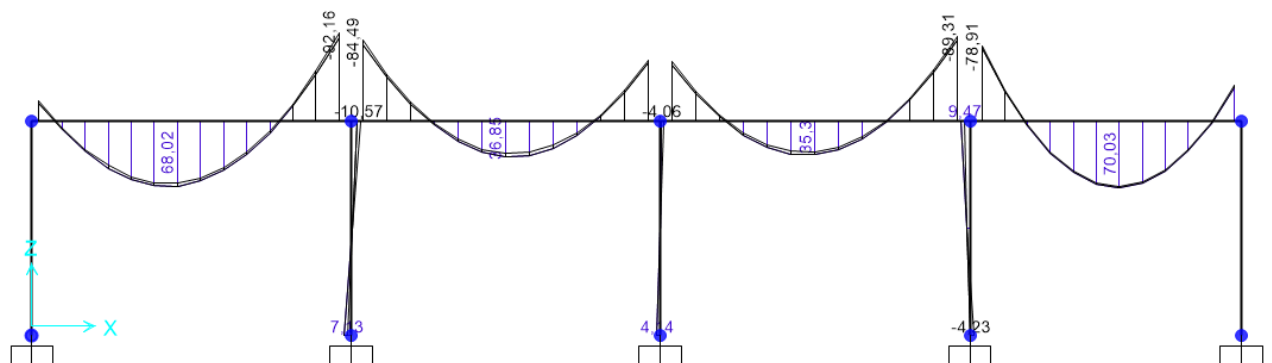


Figura 9.30 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo di Taglio V22


Figura 9.31 - Combinazione SLE rara – Valori di Sforzo Normale N

Figura 9.32 - Combinazione SLE rara – Valori di Momento Flettente M33

Figura 9.33 - Combinazione SLE frequente – Valori di Sforzo Normale N

Figura 9.34 - Combinazione SLE frequente – Valori di Momento Flettente M33

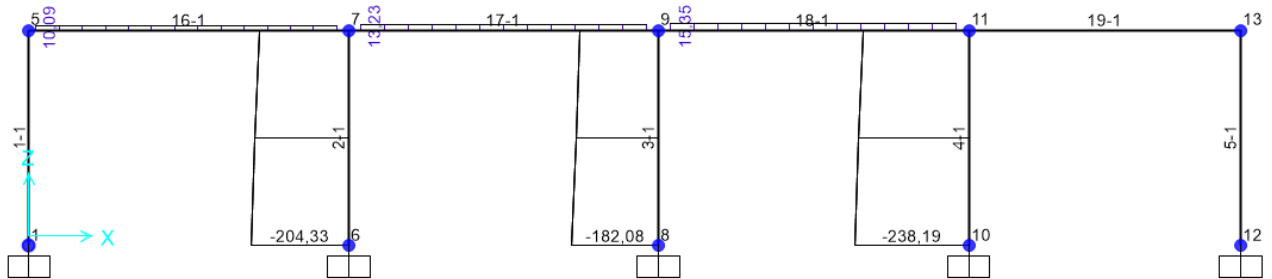


Figura 9.35 - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Sforzo Normale N

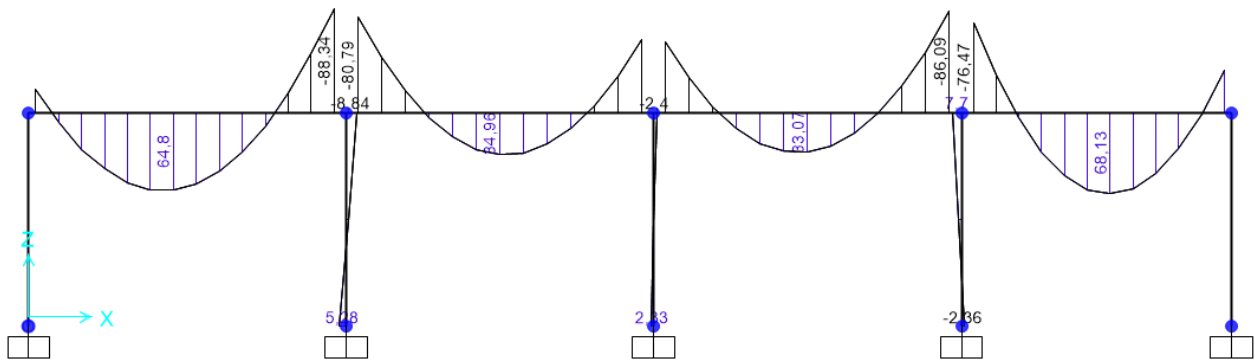



Figura 9.36 - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Momento Flettente M33

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA DOCUMENTO D 26 CL	REV. FA0500 001 A	FOGLIO 48 DI 133

9.6 Trave di Fondazione Filo Fisso 5

Di seguito si riportano i diagrammi di sollecitazione relativi a tutte le combinazioni di carico considerate per la trave rovescia presente al Filo Fisso 5.

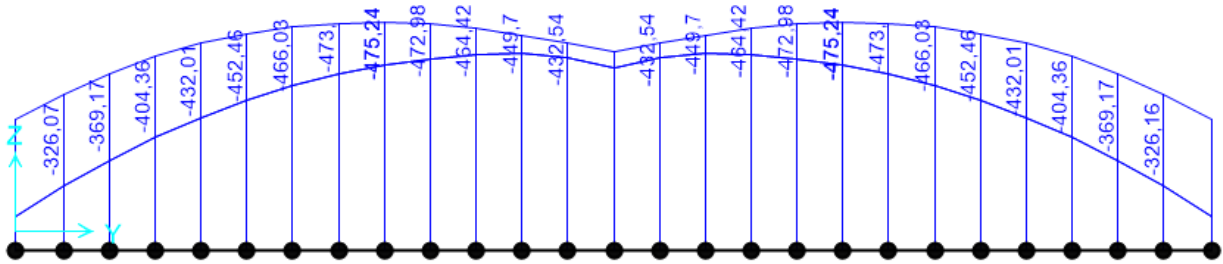


Figura 9.37 - Distribuzione dei Momenti Flettenti M3 - Combinazione SLU_TOT_fond

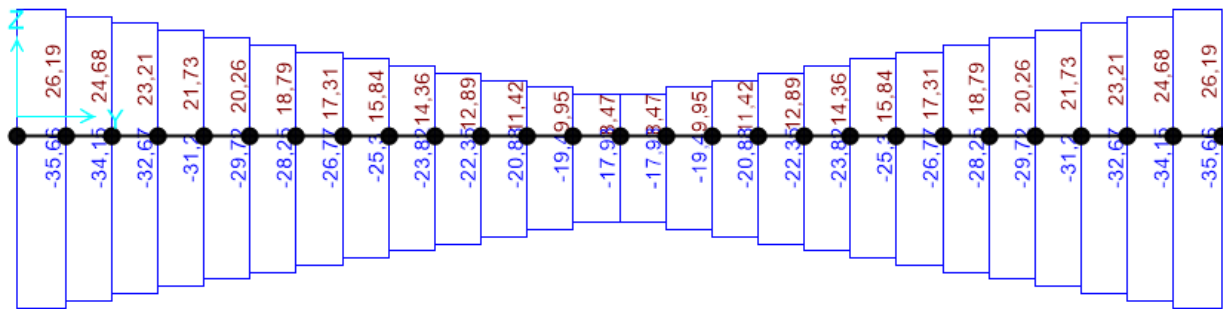


Figura 9.38 - Distribuzione dello Sforzo Normale N- Combinazione SLU_TOT_fond

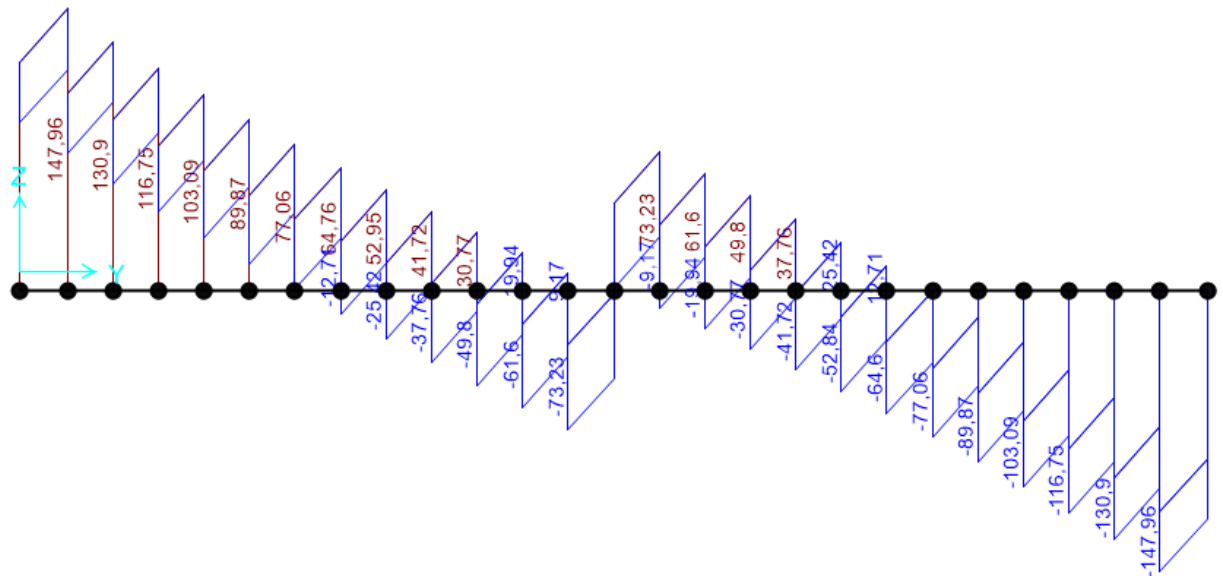


Figura 9.39 - Distribuzione dello Sforzo di Taglio V2- Combinazione SLU_TOT_fond

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA DOCUMENTO D 26 CL	REV. FA0500 001	FOGLIO A 49 DI 133

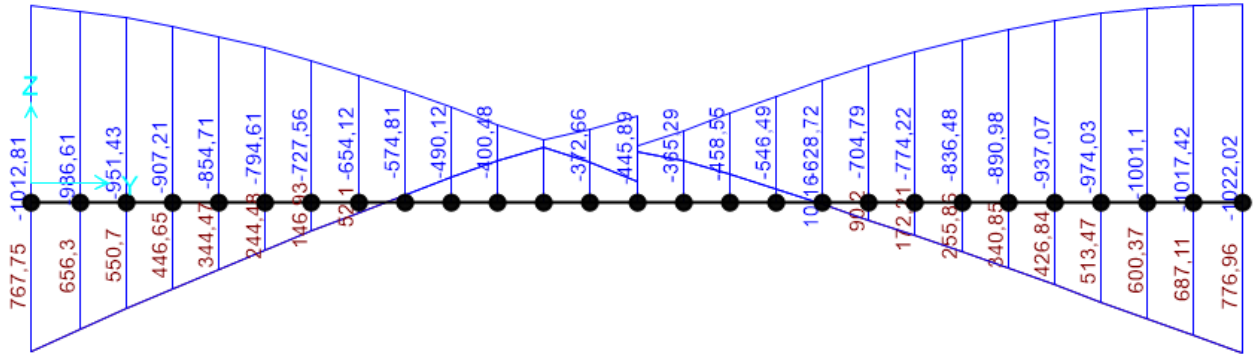


Figura 9.40 - Distribuzione dei Momenti Flettenti M3 - Combinazione SLV_TOT_fond

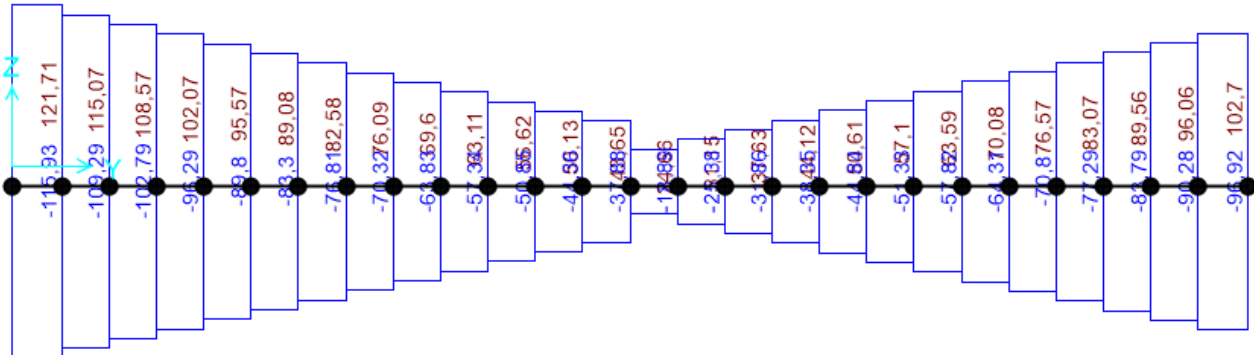


Figura 9.41 - Distribuzione dello Sforzo Normale N- Combinazione SLV_TOT_fond

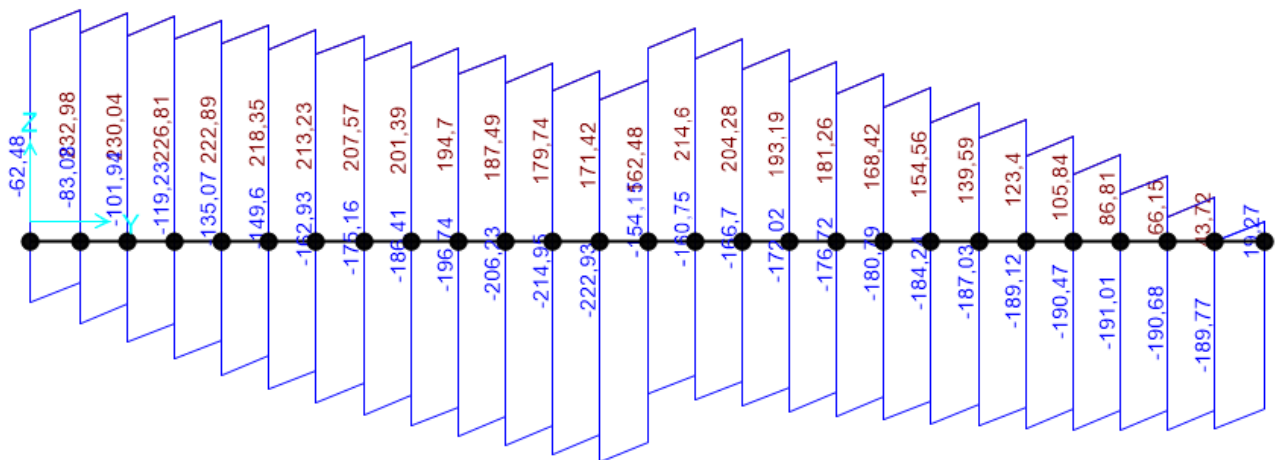
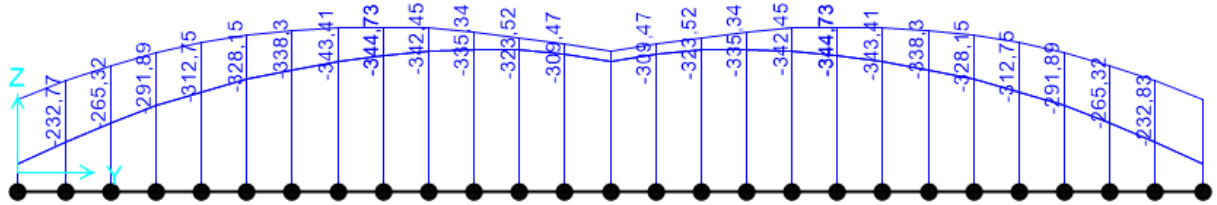
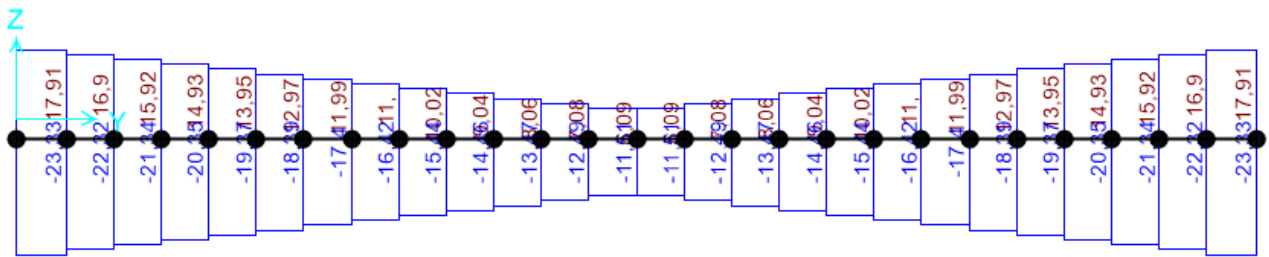
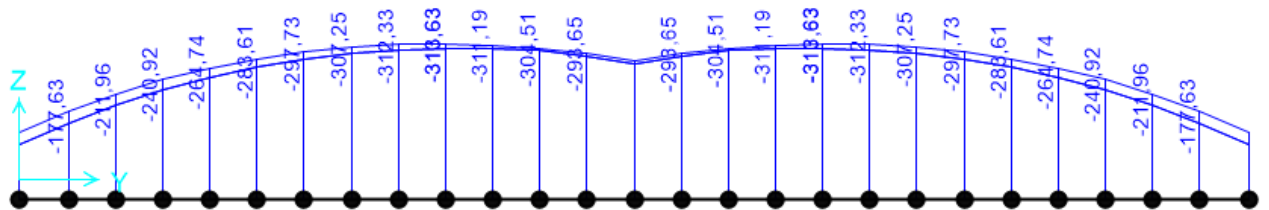
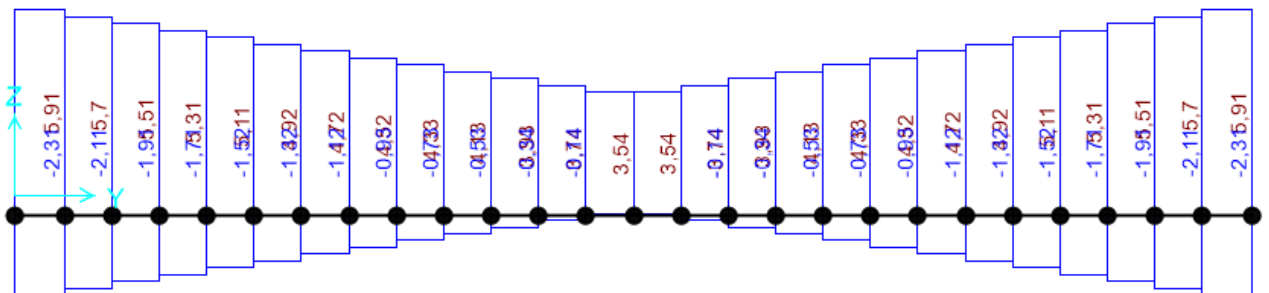
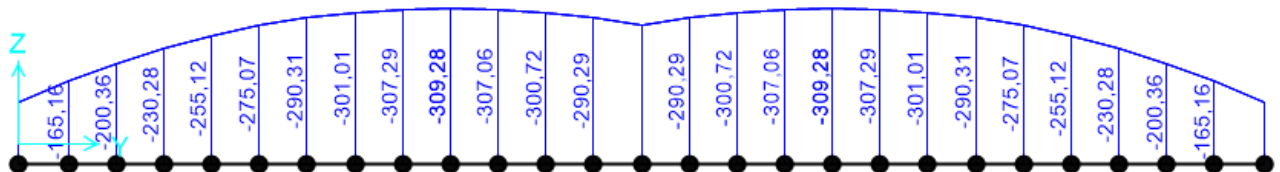


Figura 9.42 - Distribuzione dello Sforzo di Taglio V2- Combinazione SLV_TOT_fond


Figura 9.43 - Distribuzione dei Momenti Flettenti M3 - Combinazione SLE_Rara_TOT_fond

Figura 9.44 - Distribuzione dello Sforzo Normale N- Combinazione SLE_Rara_TOT_fond

Figura 9.45 - Distribuzione dei Momenti Flettenti M3 - Combinazione SLE_Frequente_TOT_fond

Figura 9.46 - Distribuzione dello Sforzo Normale N- Combinazione SLE_Frequente_TOT_fond

Figura 9.47 - Distribuzione dei Momenti Flettenti M3 - Combinazione SLE_Quasi Permanente_TOT_fond

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA DOCUMENTO D 26 CL	REV. FA0500 001 A	FOGLIO 51 DI 133

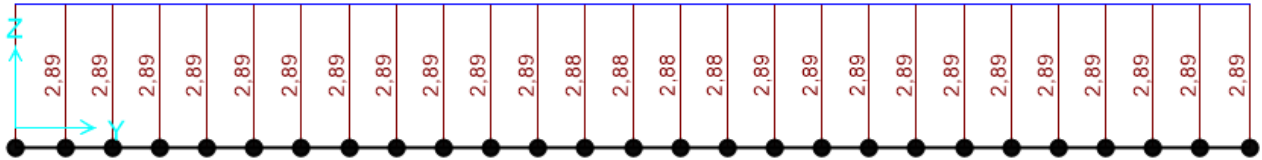


Figura 9.48 - Distribuzione dello Sforzo Normale N- Combinazione SLE_Quasi Permanente_TOT_fond

9.7 Trave di Fondazione Filo Fisso B

Di seguito si riportano i diagrammi di sollecitazione relativi a tutte le combinazioni di carico considerate per la trave rovescia presente al Filo Fisso 5.

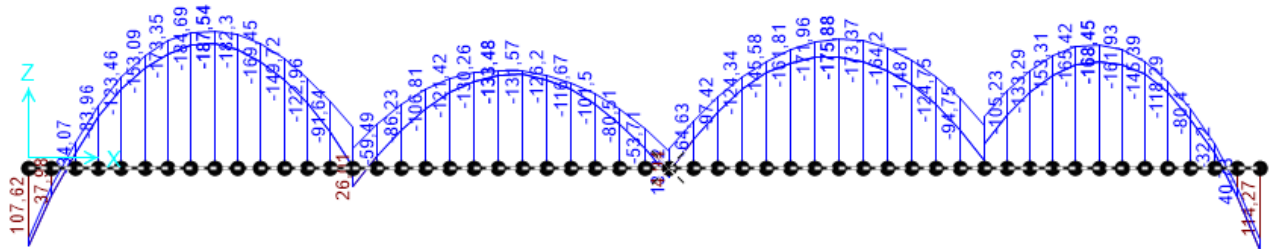


Figura 9.49 - Distribuzione dei Momenti Flettenti M3 - Combinazione SLU_TOT_fond

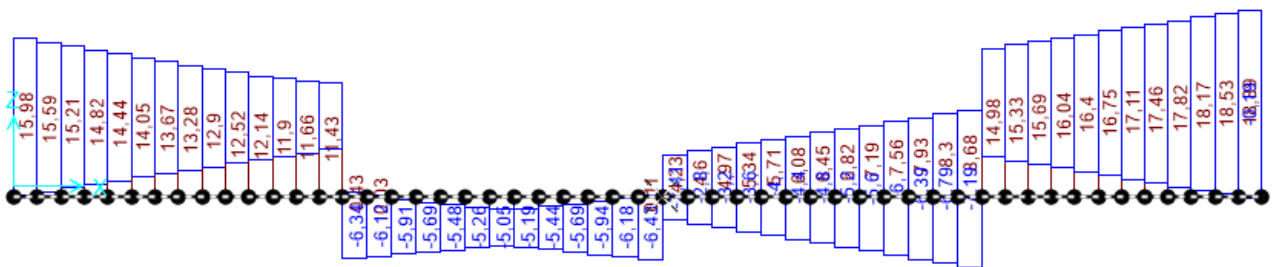



Figura 9.50 - Distribuzione dello Sforzo Normale N- Combinazione SLU_TOT_fond

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE				
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA DOCUMENTO D 26 CL FA0500 001	REV. A

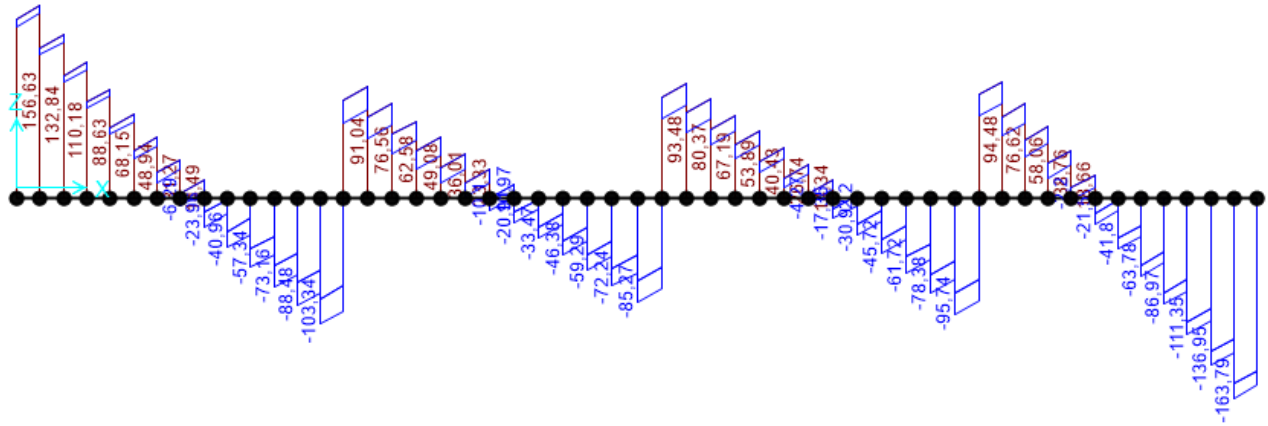


Figura 9.51 - Distribuzione dello Sforzo di Taglio V2- Combinazione SLU_TOT_fond

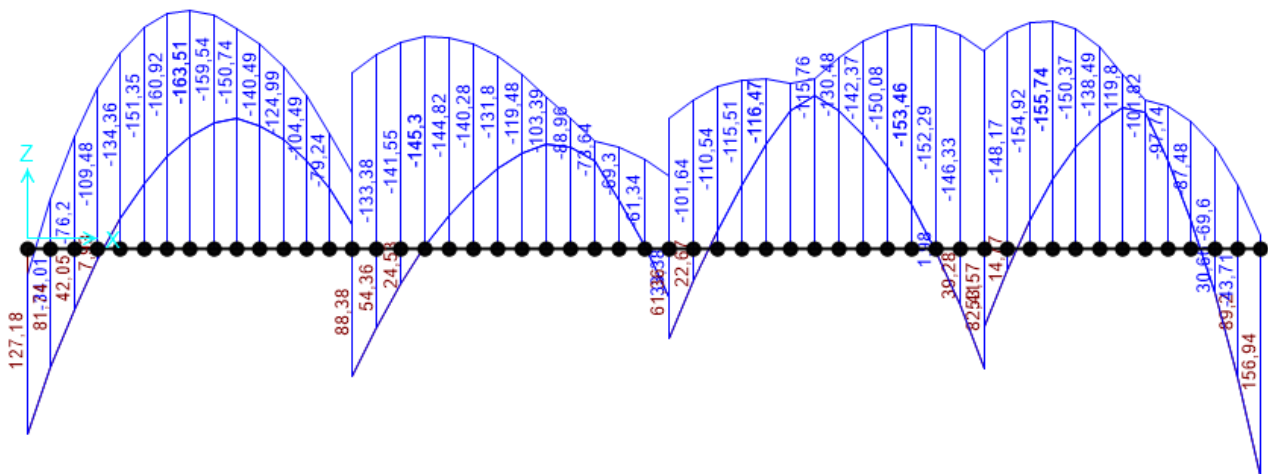


Figura 9.52 - Distribuzione dei Momenti Flettenti M3 - Combinazione SLV_TOT_fond

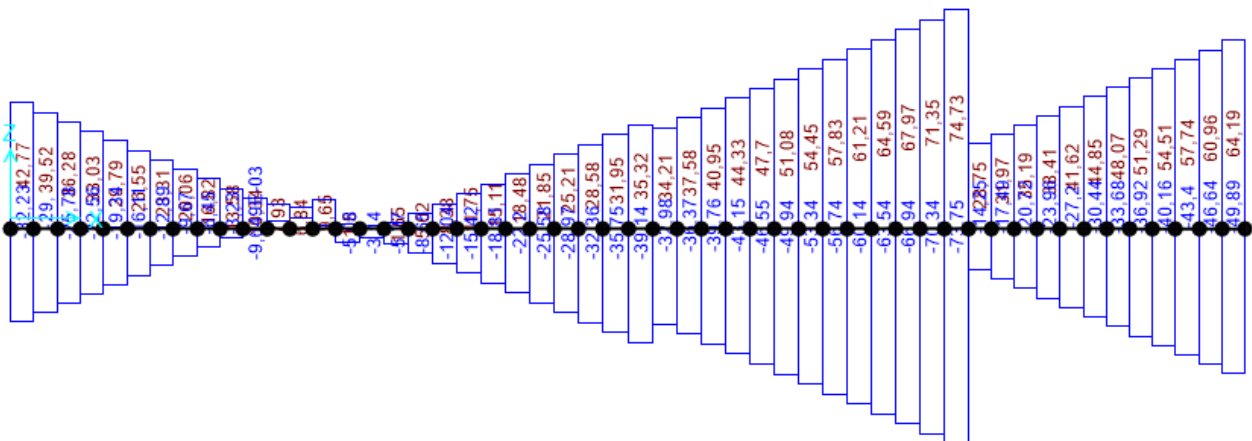



Figura 9.53 - Distribuzione dello Sforzo Normale N- Combinazione SLV_TOT_fond

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA DOCUMENTO D 26 CL	REV. FA0500 001 A	FOGLIO 53 DI 133

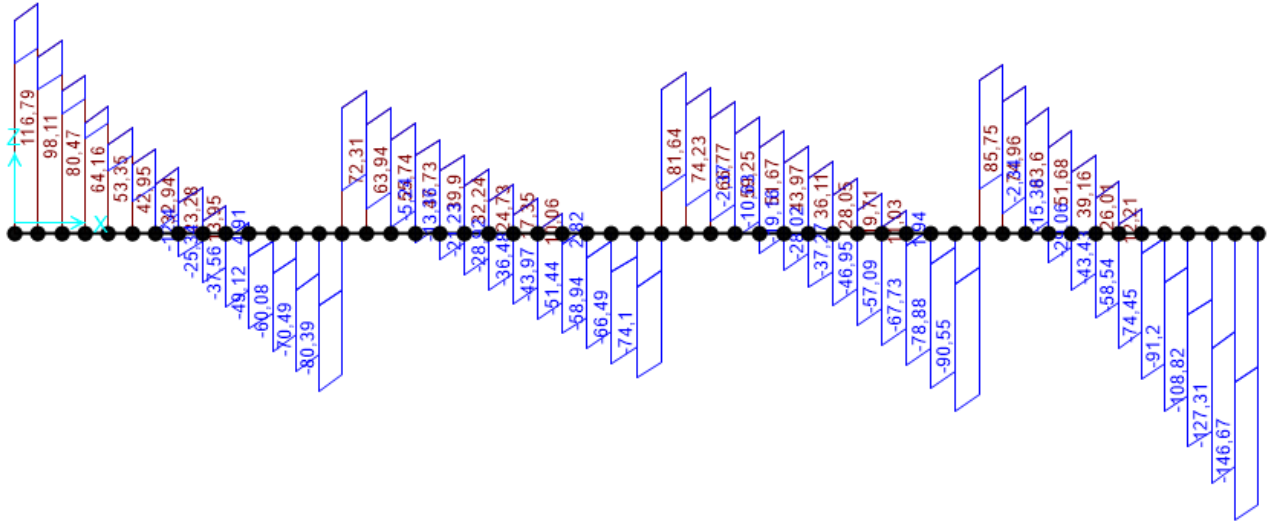


Figura 9.54 - Distribuzione dello Sforzo di Taglio V2- Combinazione SLV_TOT_fond

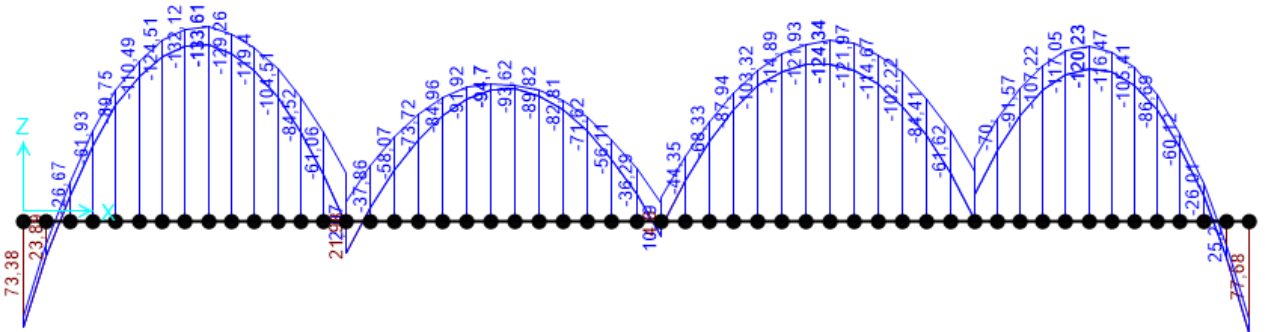


Figura 9.55 - Distribuzione dei Momenti Flettenti M3 - Combinazione SLE_Rara_TOT_fond

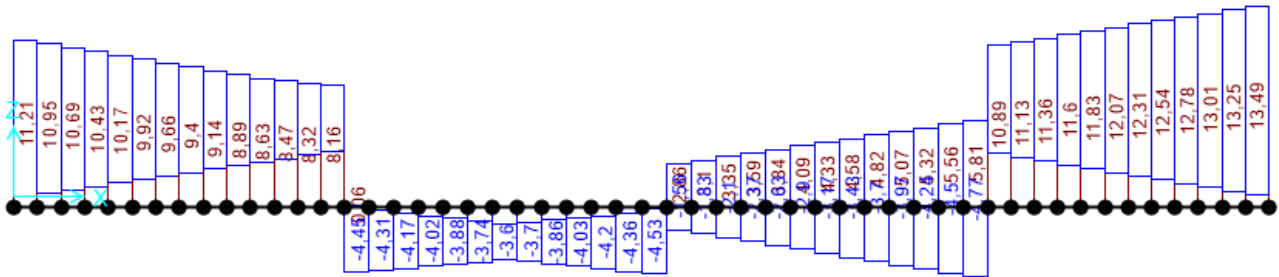



Figura 9.56 - Distribuzione dello Sforzo Normale N- Combinazione SLE_Rara_TOT_fond

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA DOCUMENTO D 26 CL	REV. FA0500 001	FOGLIO A

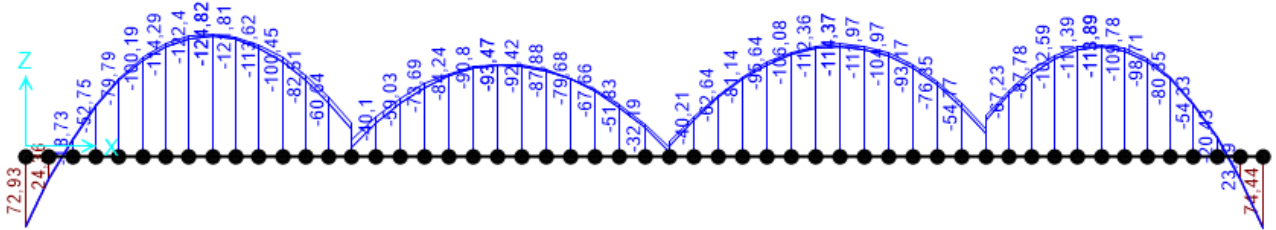


Figura 9.57 - Distribuzione dei Momenti Flettenti M3 - Combinazione SLE_Frequente_TOT_fond

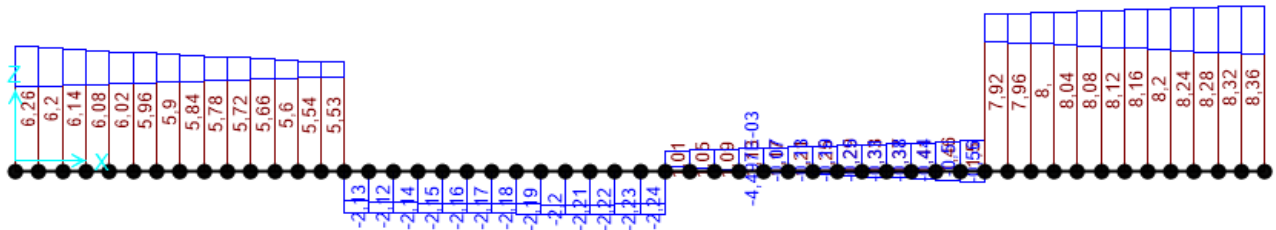


Figura 9.58 - Distribuzione dello Sforzo Normale N- Combinazione SLE_Frequente_TOT_fond

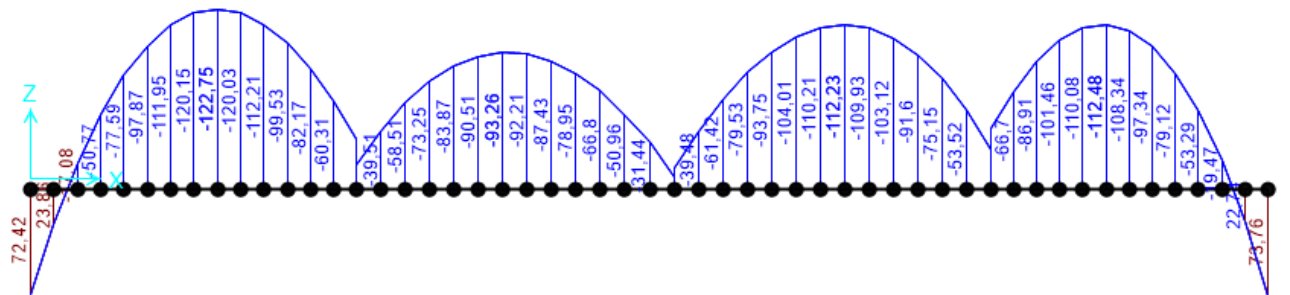


Figura 9.59 - Distribuzione dei Momenti Flettenti M3 - Combinazione SLE_Quasi Permanente_TOT_fond

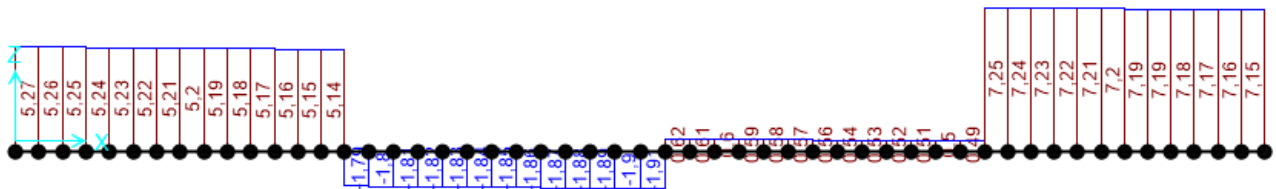


Figura 9.60 - Distribuzione dello Sforzo Normale N- Combinazione SLE_Quasi Permanente_TOT_fond

10 VERIFICHE SOLAIO SOTTOTETTO

10.1 Dimensionamento Traliccio

Per procedere al dimensionamento del solaio di copertura, in primo luogo è necessario dimensionare il traliccio metallico affogato nelle lastre predalle, in modo da garantire che sia in grado di sostenere i carichi cui è sottoposto in fase di getto, quando ancora il calcestruzzo non risulta collaborante. Assumendo di puntellare i solai alle estremità e in mezzera, in questa fase lo schema statico è di trave continua su 3 appoggi, soggetta a un carico distribuito fornito dal peso proprio del solaio e da un carico accidentale rappresentativo della manodopera.

Si considera dunque la seguente condizione di carico:

Larghezza Influenza Traliccio		0,40	m	(3 trallicci ogni lastra da 120 cm)
Luce netta Solaio Predalle	L_1	3,0	m	
Carichi Permanenti Strutturali	G_1	3,50	kN/m ²	
Carichi Accidentali	Q_K	1,00	kN/m ²	
Carico G_1 sul singolo travetto		1,40	kN/m	
Carico Q sul singolo travetto		0,40	kN/m	
Combinazione SLU		2,42	kN/m	
M_{max} SLU		2,72	kNm	

Caratteristiche globali traliccio

Altezza Traliccio	0,12 m
Passo Traliccio	0,15 m
f_{yk}	450,00 N/mm ²
γ_{M0}	1,15
f_{yd}	391,30 N/mm ²
γ_{M1}	1,05
E	210.000,00 N/mm ²

VERIFICA RESISTENZA CORRENTE INFERIORE COMPRESSO

N_{Ed}	10,00 kN	N_{cr}	18.521,08 N
ϕ_{sup}	8,00 mm	$\lambda_{segnato}$	1,11
A_{sup}	50,27 mm ²	α	0,49
			Fatt di imperf tab 4.2.VI
J	201,06 mm ⁴	Φ	1,33
l	150,00 mm	χ	0,48
β	1,00	$N_{b,Rd}$	10,37 kN
l_0	150,00 mm	FS	1,04

VERIFICA STABILITA' CORRENTE SUPERIORE COMPRESSO

N_{Ed}	16,00 kN	N_{cr}	45.217,49 N
ϕ_{sup}	10,00 mm	$\lambda_{segnato}$	0,88
A_{sup}	78,54 mm ²	α	0,49
			Fatt di imperf tab 4.2.VI
J	490,87 mm ⁴	Φ	1,06
l	150,00 mm	χ	0,61
β	1,00	$N_{b,Rd}$	20,52 kN
l_0	150,00 mm	FS	1,28

VERIFICA STABILITA' DIAGONALE COMPRESSO

N_{Ed}	2,70 kN	N_{cr}	4.305,44 N
ϕ_{diag}	6,00 mm	$\lambda_{segnato}$	1,72
A_{diag}	28,27 mm ²	α	0,49
			Fatt di imperf tab 4.2.VI
J	63,62 mm ⁴	Φ	2,35
l_{diag}	175,00 mm	χ	0,25
β	1,00	$N_{b,Rd}$	3,07 kN
l_0	175,00 mm	FS	1,14

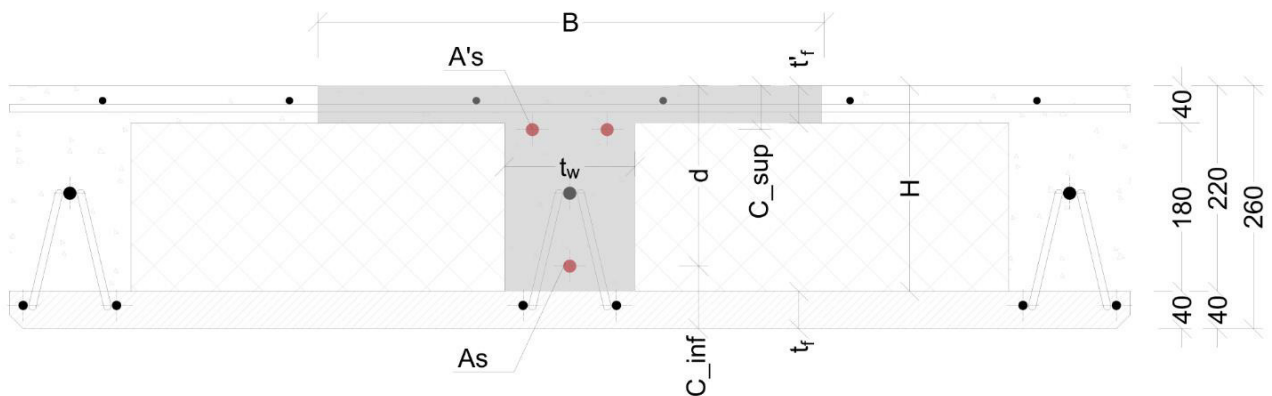
10.2 Verifiche SLU Solaio

Si riportano di seguito le caratteristiche geometriche della sezione trasversale tipo del solaio di sottotetto, che ha uno spessore complessivo di 26 cm ma per il quale si assume tuttavia un'altezza di calcolo di 22 cm, trascurando il contributo resistente della lastra predalle.

Si assume inoltre che le armature inferiori non siano appoggiate sulla lastra, ma siano collocate in posizione sopraelevata di 20 mm rispetto a questa.

GEOMETRIA

B	540,00	mm	C _{sup}	47,00	mm
H	220,00	mm	d = H - C _{inf}	193,00	mm
t _f	40,00	mm	C _{inf}	27,00	mm
t _w	140,00	mm	t' _f	40,00	mm
0,9d	173,7	mm			





PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA

**QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA
FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE**

RELAZIONE DI CALCOLO

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26 CL	FA0500 001	A	57 DI 133

• VERIFICA SLU FLESSIONE - CAMPATA

ϕ [mm]	n°	A _s [mm ²]	f _{yd} [N/mm ²]	f _{cd} [N/mm ²]	x [mm]	Z [mm]
14,00	1,00	153,94	391,30	17,00	8,20	189,72
R _T [N]	R _{Cls} [N]	M _{Rd} [KNm]	M _{Ed} [KNm]	QL ² /16 [KNm]	MOM di RIFERIM	FS
60.236,62	60.236,62	11,43	10,42	8,57	10,42	1,10

• VERIFICA SLU FLESSIONE - APPOGGIO

ϕ [mm]	n°	A' _s [mm ²]	f _{yd} [N/mm ²]	f _{cd} [N/mm ²]	x [mm]	Z [mm]
14,00	2,00	307,88	391,30	17,00	63,27	147,69
R _T [N]	R _{Cls} [N]	M _{Rd} [KNm]	M _{Ed} [KNm]	QL ² /10 [KNm]	MOM di RIFERIM	FS
120.473,25	120.473,25	17,79	17,15	13,72	17,15	1,04

• VERIFICA SLU TAGLIO

k	p ₁	f _{ck} [N/mm ²]	σ _{cp} = N _{Ed} /A _c [N]	V _{min}	V'	V _{Rd} [KN]	V _{Ed} [KN]
2,000	0,017	30,00	0,00	0,5422	0,8916	24,09	14,29

10.3 Verifiche SLE Solaio

• VERIFICA SLE TENSIONE - CAMPATA

Momento Statico pari a zero ax ² + bx + c = 0			x [mm]	Momento d'inerzia			J [mm ⁴]
a	b	c	37	Soletta	Rettangolino	Armature	65.307.091,53
70,00	18.309,07	-765.650,63		8.807.247,56	0,00	56.499.843,97	

Combinazione RARA

Combinazione Quasi Permanente

M _{max} [Nmm]	σ _{Cmax} [N/mm ²]	σ _{Climit} [N/mm ²]	σ _{Smax} [N/mm ²]	σ _{Slimit} [N/mm ²]	M _{max} [Nmm]	σ _{Cmax} [N/mm ²]	σ _{Climit} [N/mm ²]
7.652.775,00	4,29	18,00	274,95	360,00	7.245.000,00	4,06	13,50

• VERIFICA SLE TENSIONE - APPOGGIO

Momento Statico pari a zero ax ² + bx + c = 0			x [mm]	Momento d'inerzia			J [mm ⁴]
a	b	c	72	Cls	A' _s sup tese	A _s inf compresse	69.203.758,91
70,00	6.927,21	-861.283,33		17.403.054,88	47.129.184,47	4.671.519,56	

-861283,3339

Combinazione RARA

Combinazione Quasi Permanente

M _{max} [Nmm]	σ _{Cmax} [N/mm ²]	σ _{Climit} [N/mm ²]	σ _{Smax} [N/mm ²]	σ _{Slimit} [N/mm ²]	M _{max} [Nmm]	σ _{Cmax} [N/mm ²]	σ _{Climit} [N/mm ²]
12.690.000,00	13,20	18,00	277,87	360,00	12.150.000,00	12,64	13,50

• VERIFICA SLE FESSURAZIONE - CAMPATA
Stato Limite di Formazione delle Fessure

Momento Statico pari a zero della sezione interamente reagente $ax + b = 0$	x [mm]	Momento d'Inerzia		J [mm ⁴]
		I _{cl}	A _s	
	85	212.991.510,93	250.349,18	213.241.860,11

Combinazione Frequente

M_{fmax}	7,45 kNm
σ_{Cmin}	4,73 N/mm ²
$\sigma_t = f_{ctm}/1,2$	2,41 N/mm ²

Combinazione Quasi Permanente

M_{QPmax}	7,25 kNm
σ_{Cmin}	4,60 N/mm ²
$\sigma_t = f_{ctm}/1,2$	2,41 N/mm ²

Stato Limite di Apertura delle Fessure
Combinazione Frequente

$\sigma_s (freq)$	267,61 N/mm ²
K_t	0,40
f_{ctm}	2,90 N/mm ²
$h_{c,eff}$	61,14 mm
$A_{c,eff}$	8.559,81 mm ²
ρ_{eff}	0,02
α_e	6,40
ϵ_{sm}	0,00093
K_1	0,80
K_2	0,50
K_3	3,40
K_4	0,43
ϕ	14,00 mm
Δ_s,max	224,14 mm
$w_d (freq)$	0,21 mm
w_3	0,40 mm

Tensione nell'armatura tesa valutata nella sezione fessurata in comb Frequente
Fattore dipendente dalla durata del carico e vale 0,4 per carichi di lunga durata e 0,6 per carichi di breve durata
Area efficace di calcestruzzo teso attorno all'armatura, di altezza $h_{c,eff}$ e base t_w
Deformazione unitaria media delle barre
Per barre ad aderenza migliorata
Caso di flessione
Valore fisso
Valore fisso
Se si usano barre di diametro diverso...
Distanza massima tra le fessure
Valore di calcolo dell'apertura delle fessure
Armatura poco sensibile
Combinazione Quasi Permanente

$\sigma_s (qp)$	260,30 N/mm ²
ϵ_{sm}	0,00090
$w_d (qp)$	0,20 mm
w_2	0,30 mm

Tensione nell'armatura tesa valutata nella sezione fessurata in comb Quasi Perm
Deformazione unitaria media delle barre
Valore di calcolo dell'apertura delle fessure
Armatura poco sensibile
• VERIFICA SLE FESSURAZIONE - APPOGGIO
Stato Limite di Formazione delle Fessure

Momento Statico pari a zero della sezione interamente reagente $ax + b = 0$	x [mm]	Momento d'Inerzia		J [mm ⁴]
		I _{cl}	A _s	
	139	480.723.109,65	34.233.302,05	514.956.411,70

Combinazione Frequente

M_{fmax}	12,42 kNm
σ_{Cmin}	0,83 N/mm ²
$\sigma_t = f_{ctm}/1,2$	2,41 N/mm ²

Combinazione Quasi Permanente

M_{QPmax}	12,15 kNm
σ_{Cmin}	0,81 N/mm ²
$\sigma_t = f_{ctm}/1,2$	2,41 N/mm ²



PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA

**QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA
FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE**

RELAZIONE DI CALCOLO

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26 CL	FA0500 001	A	59 DI 133

11 VERIFICHE SOLAIO COPERTURA

11.1 Dimensionamento Traliccio

Per procedere al dimensionamento del solaio di copertura, in primo luogo è necessario dimensionare il traliccio metallico affogato nelle lastre predalle, in modo da garantire che sia in grado di sostenere i carichi cui è sottoposto in fase di getto, quando ancora il calcestruzzo non risulta collaborante. Assumendo di puntellare il solaio di copertura alle estremità e in mezzeria, in questa fase lo schema statico è di trave continua su tre appoggi con sbalzo corrispondente all'aggetto della falda, soggetta a un carico distribuito fornito dal peso proprio del solaio e da un carico accidentale rappresentativo della manodopera.

Si considera dunque la seguente condizione di carico:

Larghezza Influenza Traliccio		0,40	m	(3 trallicci ogni lastra da 120 cm)
Luce netta Solaio Predalle	$L_1 - L_2$	3,14	m	
Luce aggetto Solaio Predalle	L_3	0,82	m	
Carichi Permanenti Strutturali	G_1	3,50	kN/m^2	
Carichi Accidentali	Q_K	1,00	kN/m^2	
Carico G_1 sul singolo travetto		1,40	kN/m	
Carico Q sul singolo travetto		0,40	kN/m	
Combinazione SLU		2,42	kN/m	

Caratteristiche globali traliccio

Altezza Traliccio	0,12 m
Passo Traliccio	0,15 m
f_{yk}	450,00 N/mm^2
γ_{M0}	1,15
f_{yd}	391,30 N/mm^2
γ_{M1}	1,05
E	210.000,00 N/mm^2

VERIFICA RESISTENZA CORRENTE INFERIORE COMPRESSO

N_{Ed}	12,50 kN	N_{cr}	45.217,49 N
ϕ_{sup}	10,00 mm	$\lambda_{segnato}$	0,88
A_{sup}	78,54 mm^2	α	0,49 Fatt di imperf tab 4.2.VI
J	490,87 mm^4	Φ	1,06
l	150,00 mm	χ	0,61
β	1,00	$N_{b,Rd}$	20,52 kN
l_0	150,00 mm	FS	1,64

VERIFICA STABILITA' CORRENTE SUPERIORE COMPRESSO

N_{Ed}	22,00 kN	N_{cr}	93.762,98 N
ϕ_{sup}	12,00 mm	$\lambda_{segnato}$	0,74
A_{sup}	113,10 mm^2	α	0,49 Fatt di imperf tab 4.2.VI
J	1.017,88 mm^4	Φ	0,90
l	150,00 mm	χ	0,70
β	1,00	$N_{b,Rd}$	34,02 kN
l_0	150,00 mm	FS	1,55

VERIFICA STABILITA' DIAGONALE COMPRESSO

N_{Ed}	3,00 kN	N_{cr}	5.860,19 N
ϕ_{diag}	6,00 mm	$\lambda_{segnato}$	1,47
A_{diag}	28,27 mm^2	α	0,49 Fatt di imperf tab 4.2.VI
J	63,62 mm^4	Φ	1,90
l_{diag}	150,00 mm	χ	0,32
β	1,00	$N_{b,Rd}$	3,92 kN
l_0	150,00 mm	FS	1,31

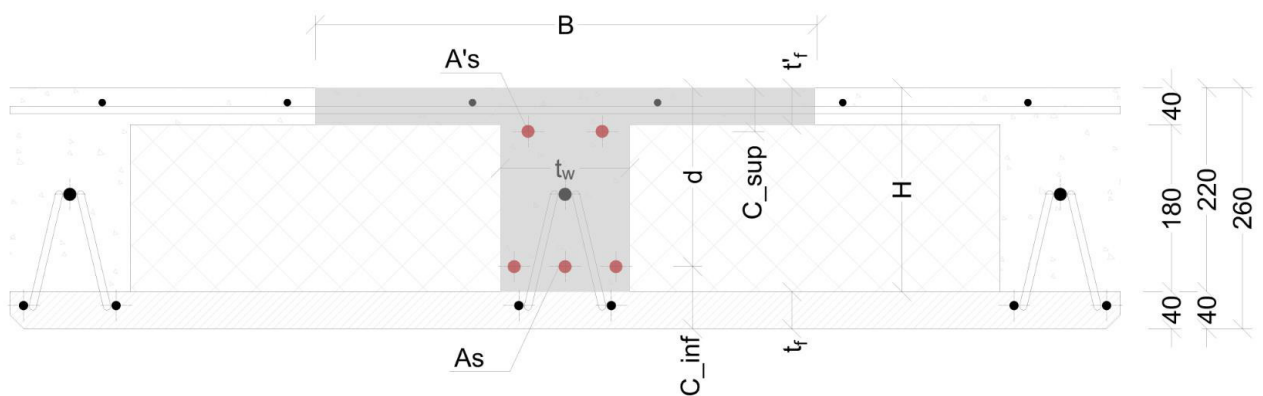
11.2 Verifiche SLU Solaio

Si riportano di seguito le caratteristiche geometriche della sezione trasversale tipo del solaio di copertura, che ha uno spessore complessivo di 16 cm ma per il quale si assume tuttavia un'altezza di calcolo di 12 cm, trascurando il contributo resistente della lastra predalle.

Si assume inoltre che le armature inferiori non siano appoggiate sulla lastra, ma siano collocate in posizione sopraelevata di 20 mm rispetto a questa.

GEOMETRIA

B	540,00	mm	Csup	47,00	mm
H	220,00	mm	d = H - Cinf	193,00	mm
tf	40,00	mm	Cinf	27,00	mm
tw	140,00	mm	t'f	40,00	mm
0,9d	173,7	mm			





PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA

**QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA
FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE**

RELAZIONE DI CALCOLO

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26 CL FA0500 001	A	61 DI 133

• VERIFICA SLU FLESSIONE - CAMPATA

ϕ [mm]	n^e	A_s [mm ²]	f_{yd} [N/mm ²]	f_{cd} [N/mm ²]	x [mm]	Z [mm]
14,00	3,00	461,81	391,30	17,00	24,61	183,16
R_T [N]	R_{Clis} [N]	M_{Rd} [KNm]	M_{Ed} [KNm]	$QL^2/16$ [KNm]	MOM di RIFERIM	FS
180.709,87	180.709,87	33,10	22,54	8,57	22,54	1,47

• VERIFICA SLU FLESSIONE - APPOGGIO

ϕ [mm]	n^e	A'_s [mm ²]	f_{yd} [N/mm ²]	f_{cd} [N/mm ²]	x [mm]	Z [mm]
14,00	2,00	307,88	391,30	17,00	63,27	147,69
R_T [N]	R_{Clis} [N]	M_{Rd} [KNm]	M_{Ed} [KNm]	$QL^2/10$ [KNm]	MOM di RIFERIM	FS
120.473,25	120.473,25	17,79	1,51	13,72	13,72	1,30

• VERIFICA SLU TAGLIO

k	ρ_1	f_{ck} [N/mm ²]	$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c$ [N]	V_{min}	V'	V_{Rd} [KN]	V_{Ed} [KN]
2,000	0,020	30,00	0,00	0,5422	0,9396	25,39	14,89

11.3 Verifiche SLE Solai

• VERIFICA SLE TENSIONE - CAMPATA

Momento Statico pari a zero $ax^2 + bx + c = 0$			x [mm]	Momento d'Inerzia			J [mm ⁴]
a	b	c	61	Soletta	Rettangolino	Armature	160.321.381,18
70,00	22.927,21	-1.656.951,88		39.072.709,94	428.115,01	120.820.556,23	

Combinazione RARA

Combinazione Quasi Permanente

M_{max} [Nmm]	σ_{Cmax} [N/mm ²]	$\sigma_{Climite}$ [N/mm ²]	σ_{Smax} [N/mm ²]	$\sigma_{Slimite}$ [N/mm ²]	M_{max} [Nmm]	σ_{Cmax} [N/mm ²]	$\sigma_{Climite}$ [N/mm ²]
16.356.677,39	6,22	18,00	202,11	360,00	12.818.352,47	4,87	13,50

• VERIFICA SLE TENSIONE - APPOGGIO

Momento Statico pari a zero $ax^2 + bx + c = 0$			x [mm]	Momento d'Inerzia			J [mm ⁴]
a	b	c	62	Clis	$A'_{s\ sup\ tese}$	$A_{s\ inf\ compresse}$	76.507.867,73
70,00	11.545,35	-985.973,15		11.150.763,19	56.845.331,76	8.511.772,77	

Combinazione RARA

Combinazione Quasi Permanente

M_{max} [Nmm]	σ_{Cmax} [N/mm ²]	$\sigma_{Climite}$ [N/mm ²]	σ_{Smax} [N/mm ²]	$\sigma_{Slimite}$ [N/mm ²]	M_{max} [Nmm]	σ_{Cmax} [N/mm ²]	$\sigma_{Climite}$ [N/mm ²]
1.094.400,00	0,89	18,00	23,81	360,00	864.000,00	0,70	13,50

• VERIFICA SLE FESSURAZIONE - CAMPATA
Stato Limite di Formazione delle Fessure

Momento Statico pari a zero della sezione interamente reagente $ax + b = 0$	x [mm]	Momento d'Inerzia		J [mm ⁴]
		Cl _s	A _s	
	94	221.722.176,74	686.490,98	222.408.667,73

Combinazione Frequente

M _{fmax}	13,53 kNm
σ _{Cmin}	7,67 N/mm ²
σ _t = f _{ctm} /1,2	2,41 N/mm ²

Combinazione Quasi Permanente

M _{QPmax}	12,82 kNm
σ _{Cmin}	7,27 N/mm ²
σ _t = f _{ctm} /1,2	2,41 N/mm ²

Stato Limite di Apertura delle Fessure
Combinazione Frequente

σ _s (freq)	167,13 N/mm ²
K _t	0,40
f _{ctm}	2,90 N/mm ²
h _{c,eff}	53,02 mm
A _{c,eff}	7.423,08 mm ²
ρ _{eff}	0,06
α _e	6,40
ε _{sm}	0,00067
K ₁	0,80
K ₂	0,50
K ₃	3,40
K ₄	0,43
φ	14,00 mm
Δ _{s,max}	130,06 mm
w _d (freq)	0,09 mm
w ₃	0,40 mm

Tensione nell'armatura tesa valutata nella sezione fessurata in comb Frequente
Fattore dipendente dalla durata del carico e vale 0,4 per carichi di lunga durata e 0,6 per carichi di breve durata
Area efficace di calcestruzzo teso attorno all'armatura, di altezza h_{c,ef} e base tw
Deformazione unitaria media delle barre
Per barre ad aderenza migliorata
Caso di flessione
Valore fisso
Valore fisso
Se si usano barre di diametro diverso...
Distanza massima tra le fessure
Valore di calcolo dell'apertura delle fessure
Armatura poco sensibile
Combinazione Quasi Permanente

σ _s (qp)	158,39 N/mm ²
ε _{sm}	0,00063
w _d (qp)	0,08 mm
w ₂	0,30 mm

Tensione nell'armatura tesa valutata nella sezione fessurata in comb Quasi Perm
Deformazione unitaria media delle barre
Valore di calcolo dell'apertura delle fessure
Armatura poco sensibile
• VERIFICA SLE FESSURAZIONE - APPOGGIO
Stato Limite di Formazione delle Fessure

Momento Statico pari a zero della sezione interamente reagente $ax + b = 0$	x [mm]	Momento d'Inerzia		J [mm ⁴]
		Cl _s	A _s	
	130	483.531.244,40	81.837.341,92	565.368.586,32

Combinazione Frequente

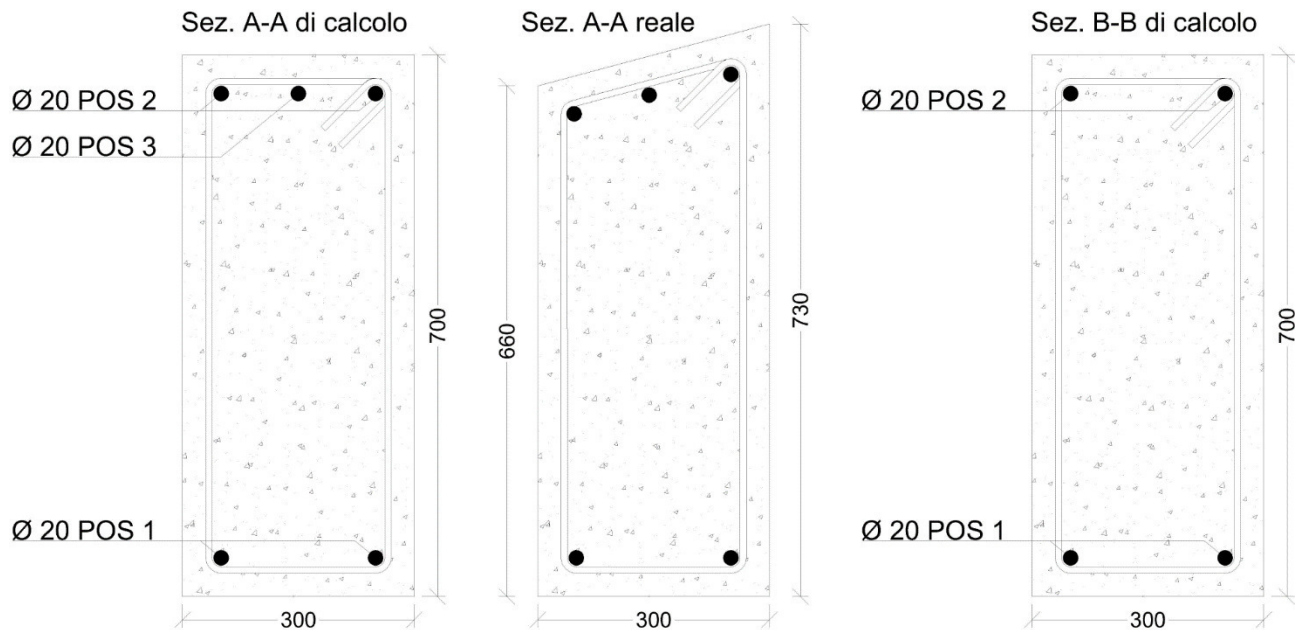
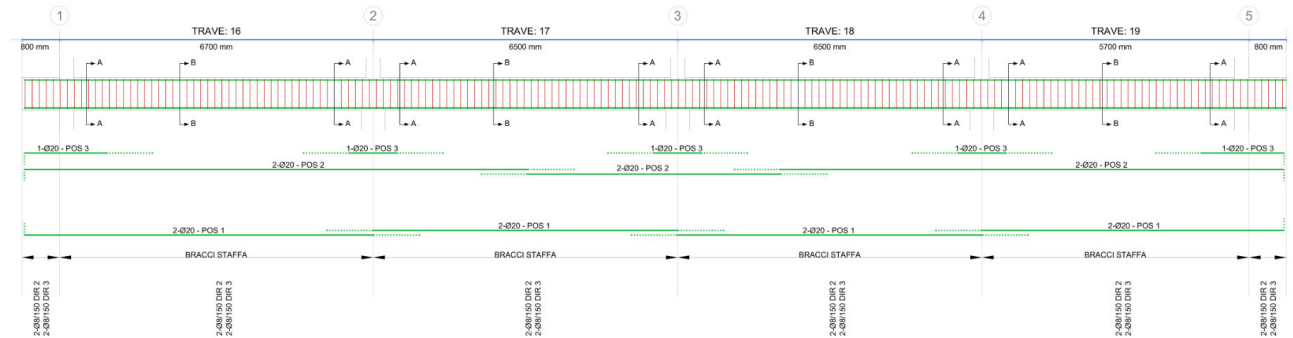
M _{fmax}	0,91 kNm
σ _{Cmin}	0,07 N/mm ²
σ _t = f _{ctm} /1,2	2,41 N/mm ²

Combinazione Quasi Permanente

M _{QPmax}	0,86 kNm
σ _{Cmin}	0,07 N/mm ²
σ _t = f _{ctm} /1,2	2,41 N/mm ²

12 VERIFICHE TRAVE FILO FISSO C

Di seguito è schematizzata la distribuzione di armature longitudinali e staffe per la trave corrispondente al filo fisso C, considerando la simmetria dell'elemento, si riporta in questa sede solo la sezione longitudinale della prima metà (fili fissi 1 – 5).



Le verifiche di resistenza, così come il controllo tensione e fessurazione per gli stati limite di esercizio, vengono condotte con il software VIS di CSI.

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE				
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA DOCUMENTO D 26 CL FA0500 001	REV. A

12.1 Verifiche SLU – Flessione

Si riportano di seguito le verifiche effettuate per le sezioni più sollecitate di campata e appoggio.

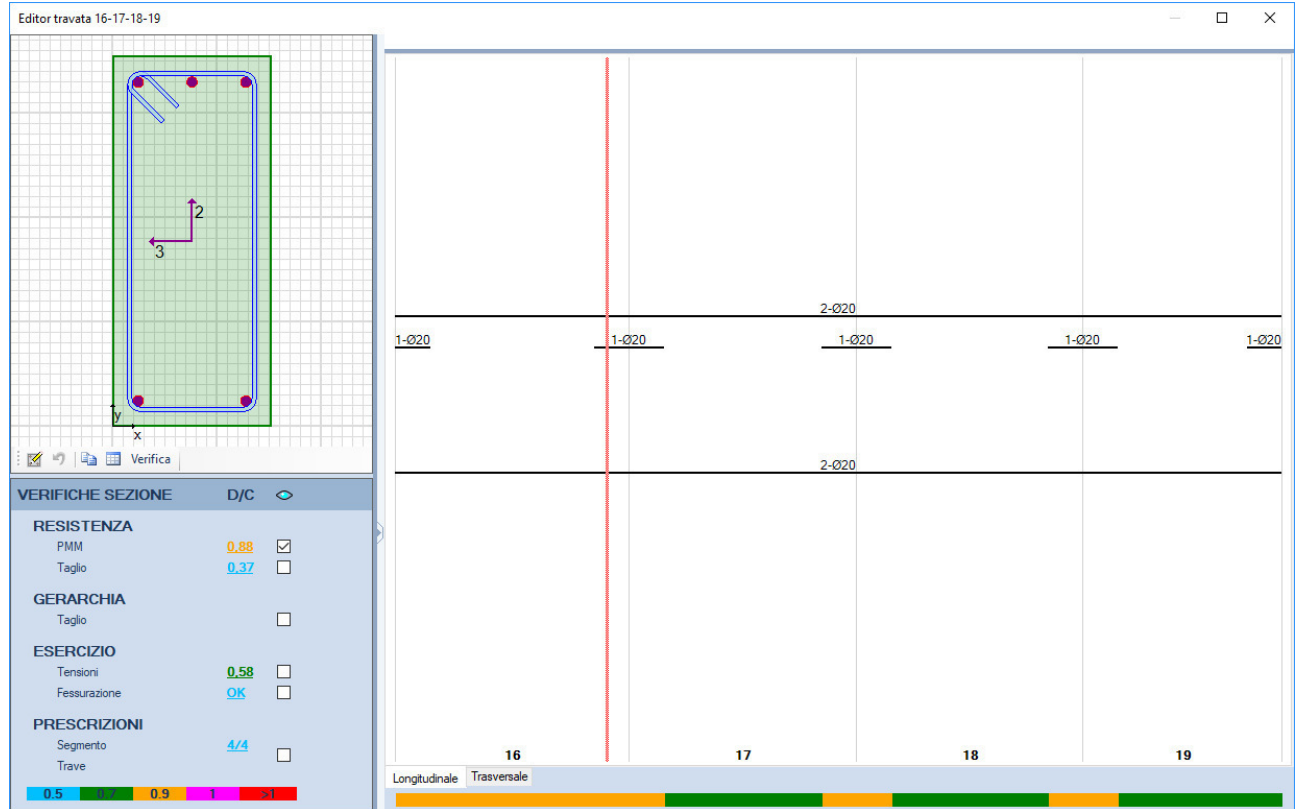


Figura 12.1 – Rapporto Domanda/Capacità per la verifica di resistenza a flessione della trave in esame

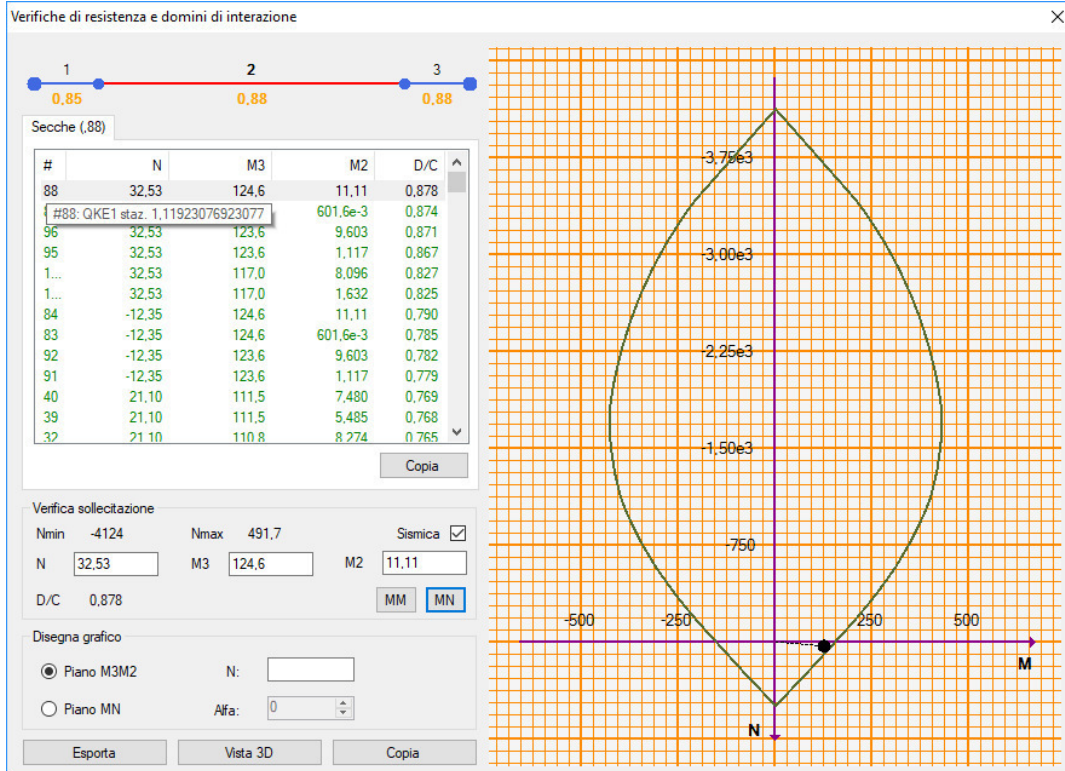


Figura 12.2 – Dominio di resistenza della sezione di campata massimamente sollecitata

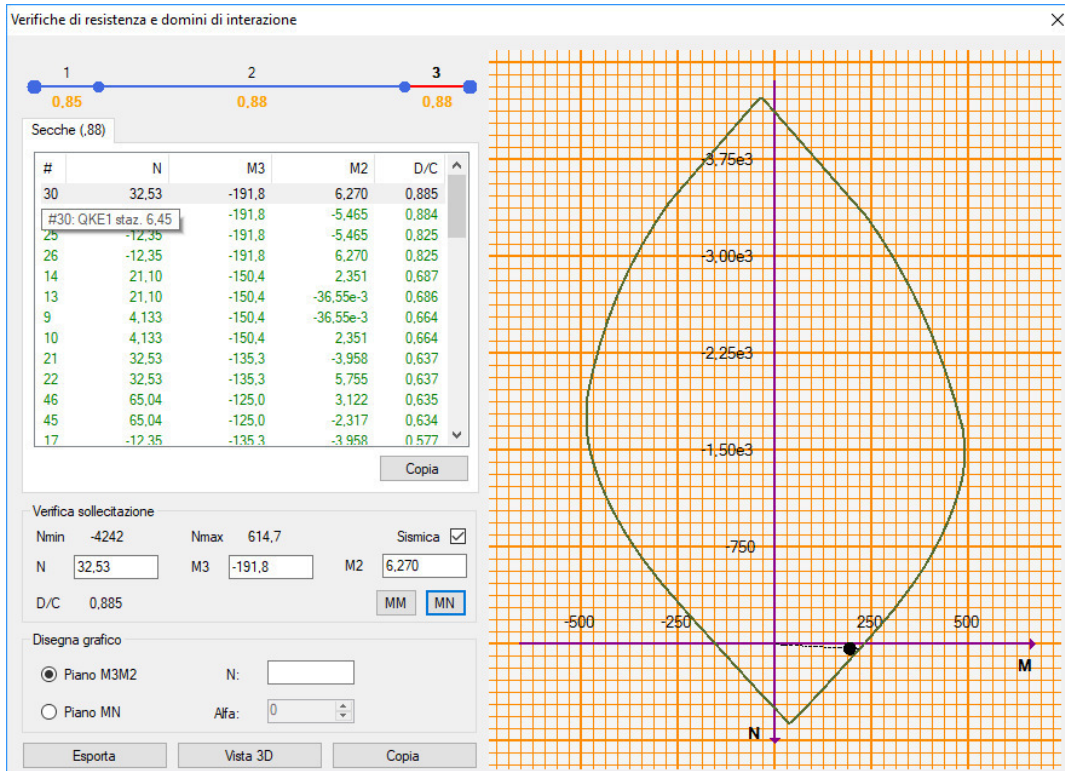



Figura 12.3 – Dominio di resistenza della sezione in appoggio massimamente sollecitata

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO FA0500 001	REV. A

12.2 Verifiche SLU – Taglio

Secondo quanto specificato dalla normativa, la verifica resistenza a taglio nei confronti delle sollecitazioni determinate dall'analisi globale condotta sulla struttura si conduce controllando la seguente disuguaglianza:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd}$$

V_{Ed} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente, mentre V_{Rd} è la resistenza a taglio, che per elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati. L'inclinazione ϑ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$1 \leq \text{ctg}\vartheta \leq 2,5$$

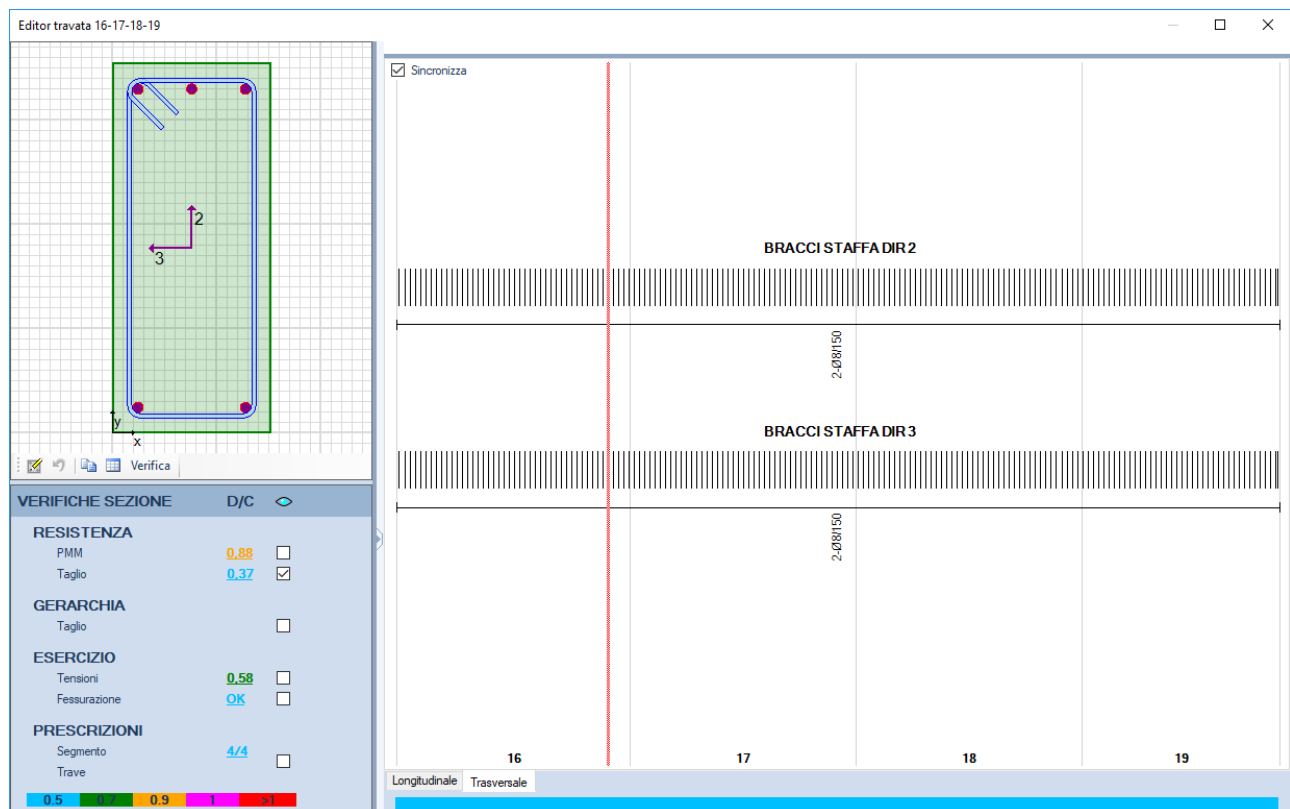


Figura 12.4 – Rapporto Domanda/Capacità per la verifica di resistenza a taglio della trave in esame

Si riporta di seguito la tabella di verifica a taglio della trave in esame.

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA DOCUMENTO D 26 CL	DOCUMENTO FA0500 001	REV. A

Risultati taglio

Direzione 2 Direzione 3

Taglio di progetto

$V_{Ed} = 125$

Sezioni non amate

$V_{Rd} = 71,6$

Sezioni con armatura

$V_{Rcd} = 528$

$V_{Rsd} = 385$

SEZIONE VERIFICATA

OK

Risultati taglio

Direzione 2 Direzione 3

Taglio di progetto

$V_{Ed} = 2,58$

Sezioni non amate

$V_{Rd} = 92,3$

Sezioni con armatura

$V_{Rcd} = 480$

$V_{Rsd} = 149$

SEZIONE VERIFICATA

OK

12.3 Verifiche SLE – Tensione

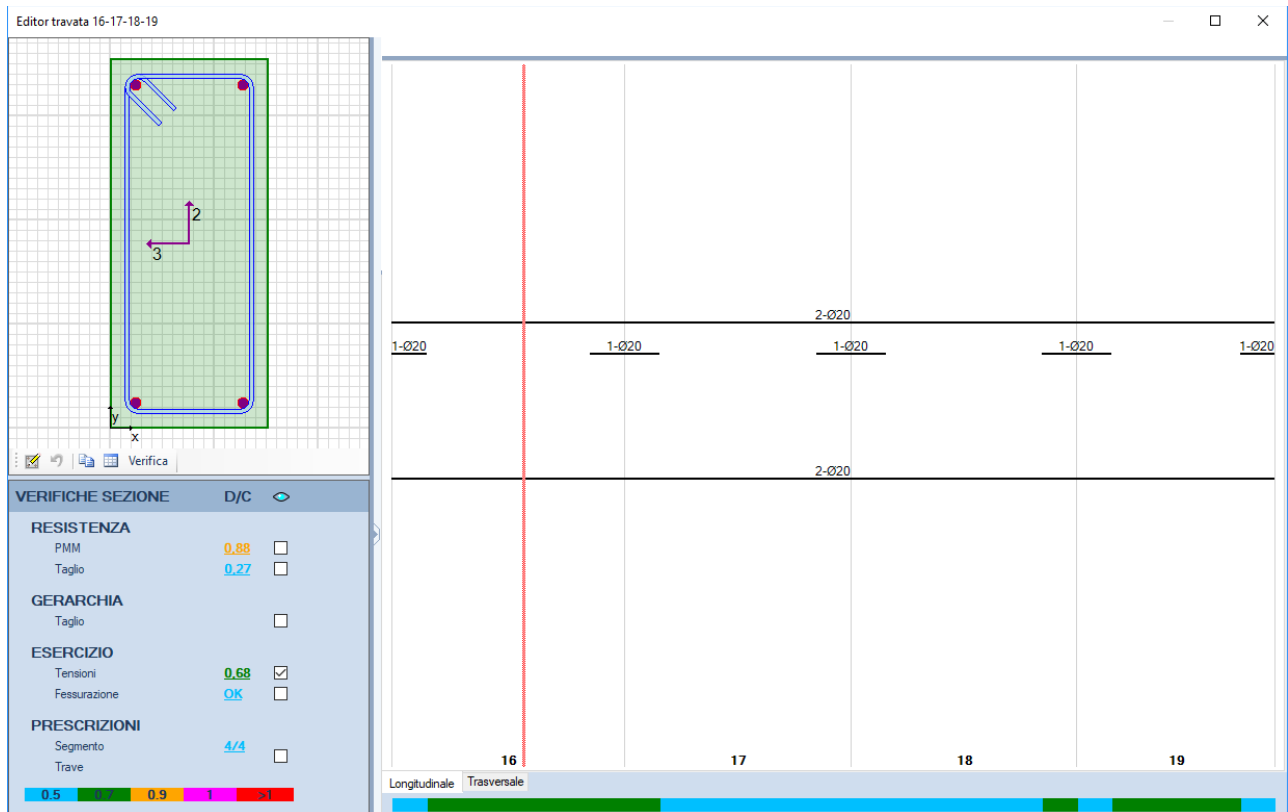


Figura 12.5 - Rapporto Domanda/Capacità per il controllo di tensione agli stati limite di esercizio della trave in esame

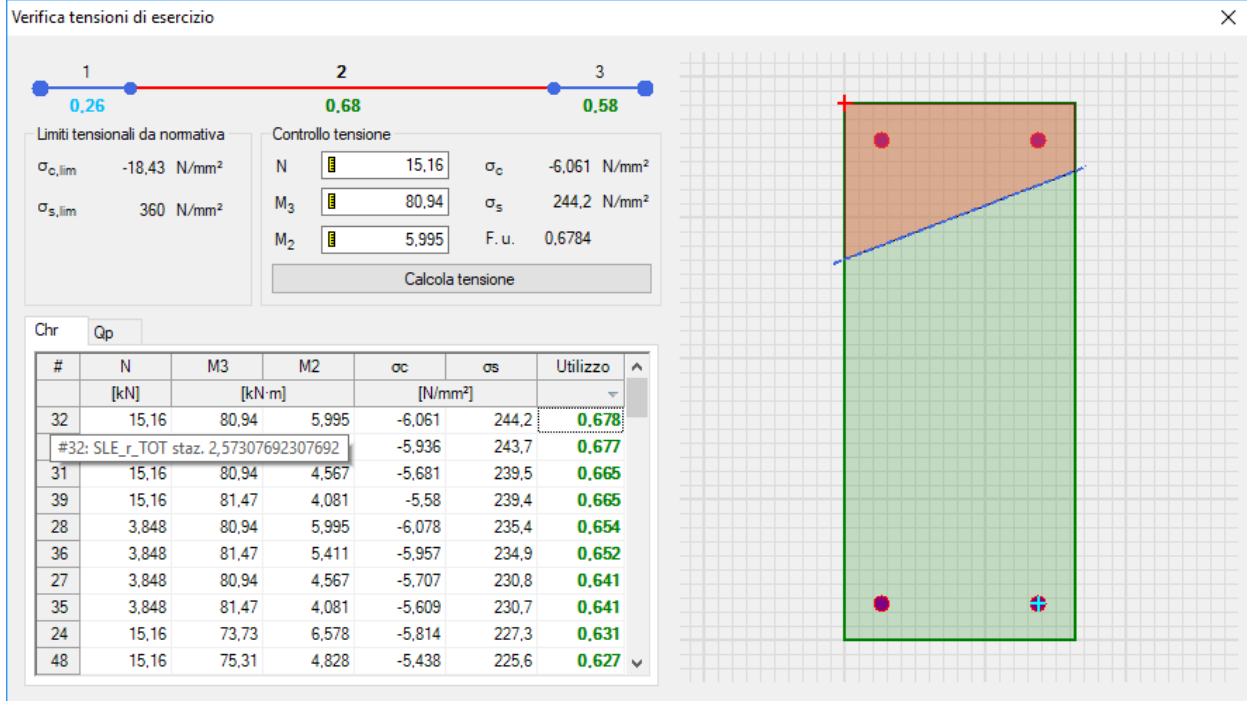


Figura 12.6 – Valori di tensione della sezione di campata massimamente sollecitata per la combinazione di carico rara

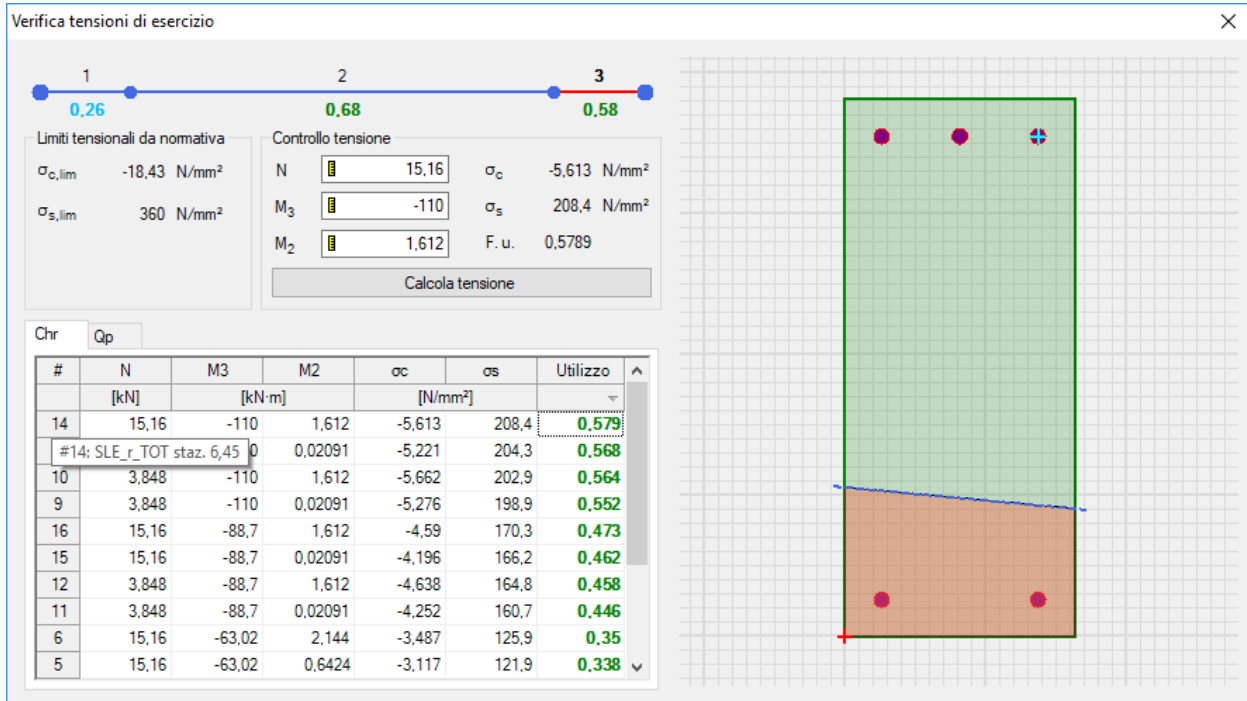


Figura 12.7– Valori di tensione della sezione in appoggio massimamente sollecitata per la combinazione di carico rara

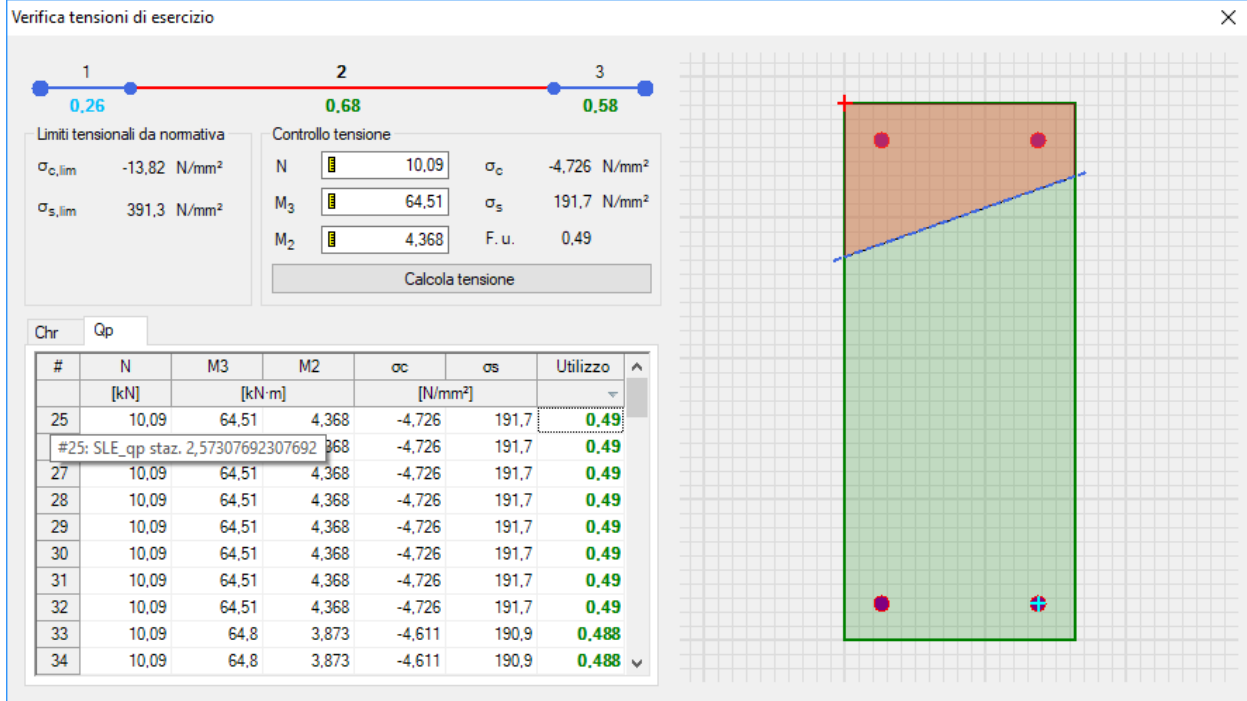


Figura 12.8– Valori di tensione della sezione di campata massimamente sollecitata per la combinazione di carico quasi permanente

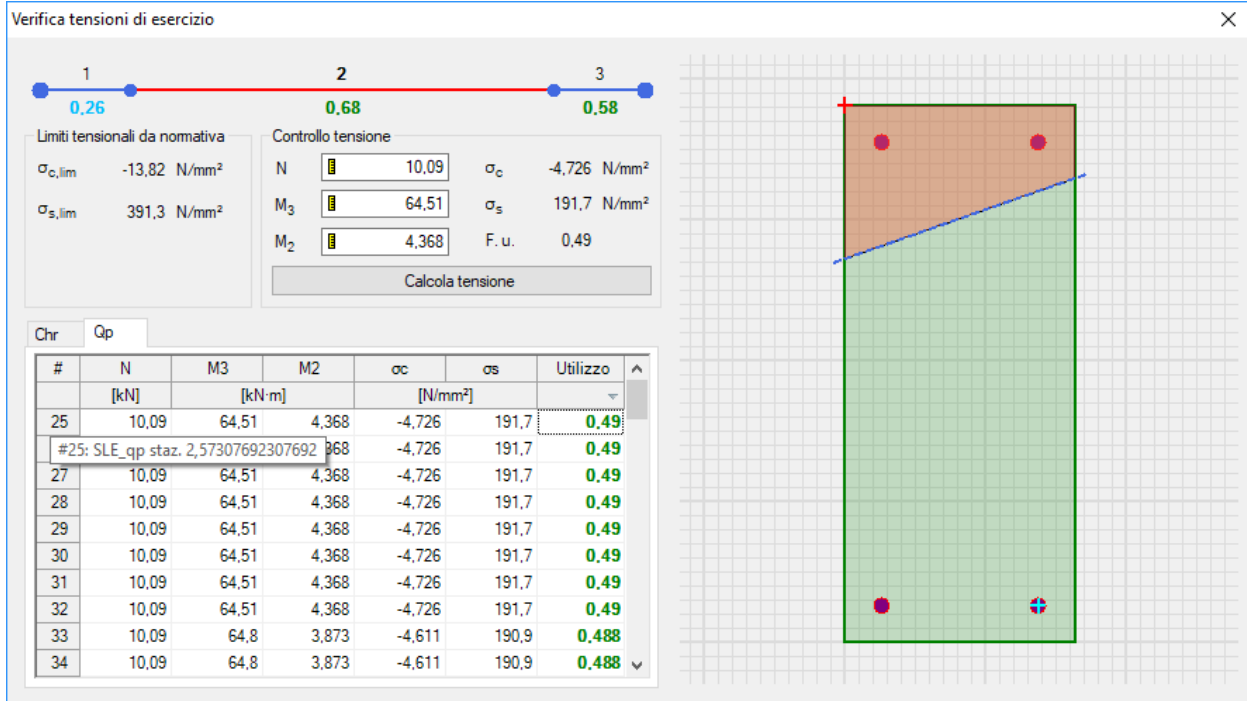



Figura 12.9 – Valori di tensione della sezione in appoggio massimamente sollecitata per la combinazione di carico quasi permanente

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA DOCUMENTO D 26 CL	DOCUMENTO FA0500 001	REV. A

12.4 Verifiche SLE – Fessurazione

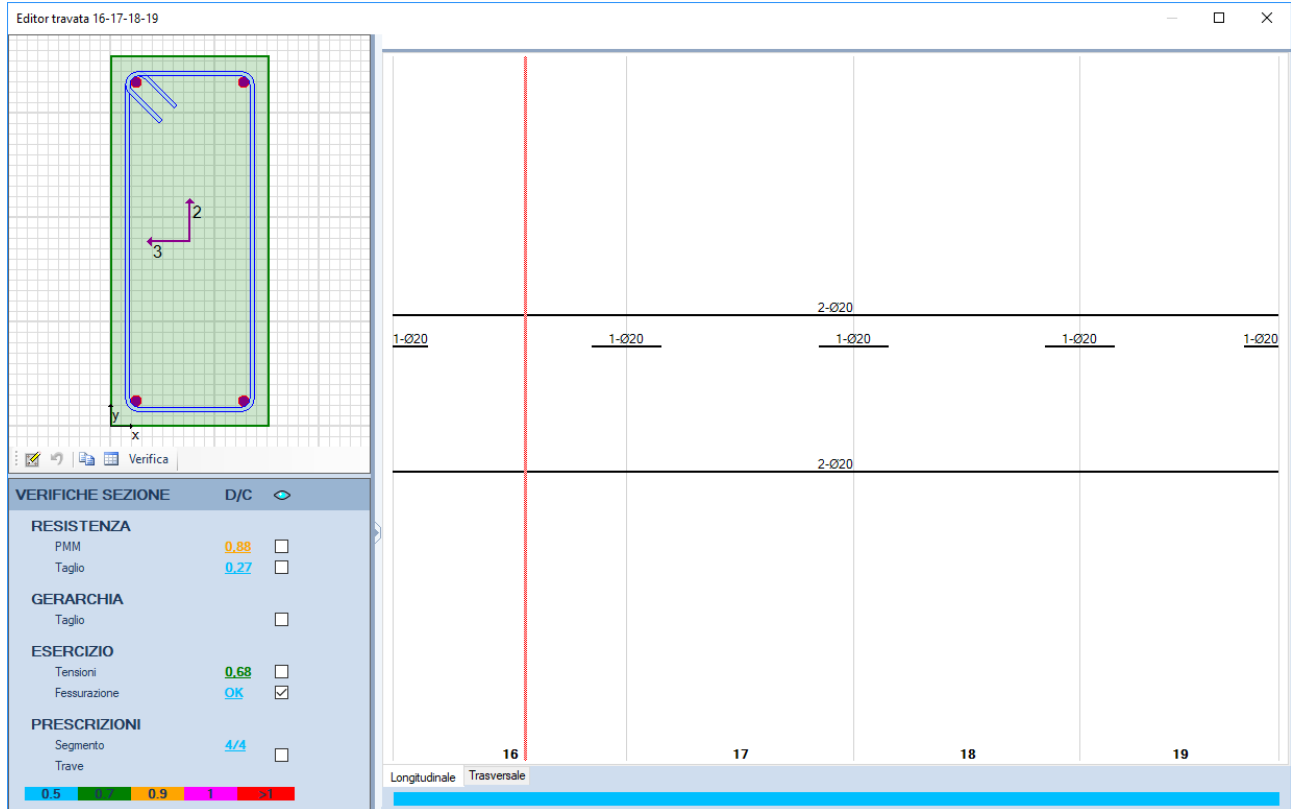


Figura 12.10 - Rapporto Domanda/Capacità per il controllo di fessurazione della trave in esame

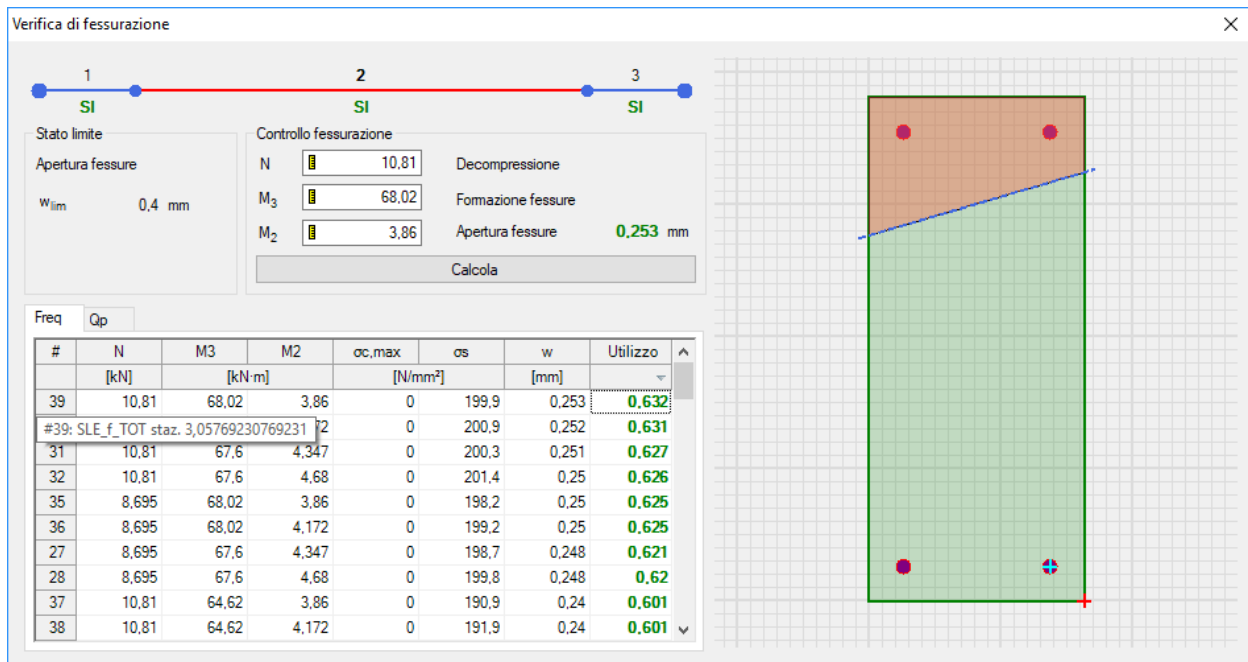


Figura 12.11 - Valori di apertura delle fessure per la sezione in campata massimamente sollecitata per la combinazione di carico frequente

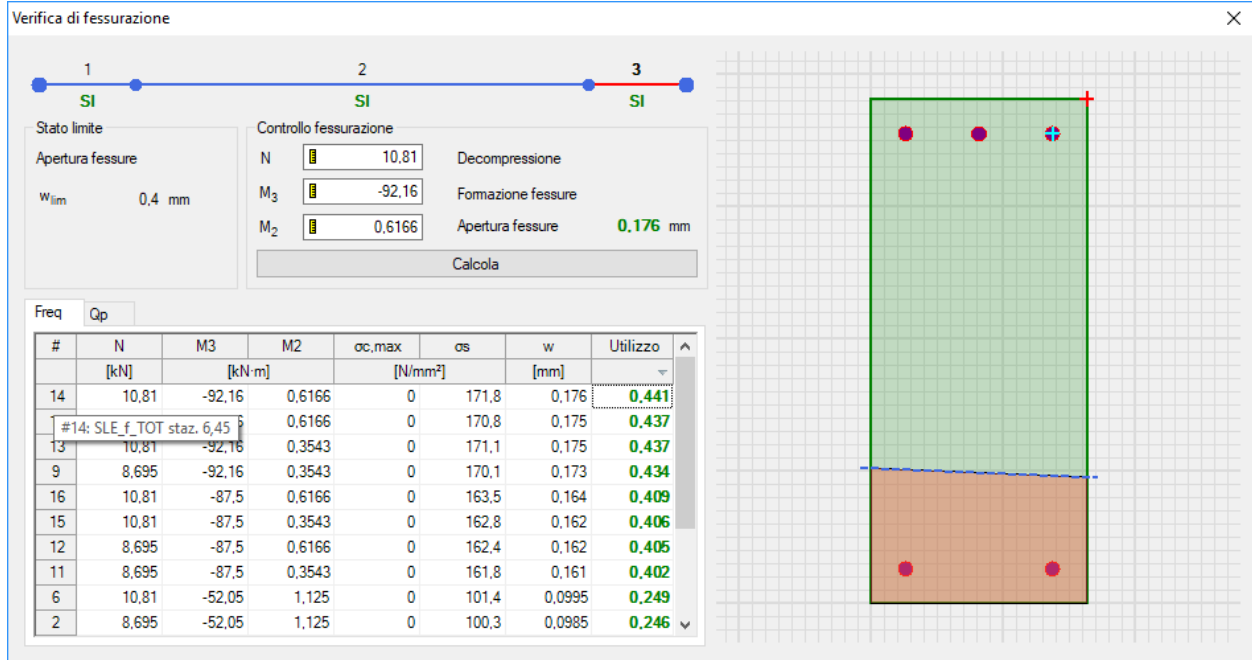


Figura 12.12 - Valori di apertura delle fessure per la sezione in appoggio massimamente sollecitata per la combinazione di carico frequente

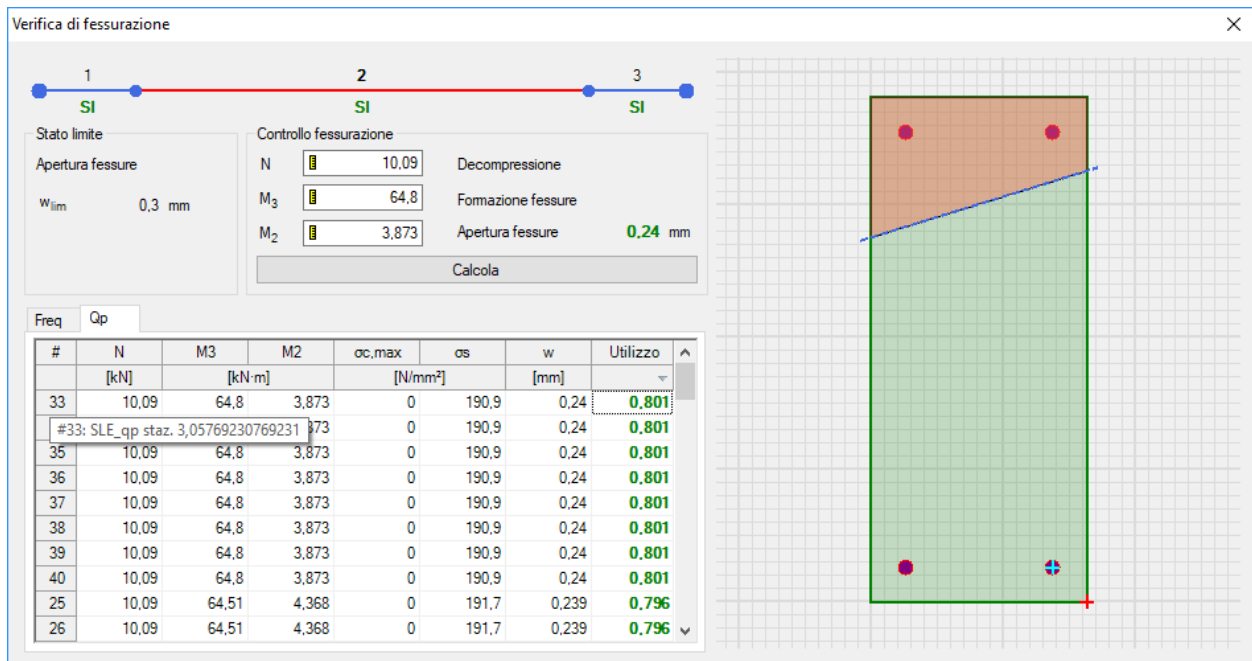


Figura 12.13 - Valori di apertura delle fessure per la sezione in campata massimamente sollecitata per la combinazione di carico quasi permanente

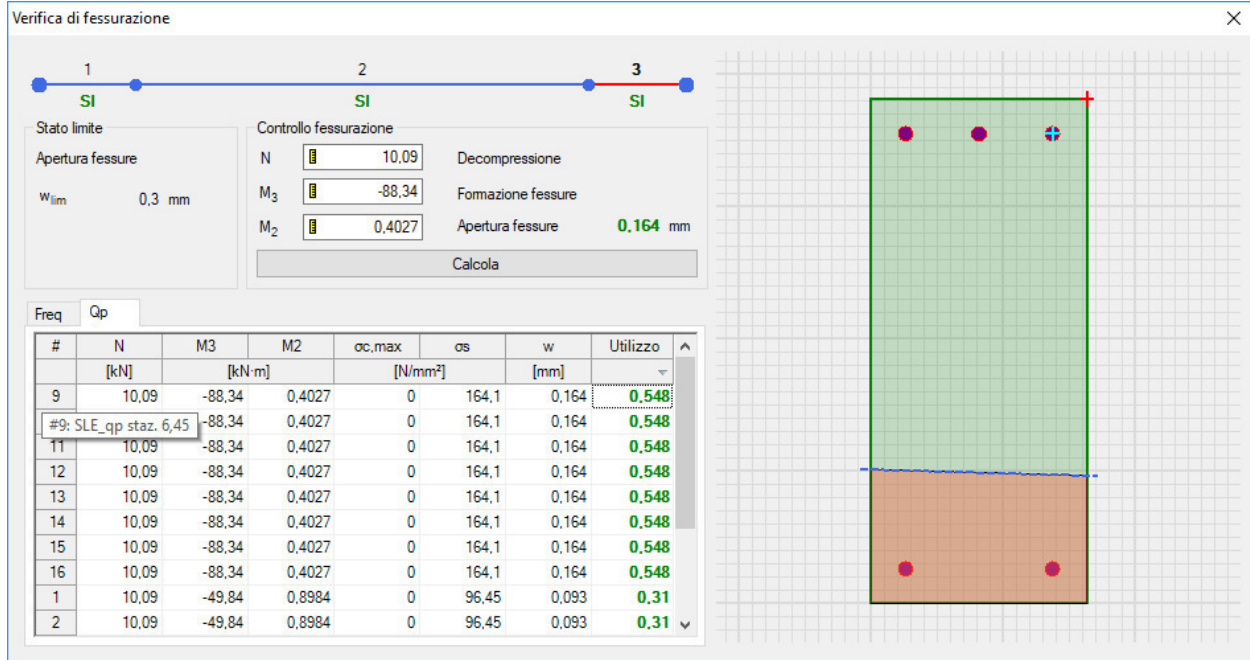
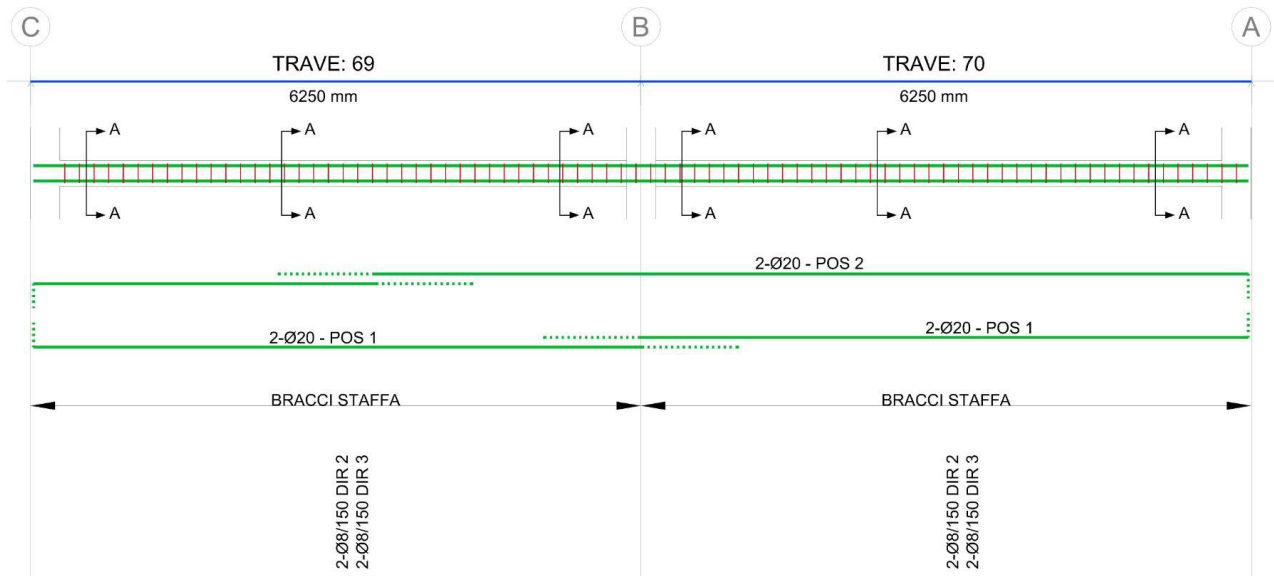


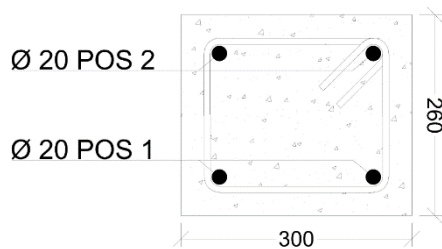
Figura 12.14 - Valori di apertura delle fessure per la sezione in appoggio massimamente sollecitata per la combinazione di carico quasi permanente

13 VERIFICHE TIRANTE FILO FISSO 5

Di seguito è schematizzata la distribuzione di armature longitudinali e staffe per il tirante inferiore della capriata corrispondente al filo fisso 5.



Sez. A-A



Le verifiche di resistenza, così come il controllo tensione e fessurazione per gli stati limite di esercizio, vengono condotte con il software VIS di CSI.

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE				
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA DOCUMENTO D 26 CL FA0500 001	REV. A

13.1 Verifiche SLU – Flessione

Si riportano di seguito le verifiche effettuate per le sezioni più sollecitate di campata e appoggio.

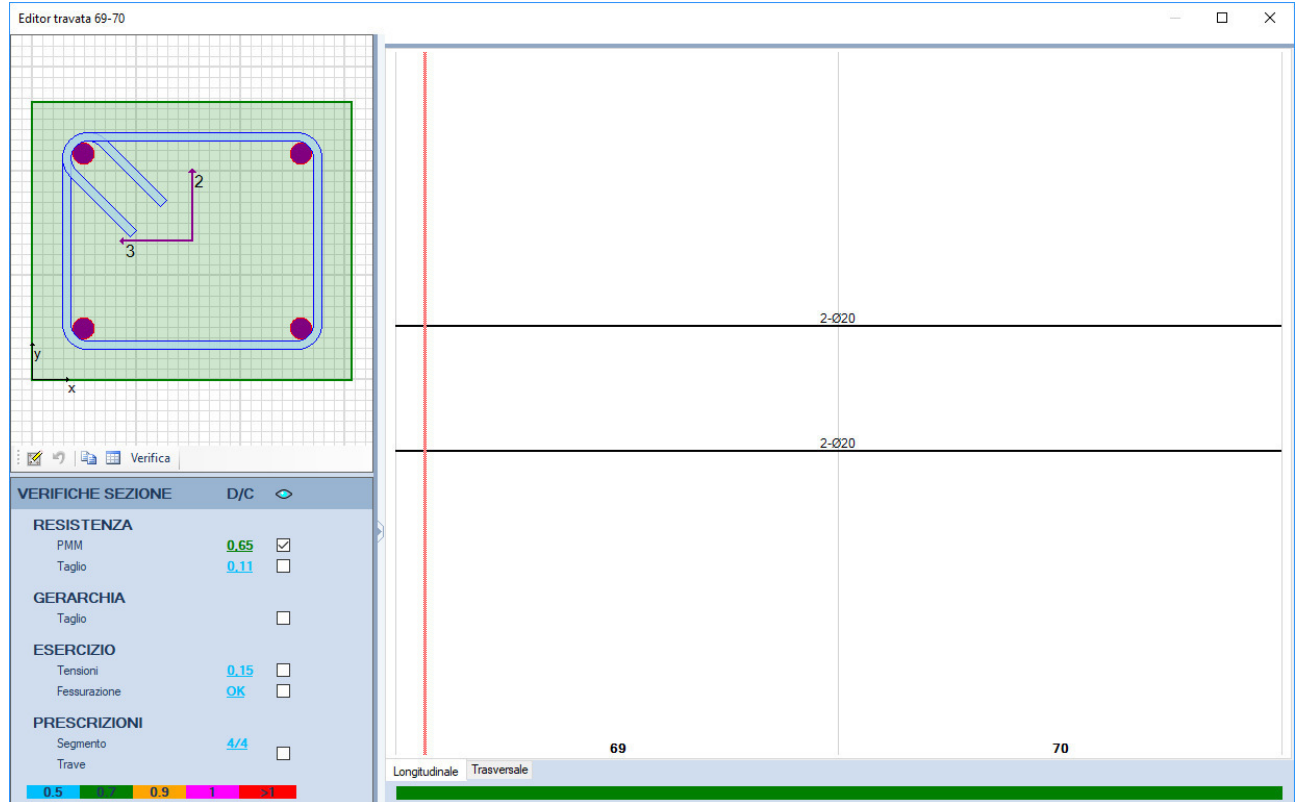


Figura 13.1 – Rapporto Domanda/Capacità per la verifica di resistenza a flessione della trave in esame

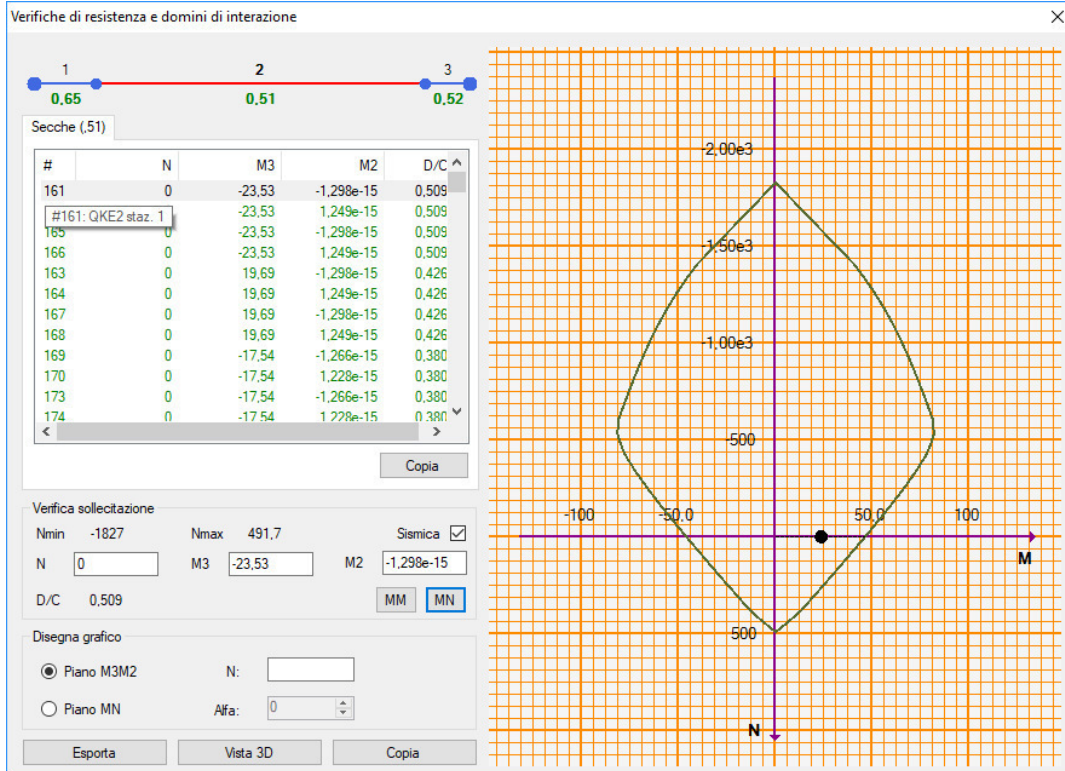


Figura 13.2 – Dominio di resistenza della sezione di campata massimamente sollecitata

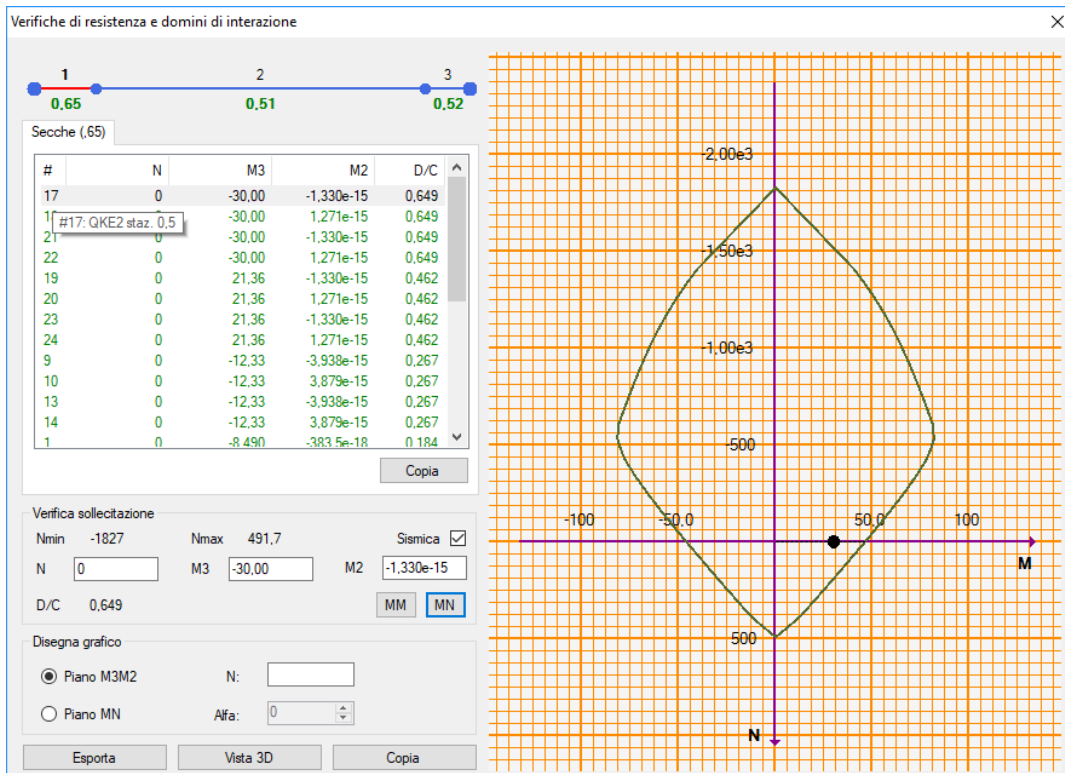



Figura 13.3 – Dominio di resistenza della sezione in appoggio massimamente sollecitata

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE				
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA DOCUMENTO D 26 CL FA0500 001	REV. A

13.2 Verifiche SLU – Taglio

Secondo quanto specificato dalla normativa, la verifica resistenza a taglio nei confronti delle sollecitazioni determinate dall'analisi globale condotta sulla struttura si conduce controllando la seguente disuguaglianza:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd}$$

V_{Ed} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente, mentre V_{Rd} è la resistenza a taglio, che per elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati. L'inclinazione ϑ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$1 \leq \text{ctg}\vartheta \leq 2,5$$

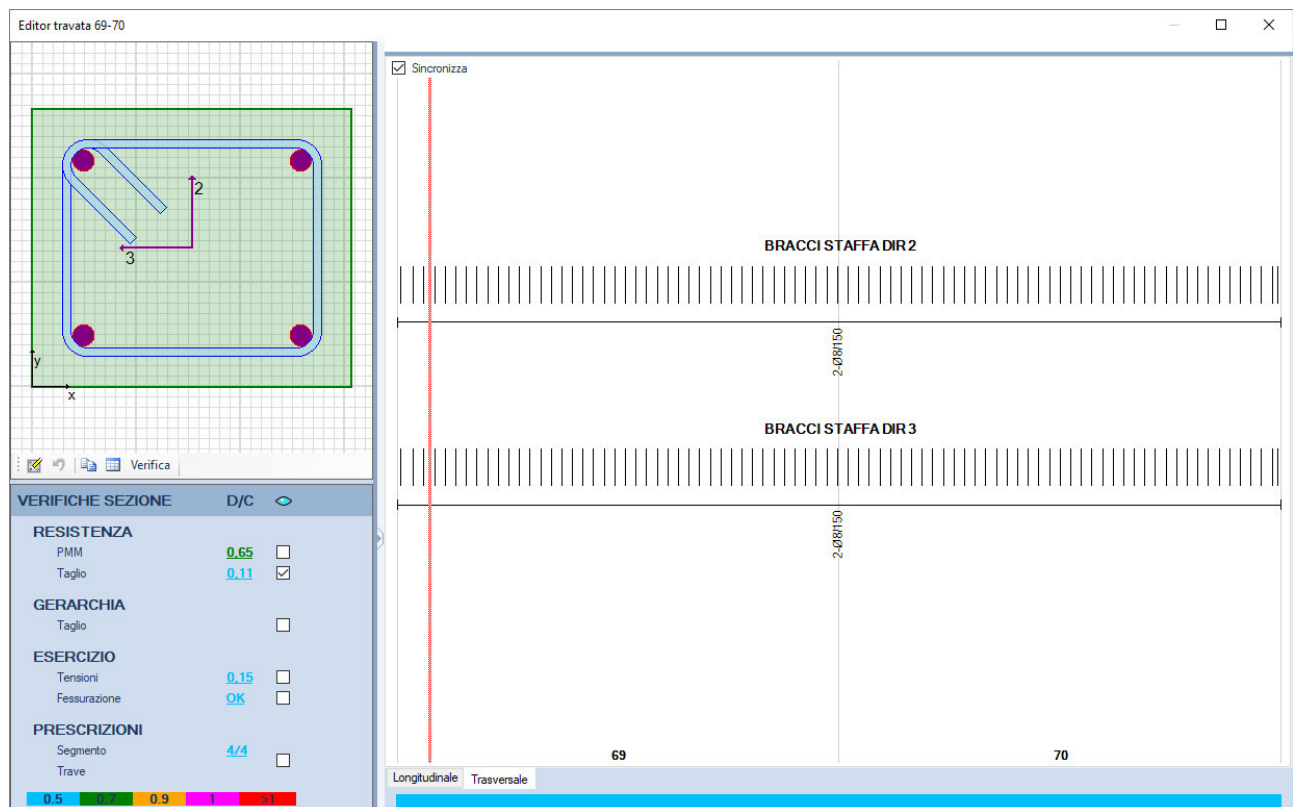



Figura 13.4 – Rapporto Domanda/Capacità per la verifica di resistenza a taglio della trave in esame

Si riporta di seguito la tabella di verifica a taglio della trave in esame.

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO FA0500 001	REV. A

Risultati taglio

Direzione 2 Direzione 3

Taglio di progetto

$V_{Ed} = 13,4$

Sezioni non amate

$V_{Rd} = 34,1$

Sezioni con armatura

$V_{Rcd} = 172$

$V_{Rsd} = 125$

SEZIONE VERIFICATA

OK

Risultati taglio

Direzione 2 Direzione 3

Taglio di progetto

$V_{Ed} = 64,7e-18$

Sezioni non amate

$V_{Rd} = 33,0$

Sezioni con armatura

$V_{Rcd} = 177$

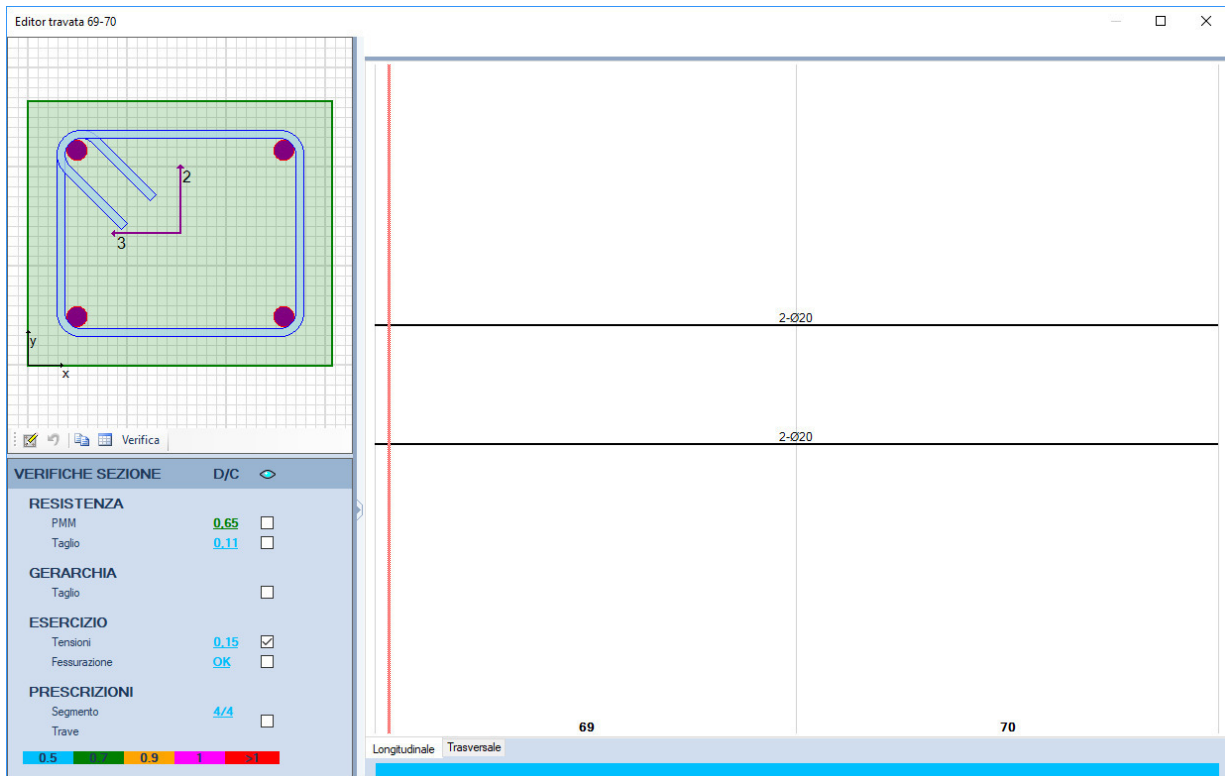
$V_{Rsd} = 149$

SEZIONE VERIFICATA

OK

13.3 Verifiche SLE – Tensione

Editor travata 69-70



VERIFICHE SEZIONE	D/C	
RESISTENZA		
PMM	0,65	<input type="checkbox"/>
Taglio	0,11	<input type="checkbox"/>
GERARCHIA		
Taglio		<input type="checkbox"/>
ESERCIZIO		
Tensioni	0,15	<input checked="" type="checkbox"/>
Fessurazione	OK	<input type="checkbox"/>
PRESCRIZIONI		
Segmento	4/4	<input type="checkbox"/>
Trave		

Longitudinale Trasversale

69 70

Figura 13.5 - Rapporto Domanda/Capacità per il controllo di tensione agli stati limite di esercizio della trave in esame

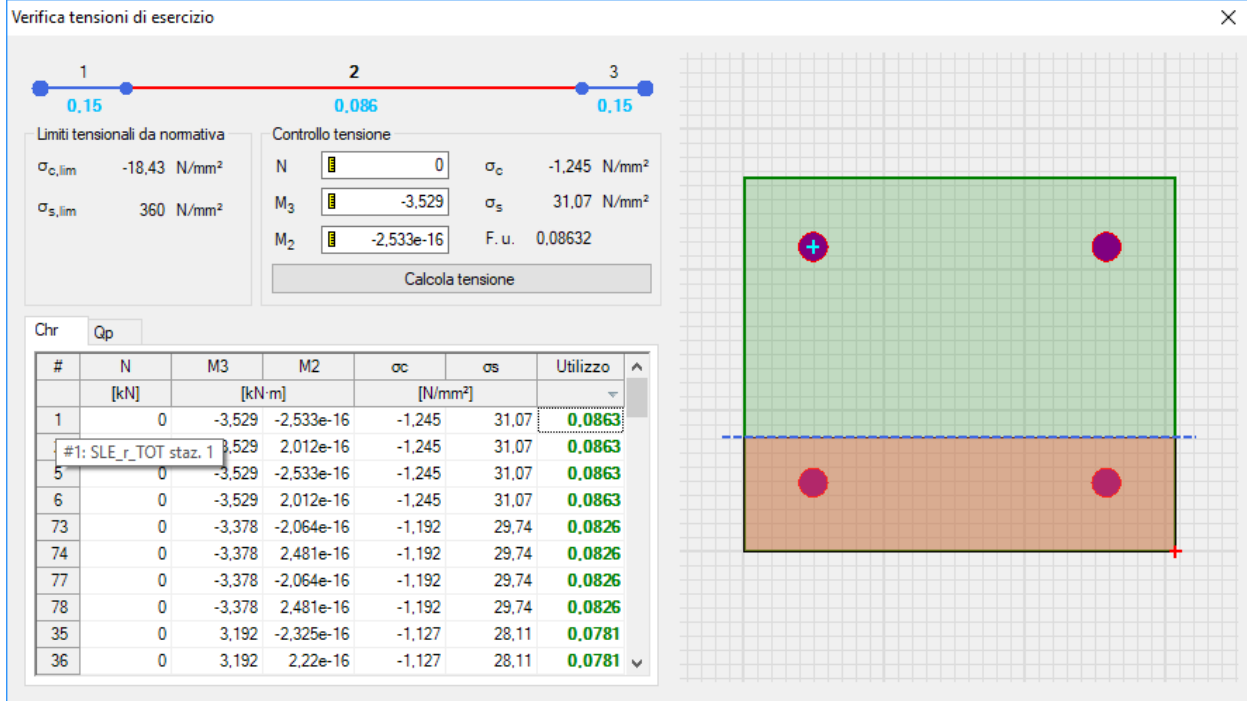


Figura 13.6 – Valori di tensione della sezione di campata massimamente sollecitata per la combinazione di carico rara

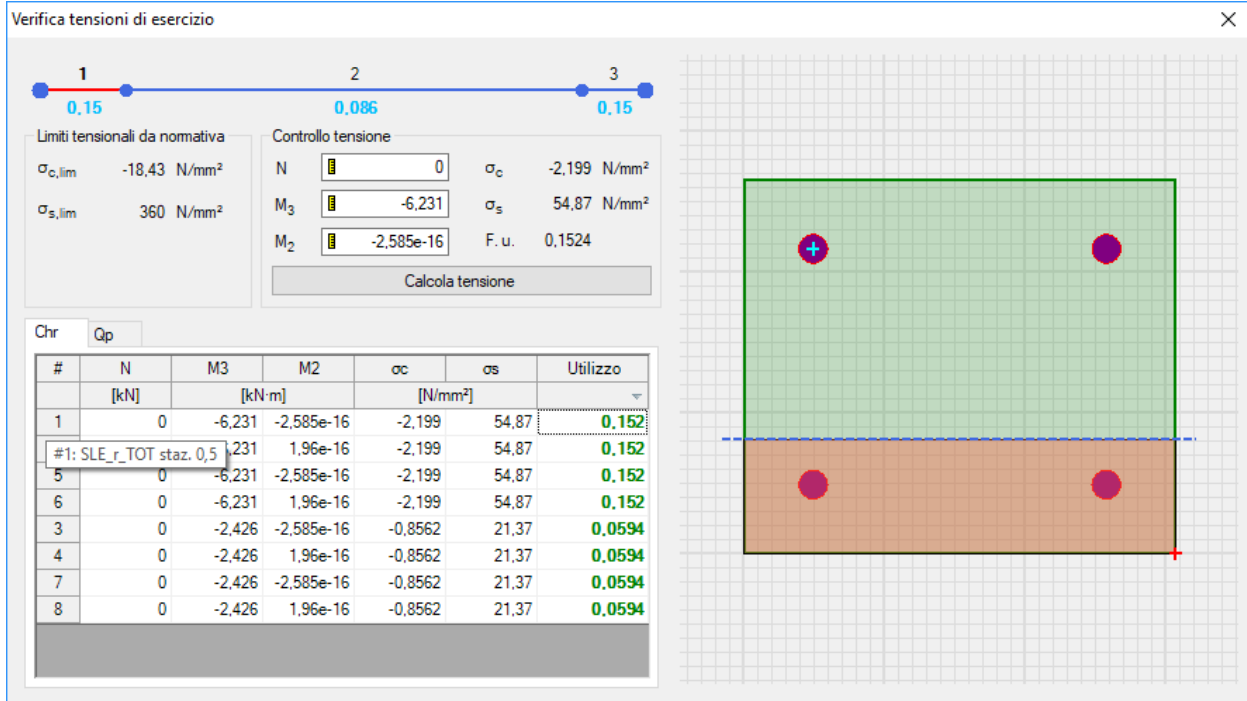


Figura 13.7– Valori di tensione della sezione in appoggio massimamente sollecitata per la combinazione di carico rara

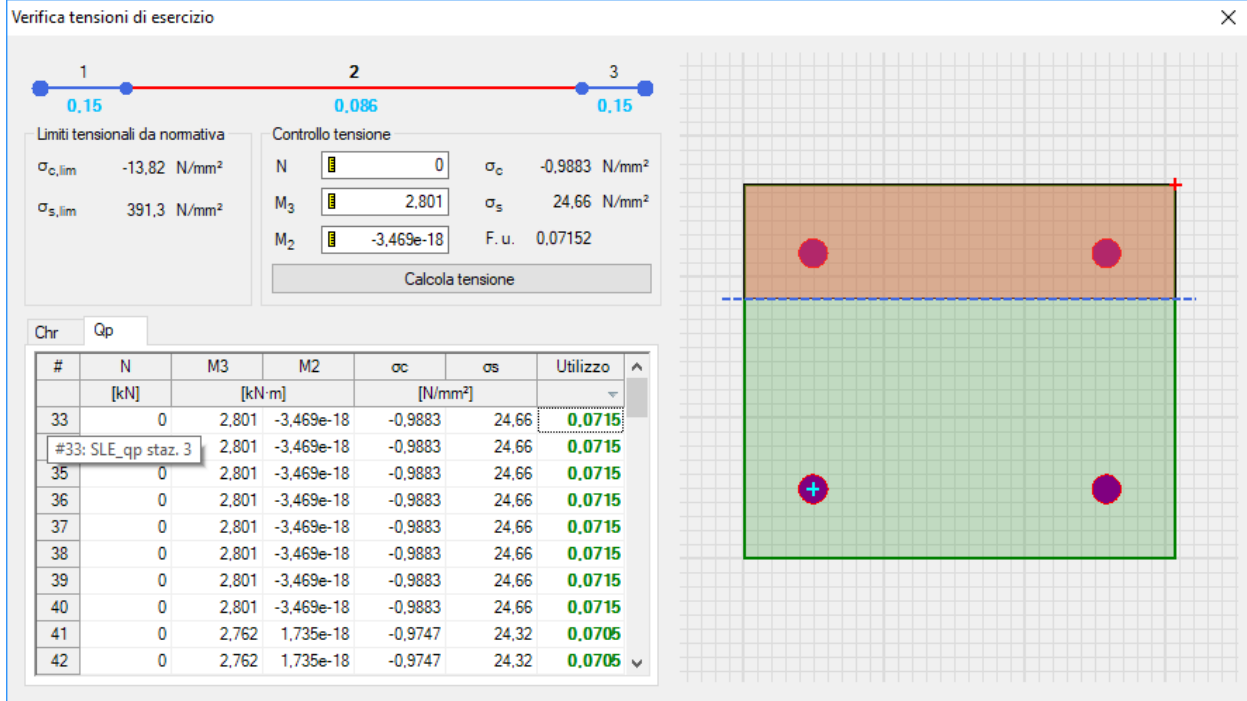


Figura 13.8– Valori di tensione della sezione di campata massimamente sollecitata per la combinazione di carico quasi permanente

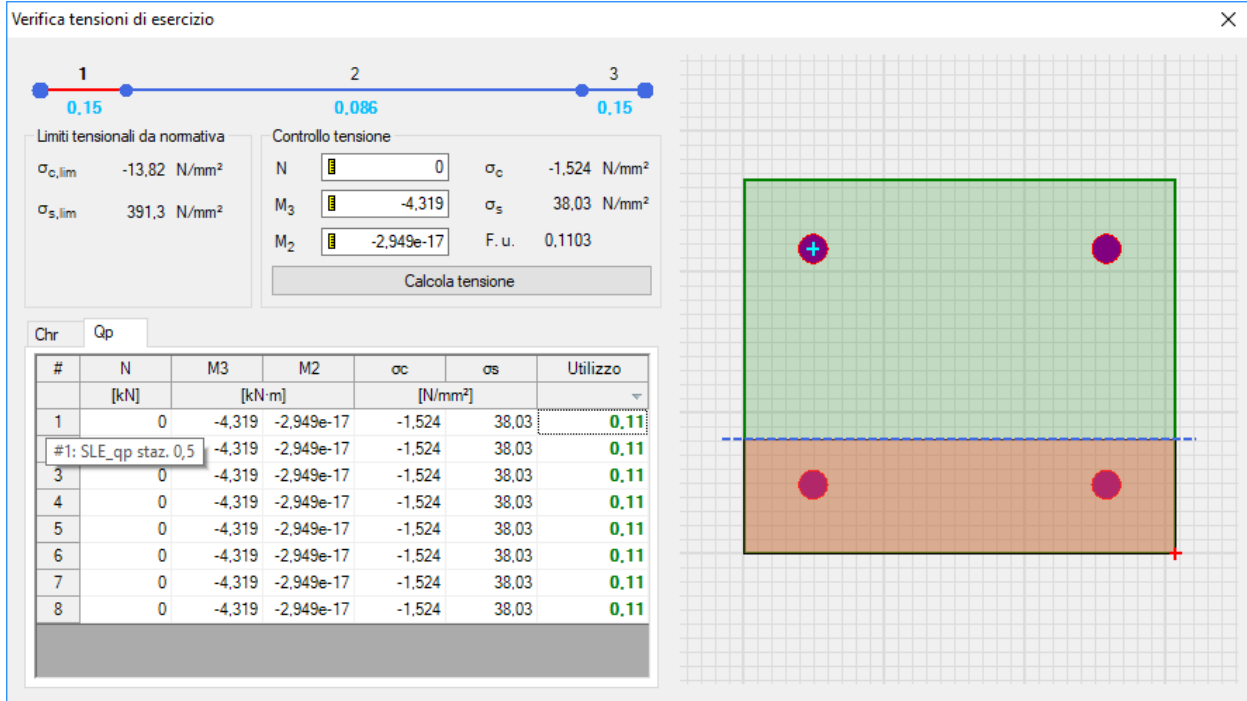


Figura 13.9 – Valori di tensione della sezione in appoggio massimamente sollecitata per la combinazione di carico quasi permanente

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA DOCUMENTO D 26 CL	DOCUMENTO FA0500 001	REV. A

13.4 Verifiche SLE – Fessurazione

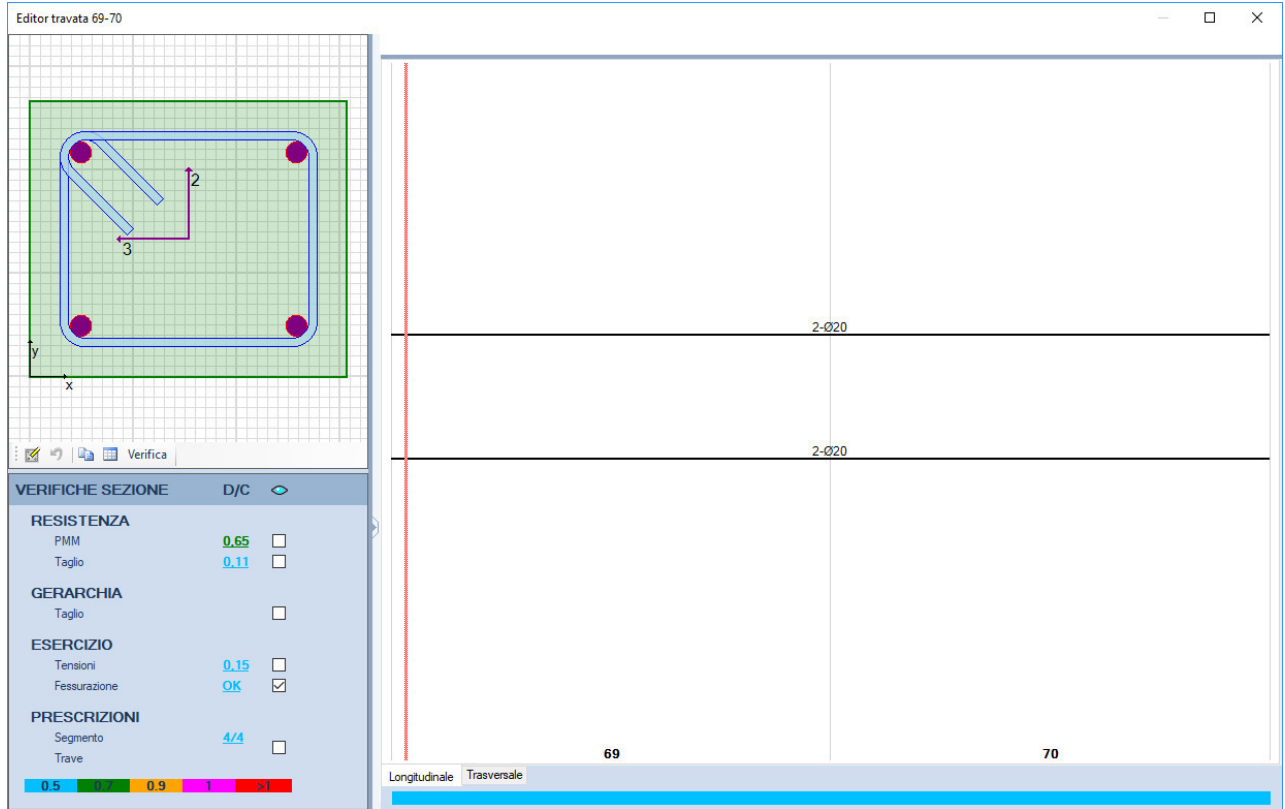


Figura 13.10 - Rapporto Domanda/Capacità per il controllo di fessurazione della trave in esame

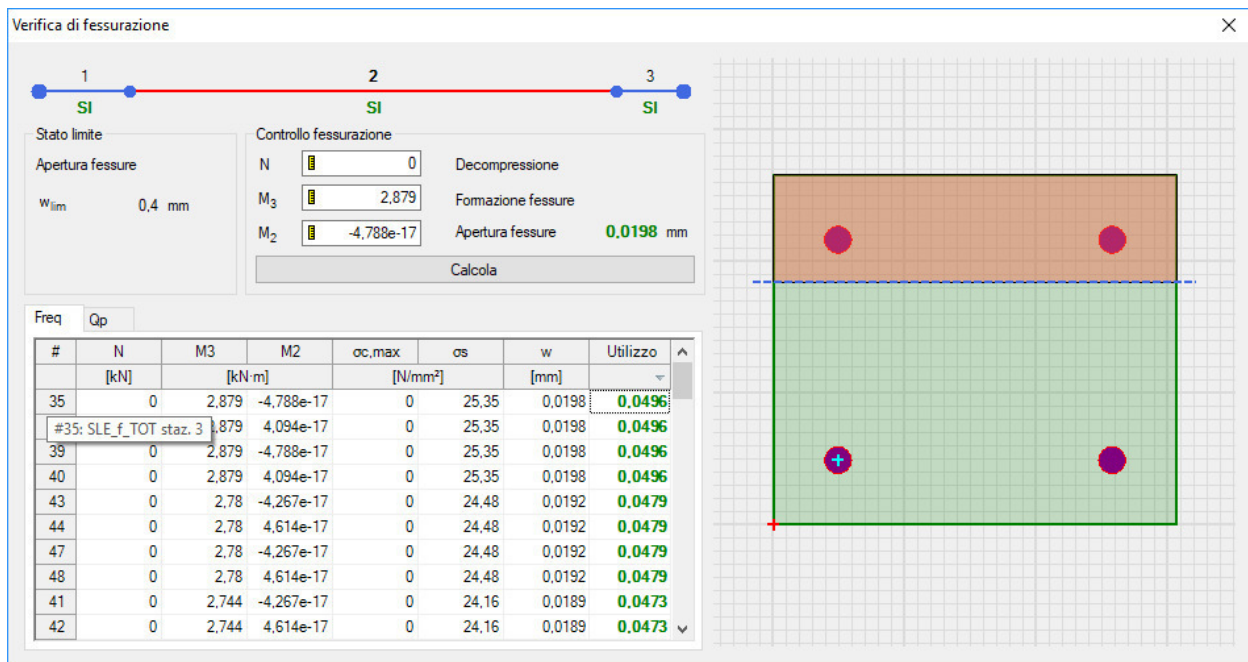


Figura 13.11 - Valori di apertura delle fessure per la sezione in campata massimamente sollecitata per la combinazione di carico frequente

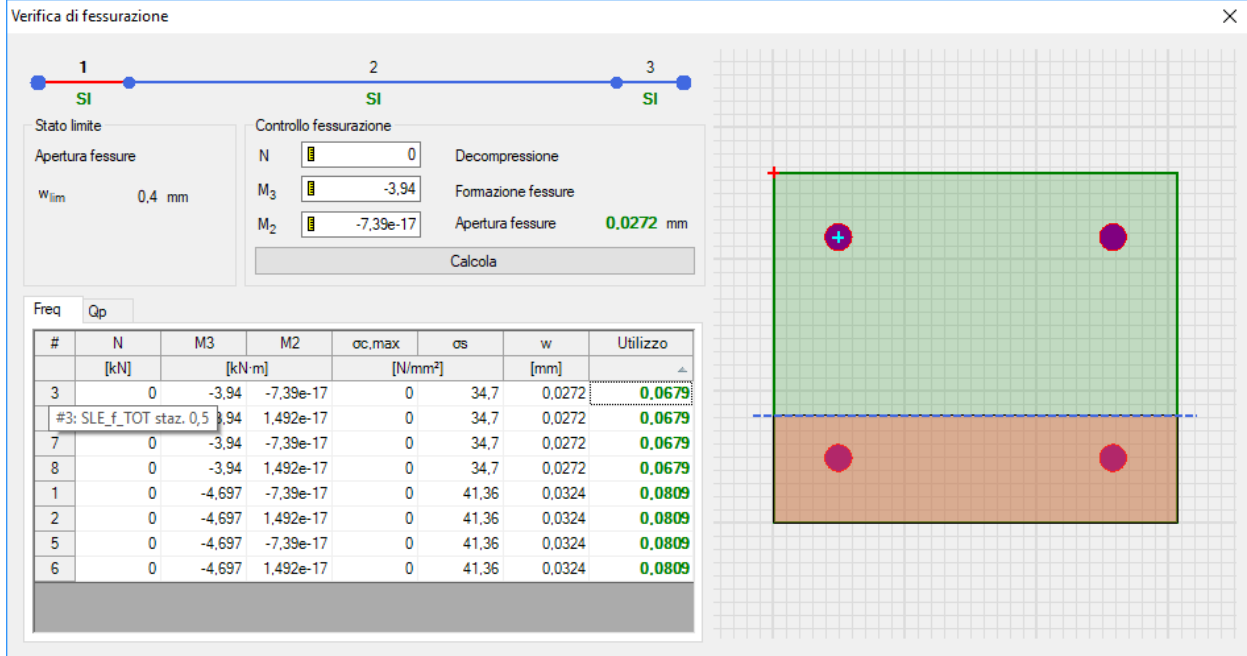


Figura 13.12 - Valori di apertura delle fessure per la sezione in appoggio massimamente sollecitata per la combinazione di carico frequente

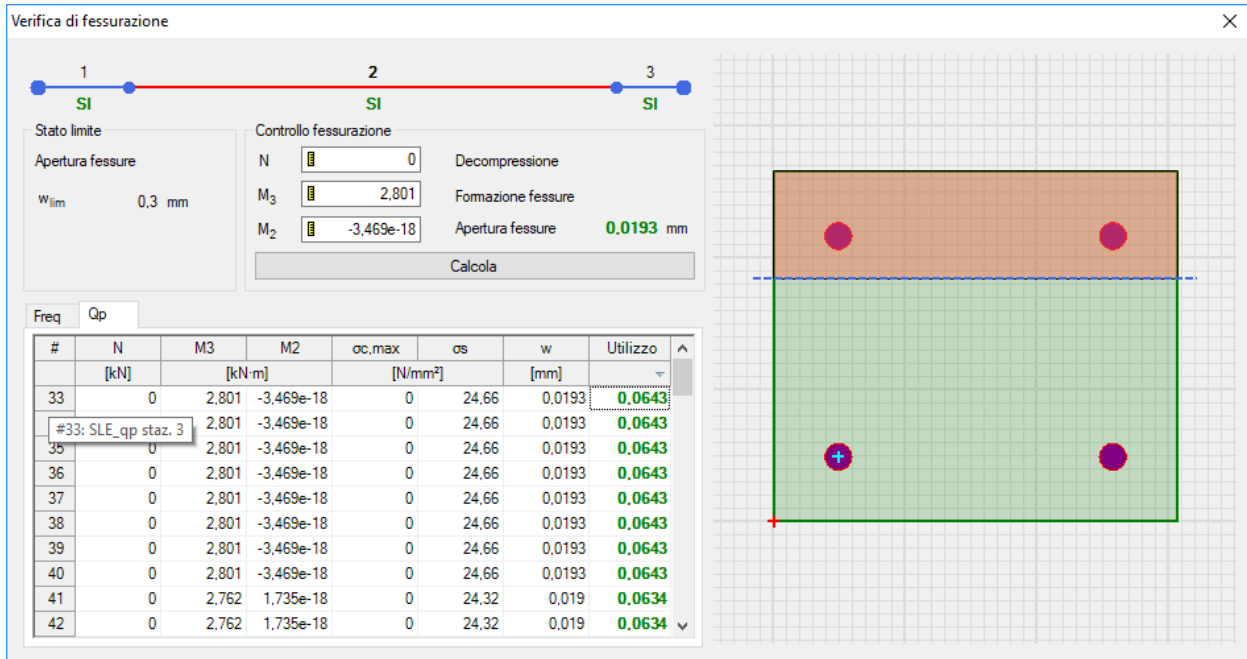


Figura 13.13 - Valori di apertura delle fessure per la sezione in campata massimamente sollecitata per la combinazione di carico quasi permanente

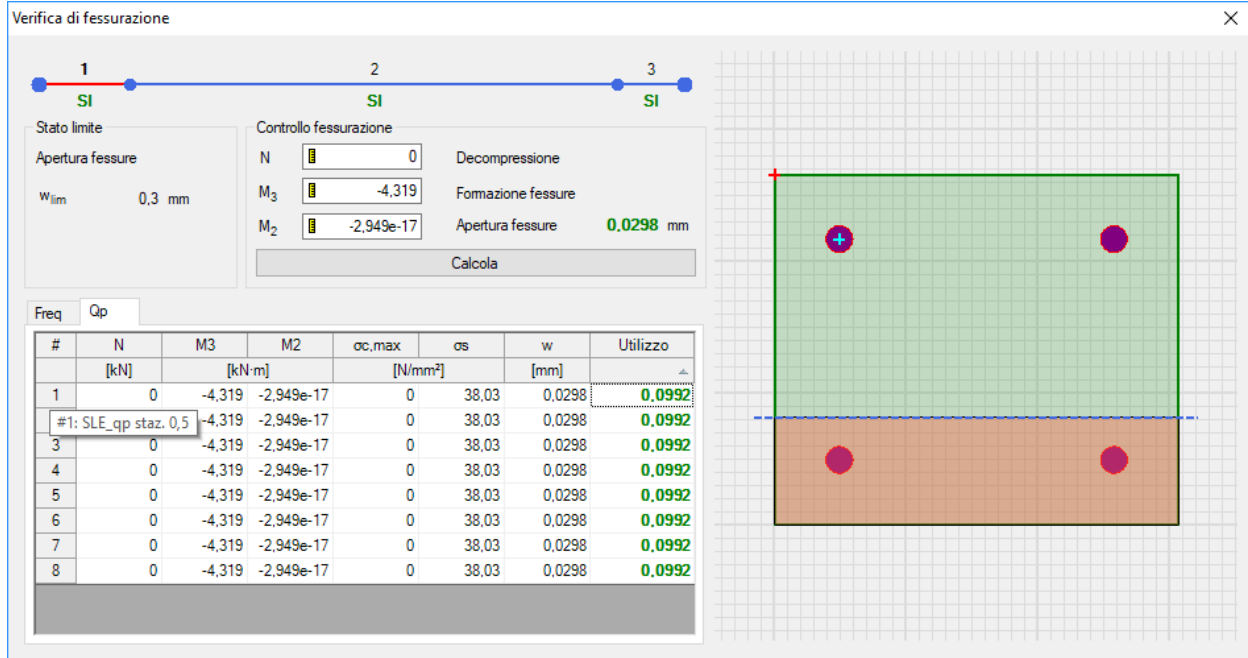
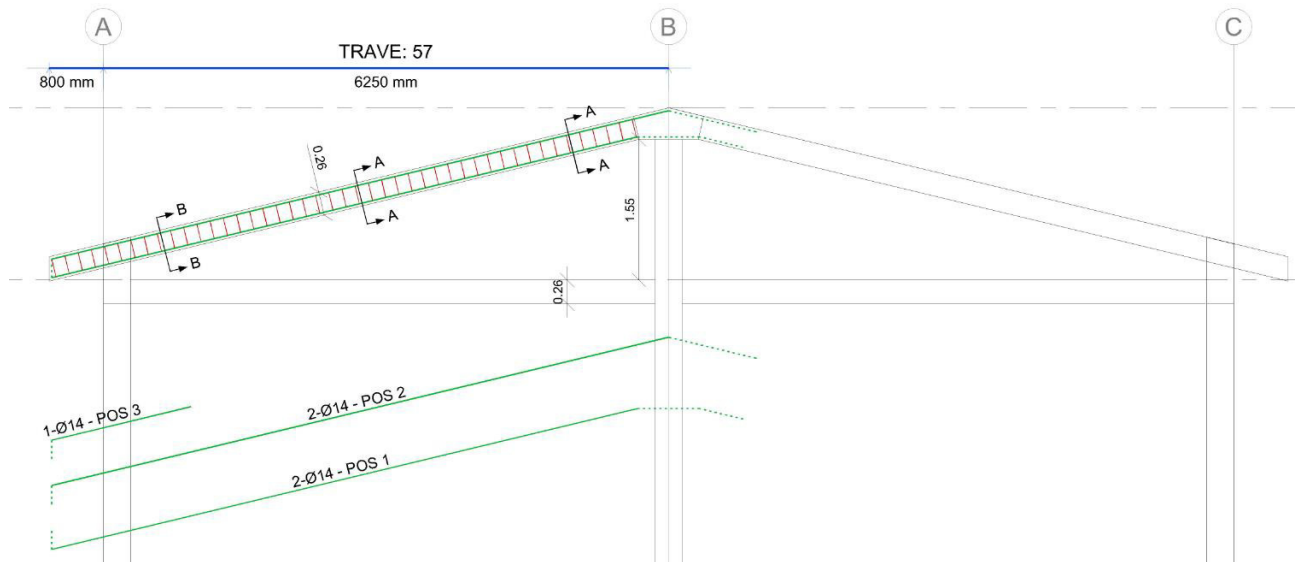


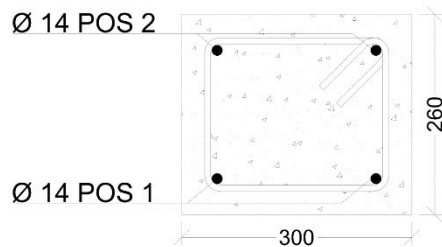
Figura 13.14 - Valori di apertura delle fessure per la sezione in appoggio massimamente sollecitata per la combinazione di carico quasi permanente

14 VERIFICHE CORRENTE SUPERIORE FILO FISSO 5

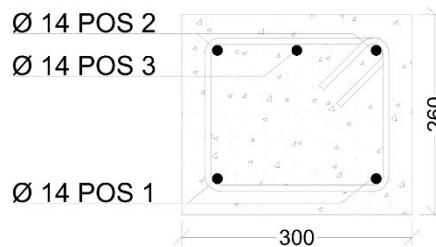
Di seguito è schematizzata la distribuzione di armature longitudinali e staffe per il corrente superiore della capriata corrispondente al filo fisso 5.



Sez. A-A



Sez. B-B



Le verifiche di resistenza, così come il controllo tensione e fessurazione per gli stati limite di esercizio, vengono condotte con il software VIS di CSI.

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE				
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA DOCUMENTO D 26 CL FA0500 001	REV. A

14.1 Verifiche SLU – Flessione

Si riportano di seguito le verifiche effettuate per le sezioni più sollecitate di campata e appoggio.

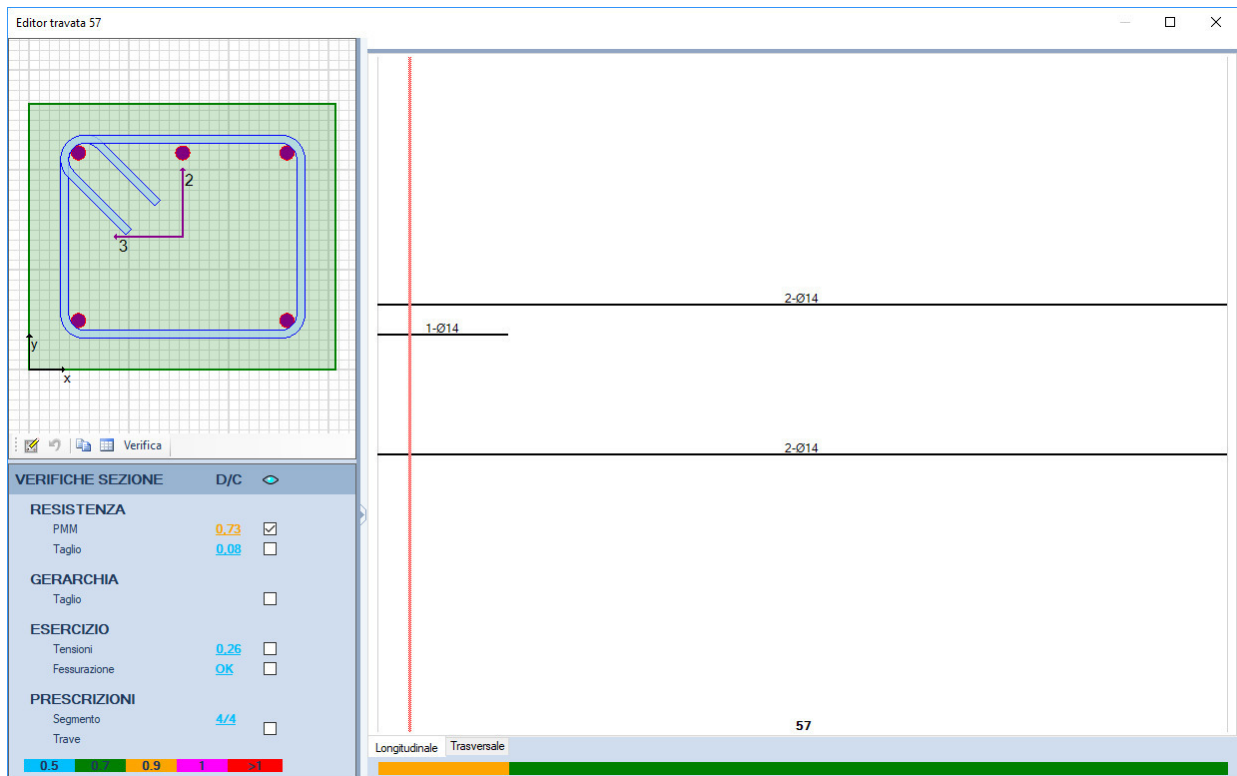


Figura 14.1 – Rapporto Domanda/Capacità per la verifica di resistenza a flessione della trave in esame

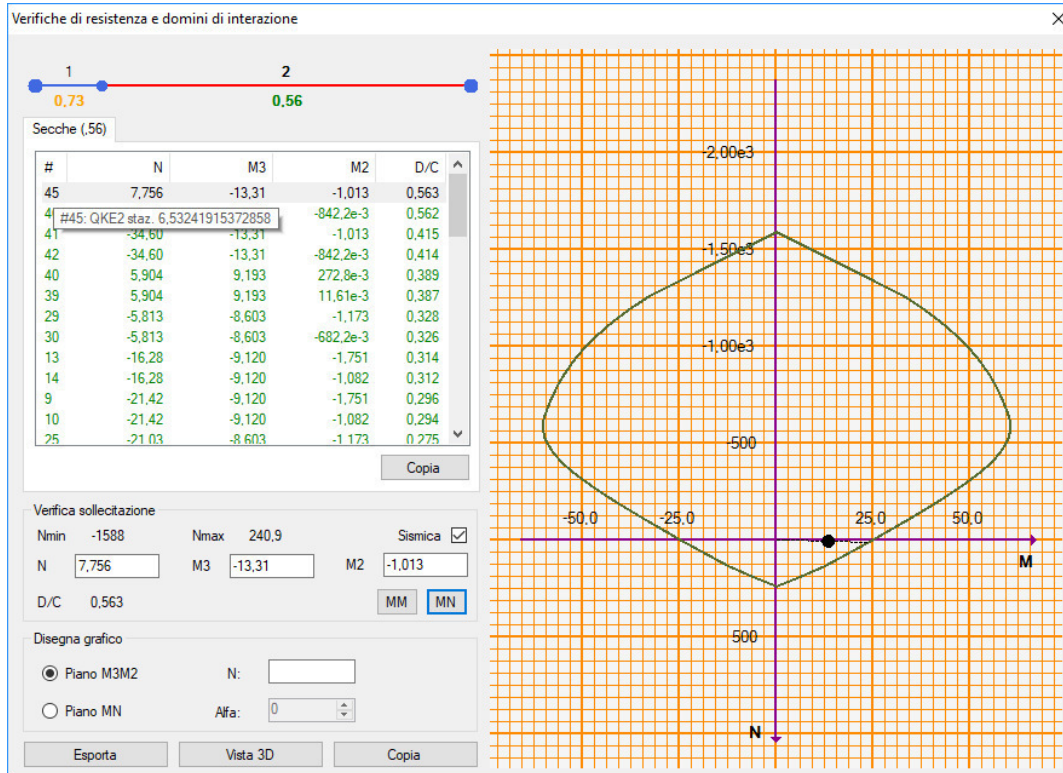


Figura 14.2 – Dominio di resistenza della sezione di campata massimamente sollecitata

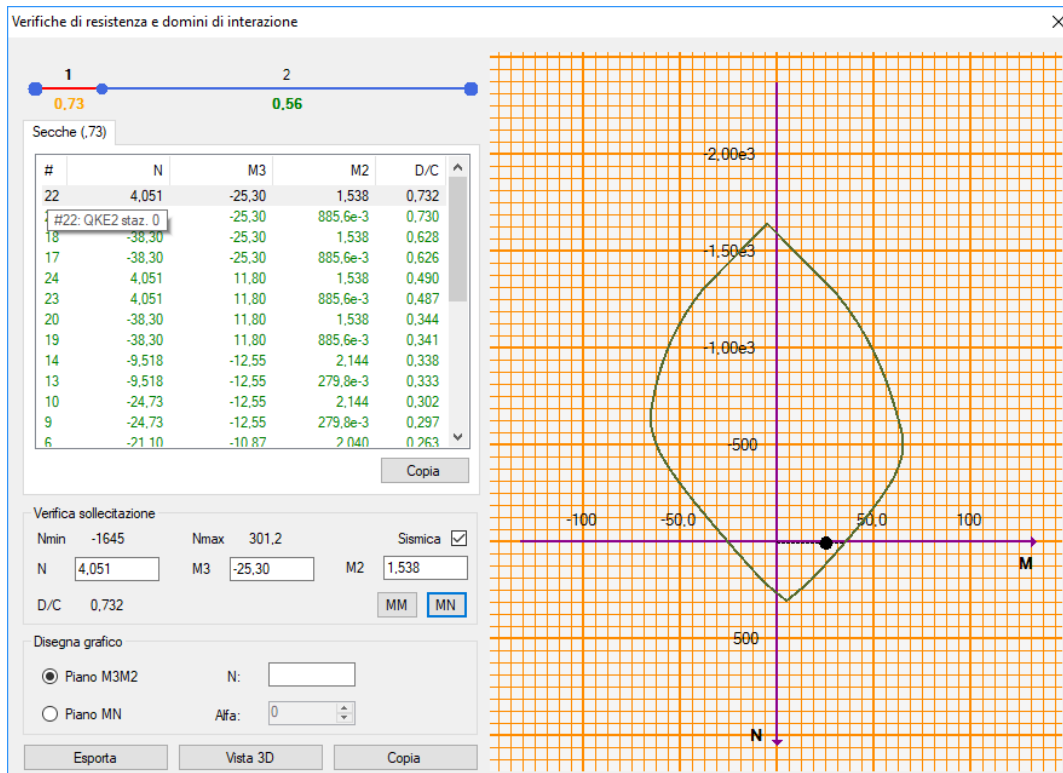



Figura 14.3 – Dominio di resistenza della sezione in appoggio massimamente sollecitata

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE				
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA DOCUMENTO D 26 CL FA0500 001	REV. A

14.2 Verifiche SLU – Taglio

Secondo quanto specificato dalla normativa, la verifica resistenza a taglio nei confronti delle sollecitazioni determinate dall'analisi globale condotta sulla struttura si conduce controllando la seguente disuguaglianza:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd}$$

V_{Ed} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente, mentre V_{Rd} è la resistenza a taglio, che per elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati. L'inclinazione ϑ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$1 \leq \text{ctg}\vartheta \leq 2,5$$

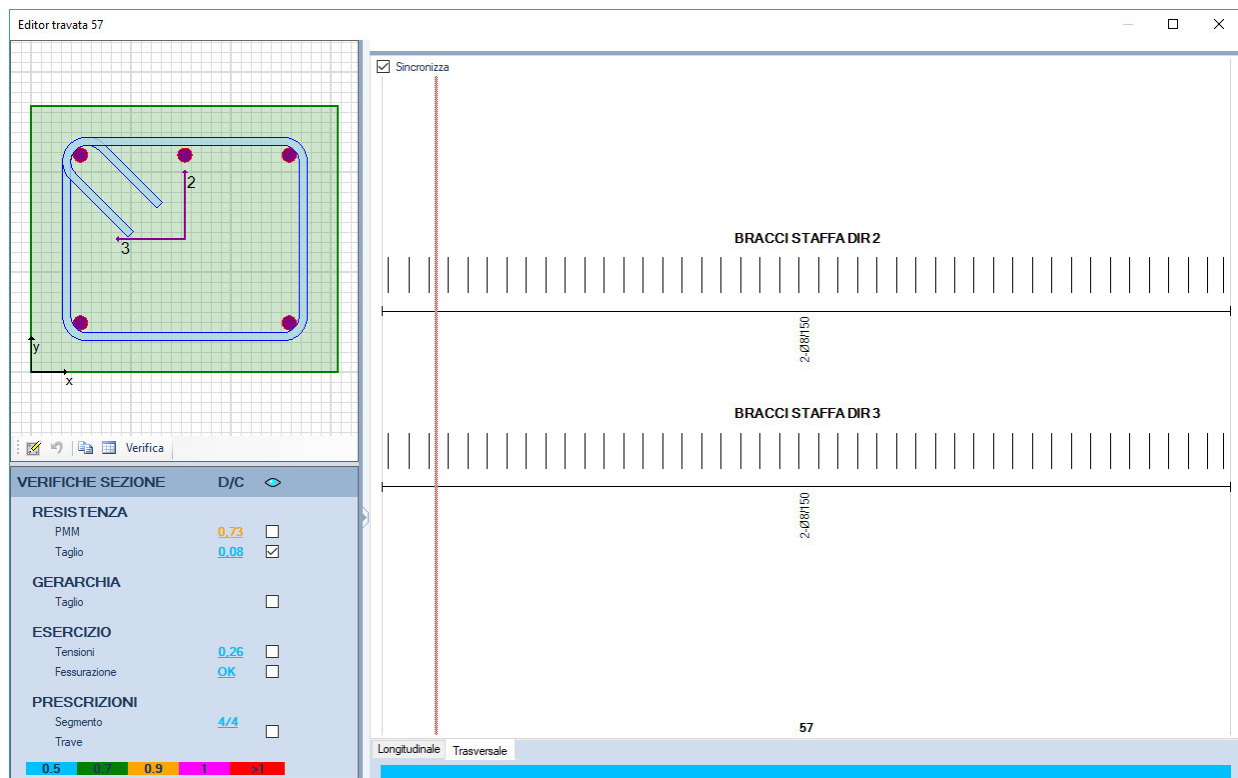



Figura 14.4 – Rapporto Domanda/Capacità per la verifica di resistenza a taglio della trave in esame

Si riporta di seguito la tabella di verifica a taglio della trave in esame.

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE				
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA DOCUMENTO D 26 CL FA0500 001	REV. A

Risultati taglio



Direzione 2 Direzione 3

Taglio di progetto
 $V_{Ed} = 10,0$

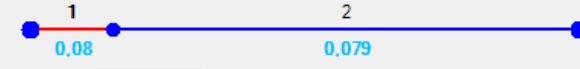
Sezioni non amate
 $V_{Rd} = 38,8$

Sezioni con armatura
 $V_{Rcd} = 177$
 $V_{Rsd} = 125$

SEZIONE VERIFICATA

OK

Risultati taglio



Direzione 2 Direzione 3

Taglio di progetto
 $V_{Ed} = 580e-3$

Sezioni non amate
 $V_{Rd} = 36,3$

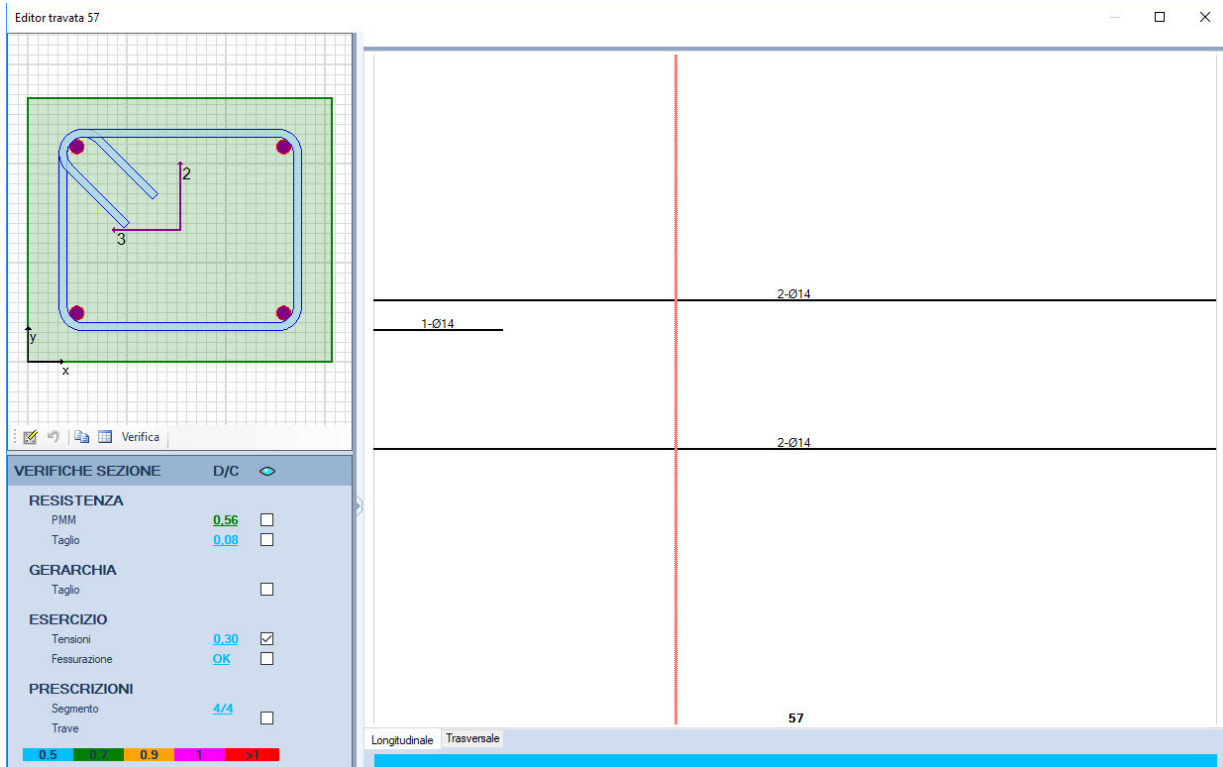
Sezioni con armatura
 $V_{Rcd} = 180$
 $V_{Rsd} = 149$

SEZIONE VERIFICATA

OK

14.3 Verifiche SLE – Tensione

Editor travata 57



VERIFICHE SEZIONE D/C

RESISTENZA
 PMM 0,56
 Taglio 0,08

GERARCHIA
 Taglio

ESERCIZIO
 Tensioni 0,30
 Fessurazione OK

PRESCRIZIONI
 Segmento 4/4
 Trave

Longitudinale Trasversale

57

Figura 14.5 - Rapporto Domanda/Capacità per il controllo di tensione agli stati limite di esercizio della trave in esame

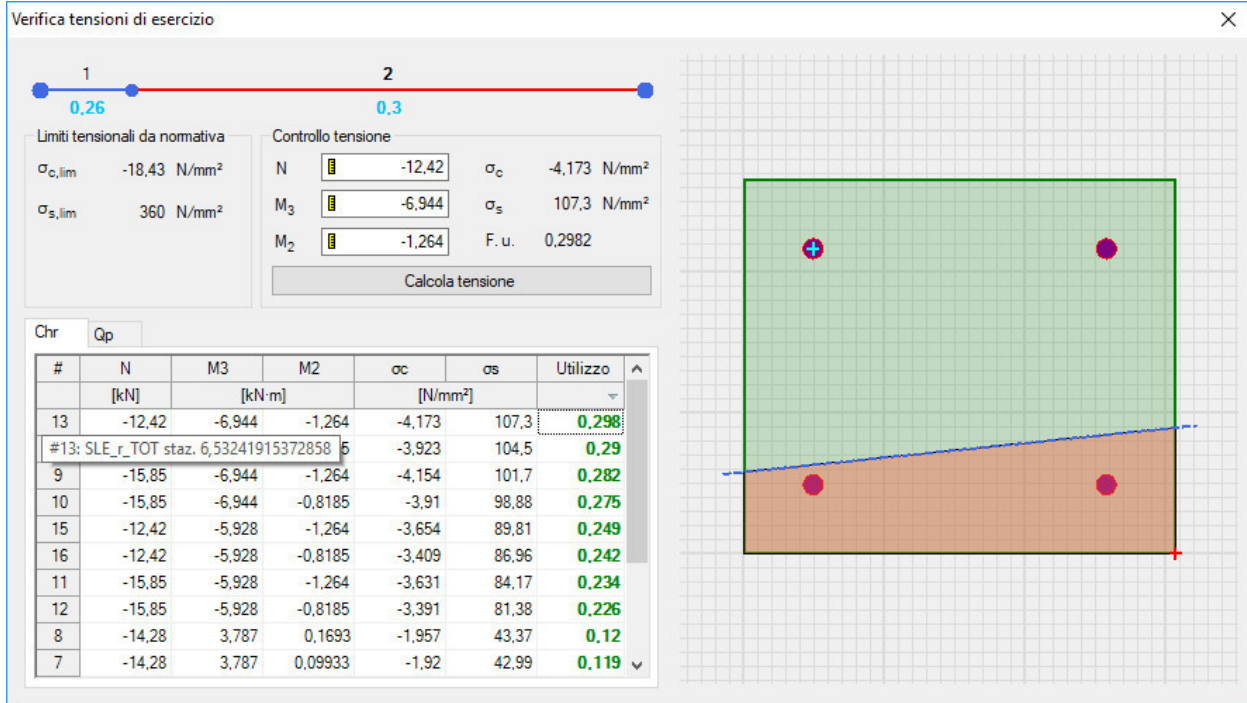


Figura 14.6 – Valori di tensione della sezione di campata massimamente sollecitata per la combinazione di carico rara

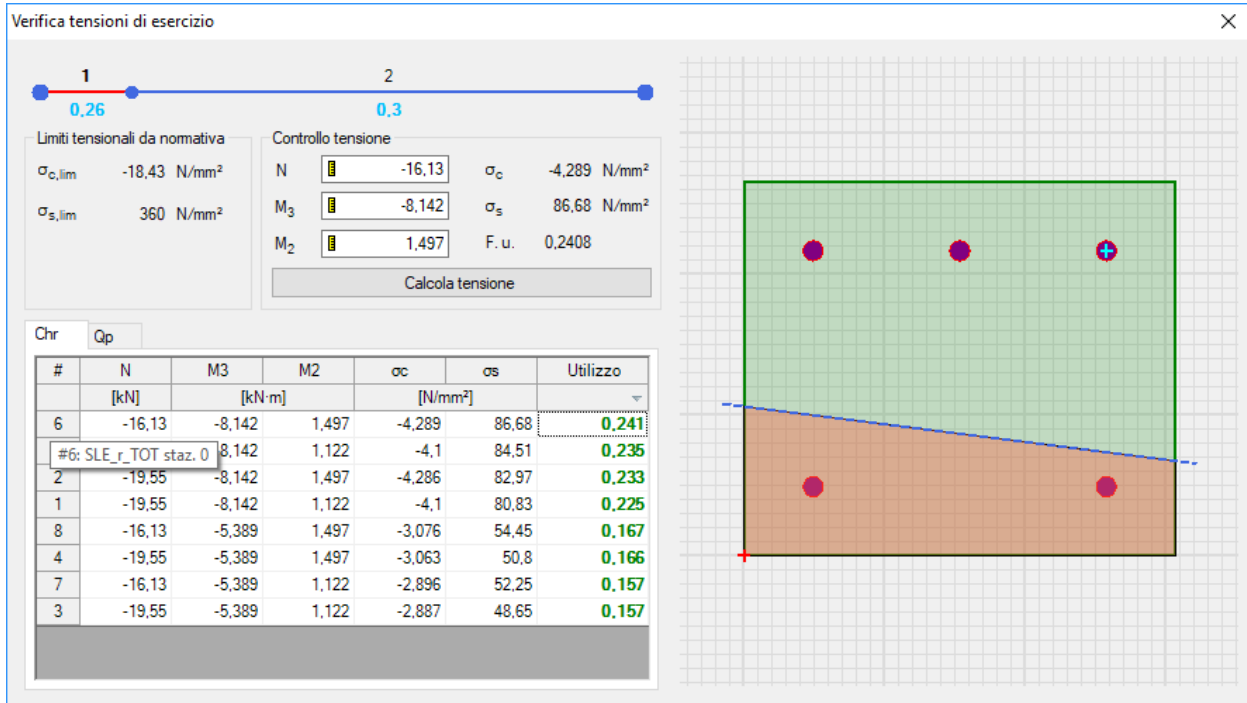


Figura 14.7– Valori di tensione della sezione in appoggio massimamente sollecitata per la combinazione di carico rara

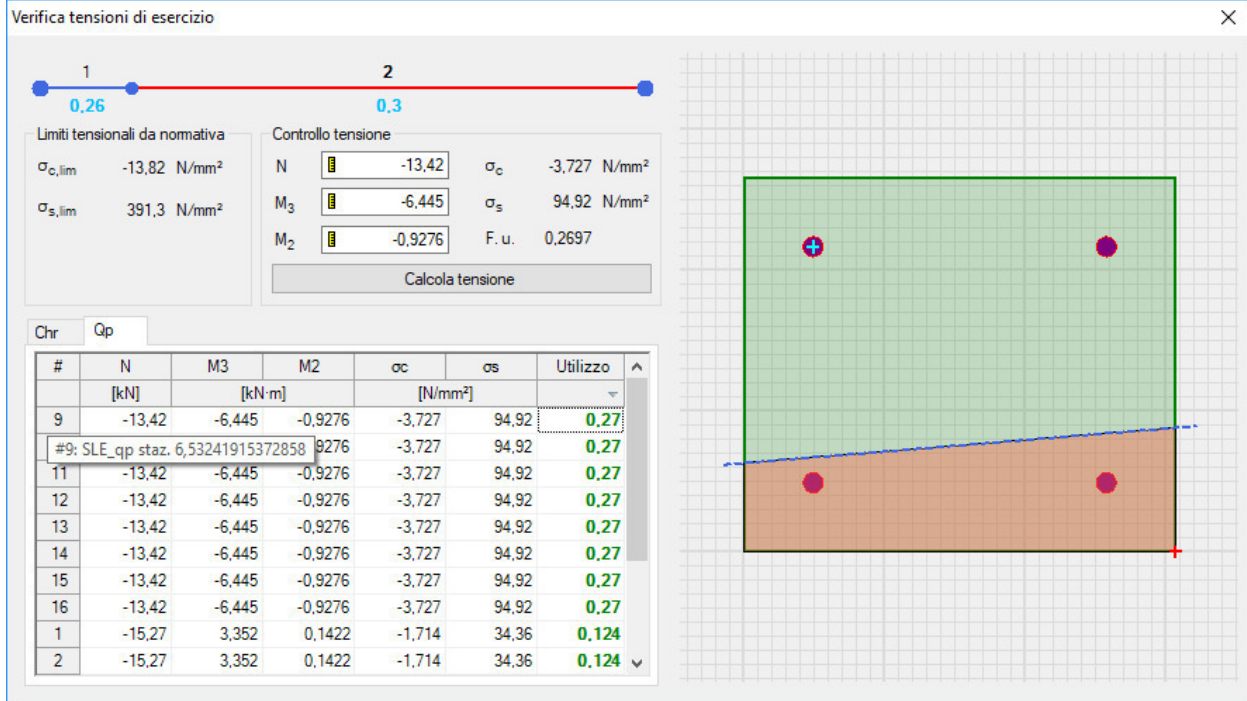


Figura 14.8– Valori di tensione della sezione di campata massimamente sollecitata per la combinazione di carico quasi permanente

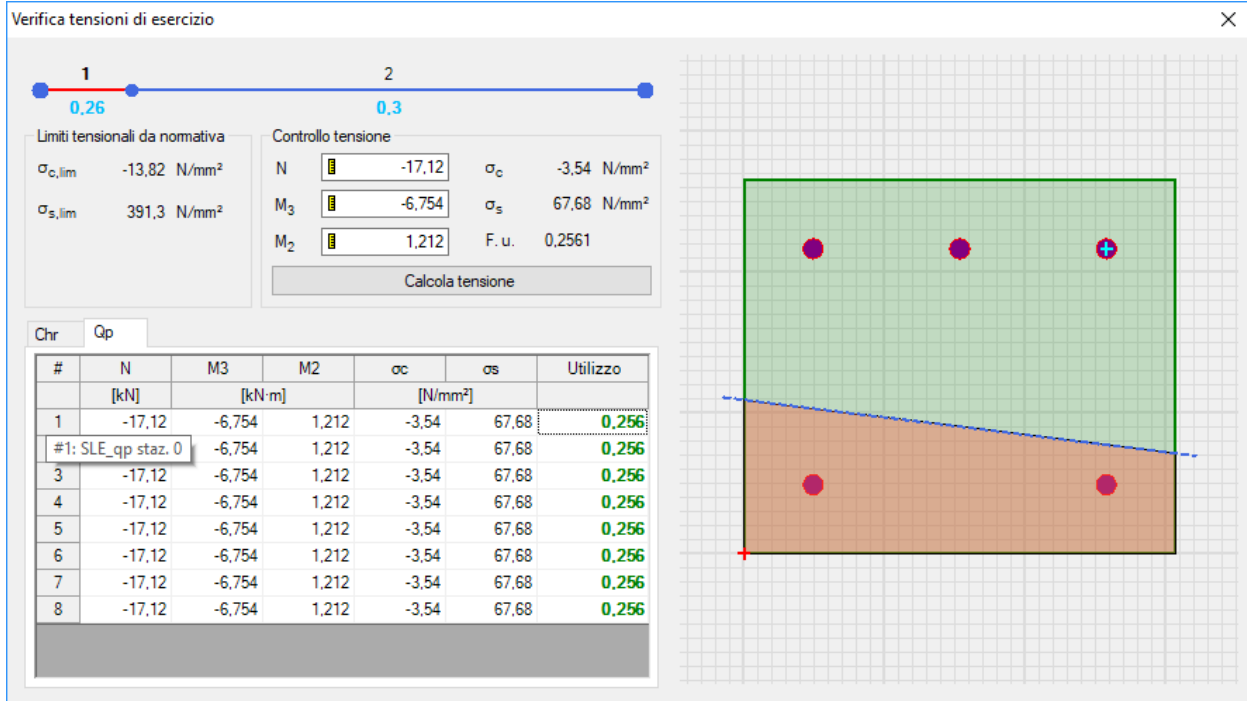


Figura 14.9 – Valori di tensione della sezione in appoggio massimamente sollecitata per la combinazione di carico quasi permanente

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA DOCUMENTO D 26 CL	DOCUMENTO FA0500 001	REV. A

14.4 Verifiche SLE – Fessurazione

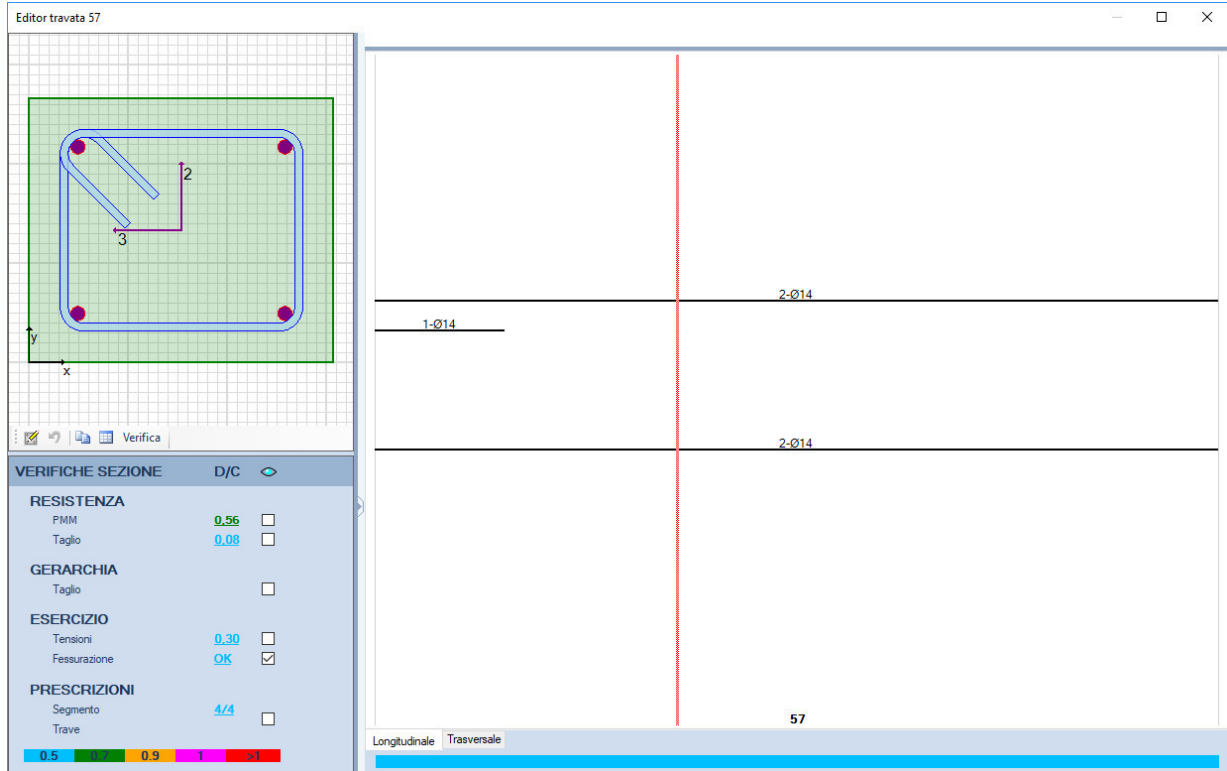


Figura 14.10 - Rapporto Domanda/Capacità per il controllo di fessurazione della trave in esame

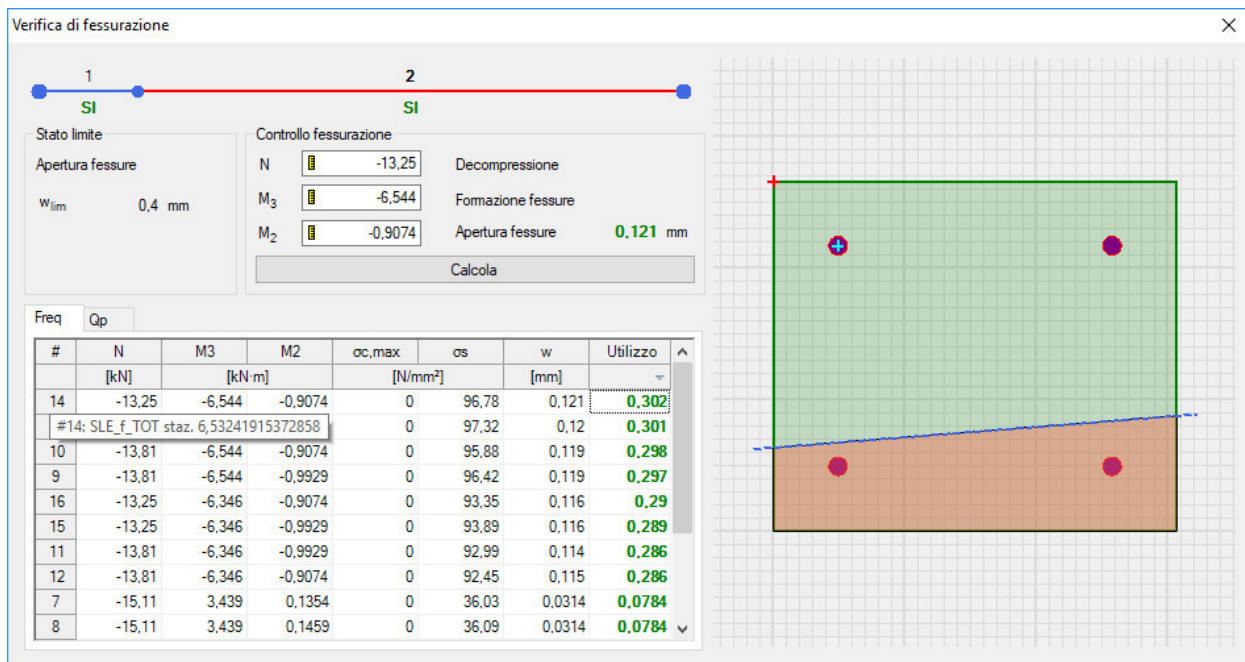


Figura 14.11 - Valori di apertura delle fessure per la sezione in campata massimamente sollecitata per la combinazione di carico frequente

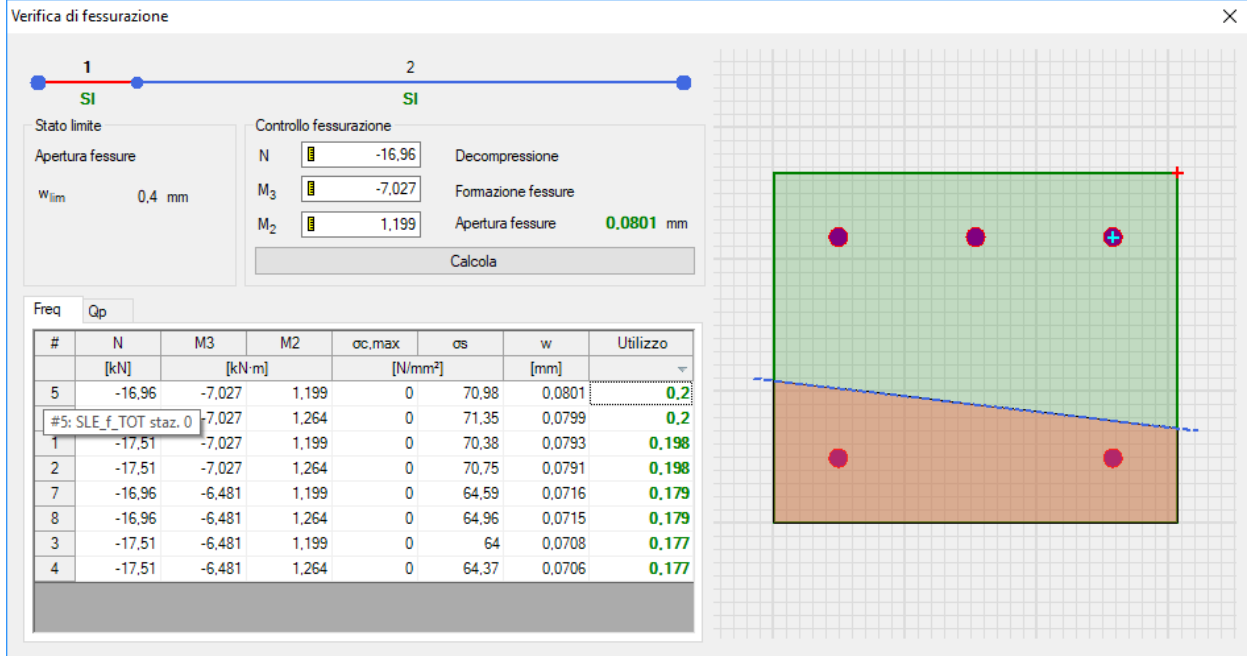


Figura 14.12 - Valori di apertura delle fessure per la sezione in appoggio massimamente sollecitata per la combinazione di carico frequente

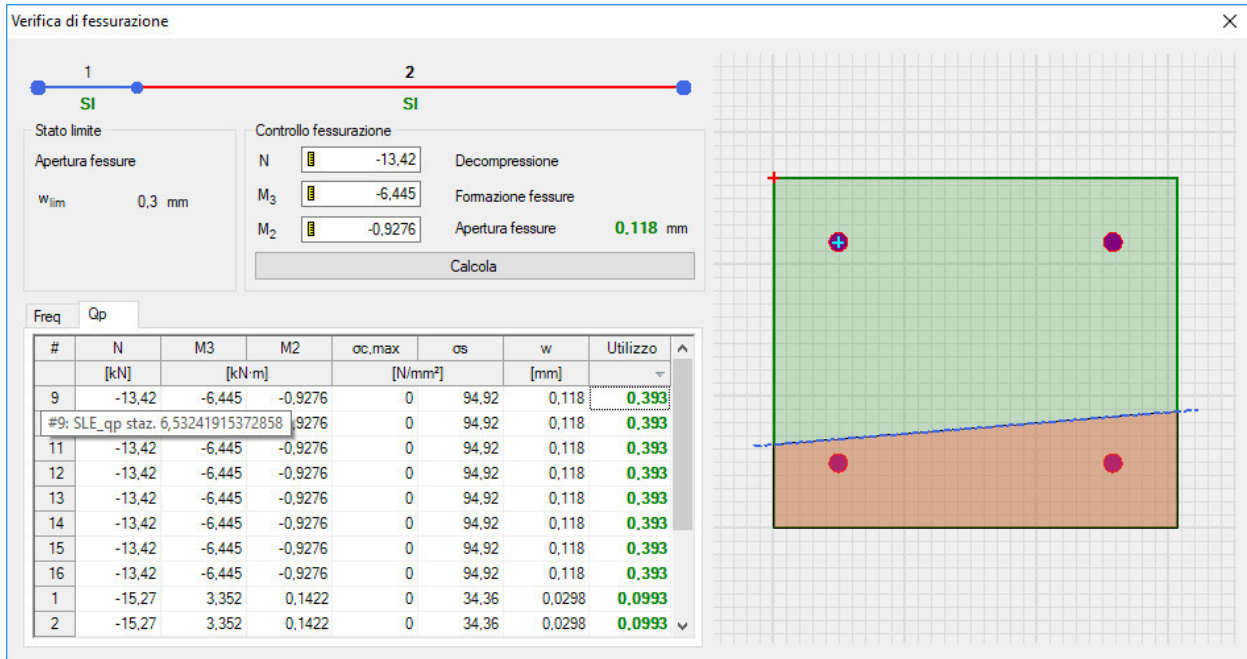


Figura 14.13 - Valori di apertura delle fessure per la sezione in campata massimamente sollecitata per la combinazione di carico quasi permanente

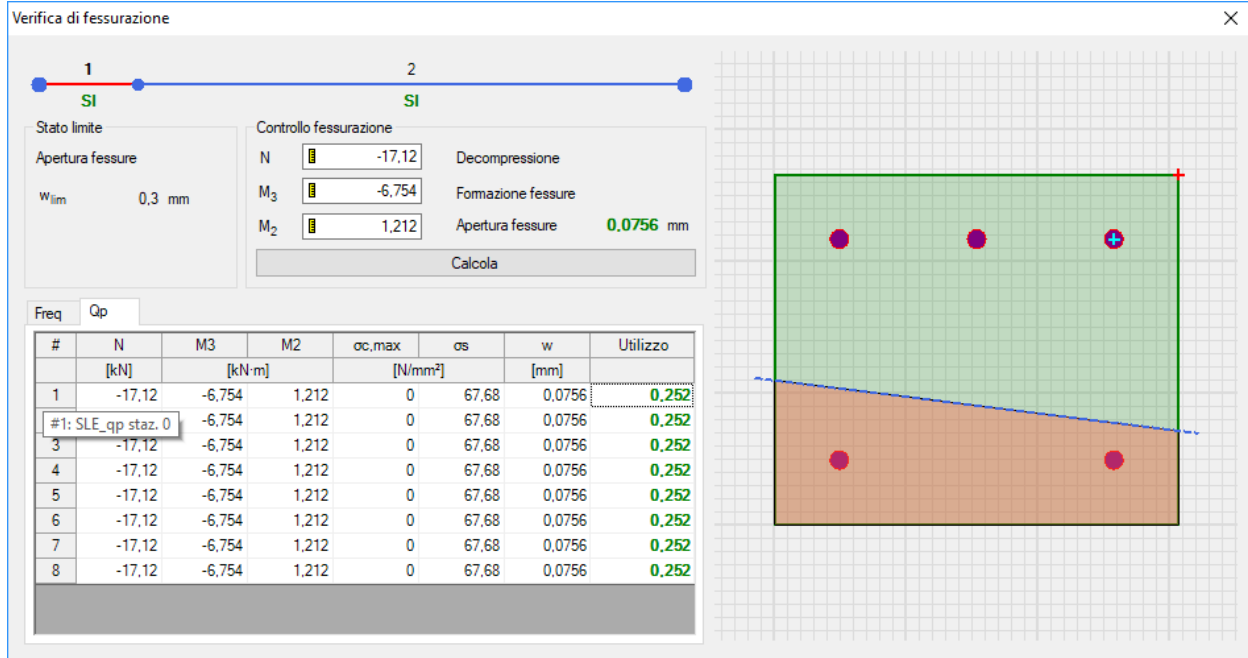
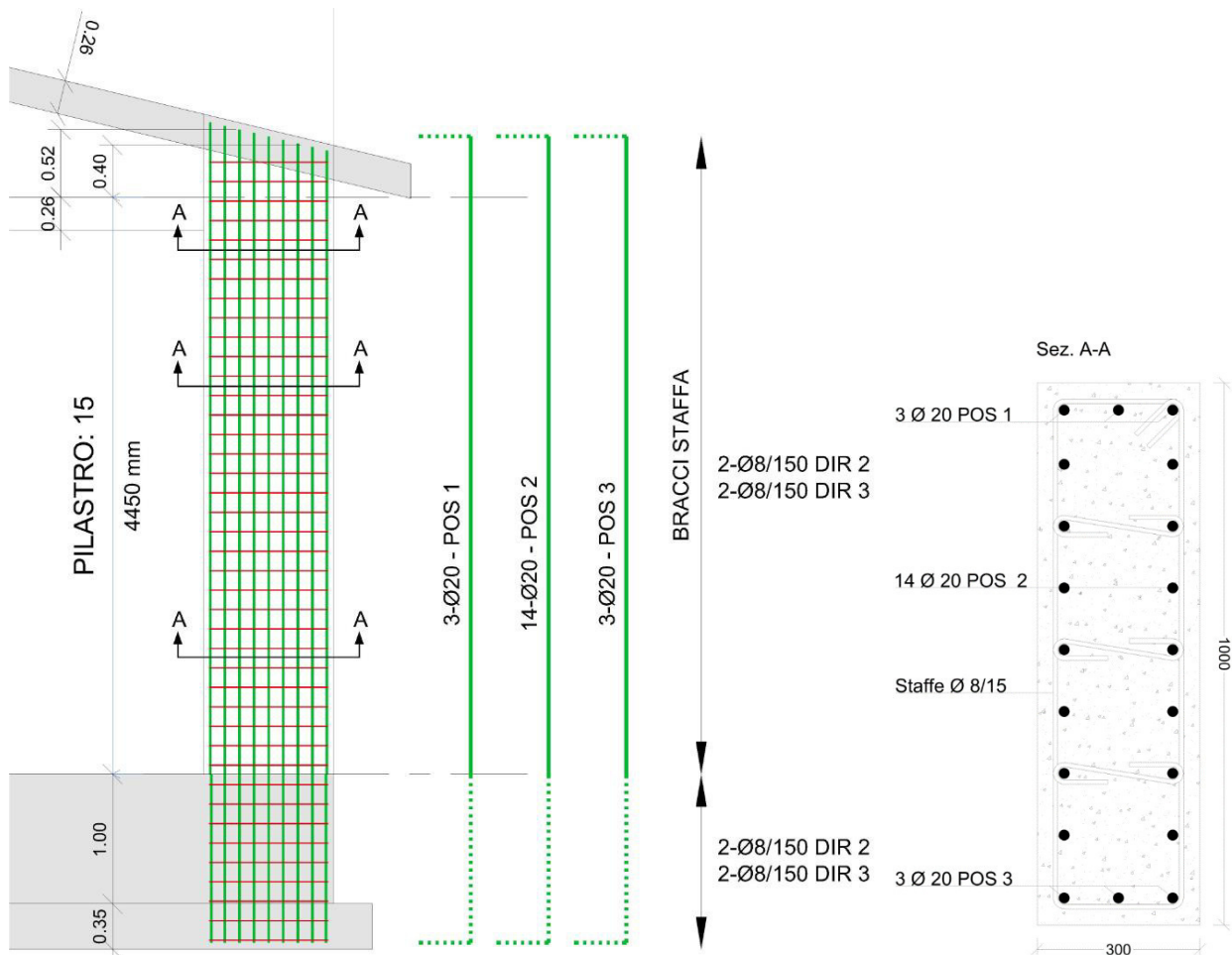



Figura 14.14 - Valori di apertura delle fessure per la sezione in appoggio massimamente sollecitata per la combinazione di carico quasi permanente

15 VERIFICHE PILASTRO A5

Di seguito è schematizzata la distribuzione di armature longitudinali e staffe per il pilastro corrispondente alla posizione A5.

Le verifiche di resistenza, così come il controllo tensione e fessurazione per gli stati limite di esercizio, vengono condotte con il software VIS di CSI.



	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE				
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA DOCUMENTO D 26 CL FA0500 001	REV. A

15.1 Verifiche SLU – Pressoflessione Deviata

Si riportano di seguito le verifiche effettuate per le sezioni più sollecitate di base e testa.

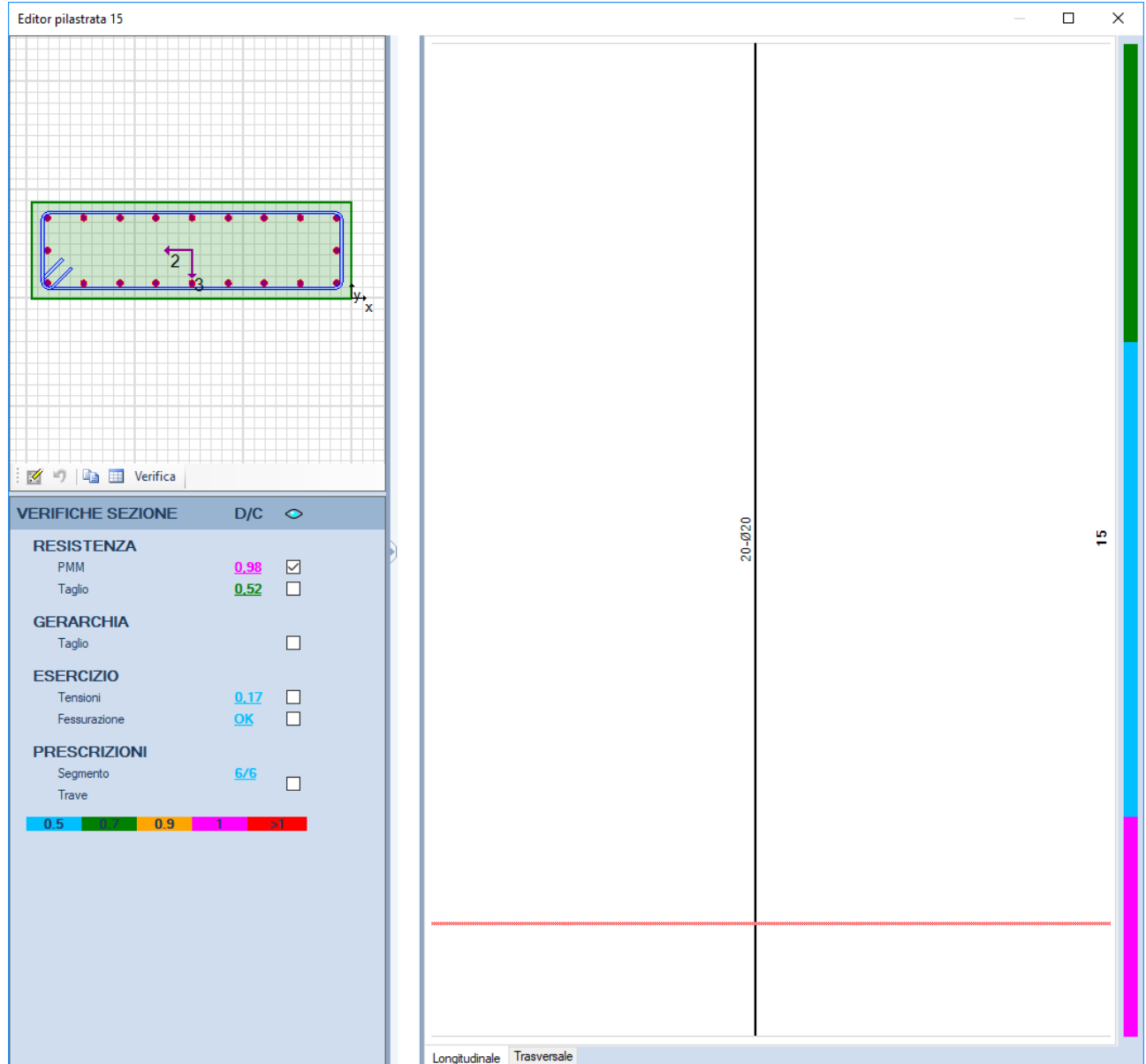


Figura 15.1 – Rapporto Domanda/Capacità per la verifica di resistenza a pressoflessione deviata del pilastro in esame

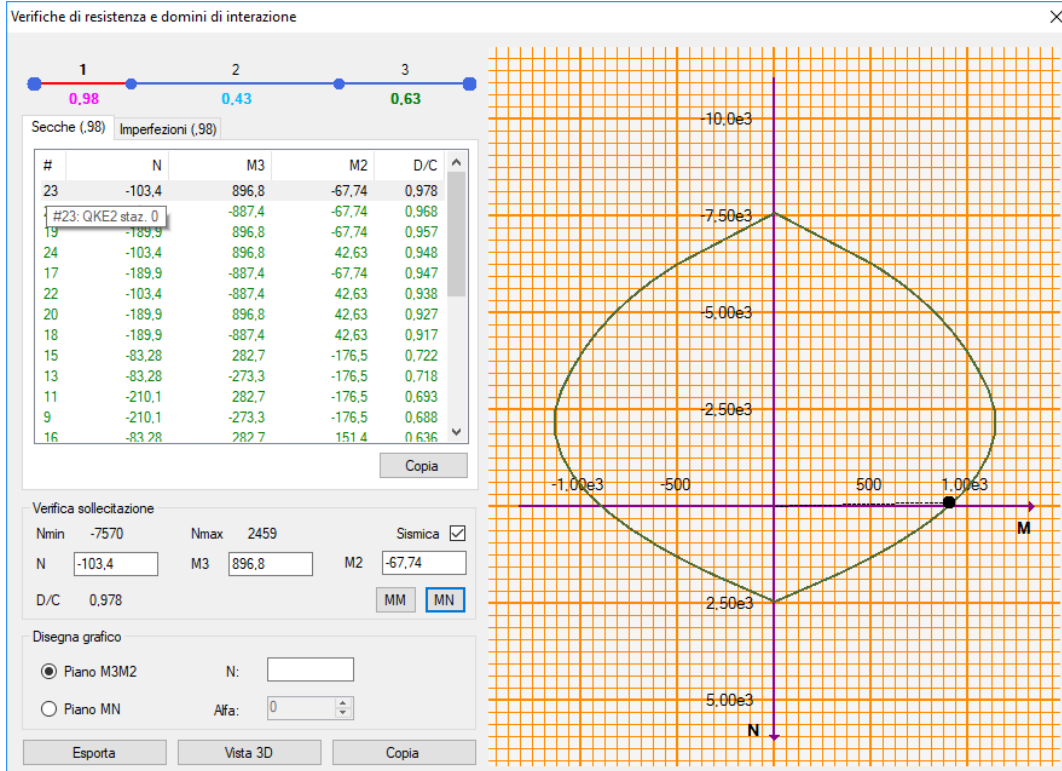


Figura 15.2 – Dominio di resistenza della sezione di base massimamente sollecitata

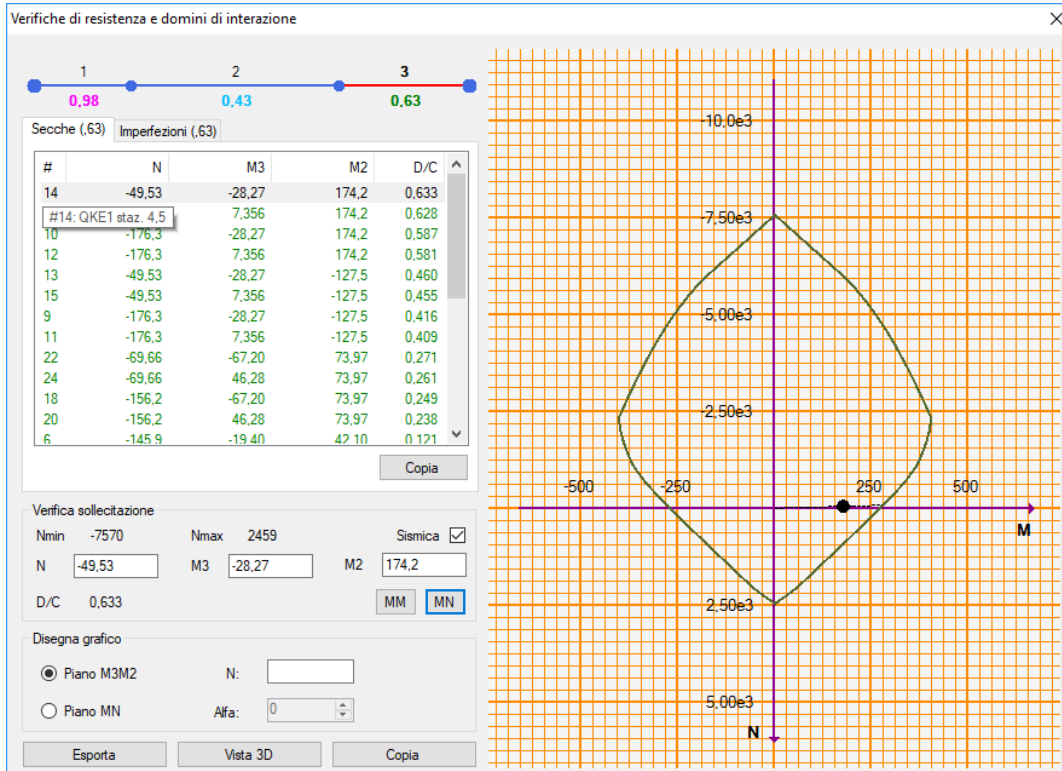



Figura 15.3 – Dominio di resistenza della sezione di testa massimamente sollecitata

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE				
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA DOCUMENTO D 26 CL FA0500 001	REV. A

15.2 Verifiche SLU – Taglio

Come per le travi, nei pilastri la verifica resistenza a taglio nei confronti delle sollecitazioni determinate dall'analisi globale condotta sulla struttura si conduce controllando la disuguaglianza:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd}$$

Dove V_{Ed} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente, mentre V_{Rd} è la resistenza a taglio, che per elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati. L'inclinazione ϑ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$1 \leq \text{ctg}\vartheta \leq 2,5$$

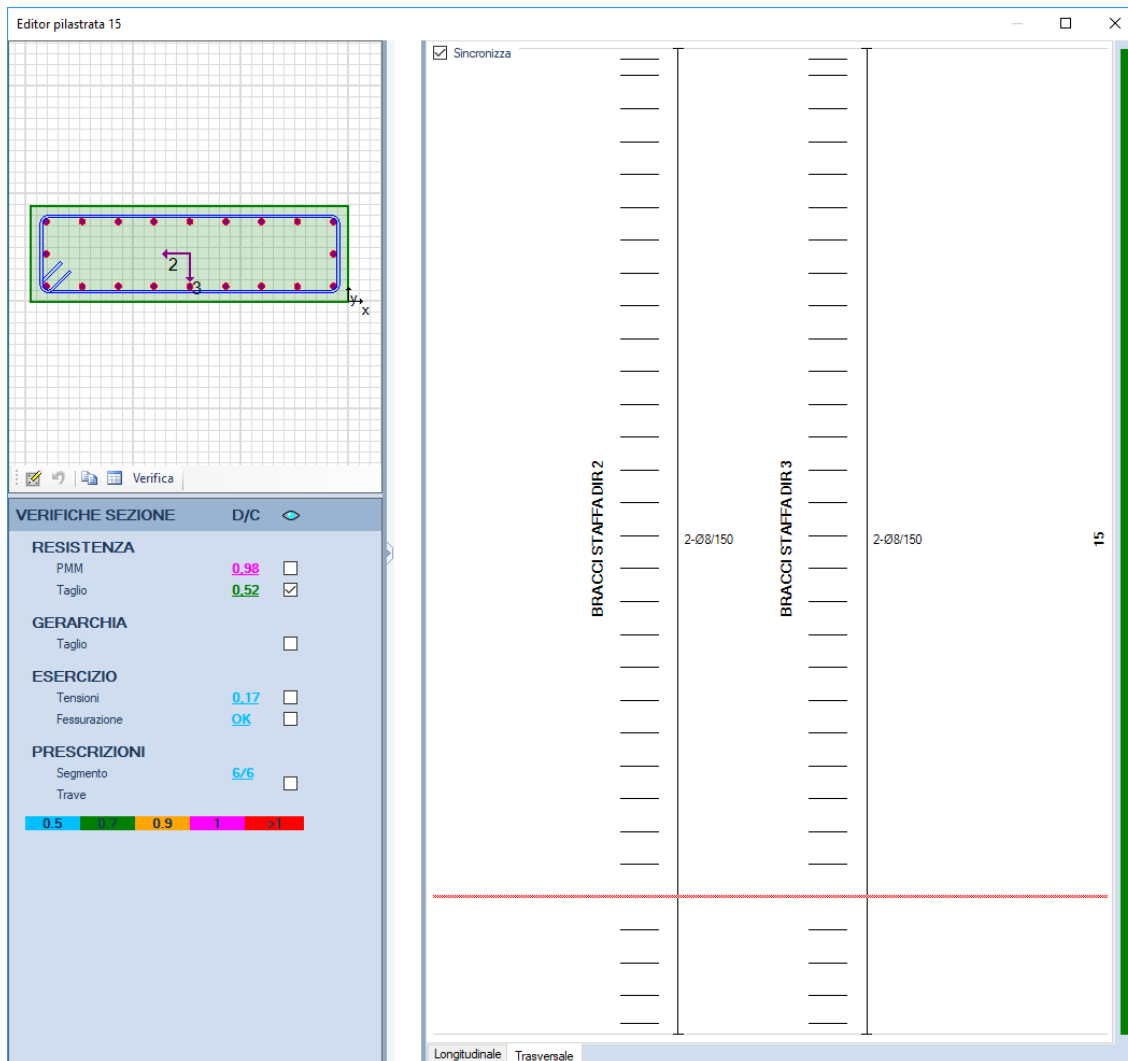


Figura 15.4 – Rapporto Domanda/Capacità per la verifica di resistenza a taglio del pilastro in esame



PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA

FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE

RELAZIONE DI CALCOLO

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26 CL	FA0500 001	A	97 DI 133

Si riporta di seguito la tabella di verifica a taglio del pilastro in esame.

Risultati taglio		Risultati taglio	
Direzione 2	Direzione 3	Direzione 2	Direzione 3
Taglio di progetto		Taglio di progetto	
$V_{Ed} = 214$		$V_{Ed} = 77,9$	
Sezioni non amate		Sezioni non amate	
$V_{Rd} = 120$		$V_{Rd} = 154$	
Sezioni con armatura		Sezioni con armatura	
$V_{Rcd} = 761$		$V_{Rcd} = 708$	
$V_{Rsd} = 535$		$V_{Rsd} = 149$	
SEZIONE VERIFICATA		SEZIONE VERIFICATA	
OK		OK	

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE				
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA DOCUMENTO D 26 CL FA0500 001	REV. A

15.3 Verifiche SLE – Tensione

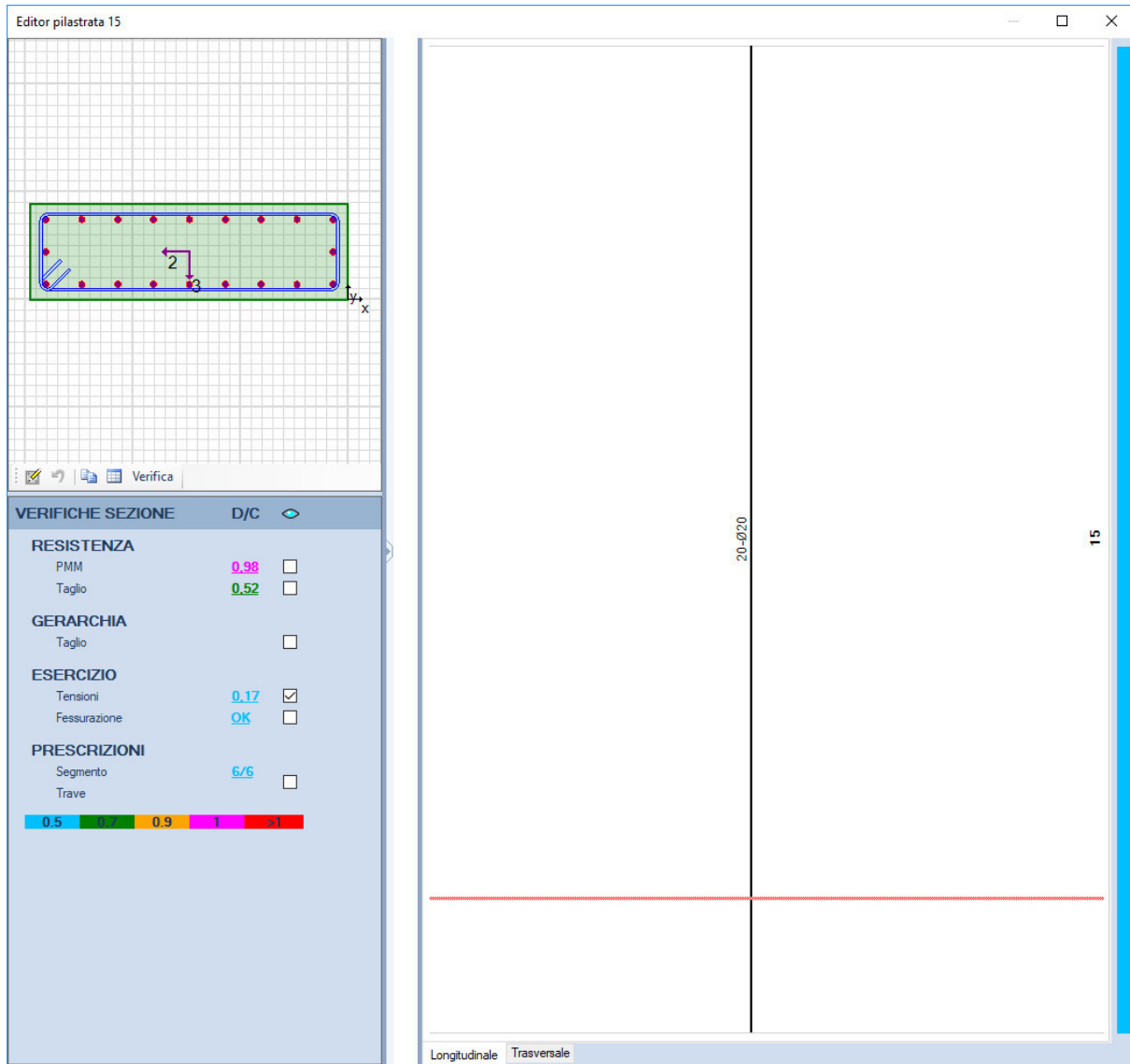


Figura 15.5 - Rapporto Domanda/Capacità per il controllo di tensione agli stati limite di esercizio del pilastro in esame

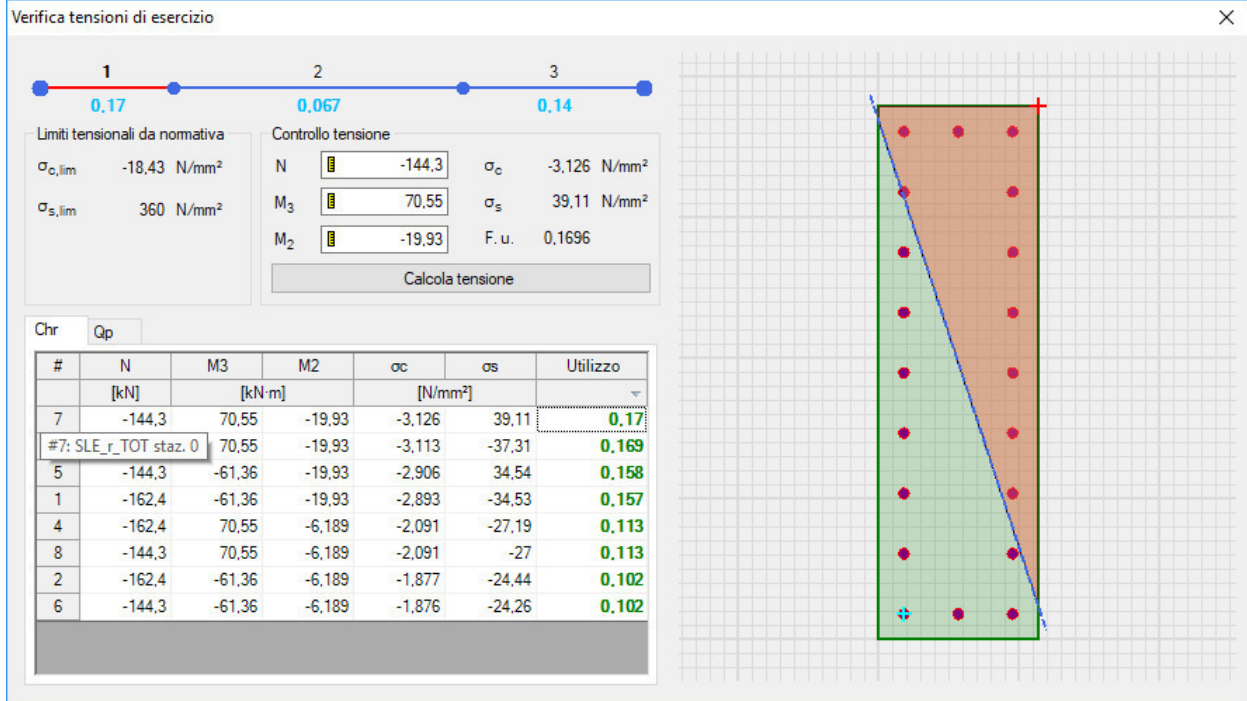


Figura 15.6 – Valori di tensione della sezione di base massimamente sollecitata per la combinazione di carico rara

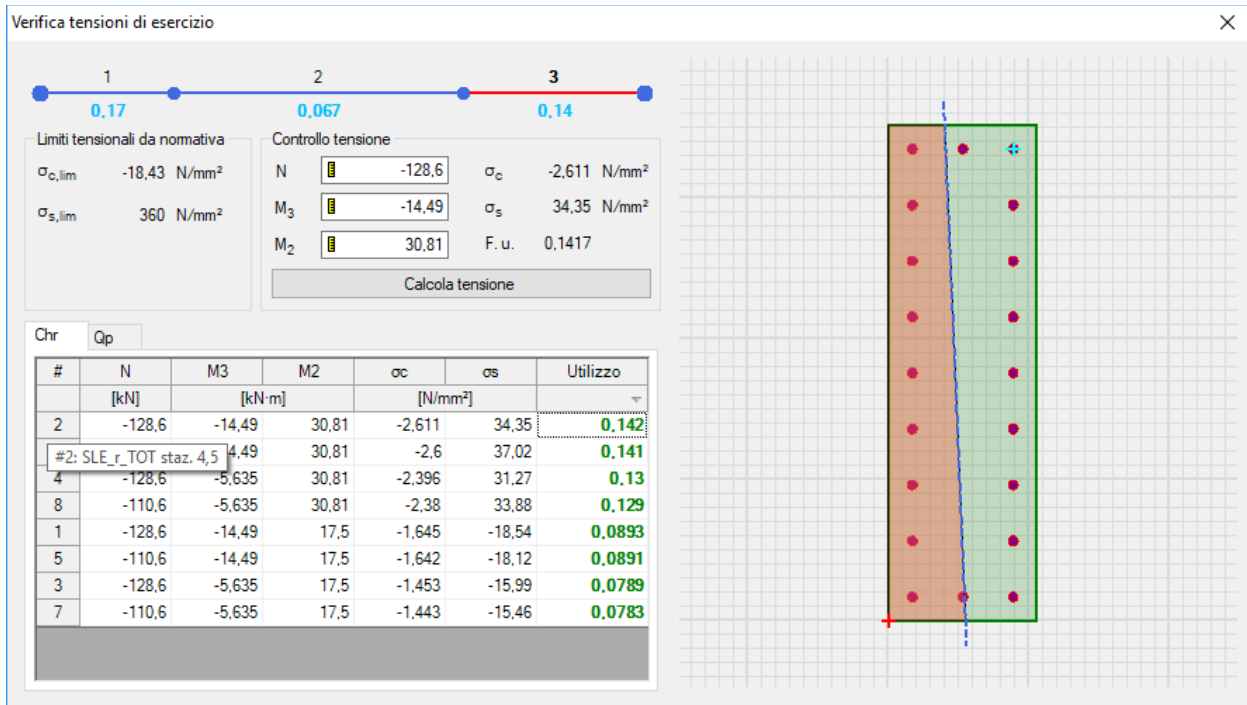


Figura 15.7– Valori di tensione della sezione di testa massimamente sollecitata per la combinazione di carico rara

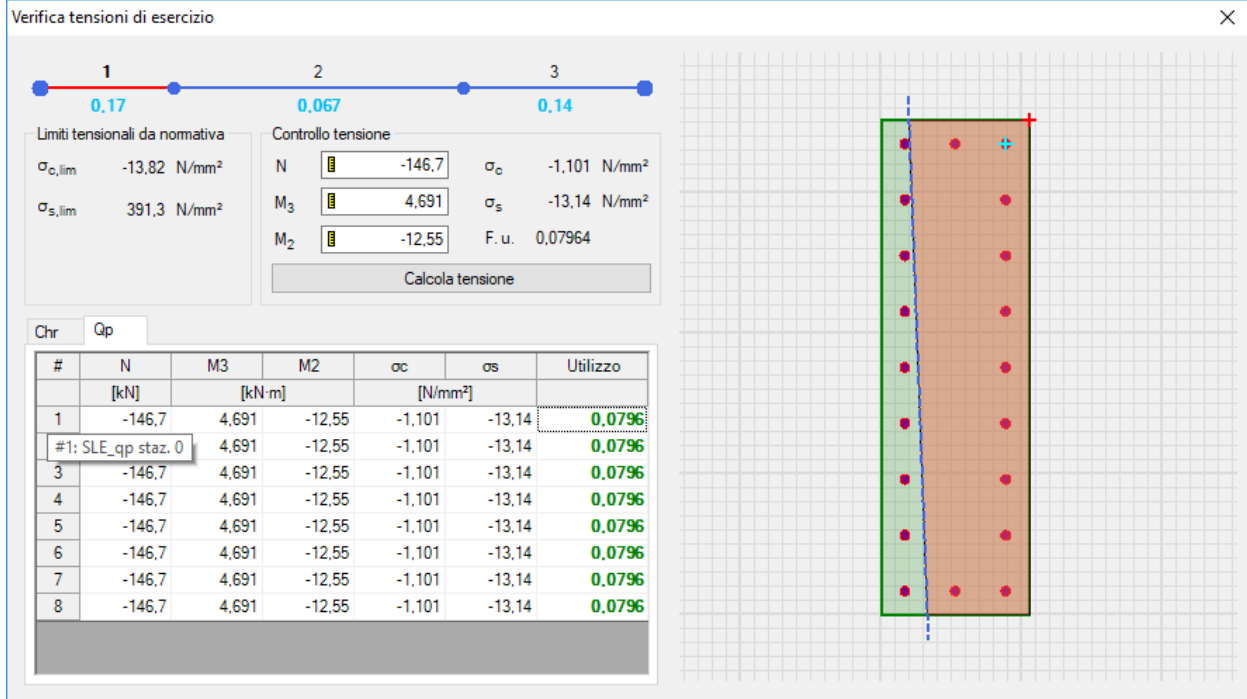


Figura 15.8 – Valori di tensione della sezione di base massimamente sollecitata per la combinazione di carico quasi permanente

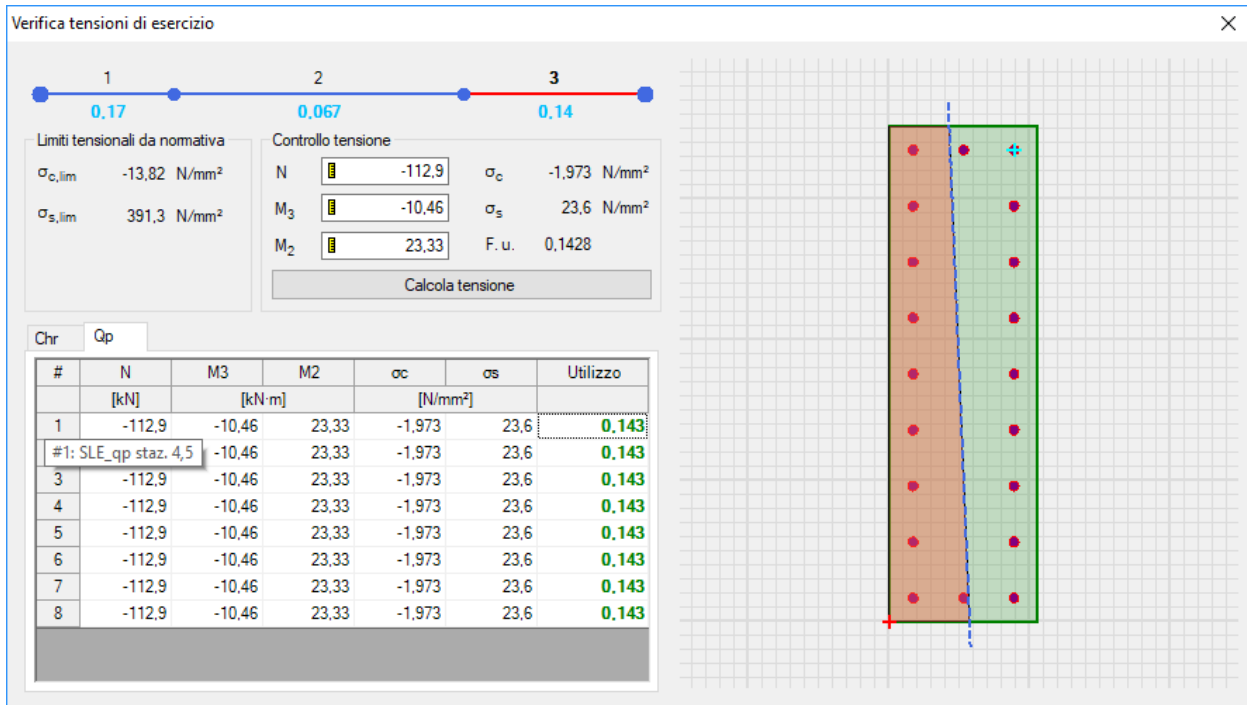


Figura 15.9– Valori di tensione della sezione di testa massimamente sollecitata per la combinazione di carico quasi permanente

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE				
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA DOCUMENTO D 26 CL FA0500 001	REV. A

15.4 Verifiche SLE – Fessurazione

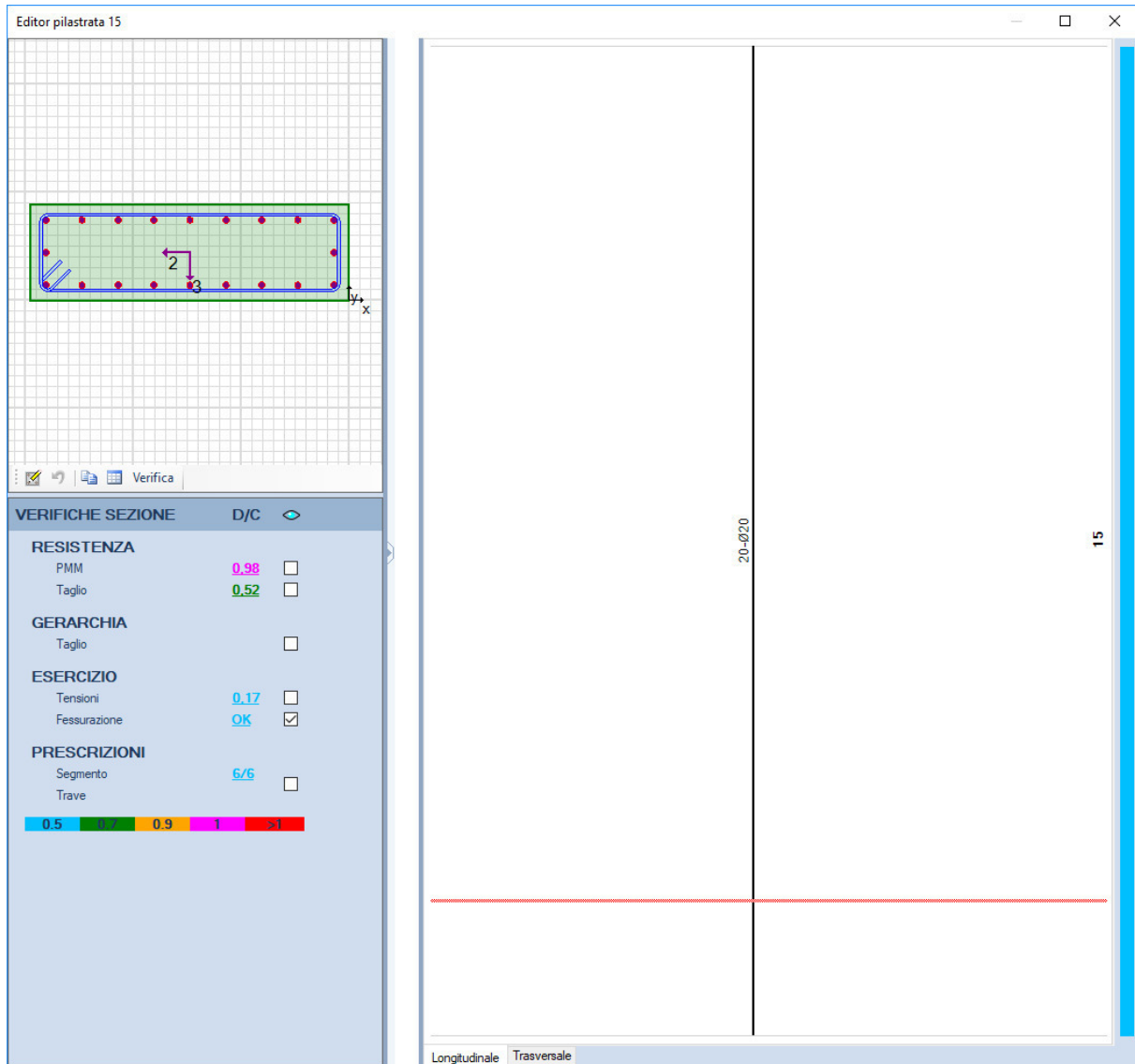


Figura 15.10 - Rapporto Domanda/Capacità per il controllo di fessurazione del pilastro in esame

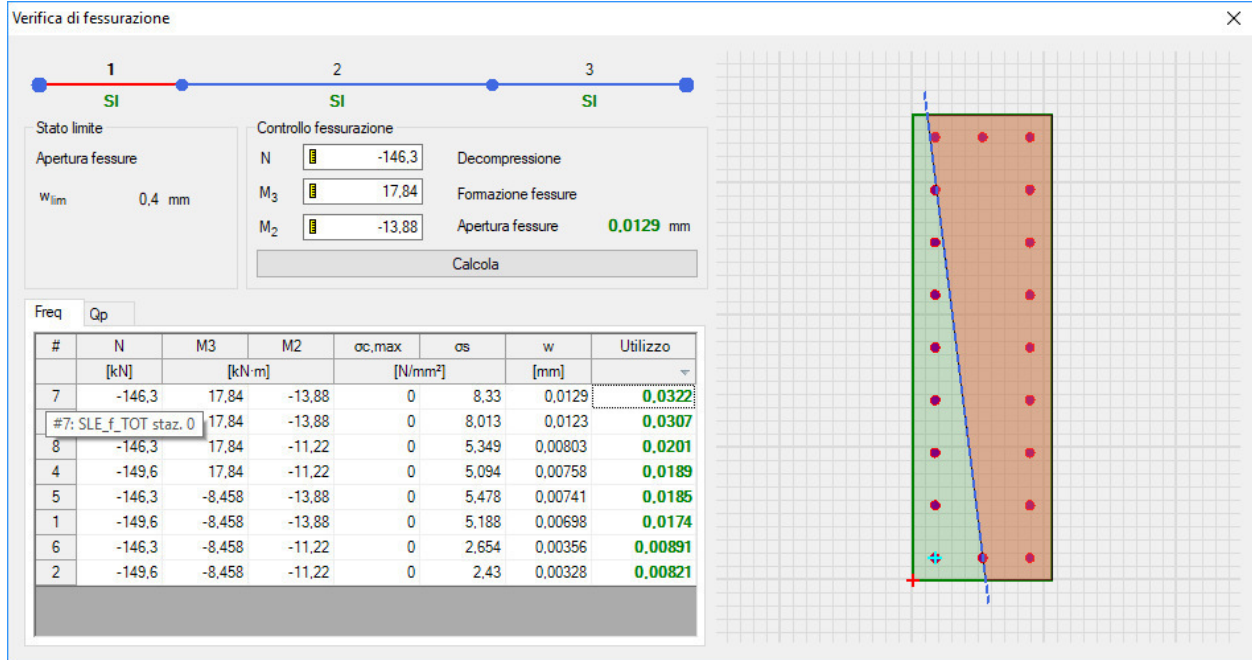


Figura 15.11 - Valori di apertura delle fessure per la sezione di base massimamente sollecitata per la combinazione di carico frequente

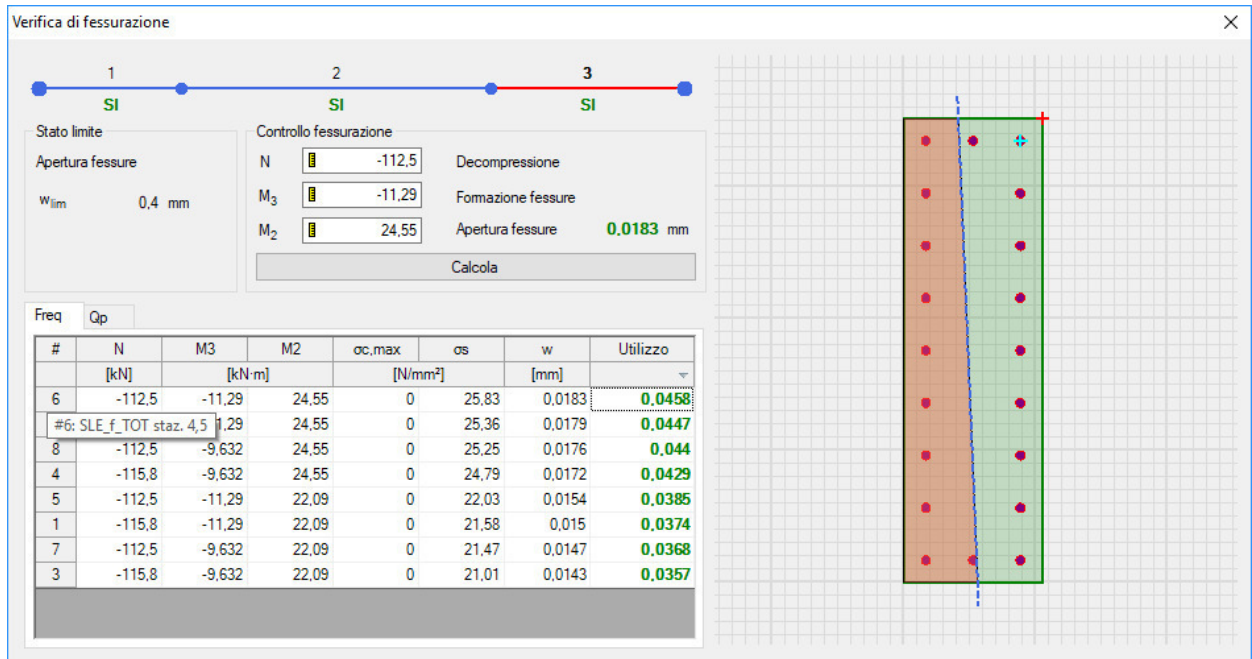


Figura 15.12 - Valori di apertura delle fessure per la sezione di testa massimamente sollecitata per la combinazione di carico frequente

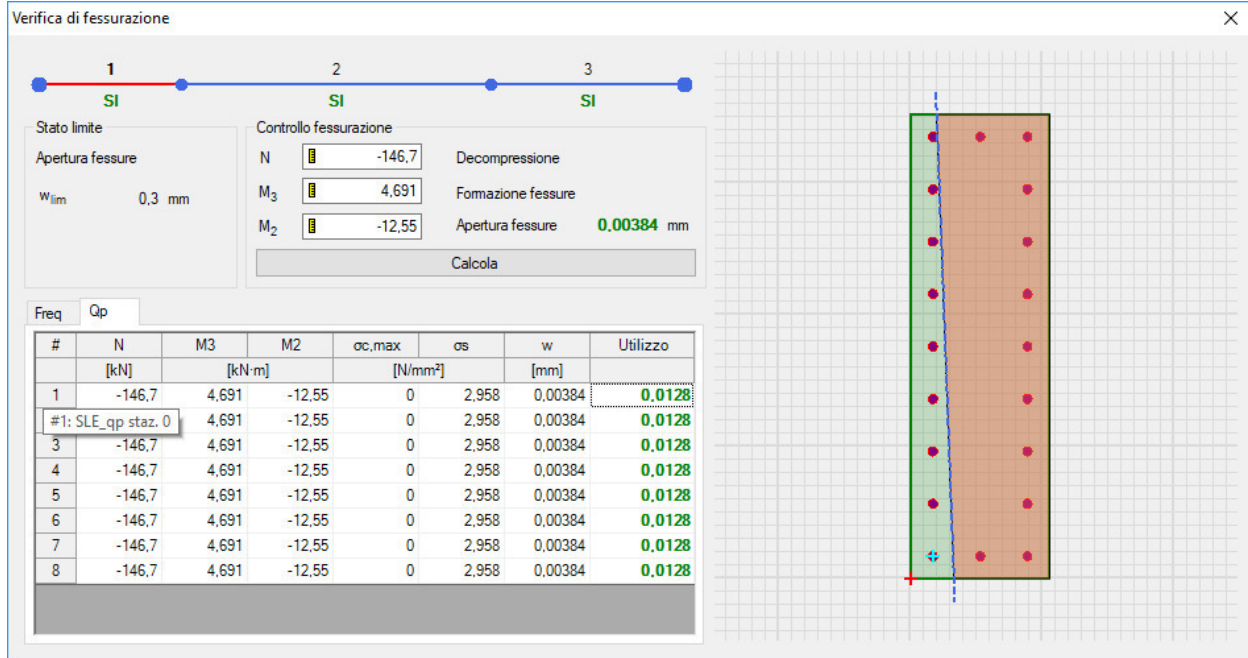


Figura 15.13 - Valori di apertura delle fessure per la sezione di base massimamente sollecitata per la combinazione di carico quasi permanente

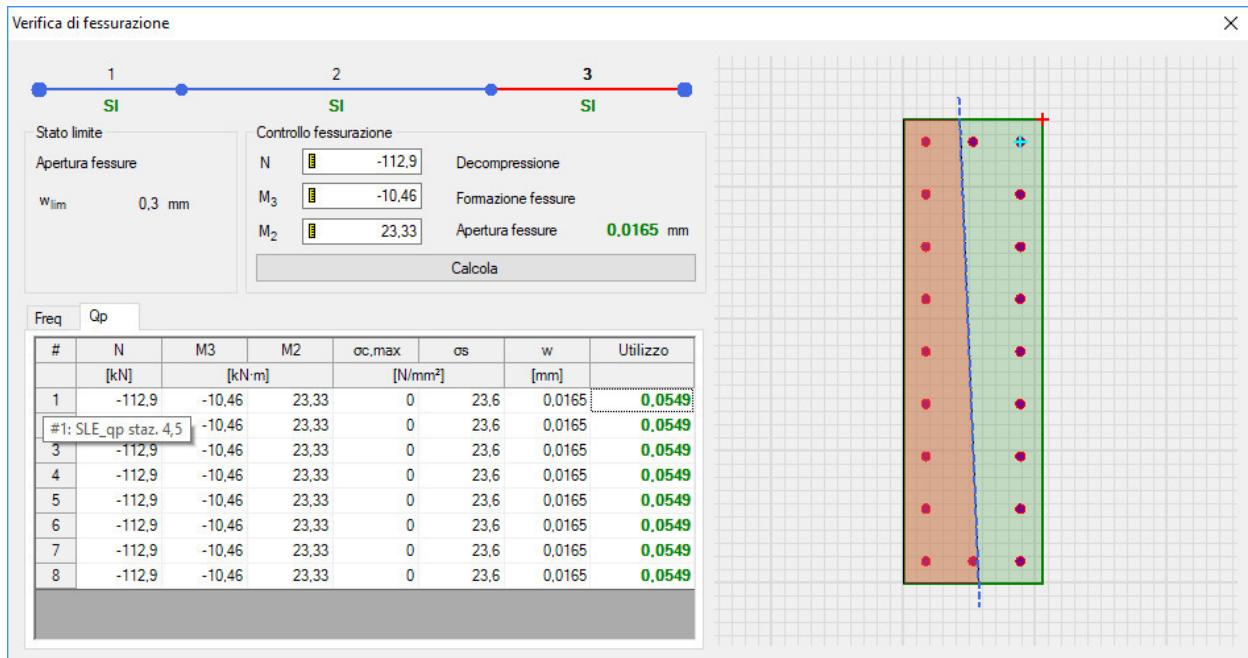
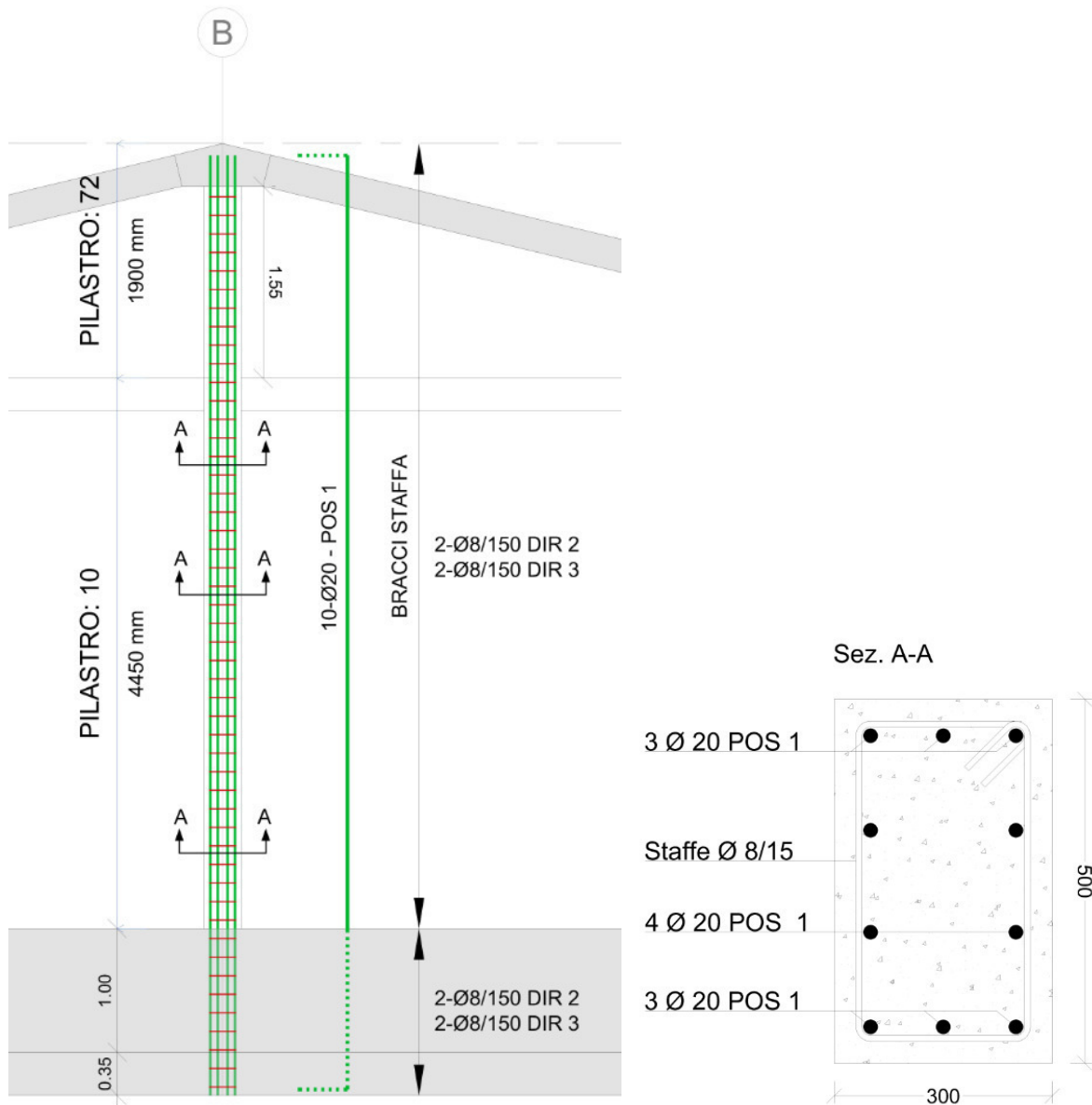


Figura 15.14 - Valori di apertura delle fessure per la sezione di testa massimamente sollecitata per la combinazione di carico quasi permanente

16 VERIFICHE PILASTRO B5

Di seguito è schematizzata la distribuzione di armature longitudinali e staffe per il pilastro corrispondente alla posizione B5.

Le verifiche di resistenza, così come il controllo tensione e fessurazione per gli stati limite di esercizio, vengono condotte con il software VIS di CSI.



	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE				
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA DOCUMENTO D 26 CL FA0500 001	REV. A

16.1 Verifiche SLU – Pressoflessione Deviata

Si riportano di seguito le verifiche effettuate per le sezioni più sollecitate di base e testa.

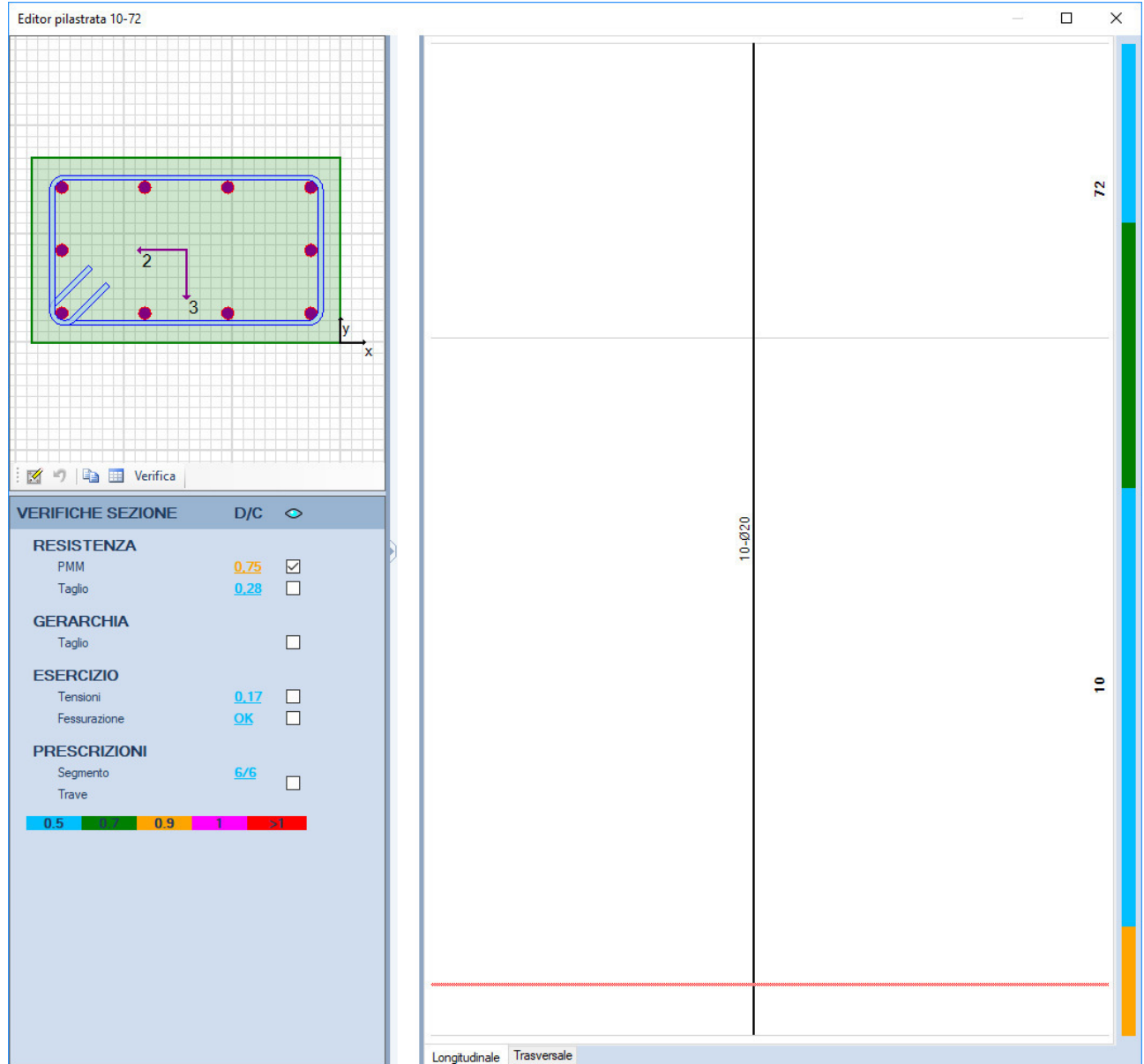


Figura 16.1 – Rapporto Domanda/Capacità per la verifica di resistenza a pressoflessione deviata del pilastro in esame

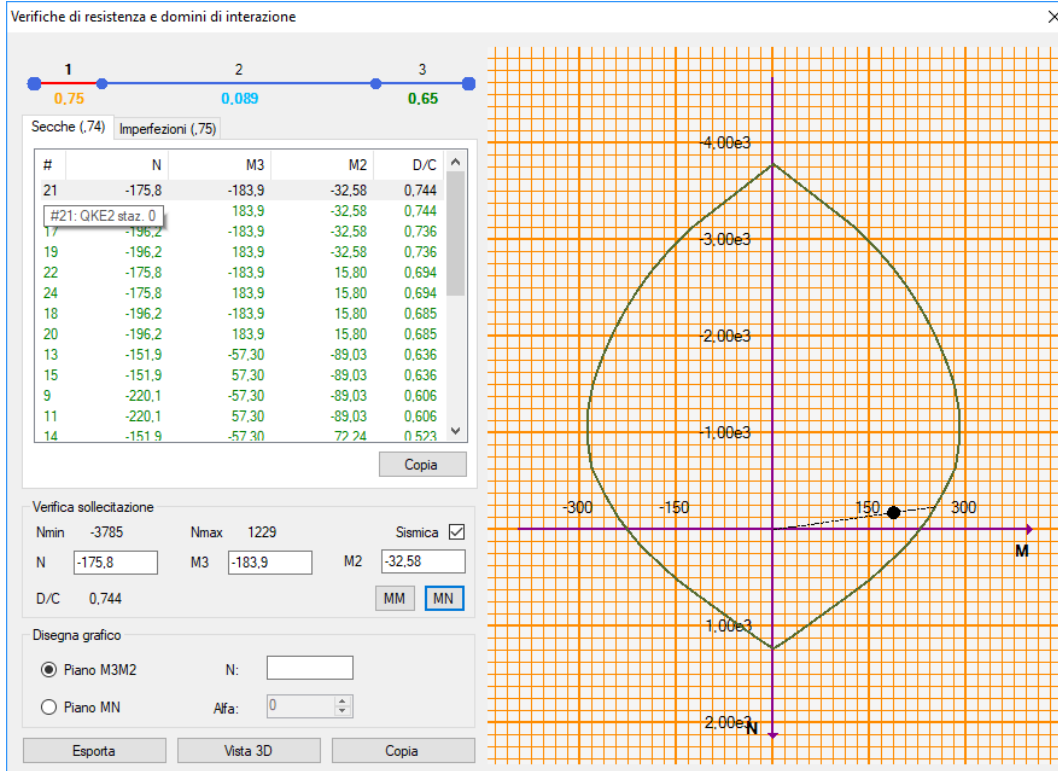


Figura 16.2 – Dominio di resistenza della sezione di base massimamente sollecitata

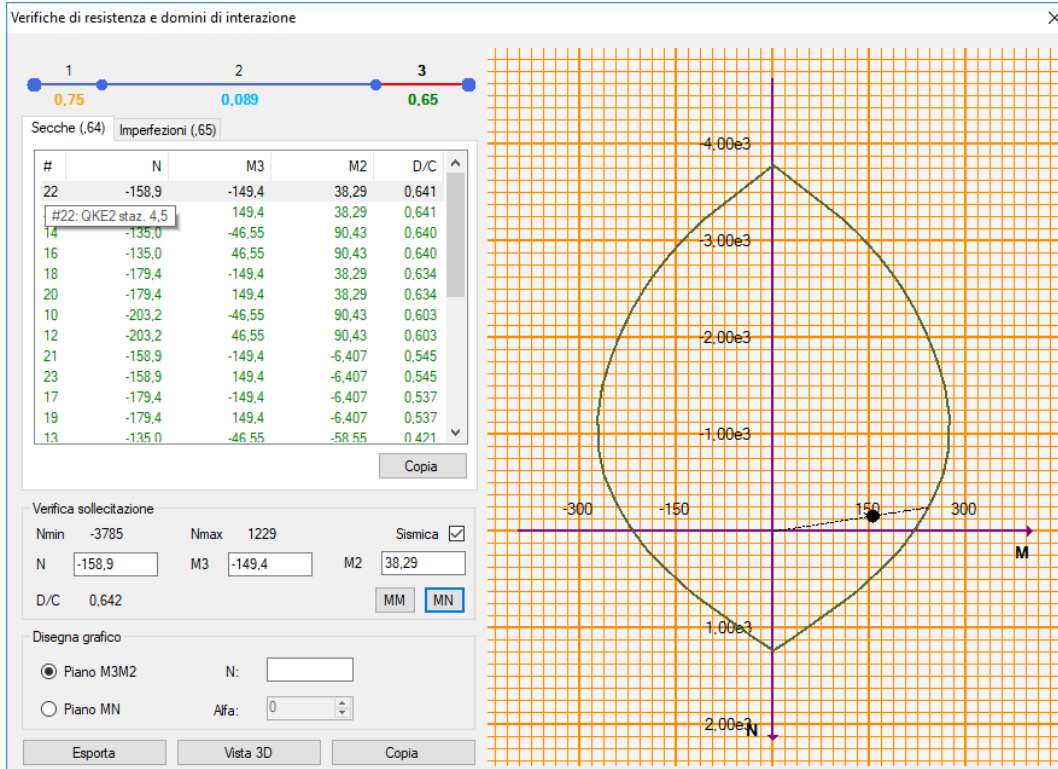



Figura 16.3 – Dominio di resistenza della sezione di testa massimamente sollecitata

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE				
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA DOCUMENTO D 26 CL FA0500 001	REV. A

16.2 Verifiche SLU – Taglio

Come per le travi, nei pilastri la verifica resistenza a taglio nei confronti delle sollecitazioni determinate dall'analisi globale condotta sulla struttura si conduce controllando la disuguaglianza:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd}$$

Dove V_{Ed} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente, mentre V_{Rd} è la resistenza a taglio, che per elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati. L'inclinazione ϑ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$1 \leq \text{ctg}\vartheta \leq 2,5$$

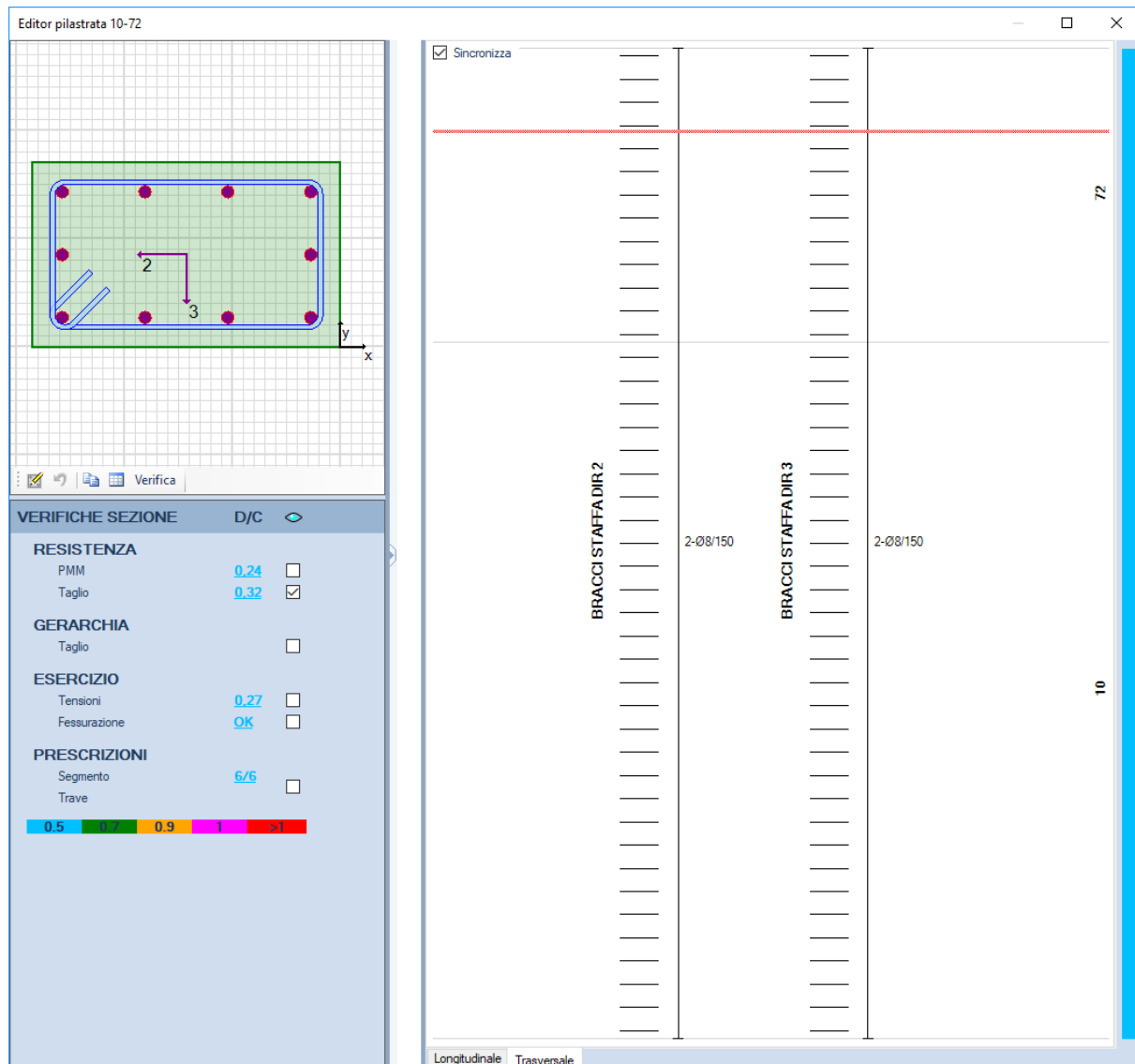


Figura 16.4 – Rapporto Domanda/Capacità per la verifica di resistenza a taglio del pilastro in esame



PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA

FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE

RELAZIONE DI CALCOLO

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26 CL	FA0500 001	A	108 DI 133

Si riporta di seguito la tabella di verifica a taglio del pilastro in esame.

Risultati taglio

Direzione 2 | Direzione 3

Taglio di progetto

$V_{Ed} = 48,4$

Sezioni non amate

$V_{Rd} = 68,4$

Sezioni con armatura

$V_{Rcd} = 378$

$V_{Rsd} = 267$

SEZIONE VERIFICATA

OK

Risultati taglio

Direzione 2 | Direzione 3

Taglio di progetto

$V_{Ed} = 47,4$

Sezioni non amate

$V_{Rd} = 81,1$


Sezioni con armatura

$V_{Rcd} = 358$

$V_{Rsd} = 149$

SEZIONE VERIFICATA

OK

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE				
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA DOCUMENTO D 26 CL FA0500 001	REV. A

16.3 Verifiche SLE – Tensione

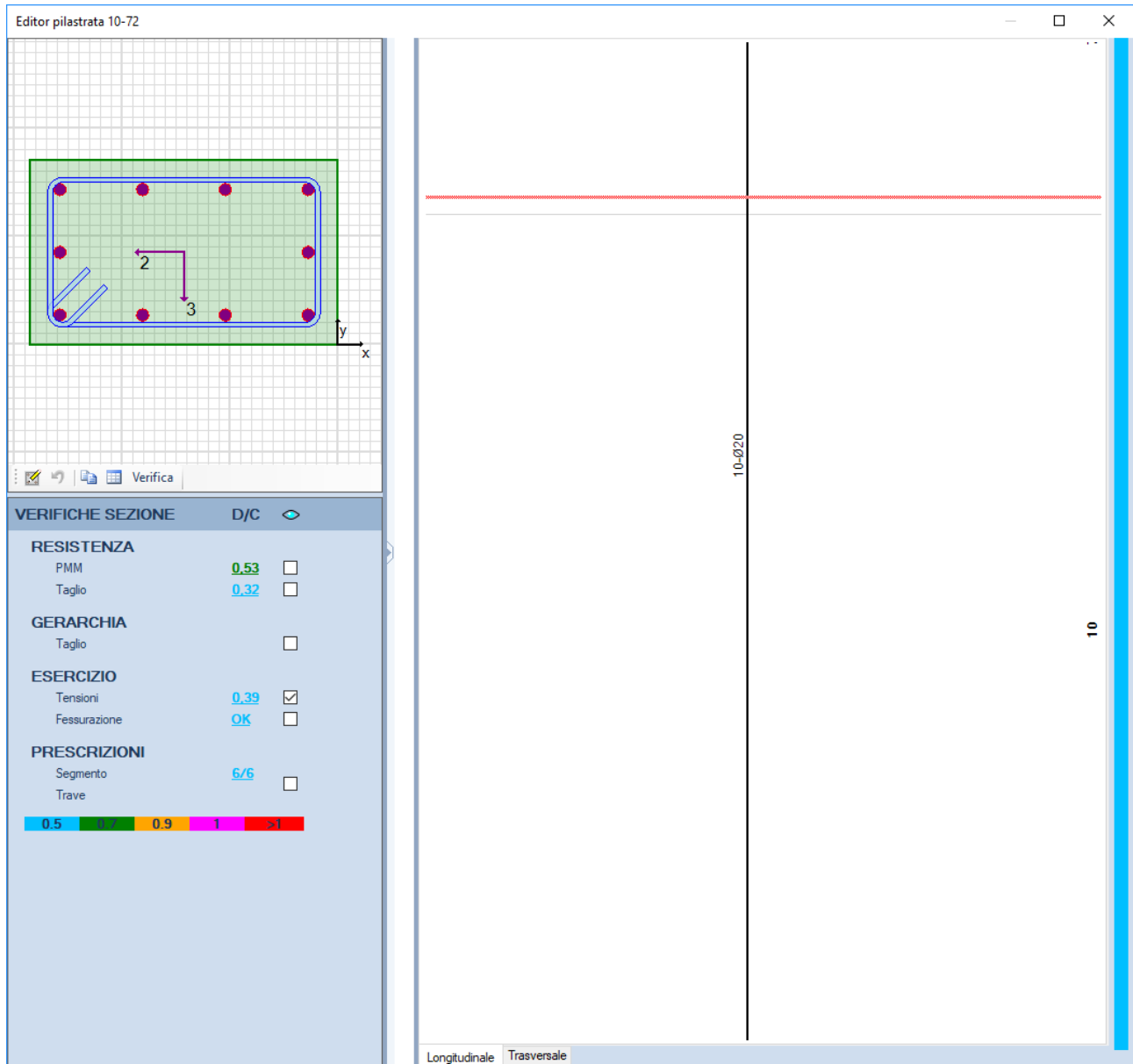


Figura 16.5 - Rapporto Domanda/Capacità per il controllo di tensione agli stati limite di esercizio del pilastro in esame

Visti gli ampi margini con cui sono rispettate le verifiche, si riportano di seguito le immagini relative alla sola sezione più sollecitata, che corrisponde alla sezione posta subito al di sopra del solaio di sottotetto.

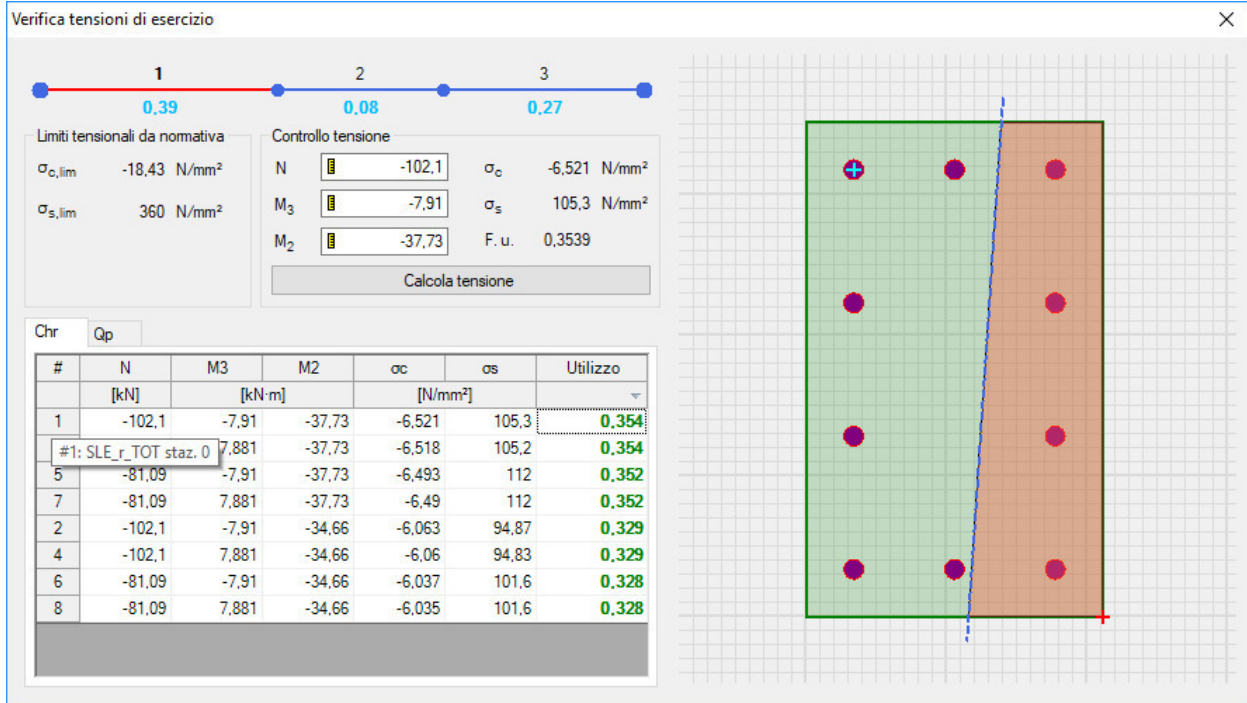


Figura 16.6 – Valori di tensione della sezione massimamente sollecitata per la combinazione di carico rara

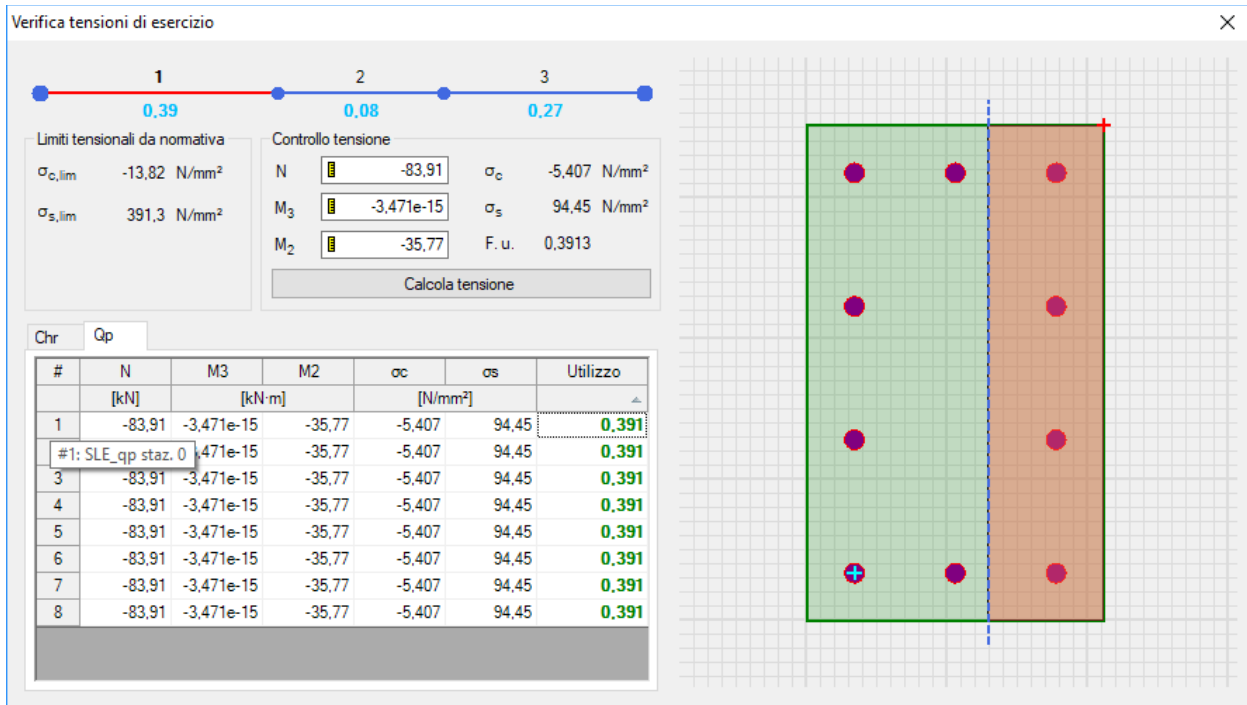



Figura 16.7– Valori di tensione della sezione massimamente sollecitata per la combinazione di carico quasi permanente

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE				
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA DOCUMENTO D 26 CL FA0500 001	REV. A

16.4 Verifiche SLE – Fessurazione

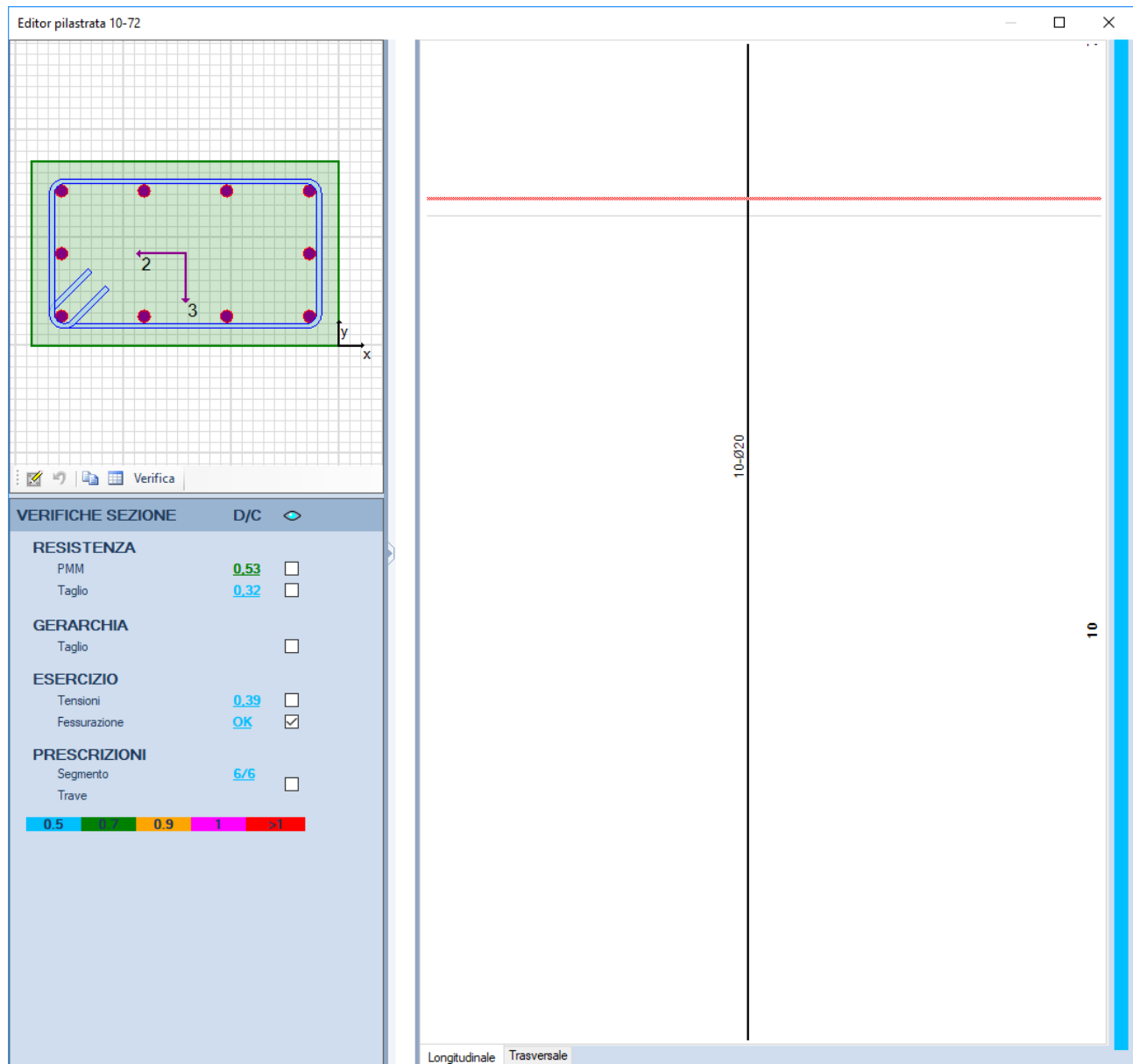


Figura 16.8 - Rapporto Domanda/Capacità per il controllo di fessurazione del pilastro in esame

Visti gli ampi margini con cui sono rispettate le verifiche, si riportano di seguito le immagini relative alla sola sezione più sollecitata, che corrisponde alla sezione posta subito al di sopra del solaio di sottotetto.

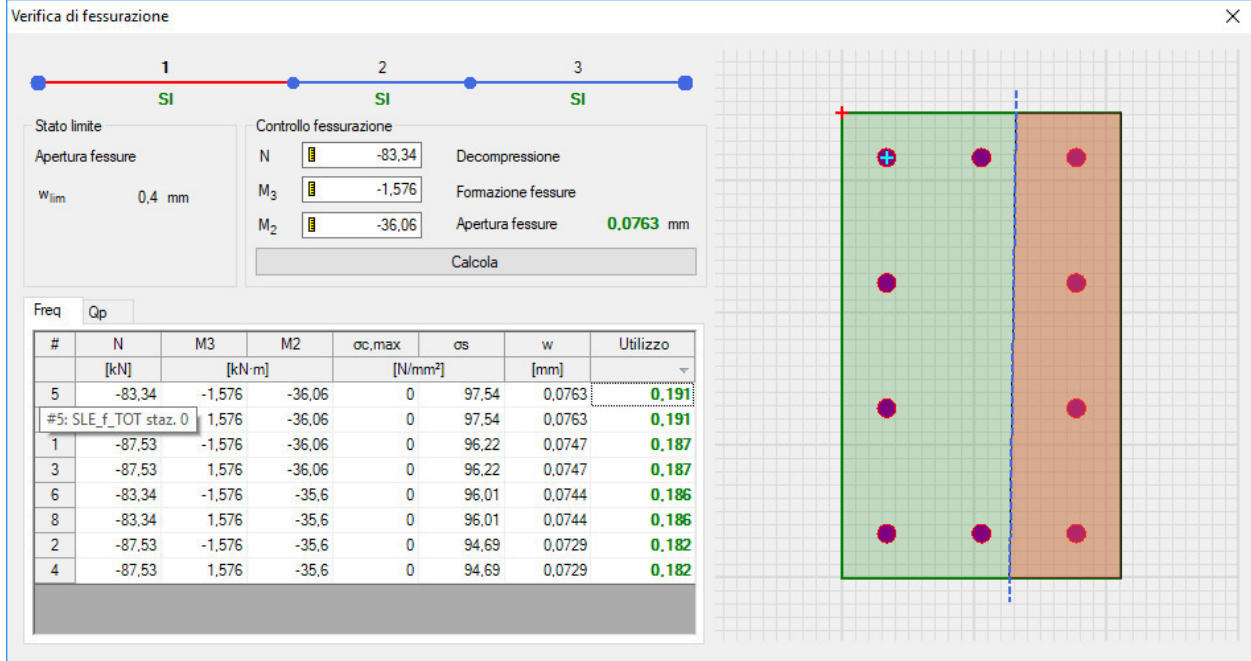


Figura 16.9 - Valori di apertura delle fessure per la sezione massimamente sollecitata per la combinazione di carico frequente

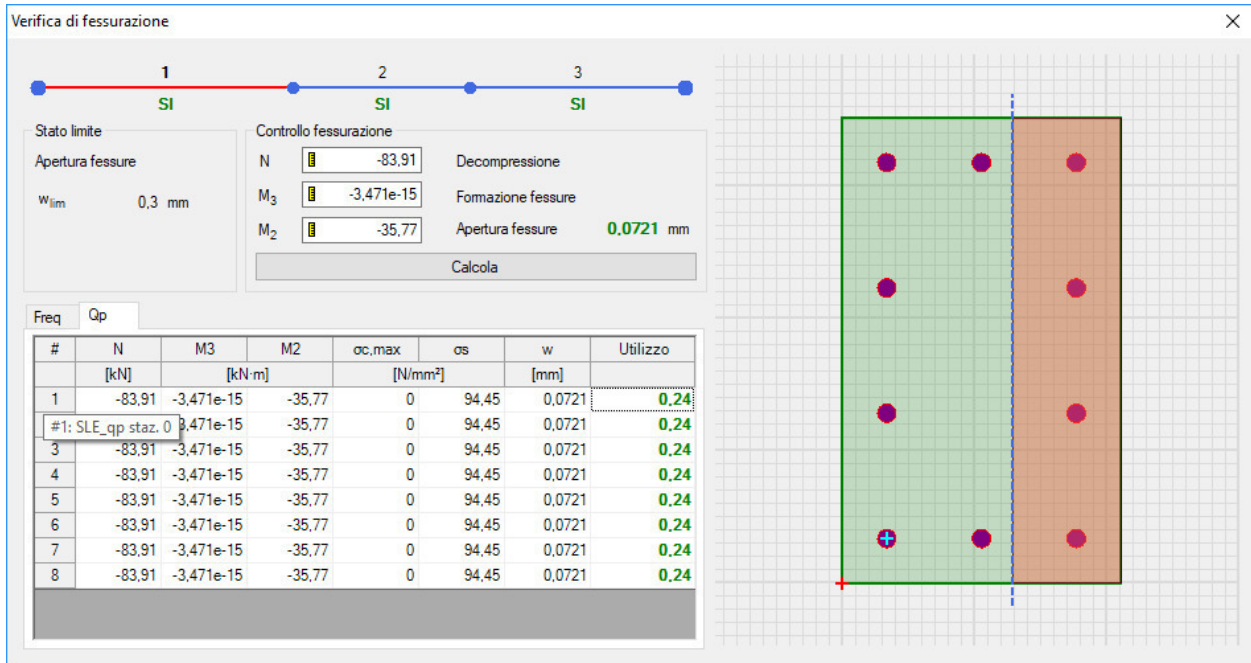


Figura 16.10 - Valori di apertura delle fessure per la sezione massimamente sollecitata per la combinazione di carico quasi permanente



PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA

**QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA
FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE**

RELAZIONE DI CALCOLO

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26 CL	FA0500 001	A	113 DI 133

17 VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN TERMINI DI CONTENIMENTO DEL DANNO AGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI

Secondo quanto riportato dalle NTC 2008 al § 7.3.7.2, per le costruzioni ricadenti in classe d'uso IV si deve verificare che l'azione sismica di progetto non produca danni agli elementi costruttivi senza funzione strutturale tali da rendere temporaneamente non operativa la costruzione.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali, questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SLO siano inferiori ai 2/3 dei limiti in indicati per le costruzioni ricadenti in classe d'uso I e II.

In particolare, si può considerare che il caso in esame ricada nel punto a) descritto in normativa, che riguarda gli edifici con tamponamenti collegati rigidamente alla struttura e che interferiscono con la deformabilità della stessa, per i quali è previsto di contenere gli spostamenti interpiano entro il 5% dell'altezza di piano. Tenendo conto che l'edificio in esame è in classe d'uso IV, le prescrizioni descritte a tale punto della normativa si modificano come segue:

$$d_r \leq 2/3 (0.005 h)$$

dove:

h = altezza di piano;

d_r = spostamento interpiano, ovvero la differenza tra gli spostamenti al solaio superiore ed inferiore, determinato per lo SLO

Essendo l'altezza di interpiano $h_1 = 4,5$ m, il limite massimo degli spostamenti nel caso in esame è:

$$d_{r,1} \leq 2/3 * (0,005 * 4.500) = 15 \text{ mm}$$

Considerando la simmetria dell'edificio, si riportano di seguito i valori degli spostamenti di piano dei pilastri appartenenti ai soli fili fissi C e B del modello.

NODI FILO FISSO C

Column	Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1 [mm]	U2 [mm]
C1	5	SLO1	Combination	Max	5,73	1,23
C1	5	SLO1	Combination	Min	-5,51	-1,36
C1	5	SLO2	Combination	Max	2,16	4,01
C1	5	SLO2	Combination	Min	-1,94	-4,15
C2	7	SLO1	Combination	Max	5,74	1,37
C2	7	SLO1	Combination	Min	-5,49	-1,48
C2	7	SLO2	Combination	Max	2,15	4,59
C2	7	SLO2	Combination	Min	-1,89	-4,70
C3	9	SLO1	Combination	Max	5,75	1,39
C3	9	SLO1	Combination	Min	-5,44	-1,61
C3	9	SLO2	Combination	Max	2,11	4,86
C3	9	SLO2	Combination	Min	-1,80	-5,08
C4	11	SLO1	Combination	Max	5,75	1,56
C4	11	SLO1	Combination	Min	-5,39	-1,56
C4	11	SLO2	Combination	Max	2,07	5,13



PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA

FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE

RELAZIONE DI CALCOLO

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26 CL	FA0500 001	A	114 DI 133

C4	11	SLO2	Combination	Min	-1,71	-5,13
C5	13	SLO1	Combination	Max	5,75	1,65
C5	13	SLO1	Combination	Min	-5,39	-1,65
C5	13	SLO2	Combination	Max	2,07	5,31
C5	13	SLO2	Combination	Min	-1,71	-5,31

NODI FILO FISSO B

Column	Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1 [mm]	U2 [mm]
B2	38	SLO1	Combination	Max	5,71	1,42
B2	38	SLO1	Combination	Min	-5,36	-1,42
B2	38	SLO2	Combination	Max	1,84	4,64
B2	38	SLO2	Combination	Min	-1,49	-4,64
B3	39	SLO1	Combination	Max	5,68	1,50
B3	39	SLO1	Combination	Min	-5,41	-1,50
B3	39	SLO2	Combination	Max	1,80	4,98
B3	39	SLO2	Combination	Min	-1,53	-4,98
B4	40	SLO1	Combination	Max	5,66	1,58
B4	40	SLO1	Combination	Min	-5,46	-1,58
B4	40	SLO2	Combination	Max	1,76	5,18
B4	40	SLO2	Combination	Min	-1,57	-5,18
B1	41	SLO1	Combination	Max	5,76	1,31
B1	41	SLO1	Combination	Min	-5,33	-1,31
B1	41	SLO2	Combination	Max	1,88	4,18
B1	41	SLO2	Combination	Min	-1,45	-4,18
B5	45	SLO1	Combination	Max	5,61	1,67
B5	45	SLO1	Combination	Min	-5,52	-1,67
B5	45	SLO2	Combination	Max	1,72	5,36
B5	45	SLO2	Combination	Min	-1,62	-5,36

18 VERIFICA SISMICA TAMPONAMENTI

Secondo quanto riportato al § 7.3.6.3 delle NTC 2008, per gli elementi costruttivi senza funzione strutturale devono essere adottati magisteri atti ad evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione sotto l'azione della F_a (v. § 7.2.3) corrispondente allo SLV .

Considerando la stratigrafia della muratura esterna riportata in Figura 18.1, si assume che la funzione portante della parete sia svolta dal blocco in termolaterizio interno, di spessore pari a 30 cm. Per garantire la resistenza dell'intero tamponamento alle azioni orizzontali, si prevede di inserire all'interno di questa muratura, ogni due corsi di forati, dei tralicci in acciaio inglobati nei letti di malta. Per solidarizzare la muratura esterna di spessore pari a 8 cm allo strato portante interno della parete, si prevede la disposizione di collegamenti puntuali diffusi.

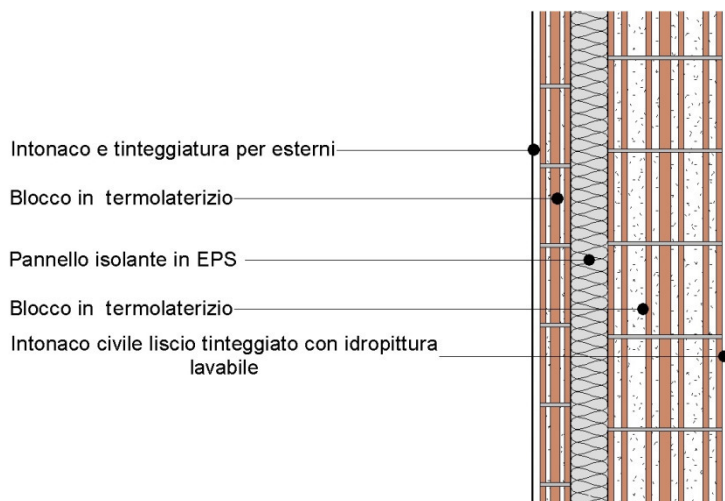


Figura 18.1 – Stratigrafia tamponatura esterna M1

La forza orizzontale F_a applicata sulla tamponatura si valuta con la seguente formula, riportata al § 7.2.3 della norma:

$$F_a = (S_a \cdot W_a) / q_a$$

in cui:

F_a = forza sismica orizzontale agente al centro di massa dell'elemento non strutturale nella direzione più sfavorevole;

W_a = peso dell'elemento;

S_a = accelerazione massima, adimensionalizzata rispetto a quella di gravità, che l'elemento strutturale subisce durante il sisma e corrisponde allo stato limite in esame (v. § 3.2.1 NTC 2008)

q_a = fattore di struttura dell'elemento non strutturale

In assenza di specifiche determinazioni, per q_a si possono assumere i valori riportati in Tab. 7.2.I NTC 2008, che prescrivono per tramezzature e facciate l'adozione di un fattore di struttura pari a 2.

In mancanza di analisi più accurate, S_a può essere calcolato nel seguente modo:

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot \left[\frac{3 \cdot (1 + Z/H)}{1 + \left(1 - \frac{T_a}{T_1}\right)^2} - 0,5 \right]$$

In cui:

α = rapporto tra l'accelerazione massima del terreno a_g su sottosuolo tipo A da considerare nello stato limite in esame (v. § 3.2.1 NTC 2008) e l'accelerazione di gravità g ;

S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche secondo quanto riportato nel § 3.2.3.2.1 delle NTC 2008;

T_a = periodo fondamentale di vibrazione dell'elemento non strutturale;

T_1 = periodo fondamentale di vibrazione della costruzione nella direzione considerata;

Z = quota del baricentro dell'elemento non strutturale misurata a partire dal piano di fondazione (v. § 3.2.2 NTC 2008);

H = altezza della costruzione misurata a partire dal piano di fondazione.

Di seguito si riportano i calcoli effettuati per la tamponatura del primo piano dell'edificio.

Geometria Tamponamento

L	6,00 m	Distanza max fra due pilastri consecutivi
h	4,19 m	Altezza parete
D	1,35 m	Quota imposta fondazione parete rispetto al pc
H	7,70 m	Altezza della costruzione misurata a partire dal piano della fondazione
Z_{g_parete}	3,45 m	Quota del baricentro della parete rispetto al piano di fondazione

Caratteristica Tamponamento

ρ_m	760,00 kg/m ³	Densità media laterizio - da sito poroton per blocchi forati P700
S_m	30,00 cm	Spessore blocco laterizio
J_m	225.000,00 cm ⁴ /m 0,00225 m ⁴ /m	Momento d'inerzia muratura a metro lineare
E_m	30.000,00 kg/cm ² 300.000.000,00 kg/m ²	Modulo di elasticità muratura - da sito poroton per blocchi forati P700
$\rho_{intonaco}$	2.000,00 kg/m ³	Densità media intonaco
$S_{intonaco}$	3,00 cm	Spessore intonaco
$\rho_{coibente}$	18,00 kg/m ³	Densità media coibente
$S_{coibente}$	10,00 cm	Spessore coibente
$\rho_{laterizio_ext}$	760,00 kg/m ³	Densità media blocco esterno di laterizio
$S_{laterizio_ext}$	8,00 cm	Spessore blocco laterizio esterno
W_{aq}	350,60 kg/m ²	Peso parete a metro quadro
W_a	1.469,01 kg/m	Peso parete a metro lineare
T_a	0,5214	Periodo fondamentale di vibrazione dell'elemento non strutturale valutato con la seguente formula (relativa a un Sistema a un Grado di Libertà SDOF la cui rigidezza K è espressa facendo riferimento a una trave semplicemente appoggiata con massa distribuita)

$$T_a = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{M}{K}} = \frac{2 \cdot h^2}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{W_a}{E_m \cdot J_m}}$$

Valutazione Azione Sismica

V_N	75,00 anni	
Classe d'uso	IV	
C_U	2,00	
V_R	150,00 anni	Periodo di riferimento per l'azione sismica
a_{g_SLV}	0,098 g	Località di Pavia
S_S	1,50	Categoria di sottosuolo C
S_T	1,00	Categoria Topografica T1 - Superf pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
S	1,50	
α	0,0980	
T_1	0,42	Primo periodo di vibrazione della struttura (da Modello SAP2000)
T_a/T_1	1,25	
S_a	0,52594	§ 7.2.3 NTC 2008 formula 7.2.2
Q_a	2,00	da Tab. 7.2.I NTC 2008
F_a	92,20 kg/m ²	

Dimensionamento Armatura Traliccio

i_{orizz}	0,38 m	Interasse tra elementi di armatura orizzontali (ipotizzando di disporre un traliccio ogni due corsi di muratura con hporoton=19 cm)
F_{a_orizz}	35,03 kg/m	Forza sismica orizzontale agente nel centro di massa dell'elemento non strutturale nella direzione più sfavorevole
M_{Ed}	1,58 kNm	
f_{yk}	450,00 N/mm ²	B450C
γ_s	1,15	
f_{yd}	391,30 N/mm ²	
a_{orizz}	200,00 mm	Larghezza traliccio orizzontale
ϕ_{orizz}	6,00 mm	
A_s	28,27 mm ²	
M_{Rd_orizz}	2,10 kNm	
FS_{orizz}	1,33	

Verifica Ancoraggio Tralci alla Struttura

V_{Ed}	1,05 kN	
f_{yk}	450,00 N/mm ²	B450C
γ_s	1,15	
f_{yd}	391,30 N/mm ²	
ϕ_{taglio}	6,00 mm	
A_v	28,27 mm ²	
V_{Rd}	6,39 kN	
FS_{taglio}	6,08	

19 VERIFICHE TRAVE DI FONDAZIONE FILO FISSO 5

Le travi di fondazione di bordo, corrispondenti ai fili fissi 1, 5 A e C, hanno le caratteristiche geometriche illustrate nella figura seguente.

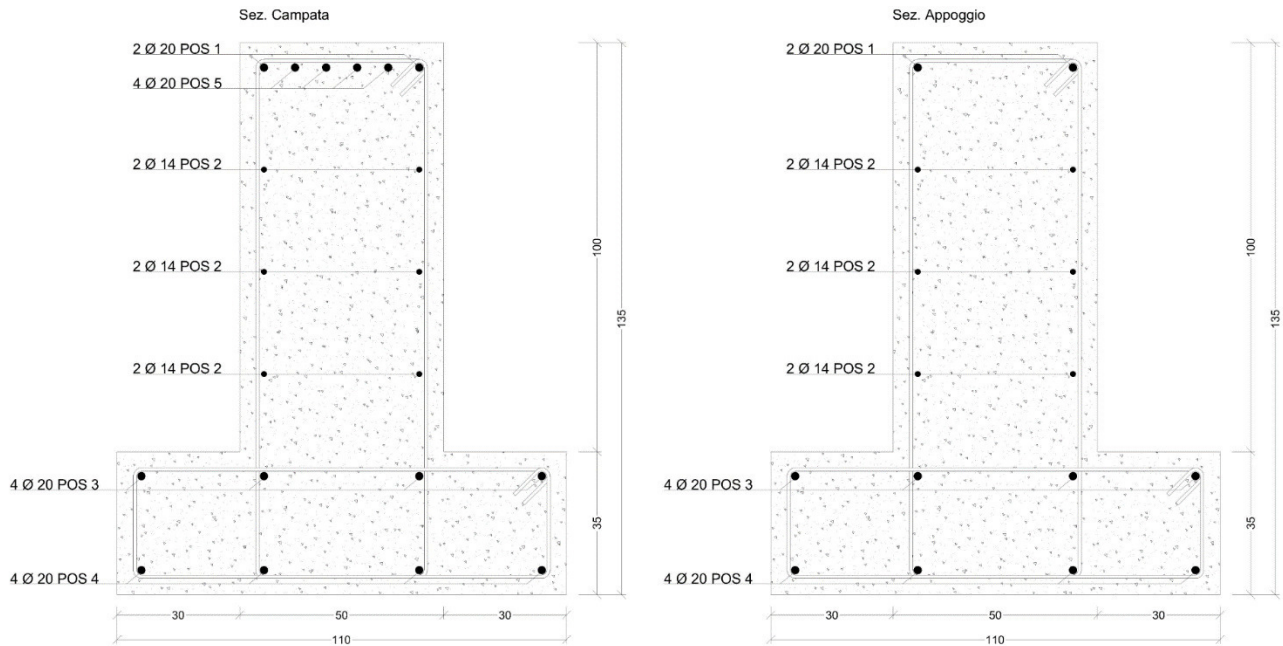



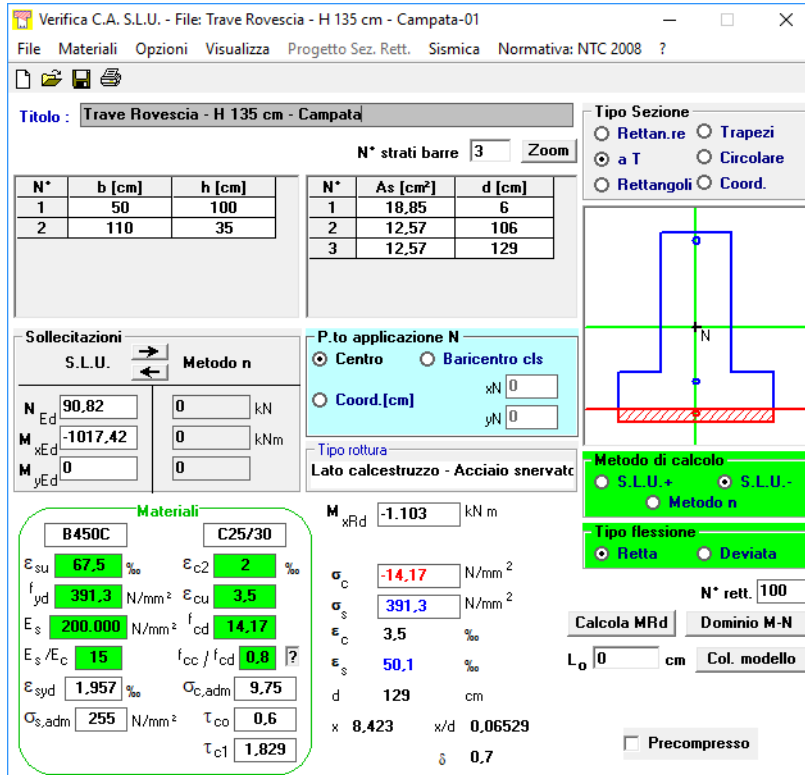
Figura 19.1 – Sezione tipo trave di fondazione filo fisso 5

Si riportano di seguito le verifiche effettuate per le sezioni più sollecitate.

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE				
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA DOCUMENTO D 26 CL FA0500 001	REV. A

19.1 Verifiche SLU – Flessione

Tenendo conto della distribuzione di armature illustrata in Figura 19.1, si riportano di seguito le verifiche effettuate per le sezioni più sollecitate della trave di fondazione di bordo.



Titolo: Trave Rovescia - H 135 cm - Campata

N° strati barre: 3

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	50	100	1	18,85	6
2	110	35	2	12,57	106
			3	12,57	129

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 90,82 kN
M_{xEd}: -1017,42 kNm
M_{yEd}: 0

P.to applicazione N: Centro
Coord. [cm]: xN 0, yN 0

Materiali: B450C, C25/30

Proprietà materiali:
 ϵ_{su} 67,5 ‰, ϵ_{c2} 2 ‰, f_{yd} 391,3 N/mm², ϵ_{cu} 3,5 ‰, E_s 200.000 N/mm², f_{cd} 14,17 N/mm², E_s/E_c 15, f_{cc}/f_{cd} 0,8, ϵ_{syd} 1,957 ‰, $\sigma_{c,adm}$ 9,75 N/mm², $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm², τ_{co} 0,6, τ_{c1} 1,829

Calcoli:
 M_{xRd} -1.103 kNm, σ_c -14,17 N/mm², σ_s 391,3 N/mm², ϵ_c 3,5 ‰, ϵ_s 50,1 ‰, d 129 cm, x 8,423, x/d 0,06529, δ 0,7

Metodo di calcolo: S.L.U.+, S.L.U.-, Metodo n
Tipo flessione: Retta, Deviata
N° rett.: 100
Col. modello: L₀ 0 cm

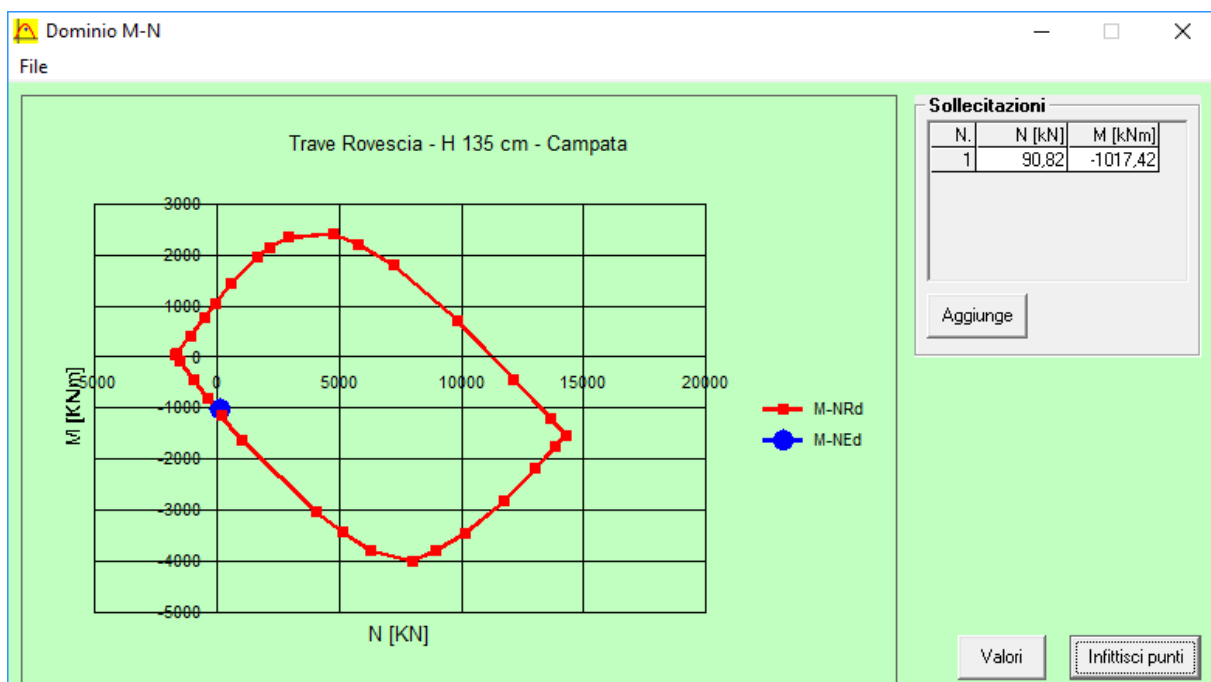


Figura 19.2 – Impostazioni per la verifica e dominio di resistenza a flessione – Campata

Verifica C.A. S.L.U. - File: Trave Rovescia - H 135 cm - Appoggio-01

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: Trave Rovescia - H 135 cm - Appoggio

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	50	100	1	12,57	6
2	110	35	2	12,57	106
			3	12,57	129

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd} kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali
 B450C C25/30
 ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} ‰
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ε_{syd} ‰ σ_{c,adm} ‰
 σ_{s,adm} N/mm² τ_{co} ‰
 τ_{c1} ‰

M_{xRd} kN m
 σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_c ‰
 ε_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

N° rett.
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ cm Col. modello
 Precompresso

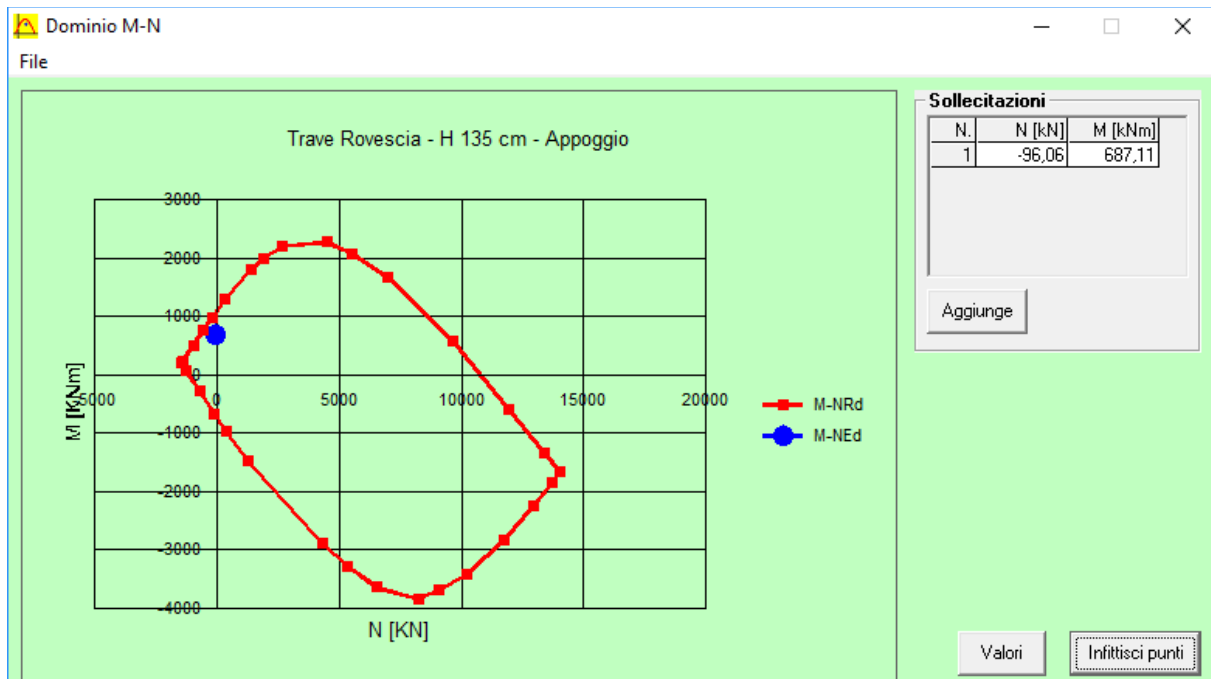



Figura 19.3 – Impostazioni per la verifica e dominio di resistenza a flessione - Appoggio

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE				
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA DOCUMENTO D 26 CL FA0500 001	REV. A

19.2 Verifiche SLU – Taglio

Secondo quanto specificato dalla normativa, la verifica resistenza a taglio degli elementi non dotati di armature trasversali resistenti a taglio si conduce controllando la seguente disuguaglianza:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd}$$

V_{Ed} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente, mentre V_{Rd} è la resistenza a taglio.

Si riporta di seguito la verifica sulla sezione massimamente sollecitata a taglio.

VERIFICA TAGLIO ELEMENTI NON ARMATI A TAGLIO - § 4.1.2.1.3.1		TRAVI
1.280,00 mm	$d =$ altezza utile della sezione	
1,40	$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$	
500,00 mm	$b_w =$ Larghezza minima della sezione (in mm)	
0,005	$\rho_1 =$ Rapporto Geometrico di Armatura Longitudinale	
24,90 N/mm ²	f_{ck}	
N	N_{Ed}	
0,00 N/mm ²	$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c$	
0,2878	V_{min}	
0,3857	$V^* = 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c$	
246,84 kN	V_{Rd}	
222,93 kN	V_{Ed}	
1,11	FS	

Si prevede comunque la diposizione di staffe f 8 / 20 come indicato in Figura 19.1.

19.3 Verifiche SLE – Tensione

Si riportano di seguito le verifiche effettuate per la sezione più sollecitata della trave di fondazione considerata, tenendo conto che i limiti imposti dalla normativa per il controllo tensione agli stati limite di esercizio sono i seguenti:

Combinazione Rara

- Calcestruzzo Compresso → $\sigma_c = 0,60 \times f_{ck} = 15,00 \text{ N/mm}^2$
- Acciaio Teso → $\sigma_s = 0,80 \times f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$

Combinazione Quasi Permanente

- Calcestruzzo Compresso → $\sigma_c = 0,45 \times f_{ck} = 11,25 \text{ N/mm}^2$

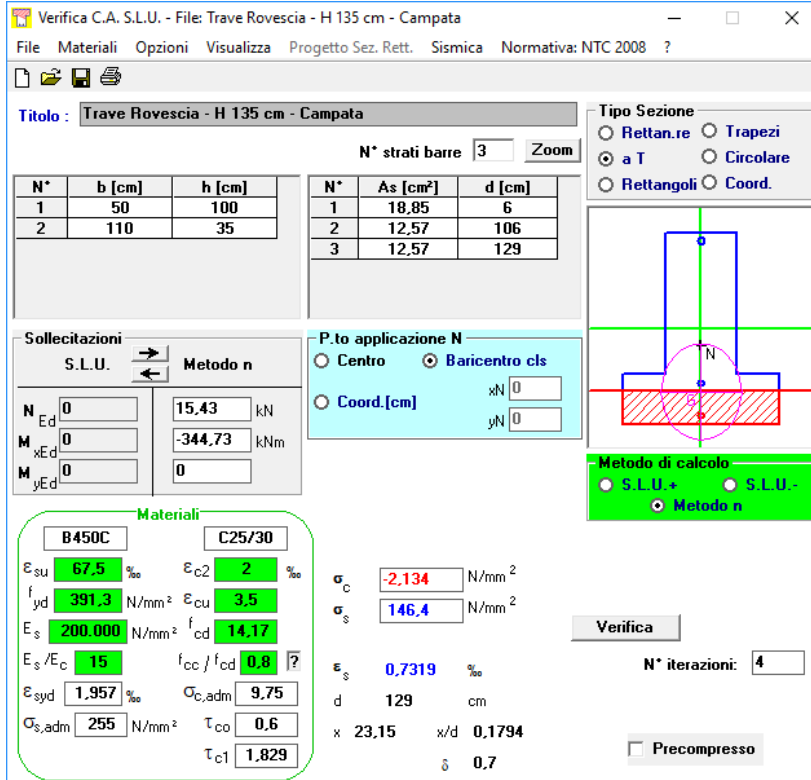


Figura 19.4 - Controllo di tensione agli SLE della sezione più sollecitata della trave di fondazione – Combinazione Rara

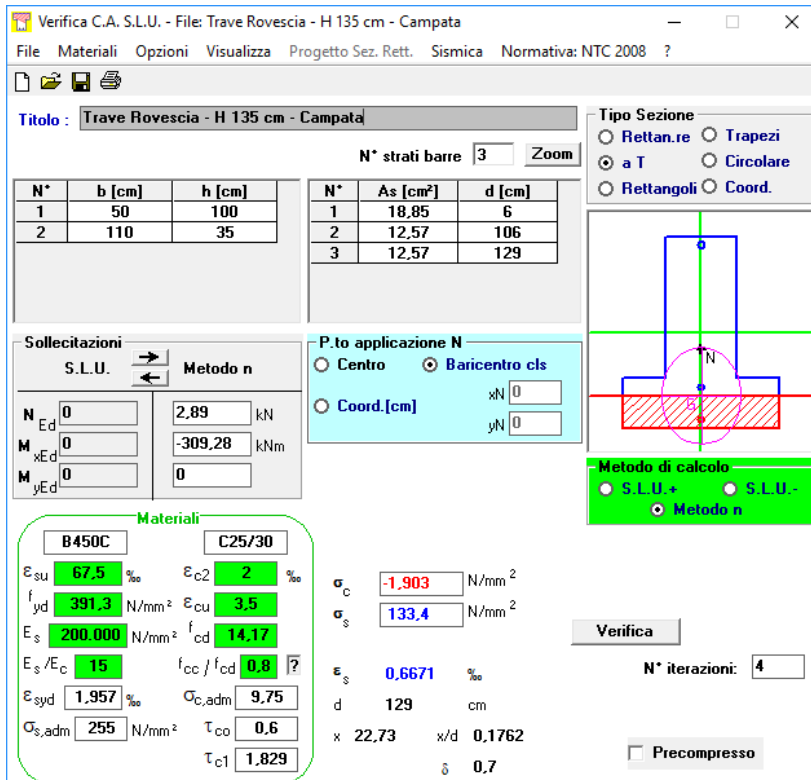


Figura 19.5 - Controllo di tensione agli SLE della sezione più sollecitata della trave di fondazione – Combinazione Quasi Permanente

19.4 Verifiche SLE – Fessurazione

Si riportano di seguito le verifiche effettuate per la sezione più sollecitata della trave di fondazione.

Stato Limite di Apertura delle Fessure

Combinazione Frequente

σ_s (Freq)	135,70 N/mm ²	Tensione nell'armatura tesa valutata nella sezione fessurata in comb Frequente
	Lunga Durata	Tipologia di Carico
K_t	0,40	Fattore dipendente dalla durata del carico
f_{ctm}	2,56 N/mm ²	
x	226,40 mm	
d	129,00 mm	
$h_{c,ef}$	374,53 mm	$h_{c,ef} = \min(2,5*(h-d); (h-x)/3; h/2)$
B_{sez}	500,00 mm	Larghezza della sezione intorno all'armatura tesa
$A_{c,eff}$	187.266,67 mm ²	Area efficace di calcestruzzo teso attorno all'armatura, di altezza $h_{c,ef}$,
A_s	1.884,96 mm ²	
ρ_{eff}	0,01	$\rho_{eff} = A_s / A_{c,eff}$
α_{ce}	6,68	$\alpha_{ce} = E_s / E_{cm}$
f_{ck}	24,90 N/mm ²	
E_{cls}	31.447,16 N/mm ²	
E_s	210.000,00 N/mm ²	
ϵ_{sm}	0,00039	Deformazione unitaria media delle barre
K_1	0,80	Per barre ad aderenza migliorata
K_2	0,50	Caso di flessione
K_3	3,40	
K_4	0,43	
ϕ	20,00 mm	Se si usano barre di diametro diverso...
c	58,00 mm	Ricoprimento armatura
$\Delta_{s,max}$	534,98 mm	Distanza massima tra le fessure
w_d (freq)	0,21 mm	Valore di calcolo dell'apertura delle fessure
w_3	0,40 mm	Armatura poco sensibile

Combinazione Quasi Permanente

σ_s (qp)	133,40 N/mm ²	Tensione nell'armatura tesa valutata nella sezione fessurata in comb Quasi Perm
ϵ_{sm}	0,00038	Deformazione unitaria media delle barre
w_d (qp)	0,20 mm	Valore di calcolo dell'apertura delle fessure
w_2	0,30 mm	Armatura poco sensibile

20 VERIFICHE TRAVE DI FONDAZIONE FILO FISSO B

La trave di fondazione interna, corrispondente al filo fisso B, ha le caratteristiche geometriche illustrate nella figura seguente.

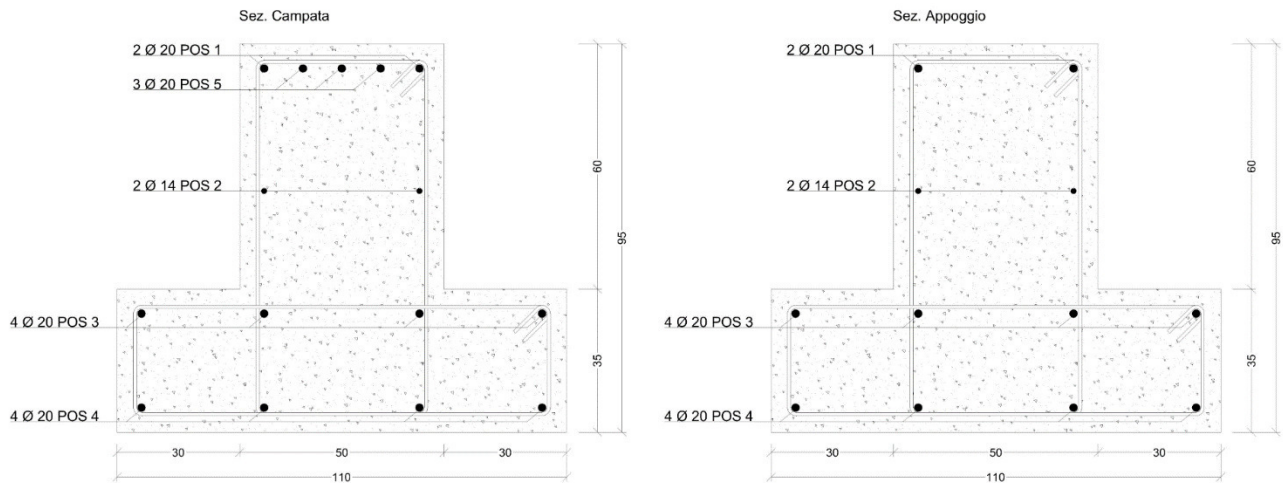


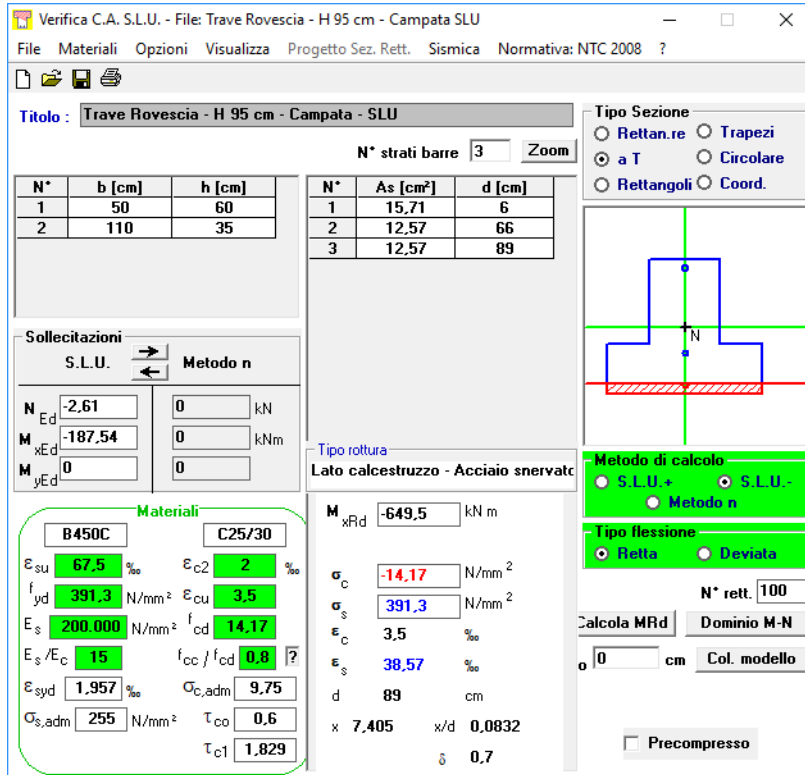
Figura 20.1 – Sezione tipo trave di fondazione filo fisso B

Si riportano di seguito le verifiche effettuate per le sezioni più sollecitate.

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE				
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO NM0Z	LOTTO 10	CODIFICA DOCUMENTO D 26 CL FA0500 001	REV. A

20.1 Verifiche SLU – Flessione

Tenendo conto della distribuzione di armature illustrata in Figura 19.1, si riportano di seguito le verifiche effettuate per le sezioni più sollecitate della trave di fondazione di bordo.



Verifica C.A. S.L.U. - File: Trave Rovescia - H 95 cm - Campata SLU

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

TITOLO: Trave Rovescia - H 95 cm - Campata - SLU

N° strati barre: 3 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	50	60	1	15,71	6
2	110	35	2	12,57	66
			3	12,57	89

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} -2,61 0 kN
 M_{xEd} -187,54 0 kNm
 M_{yEd} 0 0

Materiali
 B450C C25/30
 ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14,17
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 9,75
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,6
 τ_{c1} 1,829

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviate

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N
 0 cm Col. modello

Precompresso

M_{xRd} -649,5 kN m

σ_c -14,17 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ε_c 3,5 ‰
 ε_s 38,57 ‰
 d 89 cm
 x 7,405 x/d 0,0832
 δ 0,7

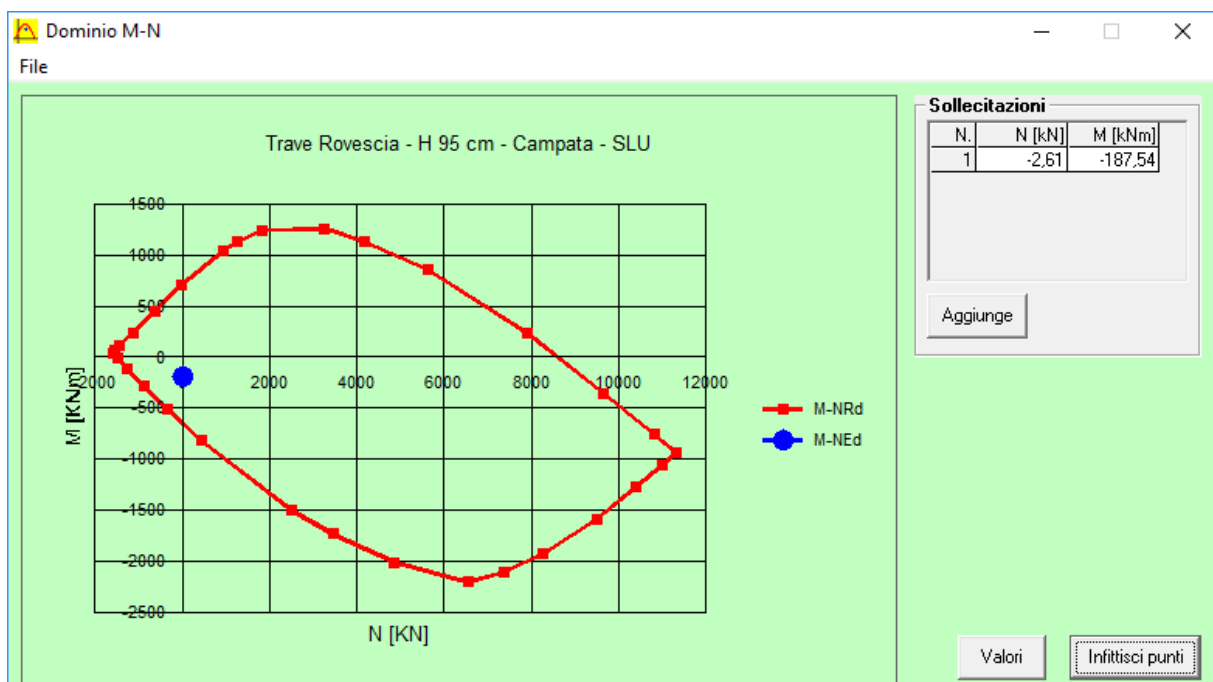


Figura 20.2 – Impostazioni per la verifica e dominio di resistenza a flessione – Campata

Verifica C.A. S.L.U. - File: Trave Rovescia - H 95 cm - Appoggio SLU

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: Trave Rovescia - H 95 cm - Appoggio - SLU

N° strati barre: 3 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	50	60	1	6,28	6
2	110	35	2	12,57	66
			3	12,57	89

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} -64,19 0 kN
M_{xEd} 156,94 0 kNm
M_{yEd} 0 0

Materiali
B450C C25/30

ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14,17
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 9,75
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,6
τ_{c1} 1,829

Tipo Sezione
Rettan.re Trapezi
a T Circolare
Rettangoli Coord.

Metodo di calcolo
S.L.U.+ S.L.U.-
Metodo n

Tipo flessione
Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

o 0 cm Col. modello

Precompresso

M_{xRd} 683,3 kN m

σ_c -14,17 N/mm²
σ_s 391,3 N/mm²
ε_c 3,5 ‰
ε_s 22,15 ‰
d 89 cm
x 12,14 x/d 0,1364
δ 0,7

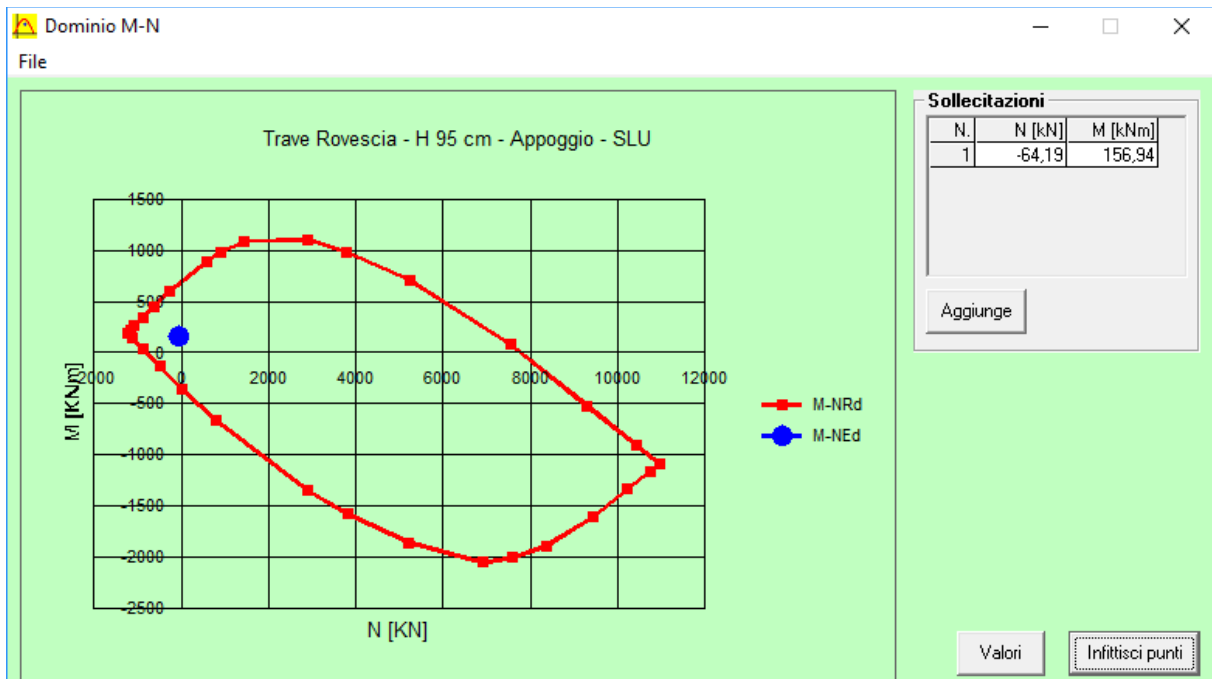


Figura 20.3 – Impostazioni per la verifica e dominio di resistenza a flessione - Appoggio

20.2 Verifiche SLU – Taglio

Secondo quanto specificato dalla normativa, la verifica resistenza a taglio degli elementi non dotati di armature trasversali resistenti a taglio si conduce controllando la seguente disuguaglianza:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd}$$

V_{Ed} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente, mentre V_{Rd} è la resistenza a taglio.

Si riporta di seguito la verifica sulla sezione massimamente sollecitata a taglio.

VERIFICA TAGLIO ELEMENTI NON ARMATI A TAGLIO - § 4.1.2.1.3.1		TRAVI
1.280,00 mm	$d =$ altezza utile della sezione	
1,40	$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$	
500,00 mm	$b_w =$ larghezza minima della sezione (in mm)	
0,005	$\rho_1 =$ Rapporto Geometrico di Armatura Longitudinale	
24,90 N/mm ²	f_{ck}	
N	N_{Ed}	
0,00 N/mm ²	$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c$	
0,2878	V_{min}	
0,3857	$V = 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c$	
246,84 kN	V_{Rd}	
163,70 kN	V_{Ed}	
1,51	FS	

Si prevede comunque la disposizione di staffe f 8 / 20 come indicato in Figura 19.1.

20.3 Verifiche SLE – Tensione


Si riportano di seguito le verifiche effettuate per le sezioni più sollecitate della trave di fondazione considerata, tenendo conto che i limiti imposti dalla normativa per il controllo tensione agli stati limite di esercizio sono i seguenti:

Combinazione Rara

- Calcestruzzo Compresso → $\sigma_c = 0,60 \times f_{ck} = 15,00 \text{ N/mm}^2$
- Acciaio Teso → $\sigma_s = 0,80 \times f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$

Combinazione Quasi Permanente

- Calcestruzzo Compresso → $\sigma_c = 0,45 \times f_{ck} = 11,25 \text{ N/mm}^2$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO				
	POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE				
RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NM0Z	10	D 26 CL FA0500 001	A	128 DI 133

Verifica C.A. S.L.U. - File: Trave Rovescia - H 95 cm - Campata SLE R

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: Trave Rovescia - H 95 cm - Campata - SLE Rara

N° strati barre: 3 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	50	60	1	15,71	6
2	110	35	2	12,57	66
			3	12,57	89

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 -2,29 kN
M_{xEd} 0 -133,61 kNm
M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C C25/30

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14,17 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9,75 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,6
 τ_{c1} 1,829

σ_c -1,611 N/mm²
 σ_s 99,39 N/mm²
 ϵ_s 0,497 ‰
d 89 cm
x 17,4 x/d 0,1956
 δ 0,7

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

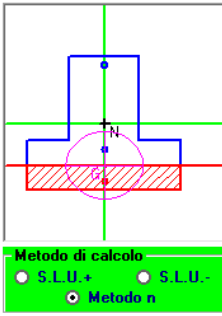


Figura 20.4 - Controllo di tensione agli SLE della sezione più sollecitata di campata della trave di fondazione – Combinazione Rara

Verifica C.A. S.L.U. - File: Trave Rovescia - H 95 cm - Campata

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: Trave Rovescia - H 95 cm - Campata - SLE Quasi Permanente

N° strati barre: 3 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	50	60	1	15,71	6
2	110	35	2	12,57	66
			3	12,57	89

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} -5,196 kN
M_{xEd} -122,75 kNm
M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C C25/30

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14,17 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9,75 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,6
 τ_{c1} 1,829

σ_c -1,479 N/mm²
 σ_s 92,18 N/mm²
 ϵ_s 0,4609 ‰
d 89 cm
x 17,26 x/d 0,194
 δ 0,7

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

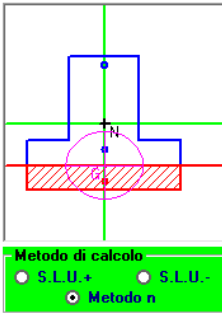


Figura 20.5 - Controllo di tensione agli SLE della sezione più sollecitata di campata della trave di fondazione – Combinazione Quasi Permanente

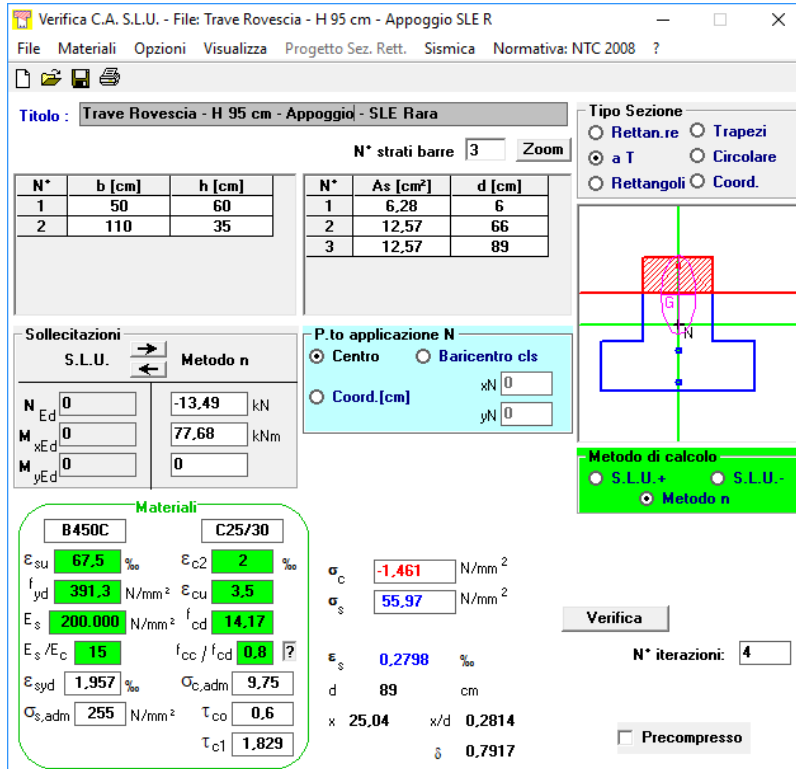


Figura 20.6 - Controllo di tensione agli SLE della sezione più sollecitata di appoggio della trave di fondazione – Combinazione Rara

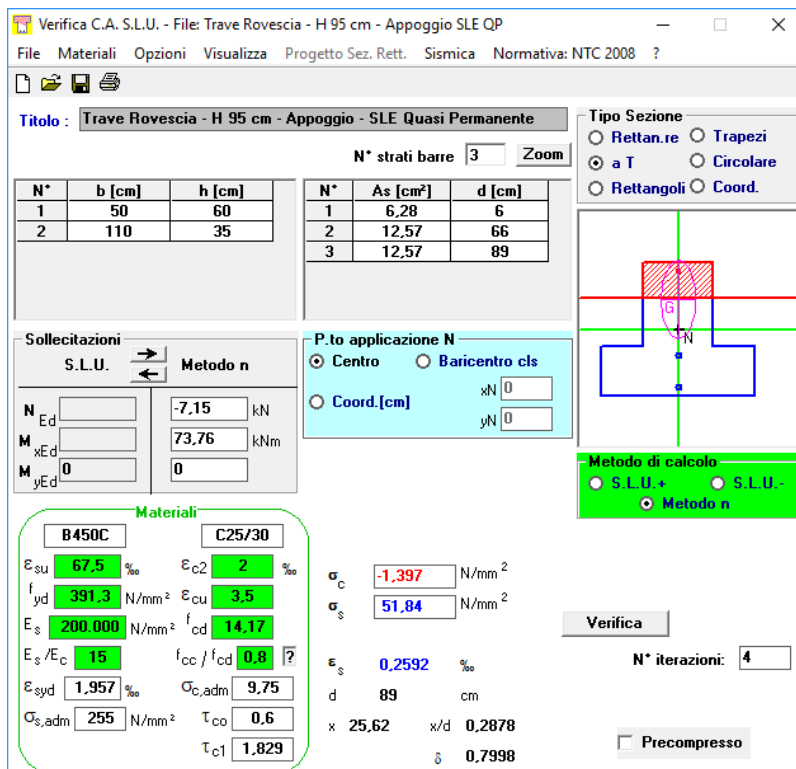


Figura 20.7 - Controllo di tensione agli SLE della sezione più sollecitata di appoggio della trave di fondazione – Combinazione Quasi Permanente

20.4 Verifiche SLE – Fessurazione

Si riportano di seguito le verifiche effettuate per le sezioni più sollecitate della trave di fondazione.

Sezione Campata

Stato Limite di Apertura delle Fessure

Combinazione Frequente

σ_s (Freq)	93,52 N/mm ²	Tensione nell'armatura tesa valutata nella sezione fessurata in comb Frequente
	Lunga Durata	Tipologia di Carico
K_t	0,40	Fattore dipendente dalla durata del carico
f_{ctm}	2,56 N/mm ²	
x	173,00 mm	
d	890,00 mm	
$h_{c,eff}$	392,33 mm	$h_{c,eff} = \min(2,5 \cdot (h - d); (h - x)/3; h/2)$
B_{sez}	500,00 mm	Larghezza della sezione intorno all'armatura tesa
$A_{c,eff}$	196.166,67 mm ²	Area efficace di calcestruzzo teso attorno all'armatura, di altezza $h_{c,eff}$,
A_s	942,48 mm ²	
ρ_{eff}	0,00	$\rho_{eff} = A_s / A_{c,eff}$
α_e	6,68	$\alpha_e = E_s / E_{cm}$
f_{ctk}	24,90 N/mm ²	
E_{ctk}	31.447,16 N/mm ²	
E_s	210.000,00 N/mm ²	
ϵ_{sm}	0,00027	Deformazione unitaria media delle barre
K_1	0,80	Per barre ad aderenza migliorata
K_2	0,50	Caso di flessione
K_3	3,40	
K_4	0,43	
ϕ	20,00 mm	Se si usano barre di diametro diverso...
c	58,00 mm	Ricoprimento armatura
$\Delta_{s,max}$	904,87 mm	Distanza massima tra le fessure
w_d (freq)	0,24 mm	Valore di calcolo dell'apertura delle fessure
w_3	0,40 mm	Armatura poco sensibile

Combinazione Quasi Permanente

σ_s (qp)	92,18 N/mm ²	Tensione nell'armatura tesa valutata nella sezione fessurata in comb Quasi Perm
ϵ_{sm}	0,00026	Deformazione unitaria media delle barre
w_d (qp)	0,24 mm	Valore di calcolo dell'apertura delle fessure
w_2	0,30 mm	Armatura poco sensibile

Sezione Appoggio

Stato Limite di Apertura delle Fessure

Combinazione Frequente

σ_s (Freq)	52,56 N/mm ²	Tensione nell'armatura tesa valutata nella sezione fessurata in comb Frequente
	Lunga Durata	Tipologia di Carico
K_t	0,40	Fattore dipendente dalla durata del carico
f_{ctm}	2,56 N/mm ²	
x	255,00 mm	
d	890,00 mm	
$h_{c,ef}$	365,00 mm	$h_{c,ef} = \min(2,5 \cdot (h - d); (h - x)/3; h/2)$
B_{sez}	1.100,00 mm	Larghezza della sezione intorno all'armatura tesa
$A_{c,eff}$	401.500,00 mm ²	Area efficace di calcestruzzo teso attorno all'armatura, di altezza $h_{c,ef}$,
A_s	942,48 mm ²	
ρ_{eff}	0,00	$\rho_{eff} = A_s / A_{c,eff}$
α_{e}	6,68	$\alpha_e = E_s / E_{cm}$
f_{ck}	24,90 N/mm ²	
E_{cls}	31.447,16 N/mm ²	
E_s	210.000,00 N/mm ²	
ϵ_{sm}	0,00015	Deformazione unitaria media delle barre
K_1	0,80	Per barre ad aderenza migliorata
K_2	0,50	Caso di flessione
K_3	3,40	
K_4	0,43	
ϕ	20,00 mm	Se si usano barre di diametro diverso...
c	58,00 mm	Ricoprimento armatura
$\Delta_{s,max}$	1.645,62 mm	Distanza massima tra le fessure
w_d (freq)	0,25 mm	Valore di calcolo dell'apertura delle fessure
w_3	0,40 mm	Armatura poco sensibile

Combinazione Quasi Permanente

σ_s (qp)	51,84 N/mm ²	Tensione nell'armatura tesa valutata nella sezione fessurata in comb Quasi Perm
ϵ_{sm}	0,00015	Deformazione unitaria media delle barre
w_d (qp)	0,24 mm	Valore di calcolo dell'apertura delle fessure
w_2	0,30 mm	Armatura poco sensibile

**PROGETTO DEFINITIVO****POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA****QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA****FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE****RELAZIONE DI CALCOLO**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26 CL	FA0500 001	A	132 DI 133

21 CONCLUSIONI

Si riportano di seguito le incidenze di armatura dei principali elementi strutturali:

Fondazione Fabbricato.....80 kg/m³

Pilastrini Fabbricato.....220 kg/m³

Travi Fabbricato.....150 kg/m³



PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA

FASE I - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE

RELAZIONE DI CALCOLO

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26 CL	FA0500 001	A	133 DI 133

22 ALLEGATO – TABULATI DI CALCOLO

Indice

Parametri di normativa	3
Parte generale	3
Azioni assiali e flettenti	3
Taglio	4
Effetti delle imperfezioni	4
Effetti del secondo ordine	5
Stati limite di esercizio	5
Sistemi di riferimento e convenzioni di segno	5
Verifiche di resistenza delle travi primarie	7
Travata 16-17-18-19	7
Travata 20	9
Travata 24-25-26-27	10
Travata 47	12
Travata 48	13
Travata 49	14
Travata 50	15
Travata 51	16
Travata 52	17
Travata 53	18
Travata 54	19
Travata 57	20
Travata 58	21
Travata 61-62	22
Travata 63-64	23
Travata 65-66	24
Travata 67-68	25
Travata 69-70	26
Verifiche di resistenza dei pilastri primari	28
Pilastrata 1	28
Pilastrata 10-72	29
Pilastrata 11	31
Pilastrata 12	32
Pilastrata 13	33
Pilastrata 14	34
Pilastrata 15	35
Pilastrata 2	37
Pilastrata 3	38
Pilastrata 7-38	39
Pilastrata 8-39	41
Pilastrata 4	42
Pilastrata 9-40	44

Pilastrata 5.....	45
Pilastrata 6-71	46
Verifiche di resistenza dei nodi.....	48

Parametri di normativa

Parte generale

Il codice di verifica utilizzato per la progettazione e la verifica degli elementi in c.a. è l'NTC2008.

I coefficienti parziali di sicurezza relativi a calcestruzzo ed acciaio utilizzati nei calcoli sono, rispettivamente:

$$\gamma_c = 1,50$$

$$\gamma_s = 1,15$$

La conversione da resistenza cubica, R_{ck} , a resistenza cilindrica, f_{ck} , è effettuato attraverso un fattore di conversione costante pari a 0,83.

Azioni assiali e flettenti

Le verifiche di resistenza per azioni assiali e flettenti vengono effettuate per mezzo di domini di resistenza tridimensionali, calcolati con riferimento ai possibili campi di rottura delle sezioni.

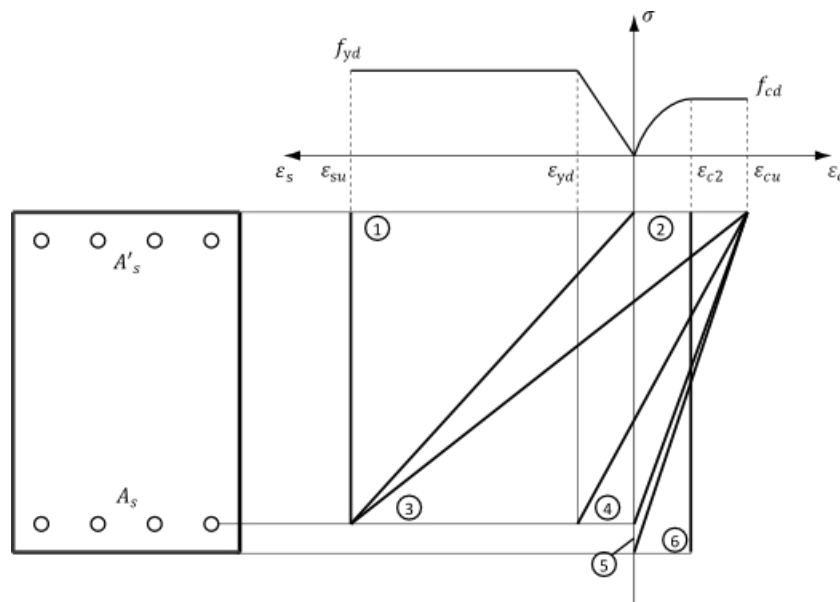


Figura 1: possibili campi di rottura della sezione

Per i materiali sono stati assunti i seguenti legami costitutivi:

- per il calcestruzzo è stato utilizzato un legame di tipo "stress-block", definito dai seguenti parametri

$$\epsilon_{c4} = 0.07\%$$

$$\epsilon_{cu} = 0.35\%$$

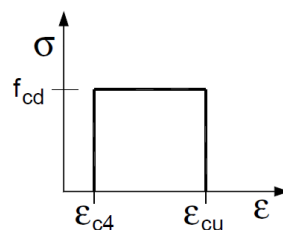


Figura 2: legame costitutivo di tipo stress-block

- per l'acciaio è stato utilizzato un legame di tipo "elastico-perfettamente plastico", definito dai seguenti parametri

$$E_s = 200000 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_{su} = 0,01$$

Il fattore di riduzione della resistenza del calcestruzzo per azioni di lunga durata è stato assunto pari a $\alpha_{cc} = 0,85$.

Taglio

La resistenza degli elementi dotati di armatura trasversale resistente al taglio è calcolata attraverso il modello a traliccio descritto al § 4.1.2.1.3.2 della norma.

L'inclinazione θ dei puntoni di calcestruzzo compressi è determinata in automatico dal programma in modo da massimizzare la resistenza dell'elemento ed è limitata dalla seguente espressione: $1 \leq \cot \theta \leq 2.5$.

Tale procedura viene applicata per tutti gli elementi ad esclusione delle zone critiche di travi e pilastri primari di strutture in CDA, per le quali viene sempre assunto $\theta = 45^\circ$.

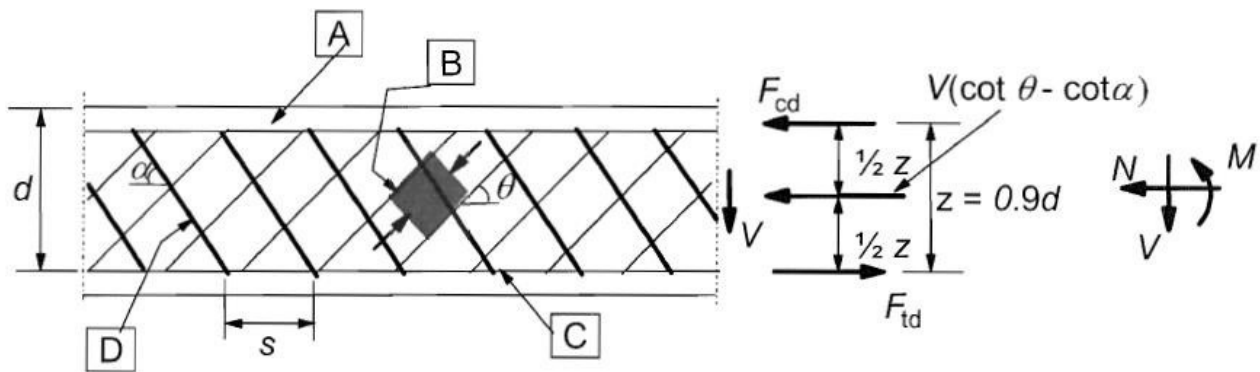


Figura 5: meccanismo resistente a taglio

Effetti delle imperfezioni

Gli effetti delle imperfezioni sono tenuti in considerazione per ogni combinazione che comporti la compressione del pilastro attraverso momenti aggiuntivi calcolati secondo l'approccio suggerito al § 5.2(5),(7) dell'EC2. I parametri di base che definiscono l'entità delle imperfezioni sono stati assunti pari a:

$$\theta_0 = 0,005$$

$$m = 1$$

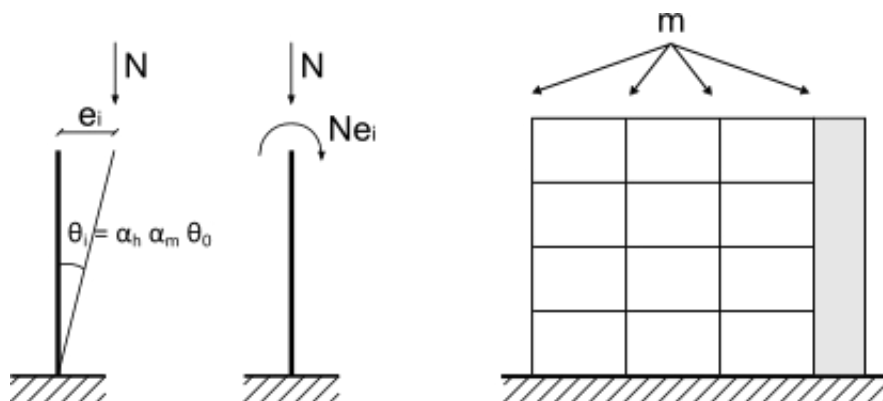


Figura 6: effetti delle imperfezioni geometriche

I momenti aggiuntivi derivanti vengono considerati in entrambe le direzioni principali separatamente.

Effetti del secondo ordine

Le analisi sono state condotte limitatamente agli effetti del 1° ordine.

Gli effetti del secondo ordine sono tenuti in considerazione attraverso l'applicazione di momenti aggiuntivi per tutti i pilastri la cui snellezza supera il valore limite stabilito dalla normativa.

Le luci libere degli elementi sono state determinate in accordo all'ipotesi di struttura a "nodi fissi" e risultano quindi sempre minori o uguali all'altezza del pilastro.

Data la tipologia di analisi svolta, le luci libere degli elementi sono state sempre assunte minori o uguali all'altezza del pilastro.

Il calcolo dei momenti aggiuntivi è eseguito in accordo al metodo della "rigidezza nominale", definito al § 5.8.7 dell'EC2, per il quale si sono adottati i seguenti parametri:

$$\varphi_{ef} = 2,14$$

$$c_0 = 8$$

$$\gamma_{ce} = 1,2$$

Stati limite di esercizio

Le verifiche agli stati limite di esercizio sono condotte con riferimento a condizioni ambientali ordinarie e una tipologia di armatura poco sensibile.

Il coefficiente di omogeneizzazione fra acciaio e calcestruzzo ($n = E_s/E_c$) è stato assunto pari a 15.

Sistemi di riferimento e convenzioni di segno

Tutte le verifiche sono condotte con riferimento alle sollecitazioni espresse in un sistema di riferimento locale (2-3) baricentrico delle sezioni. Gli eventuali effetti dovuti alle imperfezioni e gli effetti del secondo ordine vengono aggiunti dopo aver ruotato le sollecitazioni locali nel sistema di riferimento principale; le sollecitazioni risultanti sono poi nuovamente proiettate nel sistema locale per le verifiche.

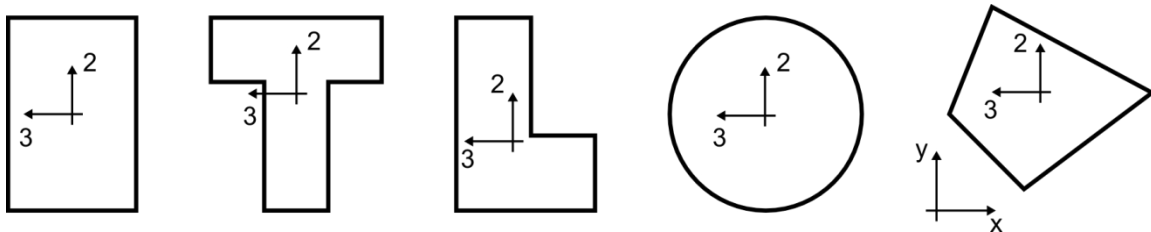


Figura 7: sistema di riferimento locale delle sezioni

Eventuali rotazioni assegnate alle aste sono espresse in senso antiorario a partire dalla configurazione di riferimento. I momenti flettenti sono positivi quando provocano compressione sulle facce positive della sezione individuate dal verso degli assi locali.

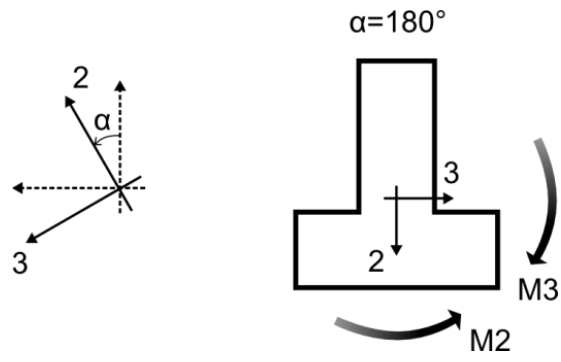


Figura 8: convenzioni di segno per rotazioni e momenti

Verifiche di resistenza delle travi primarie

Travata 16-17-18-19

Geometria e materiali

Numero campate	4
Lunghezza campate [m]	6,70 - 6,50 - 6,50 - 5,70
Angolo di rotazione [°]	0
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	70,0
Copriferro superiore [cm]	4,8
Copriferro inferiore [cm]	4,8
Copriferro laterale [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature longitudinali della travata

Trave	Segmento	L [m]	Armatura Longitudinale				
			Superiore		Inferiore		Centrale
16	1	1,00	2-Ø20	1-Ø20	2-Ø20		
	2	4,70					
	3	1,00		1-Ø20			
17	1	1,00	2-Ø20	1-Ø20	2-Ø20		
	2	4,50					
	3	1,00		1-Ø20			
18	1	1,00	2-Ø20	1-Ø20	2-Ø20		
	2	4,50					
	3	1,00		1-Ø20			
19	1	1,00	2-Ø20	1-Ø20	2-Ø20		
	2	3,70					
	3	1,00		1-Ø20			

Verifiche PMM della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	ΔM3	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
16	1	QKE1	28,24	11,42	98,73	0,000	0,70
	2	SLU_TOT	21,10	7,480	111,5	0,000	0,77
	3	QKE1	28,24	5,151	-172,0	0,000	0,79
17	1	QKE1	45,21	-8,058	-154,5	0,000	0,74
	2	QKE1	45,21	-5,878	-66,92	0,000	0,53
	3	QKE1	45,21	-5,627	-140,3	0,000	0,68
18	1	QKE1	65,51	6,600	-134,7	0,000	0,68
	2	QKE1	65,51	-1,553	-64,17	0,000	0,55
	3	QKE1	65,51	-3,183	-150,7	0,000	0,75
19	1	QKE1	0,000	0,000	-145,8	0,000	0,64
	2	SLU_TOT	0,000	0,000	105,1	0,000	0,68
	3	QKE1	0,000	0,000	-118,2	0,000	0,52

Verifiche a taglio in direzione 2 della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	d	Staffe	Combinazione	V _{Sd}	V _{Rd}	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
16	1	65,2	2-Ø8/150	SLU_TOT	-107,7	384,7	0,28
	2	65,2		SLU_TOT	104,0	384,7	0,27
	3	65,2		SLU_TOT	141,7	384,7	0,37
17	1	65,2	2-Ø8/150	SLU_TOT	-124,8	384,7	0,32
	2	65,2		SLU_TOT	-86,01	384,7	0,22

Trave	Segmento	d	Staffe	Combinazione	Vsd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
	3	65,2		SLU_TOT	112,5	384,7	0,29
18	1	65,2	2-Ø8/150	SLU_TOT	-111,4	384,7	0,29
	2	65,2		SLU_TOT	87,00	384,7	0,23
	3	65,2		SLU_TOT	125,8	384,7	0,33
19	1	65,2	2-Ø8/150	SLU_TOT	-156,3	384,7	0,41
	2	65,2		SLU_TOT	-104,3	384,7	0,27
	3	65,2		SLU_TOT	133,4	384,7	0,35

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σc,min	σc,lim	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm²]	[N/mm²]	
16	1	SLE_r_TOT	15,16	8,912	-28,42	-3,381	-18,43	0,18
	2	SLE_r_TOT	3,848	5,995	80,94	-6,078	-18,43	0,33
	3	SLE_r_TOT	3,848	1,612	-110,0	-5,662	-18,43	0,31
17	1	SLE_r_TOT	10,56	-5,513	-101,5	-6,154	-18,43	0,33
	2	SLE_r_TOT	10,56	-3,073	44,49	-3,268	-18,43	0,18
	3	SLE_r_TOT	10,56	-905,4e-3	-77,33	-3,891	-18,43	0,21
18	1	SLE_r_TOT	11,42	3,949	-75,64	-4,539	-18,43	0,25
	2	SLE_r_TOT	11,42	1,594	44,16	-2,846	-18,43	0,15
	3	SLE_r_TOT	11,42	-1,704	-104,1	-5,369	-18,43	0,29
19	1	SLE_r_TOT	0,000	0,000	-90,73	-4,363	-18,43	0,24
	2	SLE_r_TOT	0,000	0,000	78,01	-4,335	-18,43	0,24
	3	SLE_r_TOT	0,000	0,000	-44,68	-2,149	-18,43	0,12

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σc,min	σc,lim	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm²]	[N/mm²]	
16	1	SLE_qp	10,09	6,847	-20,07	-2,492	-13,82	0,18
	2	SLE_qp	10,09	4,368	64,51	-4,726	-13,82	0,34
	3	SLE_qp	10,09	402,7e-3	-88,34	-4,299	-13,82	0,31
17	1	SLE_qp	13,23	-3,650	-80,79	-4,710	-13,82	0,34
	2	SLE_qp	13,23	-1,919	34,96	-2,421	-13,82	0,18
	3	SLE_qp	13,23	-188,3e-3	-61,68	-2,948	-13,82	0,21
18	1	SLE_qp	15,35	2,083	-60,14	-3,334	-13,82	0,24
	2	SLE_qp	15,35	873,4e-3	32,29	-1,971	-13,82	0,14
	3	SLE_qp	15,35	-819,6e-3	-86,09	-4,269	-13,82	0,31
19	1	SLE_qp	0,000	0,000	-76,47	-3,677	-13,82	0,27
	2	SLE_qp	0,000	0,000	68,13	-3,786	-13,82	0,27
	3	SLE_qp	0,000	0,000	-35,84	-1,724	-13,82	0,12

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σs	σs,lim	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm²]	[N/mm²]	
16	1	SLE_r_TOT	15,16	8,912	-28,42	94,96	360,0	0,26
	2	SLE_r_TOT	15,16	5,995	80,94	244,2	360,0	0,68
	3	SLE_r_TOT	15,16	1,612	-110,0	208,4	360,0	0,58
17	1	SLE_r_TOT	18,21	-5,513	-101,5	205,3	360,0	0,57
	2	SLE_r_TOT	18,21	-3,073	44,49	141,3	360,0	0,39
	3	SLE_r_TOT	18,21	-905,4e-3	-77,33	149,6	360,0	0,42
18	1	SLE_r_TOT	22,32	3,949	-75,64	157,1	360,0	0,44
	2	SLE_r_TOT	22,32	1,594	44,16	138,7	360,0	0,39
	3	SLE_r_TOT	22,32	-1,704	-104,1	201,6	360,0	0,56
19	1	SLE_r_TOT	0,000	0,000	-90,73	162,5	360,0	0,45
	2	SLE_r_TOT	0,000	0,000	78,01	206,6	360,0	0,57
	3	SLE_r_TOT	0,000	0,000	-44,68	80,01	360,0	0,22

Verifiche di fessurazione

Trave	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
16	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK
17	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK
18	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK
19	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK

Travata 20

Geometria e materiali

Numero campate	1
Lunghezza campate [m]	5,70
Angolo di rotazione [°]	0
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	50,0
Copriferro superiore [cm]	4,8
Copriferro inferiore [cm]	4,8
Copriferro laterale [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature longitudinali della travata

Trave	Segmento	L [m]	Armatura Longitudinale			
			Superiore		Inferiore	Centrale
20	1	1,90	3-Ø20		3-Ø20	
	2	1,90				
	3	1,90				

Verifiche PMM della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	ΔM3	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
20	1	QKE1	0,000	0,000	-83,99	0,000	0,54
	2	SLU_TOT	0,000	0,000	62,87	0,000	0,41
	3	QKE1	0,000	0,000	-103,0	0,000	0,67

Verifiche a taglio in direzione 2 della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	d [cm]	Staffe	Combinazione	Vsd	VRd	D/C
					[kN]	[kN]	
20	1	45,2	2-Ø8/150	SLU_TOT	-92,33	266,7	0,35
	2	45,2		QKE1	39,05	266,7	0,15
	3	45,2		SLU_TOT	96,95	266,7	0,36

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ _{c,min}	σ _{c,lim}	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
20	1	SLE_r_TOT	0,000	0,000	-44,03	-3,542	-18,43	0,19
	2	SLE_r_TOT	0,000	0,000	47,98	-3,859	-18,43	0,21
	3	SLE_r_TOT	0,000	0,000	-54,23	-4,362	-18,43	0,24

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
20	1	SLE_qp	0,000	0,000	-41,50	-3,338	-13,82	0,24
	2	SLE_qp	0,000	0,000	47,53	-3,823	-13,82	0,28
	3	SLE_qp	0,000	0,000	-51,52	-4,144	-13,82	0,30

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
20	1	SLE_r_TOT	0,000	0,000	-44,03	115,5	360,0	0,32
	2	SLE_r_TOT	0,000	0,000	47,98	125,8	360,0	0,35
	3	SLE_r_TOT	0,000	0,000	-54,23	142,2	360,0	0,40

Verifiche di fessurazione

Trave	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
20	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK

Travata 24-25-26-27

Geometria e materiali

Numero campate	4
Lunghezza campate [m]	6,70 - 6,50 - 6,50 - 5,70
Angolo di rotazione [°]	0
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	70,0
Copriferro superiore [cm]	4,8
Copriferro inferiore [cm]	4,8
Copriferro laterale [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature longitudinali della travata

Trave	Segmento	L [m]	Armatura Longitudinale			
			Superiore		Inferiore	
24	1	1,00	2-Ø20	1-Ø20	2-Ø20	
	2	4,70				
	3	1,00		1-Ø20		
25	1	1,00	2-Ø20	1-Ø20	2-Ø20	
	2	4,50				
	3	1,00		1-Ø20		
26	1	1,00	2-Ø20	1-Ø20	2-Ø20	
	2	4,50				
	3	1,00		1-Ø20		
27	1	1,00	2-Ø20	1-Ø20	2-Ø20	
	2	3,70				
	3	1,00		1-Ø20		

Verifiche PMM della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
24	1	QKE1	28,24	-11,42	98,73	0,000	0,70
	2	SLU_TOT	21,10	-7,480	111,5	0,000	0,77
	3	QKE1	28,24	-5,151	-172,0	0,000	0,79

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
25	1	QKE1	45,21	8,058	-154,5	0,000	0,74
	2	QKE1	45,21	5,878	-66,92	0,000	0,53
	3	QKE1	45,21	5,627	-140,3	0,000	0,68
26	1	QKE1	65,51	-6,600	-134,7	0,000	0,68
	2	QKE1	65,51	1,553	-64,17	0,000	0,55
	3	QKE1	65,51	3,183	-150,7	0,000	0,75
27	1	QKE1	0,000	0,000	-145,8	0,000	0,64
	2	SLU_TOT	0,000	0,000	105,1	0,000	0,68
	3	QKE1	0,000	0,000	-118,2	0,000	0,52

Verifiche a taglio in direzione 2 della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	d	Staffe	Combinazione	VSD	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
24	1	65,2	2- \emptyset 8/150	SLU_TOT	-107,7	384,7	0,28
	2	65,2		SLU_TOT	104,0	384,7	0,27
	3	65,2		SLU_TOT	141,7	384,7	0,37
25	1	65,2	2- \emptyset 8/150	SLU_TOT	-124,8	384,7	0,32
	2	65,2		SLU_TOT	-86,01	384,7	0,22
	3	65,2		SLU_TOT	112,5	384,7	0,29
26	1	65,2	2- \emptyset 8/150	SLU_TOT	-111,4	384,7	0,29
	2	65,2		SLU_TOT	87,00	384,7	0,23
	3	65,2		SLU_TOT	125,8	384,7	0,33
27	1	65,2	2- \emptyset 8/150	SLU_TOT	-156,5	384,7	0,41
	2	65,2		SLU_TOT	-104,5	384,7	0,27
	3	65,2		SLU_TOT	133,4	384,7	0,35

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
24	1	SLE_r_TOT	15,16	-8,912	-28,42	-3,381	-18,43	0,18
	2	SLE_r_TOT	3,848	-5,995	80,94	-6,078	-18,43	0,33
	3	SLE_r_TOT	3,848	-1,612	-110,0	-5,662	-18,43	0,31
25	1	SLE_r_TOT	10,56	5,513	-101,5	-6,154	-18,43	0,33
	2	SLE_r_TOT	10,56	3,073	44,49	-3,268	-18,43	0,18
	3	SLE_r_TOT	10,56	905,4e-3	-77,33	-3,891	-18,43	0,21
26	1	SLE_r_TOT	11,42	-3,949	-75,64	-4,539	-18,43	0,25
	2	SLE_r_TOT	11,42	-1,594	44,16	-2,846	-18,43	0,15
	3	SLE_r_TOT	11,42	1,704	-104,1	-5,369	-18,43	0,29
27	1	SLE_r_TOT	0,000	0,000	-90,92	-4,372	-18,43	0,24
	2	SLE_r_TOT	0,000	0,000	78,01	-4,335	-18,43	0,24
	3	SLE_r_TOT	0,000	0,000	-44,68	-2,149	-18,43	0,12

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
24	1	SLE_qp	10,09	-6,847	-20,07	-2,492	-13,82	0,18
	2	SLE_qp	10,09	-4,368	64,51	-4,726	-13,82	0,34
	3	SLE_qp	10,09	-402,7e-3	-88,34	-4,299	-13,82	0,31
25	1	SLE_qp	13,23	3,650	-80,79	-4,710	-13,82	0,34
	2	SLE_qp	13,23	1,919	34,96	-2,421	-13,82	0,18
	3	SLE_qp	13,23	188,3e-3	-61,68	-2,948	-13,82	0,21
26	1	SLE_qp	15,35	-2,083	-60,14	-3,334	-13,82	0,24
	2	SLE_qp	15,35	-873,4e-3	32,29	-1,971	-13,82	0,14
	3	SLE_qp	15,35	819,6e-3	-86,09	-4,269	-13,82	0,31
27	1	SLE_qp	0,000	0,000	-76,47	-3,677	-13,82	0,27

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_{\min}	σ_{\lim}	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
	2	SLE_qp	0,000	0,000	68,13	-3,786	-13,82	0,27
	3	SLE_qp	0,000	0,000	-35,84	-1,724	-13,82	0,12

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,\lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
24	1	SLE_r_TOT	15,16	-8,912	-28,42	94,96	360,0	0,26
	2	SLE_r_TOT	15,16	-5,995	80,94	244,2	360,0	0,68
	3	SLE_r_TOT	15,16	-1,612	-110,0	208,4	360,0	0,58
25	1	SLE_r_TOT	18,21	5,513	-101,5	205,3	360,0	0,57
	2	SLE_r_TOT	18,21	3,073	44,49	141,3	360,0	0,39
	3	SLE_r_TOT	18,21	905,4e-3	-77,33	149,6	360,0	0,42
26	1	SLE_r_TOT	22,32	-3,949	-75,64	157,1	360,0	0,44
	2	SLE_r_TOT	22,32	-1,594	44,16	138,7	360,0	0,39
	3	SLE_r_TOT	22,32	1,704	-104,1	201,6	360,0	0,56
27	1	SLE_r_TOT	0,000	0,000	-90,92	162,8	360,0	0,45
	2	SLE_r_TOT	0,000	0,000	78,01	206,6	360,0	0,57
	3	SLE_r_TOT	0,000	0,000	-44,68	80,01	360,0	0,22

Verifiche di fessurazione

Trave	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
24	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK
25	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK
26	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK
27	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK

Travata 47

Geometria e materiali

Numero campate	1
Lunghezza campate [m]	6,53
Angolo di rotazione [°]	0
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	26,0
Copriferro superiore [cm]	4,8
Copriferro inferiore [cm]	4,8
Copriferro laterale [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature longitudinali della travata

Trave	Segmento	L [m]	Armatura Longitudinale			
			Superiore	Inferiore	Centrale	
47	1	1,00	2-Ø14	1-Ø14	2-Ø14	
	2	5,53				

Verifiche PMM della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
47	1	QKE2	-7,132	-983,8e-3	-15,24	0,000	0,42
	2	QKE2	-3,427	-926,8e-3	-9,271	0,000	0,36

Verifiche a taglio in direzione 2 della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	d	Staffe	Combinazione	Vsd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
47	1	21,2	2- \emptyset 8/150	SLU_TOT	-8,271	125,1	0,07
	2	21,2		SLU_TOT	8,172	125,1	0,07

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
47	1	SLE_r_TOT	-13,70	-1,042	-7,573	-3,812	-18,43	0,21
	2	SLE_r_TOT	-7,520	-1,133	-6,791	-4,043	-18,43	0,22

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
47	1	SLE_qp	-10,96	-734,4e-3	-6,424	-3,157	-13,82	0,23
	2	SLE_qp	-7,254	-694,1e-3	-6,567	-3,677	-13,82	0,27

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
47	1	SLE_r_TOT	-11,22	-1,042	-7,573	82,70	360,0	0,23
	2	SLE_r_TOT	-7,520	-1,133	-6,791	112,0	360,0	0,31

Verifiche di fessurazione

Trave	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
47	1	OK	OK
	2	OK	OK

Travata 48

Geometria e materiali

Numero campate	1
Lunghezza campate [m]	6,53
Angolo di rotazione [°]	0
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	26,0
Copriferro superiore [cm]	4,8
Copriferro inferiore [cm]	4,8
Copriferro laterale [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature longitudinali della travata

Trave	Segmento	L	Armatura Longitudinale			
		[m]	Superiore	Inferiore	Centrale	
48	1	1,00	2- \emptyset 14	1- \emptyset 14	2- \emptyset 14	
	2	5,53				

Verifiche PMM della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
-------	----------	--------------	---	----	----	-------------	-----

		ne	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
48	1	QKE2	-7,132	983,8e-3	-15,24	0,000	0,42
	2	QKE2	-3,427	926,8e-3	-9,271	0,000	0,36

Verifiche a taglio in direzione 2 della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	d	Staffe	Combinazione	VSD	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
48	1	21,2	2-Ø8/150	SLU_TOT	-8,271	125,1	0,07
	2	21,2		SLU_TOT	8,172	125,1	0,07

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
48	1	SLE_r_TOT	-13,70	1,042	-7,573	-3,812	-18,43	0,21
	2	SLE_r_TOT	-7,447	1,133	-6,791	-4,043	-18,43	0,22

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
48	1	SLE_qp	-10,96	734,4e-3	-6,424	-3,157	-13,82	0,23
	2	SLE_qp	-7,254	694,1e-3	-6,567	-3,677	-13,82	0,27

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
48	1	SLE_r_TOT	-11,15	1,042	-7,573	82,78	360,0	0,23
	2	SLE_r_TOT	-7,447	1,133	-6,791	112,2	360,0	0,31

Verifiche di fessurazione

Trave	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
48	1	OK	OK
	2	OK	OK

Travata 49

Geometria e materiali

Numero campate	1
Lunghezza campate [m]	6,53
Angolo di rotazione [°]	0
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	26,0
Copriferro superiore [cm]	4,8
Copriferro inferiore [cm]	4,8
Copriferro laterale [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature longitudinali della travata

Trave	Segmento	L	Armatura Longitudinale		
		[m]	Superiore	Inferiore	Centrale
49	1	1,00	2-Ø14	1-Ø14	2-Ø14
	2	5,53			

Verifiche PMM della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
49	1	QKE2	5,188	580,1e-3	-15,37	0,000	0,45

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
	2	QKE2	8,893	491,0e-3	-9,260	0,000	0,40

Verifiche a taglio in direzione 2 della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	d	Staffe	Combinazione	VSD	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
49	1	21,2	2- \emptyset 8/150	SLU_TOT	-8,245	125,1	0,07
	2	21,2		SLU_TOT	8,160	125,1	0,07

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
49	1	SLE_r_TOT	534,1e-3	621,1e-3	-7,485	-3,518	-18,43	0,19
	2	SLE_r_TOT	4,239	696,6e-3	-6,777	-3,791	-18,43	0,21

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
49	1	SLE_qp	608,6e-3	465,7e-3	-6,374	-2,960	-13,82	0,21
	2	SLE_qp	4,314	341,3e-3	-6,588	-3,474	-13,82	0,25

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
49	1	SLE_r_TOT	3,307	621,1e-3	-7,485	95,29	360,0	0,26
	2	SLE_r_TOT	7,012	696,6e-3	-6,777	133,6	360,0	0,37

Verifiche di fessurazione

Trave	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
49	1	OK	OK
	2	OK	OK

Travata 50

Geometria e materiali

Numero campate	1
Lunghezza campate [m]	6,53
Angolo di rotazione [°]	0
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	26,0
Copriferro superiore [cm]	4,8
Copriferro inferiore [cm]	4,8
Copriferro laterale [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature longitudinali della travata

Trave	Segmento	L	Armatura Longitudinale			
		[m]	Superiore	Inferiore	Centrale	
50	1	1,00	2- \emptyset 14	1- \emptyset 14	2- \emptyset 14	
	2	5,53				

Verifiche PMM della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
50	1	QKE2	5,188	-580,1e-3	-15,37	0,000	0,45

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
	2	QKE2	8,893	-491,0e-3	-9,260	0,000	0,40

Verifiche a taglio in direzione 2 della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	d	Staffe	Combinazione	VSD	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
50	1	21,2	2- \emptyset 8/150	SLU_TOT	-8,245	125,1	0,07
	2	21,2		SLU_TOT	8,160	125,1	0,07

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
50	1	SLE_r_TOT	497,4e-3	-621,1e-3	-7,485	-3,518	-18,43	0,19
	2	SLE_r_TOT	4,202	-696,6e-3	-6,777	-3,791	-18,43	0,21

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
50	1	SLE_qp	608,6e-3	-465,7e-3	-6,374	-2,960	-13,82	0,21
	2	SLE_qp	4,314	-341,3e-3	-6,588	-3,474	-13,82	0,25

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
50	1	SLE_r_TOT	3,307	-621,1e-3	-7,485	95,29	360,0	0,26
	2	SLE_r_TOT	7,012	-696,6e-3	-6,777	133,6	360,0	0,37

Verifiche di fessurazione

Trave	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
50	1	OK	OK
	2	OK	OK

Travata 51

Geometria e materiali

Numero campate	1
Lunghezza campate [m]	6,53
Angolo di rotazione [°]	0
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	26,0
Copriferro superiore [cm]	4,8
Copriferro inferiore [cm]	4,8
Copriferro laterale [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature longitudinali della travata

Trave	Segmento	L	Armatura Longitudinale		
		[m]	Superiore	Inferiore	Centrale
51	1	1,00	2- \emptyset 14	1- \emptyset 14	2- \emptyset 14
	2	5,53			

Verifiche PMM della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
51	1	QKE2	-1,443	-352,4e-3	-16,19	0,000	0,46

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
	2	QKE2	2,262	-394,4e-3	-9,716	0,000	0,40

Verifiche a taglio in direzione 2 della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	d	Staffe	Combinazione	Vsd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
51	1	21,2	2- \emptyset 8/150	SLU_TOT	-8,197	125,1	0,07
	2	21,2		SLU_TOT	8,235	125,1	0,07

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
51	1	SLE_r_TOT	-22,18	-417,2e-3	-7,371	-3,418	-18,43	0,19
	2	SLE_r_TOT	-15,80	-513,7e-3	-6,901	-3,719	-18,43	0,20

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
51	1	SLE_qp	-19,00	-239,4e-3	-6,250	-2,842	-13,82	0,21
	2	SLE_qp	-15,30	-237,6e-3	-6,680	-3,455	-13,82	0,25

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
51	1	SLE_r_TOT	-19,50	-417,2e-3	-7,371	68,00	360,0	0,19
	2	SLE_r_TOT	-15,80	-513,7e-3	-6,901	96,35	360,0	0,27

Verifiche di fessurazione

Trave	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
51	1	OK	OK
	2	OK	OK

Travata 52

Geometria e materiali

Numero campate	1
Lunghezza campate [m]	6,53
Angolo di rotazione [°]	0
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	26,0
Copriferro superiore [cm]	4,8
Copriferro inferiore [cm]	4,8
Copriferro laterale [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature longitudinali della travata

Trave	Segmento	L	Armatura Longitudinale			
		[m]	Superiore	Inferiore	Centrale	
52	1	1,00	2- \emptyset 14	1- \emptyset 14	2- \emptyset 14	
	2	5,53				

Verifiche PMM della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
52	1	QKE2	-1,443	352,4e-3	-16,19	0,000	0,46

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
	2	QKE2	2,262	394,4e-3	-9,716	0,000	0,40

Verifiche a taglio in direzione 2 della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	d	Staffe	Combinazione	Vsd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
52	1	21,2	2- \emptyset 8/150	SLU_TOT	-8,197	125,1	0,07
	2	21,2		SLU_TOT	8,235	125,1	0,07

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
52	1	SLE_r_TOT	-22,18	417,2e-3	-7,371	-3,418	-18,43	0,19
	2	SLE_r_TOT	-15,80	513,7e-3	-6,901	-3,719	-18,43	0,20

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
52	1	SLE_qp	-19,00	239,4e-3	-6,250	-2,842	-13,82	0,21
	2	SLE_qp	-15,30	237,6e-3	-6,680	-3,455	-13,82	0,25

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
52	1	SLE_r_TOT	-19,50	417,2e-3	-7,371	68,00	360,0	0,19
	2	SLE_r_TOT	-15,80	513,7e-3	-6,901	96,35	360,0	0,27

Verifiche di fessurazione

Trave	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
52	1	OK	OK
	2	OK	OK

Travata 53

Geometria e materiali

Numero campate	1
Lunghezza campate [m]	6,53
Angolo di rotazione [°]	0
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	26,0
Copriferro superiore [cm]	4,8
Copriferro inferiore [cm]	4,8
Copriferro laterale [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature longitudinali della travata

Trave	Segmento	L	Armatura Longitudinale			
		[m]	Superiore	Inferiore	Centrale	
53	1	1,00	2- \emptyset 14	1- \emptyset 14	2- \emptyset 14	
	2	5,53				

Verifiche PMM della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
53	1	QKE2	40,22	839,9e-3	-18,70	0,000	0,63

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
	2	QKE2	43,93	2,268	-11,35	0,000	0,63

Verifiche a taglio in direzione 2 della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	d	Staffe	Combinazione	Vsd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
53	1	21,2	2- \emptyset 8/150	QKE2	-8,734	125,1	0,07
	2	21,2		QKE2	8,596	125,1	0,07

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
53	1	SLE_r_TOT	-4,739	832,8e-3	-8,289	-3,994	-18,43	0,22
	2	SLE_r_TOT	1,468	2,630	-6,946	-5,032	-18,43	0,27

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
53	1	SLE_qp	-3,069	530,9e-3	-6,851	-3,213	-13,82	0,23
	2	SLE_qp	635,6e-3	2,003	-6,400	-4,386	-13,82	0,32

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
53	1	SLE_r_TOT	-2,237	832,8e-3	-8,289	99,80	360,0	0,28
	2	SLE_r_TOT	1,468	2,630	-6,946	140,9	360,0	0,39

Verifiche di fessurazione

Trave	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
53	1	OK	OK
	2	OK	OK

Travata 54

Geometria e materiali

Numero campate	1
Lunghezza campate [m]	6,53
Angolo di rotazione [°]	0
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	26,0
Copriferro superiore [cm]	4,8
Copriferro inferiore [cm]	4,8
Copriferro laterale [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature longitudinali della travata

Trave	Segmento	L	Armatura Longitudinale			
		[m]	Superiore	Inferiore	Centrale	
54	1	1,00	2- \emptyset 14	1- \emptyset 14	2- \emptyset 14	
	2	5,53				

Verifiche PMM della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
54	1	QKE2	40,22	-839,9e-3	-18,70	0,000	0,63

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
	2	QKE2	43,93	-2,268	-11,35	0,000	0,63

Verifiche a taglio in direzione 2 della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	d	Staffe	Combinazione	Vsd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
54	1	21,2	2- \emptyset 8/150	QKE2	-8,734	125,1	0,07
	2	21,2			QKE2	8,596	125,1

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
54	1	SLE_r_TOT	-4,739	-832,8e-3	-8,289	-3,994	-18,43	0,22
	2	SLE_r_TOT	1,468	-2,630	-6,935	-5,026	-18,43	0,27

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
54	1	SLE_qp	-3,069	-530,9e-3	-6,851	-3,213	-13,82	0,23
	2	SLE_qp	635,6e-3	-2,003	-6,400	-4,386	-13,82	0,32

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
54	1	SLE_r_TOT	-2,237	-832,8e-3	-8,289	99,80	360,0	0,28
	2	SLE_r_TOT	1,468	-2,630	-6,935	140,7	360,0	0,39

Verifiche di fessurazione

Trave	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
54	1	OK	OK
	2	OK	OK

Travata 57

Geometria e materiali

Numero campate	1
Lunghezza campate [m]	6,53
Angolo di rotazione [°]	0
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	26,0
Copriferro superiore [cm]	4,8
Copriferro inferiore [cm]	4,8
Copriferro laterale [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature longitudinali della travata

Trave	Segmento	L	Armatura Longitudinale			
		[m]	Superiore	Inferiore	Centrale	
57	1	1,00	2- \emptyset 14	1- \emptyset 14	2- \emptyset 14	
	2	5,53				

Verifiche PMM della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
57	1	QKE2	10,60e-3	1,476	-21,76	0,000	0,62

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
	2	QKE2	3,716	-996,6e-3	-12,00	0,000	0,50

Verifiche a taglio in direzione 2 della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	d	Staffe	Combinazione	Vsd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
57	1	21,2	2- \emptyset 8/150	QKE2	-9,290	125,1	0,07
	2	21,2		QKE2	9,195	125,1	0,07

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
57	1	SLE_r_TOT	-16,13	1,497	-8,142	-4,289	-18,43	0,23
	2	SLE_r_TOT	-12,42	-1,264	-6,944	-4,173	-18,43	0,23

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
57	1	SLE_qp	-17,12	1,212	-6,754	-3,540	-13,82	0,26
	2	SLE_qp	-13,42	-927,6e-3	-6,445	-3,727	-13,82	0,27

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
57	1	SLE_r_TOT	-16,13	1,497	-8,142	86,68	360,0	0,24
	2	SLE_r_TOT	-12,42	-1,264	-6,944	107,3	360,0	0,30

Verifiche di fessurazione

Trave	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
57	1	OK	OK
	2	OK	OK

Travata 58

Geometria e materiali

Numero campate	1
Lunghezza campate [m]	6,53
Angolo di rotazione [°]	0
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	26,0
Copriferro superiore [cm]	4,8
Copriferro inferiore [cm]	4,8
Copriferro laterale [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature longitudinali della travata

Trave	Segmento	L	Armatura Longitudinale			
		[m]	Superiore	Inferiore	Centrale	
58	1	1,00	2- \emptyset 14	1- \emptyset 14	2- \emptyset 14	
	2	5,53				

Verifiche PMM della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
58	1	QKE2	10,60e-3	-1,476	-21,76	0,000	0,62

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
	2	QKE2	3,716	996,6e-3	-12,00	0,000	0,50

Verifiche a taglio in direzione 2 della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	d	Staffe	Combinazione	Vsd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
58	1	21,2	2- \emptyset 8/150	QKE2	-9,290	125,1	0,07
	2	21,2		QKE2	9,195	125,1	0,07

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
58	1	SLE_r_TOT	-16,13	-1,497	-8,147	-4,291	-18,43	0,23
	2	SLE_r_TOT	-12,42	1,264	-6,944	-4,173	-18,43	0,23

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
58	1	SLE_qp	-17,12	-1,212	-6,754	-3,540	-13,82	0,26
	2	SLE_qp	-13,42	927,6e-3	-6,445	-3,727	-13,82	0,27

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
58	1	SLE_r_TOT	-16,13	-1,497	-8,147	86,74	360,0	0,24
	2	SLE_r_TOT	-12,42	1,264	-6,944	107,3	360,0	0,30

Verifiche di fessurazione

Trave	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
58	1	OK	OK
	2	OK	OK

Travata 61-62

Geometria e materiali

Numero campate	2
Lunghezza campate [m]	6,25 - 6,25
Angolo di rotazione [°]	0
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	26,0
Copriferro superiore [cm]	4,8
Copriferro inferiore [cm]	4,8
Copriferro laterale [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature longitudinali della travata

Trave	Segmento	L	Armatura Longitudinale			
			[m]	Superiore	Inferiore	Centrale
61	1	6,25	2- \emptyset 20		2- \emptyset 20	
62	1	6,25	2- \emptyset 20		2- \emptyset 20	

Verifiche PMM della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
61	1	QKE2	47,08	2,160	-20,53	0,000	0,53

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
62	1	QKE2	47,08	2,160	-20,53	0,000	0,53

Verifiche a taglio in direzione 2 della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	d	Staffe	Combinazione	VSD	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
61	1	21,2	2- $\emptyset 8/150$	QKE2	10,61	125,1	0,08
62	1	21,2	2- $\emptyset 8/150$	QKE2	-10,61	125,1	0,08

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
61	1	SLE_r_TOT	8,410	1,802	-6,332	-2,910	-18,43	0,16
62	1	SLE_r_TOT	8,469	1,802	-6,338	-2,912	-18,43	0,16

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
61	1	SLE_qp	13,66	1,287	-4,375	-1,993	-13,82	0,14
62	1	SLE_qp	13,66	1,287	-4,375	-1,993	-13,82	0,14

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
61	1	SLE_r_TOT	18,56	1,802	-6,332	79,13	360,0	0,22
62	1	SLE_r_TOT	18,56	1,802	-6,338	79,19	360,0	0,22

Verifiche di fessurazione

Trave	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
61	1	OK	OK
62	1	OK	OK

Travata 63-64

Geometria e materiali

Numero campate	2
Lunghezza campate [m]	6,25 - 6,25
Angolo di rotazione [°]	0
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	26,0
Copriferro superiore [cm]	4,8
Copriferro inferiore [cm]	4,8
Copriferro laterale [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature longitudinali della travata

Trave	Segmento	L [m]	Armatura Longitudinale		
			Superiore	Inferiore	Centrale
63	1	6,25	2- $\emptyset 20$	2- $\emptyset 20$	
64	1	6,25	2- $\emptyset 20$	2- $\emptyset 20$	

Verifiche PMM della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
63	1	QKE2	22,45	-1,958	-17,85	0,000	0,43

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
64	1	QKE2	22,45	-1,958	-17,85	0,000	0,43

Verifiche a taglio in direzione 2 della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	d	Staffe	Combinazione	Vsd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
63	1	21,2	2- $\emptyset 8/150$	QKE2	9,605	125,1	0,08
64	1	21,2	2- $\emptyset 8/150$	QKE2	-9,605	125,1	0,08

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
63	1	SLE_r_TOT	10,13	-1,314	-6,726	-2,848	-18,43	0,15
64	1	SLE_r_TOT	10,13	-1,314	-6,726	-2,848	-18,43	0,15

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
63	1	SLE_qp	11,17	-802,6e-3	-5,178	-2,090	-13,82	0,15
64	1	SLE_qp	11,17	-802,6e-3	-5,178	-2,090	-13,82	0,15

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
63	1	SLE_r_TOT	14,40	-1,314	-6,726	76,72	360,0	0,21
64	1	SLE_r_TOT	14,40	-1,314	-6,726	76,72	360,0	0,21

Verifiche di fessurazione

Trave	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
63	1	OK	OK
64	1	OK	OK

Travata 65-66

Geometria e materiali

Numero campate	2
Lunghezza campate [m]	6,25 - 6,25
Angolo di rotazione [°]	0
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	26,0
Copriferro superiore [cm]	4,8
Copriferro inferiore [cm]	4,8
Copriferro laterale [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature longitudinali della travata

Trave	Segmento	L [m]	Armatura Longitudinale		
			Superiore	Inferiore	Centrale
65	1	6,25	2- $\emptyset 20$	2- $\emptyset 20$	
66	1	6,25	2- $\emptyset 20$	2- $\emptyset 20$	

Verifiche PMM della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
65	1	QKE2	35,97	1,190	-18,27	0,000	0,46

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
66	1	QKE2	35,97	1,190	-18,27	0,000	0,46

Verifiche a taglio in direzione 2 della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	d	Staffe	Combinazione	Vsd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
65	1	21,2	2- $\emptyset 8/150$	QKE2	9,787	125,1	0,08
66	1	21,2	2- $\emptyset 8/150$	QKE2	-9,787	125,1	0,08

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
65	1	SLE_r_TOT	22,99	581,0e-3	-6,630	-2,429	-18,43	0,13
66	1	SLE_r_TOT	22,99	581,0e-3	-6,630	-2,429	-18,43	0,13

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
65	1	SLE_qp	23,15	208,3e-3	-5,762	-1,955	-13,82	0,14
66	1	SLE_qp	23,15	208,3e-3	-5,762	-1,955	-13,82	0,14

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
65	1	SLE_r_TOT	28,89	581,0e-3	-6,630	84,72	360,0	0,24
66	1	SLE_r_TOT	28,89	581,0e-3	-6,630	84,72	360,0	0,24

Verifiche di fessurazione

Trave	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
65	1	OK	OK
66	1	OK	OK

Travata 67-68

Geometria e materiali

Numero campate	2
Lunghezza campate [m]	6,25 - 6,25
Angolo di rotazione [°]	0
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	26,0
Copriferro superiore [cm]	4,8
Copriferro inferiore [cm]	4,8
Copriferro laterale [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature longitudinali della travata

Trave	Segmento	L [m]	Armatura Longitudinale		
			Superiore	Inferiore	Centrale
67	1	6,25	2- $\emptyset 20$	2- $\emptyset 20$	
68	1	6,25	2- $\emptyset 20$	2- $\emptyset 20$	

Verifiche PMM della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
67	1	QKE2	0,000	0,000	-19,40	0,000	0,42

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
68	1	QKE2	0,000	0,000	-19,40	0,000	0,42

Verifiche a taglio in direzione 2 della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	d	Staffe	Combinazione	Vsd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
67	1	21,2	2- $\emptyset 8/150$	QKE2	10,14	125,1	0,08
68	1	21,2	2- $\emptyset 8/150$	QKE2	-10,14	125,1	0,08

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
67	1	SLE_r_TOT	0,000	0,000	-6,747	-2,381	-18,43	0,13
68	1	SLE_r_TOT	0,000	0,000	-6,747	-2,381	-18,43	0,13

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
67	1	SLE_qp	0,000	0,000	-5,804	-2,048	-13,82	0,15
68	1	SLE_qp	0,000	0,000	-5,804	-2,048	-13,82	0,15

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
67	1	SLE_r_TOT	0,000	0,000	-6,747	59,42	360,0	0,17
68	1	SLE_r_TOT	0,000	0,000	-6,747	59,42	360,0	0,17

Verifiche di fessurazione

Trave	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
67	1	OK	OK
68	1	OK	OK

Travata 69-70

Geometria e materiali

Numero campate	2
Lunghezza campate [m]	6,25 - 6,25
Angolo di rotazione [°]	0
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	26,0
Copriferro superiore [cm]	4,8
Copriferro inferiore [cm]	4,8
Copriferro laterale [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature longitudinali della travata

Trave	Segmento	L	Armatura Longitudinale		
		[m]	Superiore	Inferiore	Centrale
69	1	0,89	2- $\emptyset 20$	2- $\emptyset 20$	
	2	4,72			
	3	0,64			
70	1	0,64	2- $\emptyset 20$	2- $\emptyset 20$	
	2	4,72			
	3	0,89			

Verifiche PMM della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
69	1	QKE2	0,000	0,000	-25,10	0,000	0,54
	2	QKE2	0,000	0,000	-19,40	0,000	0,42
	3	QKE2	0,000	0,000	-20,26	0,000	0,44
70	1	QKE2	0,000	0,000	-20,26	0,000	0,44
	2	QKE2	0,000	0,000	-19,40	0,000	0,42
	3	QKE2	0,000	0,000	-25,10	0,000	0,54

Verifiche a taglio in direzione 2 della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	d	Staffe	Combinazione	VSD	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
69	1	21,2	2- \emptyset 8/150	QKE2	-11,89	125,1	0,10
	2	21,2		QKE2	11,06	125,1	0,09
	3	21,2		QKE2	12,04	125,1	0,10
70	1	21,2	2- \emptyset 8/150	QKE2	-12,04	125,1	0,10
	2	21,2		QKE2	-11,06	125,1	0,09
	3	21,2		QKE2	11,89	125,1	0,10

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
69	1	SLE_r_TOT	0,000	0,000	-6,231	-2,199	-18,43	0,12
	2	SLE_r_TOT	0,000	0,000	-3,529	-1,245	-18,43	0,07
	3	SLE_r_TOT	0,000	0,000	-6,154	-2,172	-18,43	0,12
70	1	SLE_r_TOT	0,000	0,000	-6,154	-2,172	-18,43	0,12
	2	SLE_r_TOT	0,000	0,000	-3,536	-1,248	-18,43	0,07
	3	SLE_r_TOT	0,000	0,000	-6,240	-2,202	-18,43	0,12

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
69	1	SLE_qp	0,000	0,000	-4,319	-1,524	-13,82	0,11
	2	SLE_qp	0,000	0,000	2,801	-988,3e-3	-13,82	0,07
	3	SLE_qp	0,000	0,000	-4,744	-1,674	-13,82	0,12
70	1	SLE_qp	0,000	0,000	-4,744	-1,674	-13,82	0,12
	2	SLE_qp	0,000	0,000	2,801	-988,3e-3	-13,82	0,07
	3	SLE_qp	0,000	0,000	-4,319	-1,524	-13,82	0,11

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
69	1	SLE_r_TOT	0,000	0,000	-6,231	54,87	360,0	0,15
	2	SLE_r_TOT	0,000	0,000	-3,529	31,07	360,0	0,09
	3	SLE_r_TOT	0,000	0,000	-6,154	54,19	360,0	0,15
70	1	SLE_r_TOT	0,000	0,000	-6,154	54,19	360,0	0,15
	2	SLE_r_TOT	0,000	0,000	-3,536	31,14	360,0	0,09
	3	SLE_r_TOT	0,000	0,000	-6,240	54,95	360,0	0,15

Verifiche di fessurazione

Trave	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
69	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK
70	1	OK	OK

Trave	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
	2	OK	OK
	3	OK	OK

Verifiche di resistenza dei pilastri primari

Pilastrata 1

Geometria e materiali

Numero piani	1
Altezza piani [m]	4,50
Angolo di rotazione [°]	90
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	100,0
Copriferro [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature della pilastrata

Pilastro	Segmento	L	Armatura Longitudinale	Staffe	
		[m]		Dir 2	Dir 3
1	1	1,00	20-Ø20	2-Ø8/150	2-Ø8/150
	2	2,15			
	3	1,35			

Verifiche PMM della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	Combinazione	β_{maj}	β_{min}	N	M2	M3	D/C
					[kN]	[kNm]	[kNm]	
1	1	QKE2	0,71	0,61	-58,49	58,64	-561,9	0,64
	2	QKE2			-41,61	-9,648	261,0	0,27
	3	QKE1			-36,75	-137,5	20,70	0,50

Verifiche a taglio in direzione 2 della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	VSd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
1	1	90,7	2-Ø8/150	QKE2	-134,6	535,1	0,25
	2	90,7		QKE2	-134,6	535,1	0,25
	3	90,7		QKE2	-134,6	535,1	0,25

Verifiche a taglio in direzione 3 della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	VSd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
1	1	25,2	2-Ø8/150	QKE1	-10,98	148,7	0,41
	2	25,2		QKE1	-10,98	148,7	0,41
	3	25,2		QKE1	-10,98	148,7	0,41

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
1	1	SLE_r_TOT	-120,9	19,78	-74,90	-3,236	-18,43	0,18
	2	SLE_r_TOT	-104,0	-8,605	32,40	-1,371	-18,43	0,07
	3	SLE_r_TOT	-101,6	-34,82	13,55	-2,852	-18,43	0,15

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
----------	----------	--------------	---	----	----	------------------	------------------	-----

		one	[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
1	1	SLE_qp	-118,5	11,95	-8,295	-1,102	-13,82	0,08
	2	SLE_qp	-101,7	-6,695	735,8e-3	-595,1e-3	-13,82	0,04
	3	SLE_qp	-84,78	-25,34	9,766	-2,081	-13,82	0,15

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
1	1	SLE_r_TOT	-120,9	19,78	-74,90	45,04	360,0	0,13
	2	SLE_r_TOT	-118,4	-8,605	32,40	-17,09	360,0	0,05
	3	SLE_r_TOT	-87,15	-34,82	13,55	46,59	360,0	0,13

Verifiche di fessurazione

Pilastro	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
1	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK

Pilastrata 10-72

Geometria e materiali

Numero piani	2
Altezza piani [m]	4,50 - 1,90
Angolo di rotazione [°]	90
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	50,0
Copriferro [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature della pilastrata

Pilastro	Segmento	L	Armatura Longitudinale	Staffe	
		[m]		Dir 2	Dir 3
10	1	0,71	10- \emptyset 20	2- \emptyset 8/150	2- \emptyset 8/150
	2	2,83			
	3	0,96			
72	1	0,75	10- \emptyset 20	2- \emptyset 8/150	2- \emptyset 8/150
	2	0,52			
	3	0,63			

Verifiche PMM della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	Combinazione	β_{maj}	β_{min}	N	M2	M3	D/C
					[kN]	[kNm]	[kNm]	
10	1	QKE2	0,70	0,69	-177,7	-27,97	-150,2	0,60
	2	SLU_TOT			-262,3	7,217	-6,557	0,09
	3	QKE1			-141,5	77,31	-37,67	0,53
72	1	QKE2	0,98	0,96	-80,98	-40,69	-85,79	0,46
	2	QKE2			-77,42	-7,562	-48,96	0,18
	3	SLU_TOT			-98,24	40,53	-2,456	0,24

Verifiche a taglio in direzione 2 della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	V _{Sd}	V _{Rd}	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
10	1	45,2	2- \emptyset 8/150	QKE2	59,93	266,7	0,22
	2	45,2			59,93	266,7	0,22
	3	45,2			59,93	266,7	0,22

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	Vsd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
72	1	45,2	2-Ø8/150	QKE2	-39,15	266,7	0,15
	2	45,2		QKE2	-39,15	266,7	0,15
	3	45,2		QKE2	-39,15	266,7	0,15

Verifiche a taglio in direzione 3 della pilastriata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	Vsd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
10	1	25,2	2-Ø8/150	QKE1	2,961	148,7	0,22
	2	25,2		QKE1	2,961	148,7	0,22
	3	25,2		QKE1	2,961	148,7	0,22
72	1	25,2	2-Ø8/150	SLU_TOT	-34,49	148,7	0,32
	2	25,2		SLU_TOT	-34,49	148,7	0,32
	3	25,2		SLU_TOT	-34,49	148,7	0,32

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
10	1	SLE_r_TOT	-204,7	-11,97	13,66	-3,142	-18,43	0,17
	2	SLE_r_TOT	-196,3	3,944	1,272	-1,458	-18,43	0,08
	3	SLE_r_TOT	-187,9	19,38	-11,12	-4,020	-18,43	0,22
72	1	SLE_r_TOT	-102,1	-37,73	-7,910	-6,521	-18,43	0,35
	2	SLE_r_TOT	-98,54	-6,608	-4,484	-1,472	-18,43	0,08
	3	SLE_r_TOT	-94,98	29,47	-1,059	-4,610	-18,43	0,25

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
10	1	SLE_qp	-186,0	-8,394	0,000	-1,773	-13,82	0,13
	2	SLE_qp	-177,6	3,773	0,000	-1,273	-13,82	0,09
	3	SLE_qp	-169,1	15,94	0,000	-2,616	-13,82	0,19
72	1	SLE_qp	-83,91	-35,77	0,000	-5,407	-13,82	0,39
	2	SLE_qp	-80,34	-5,790	0,000	-1,003	-13,82	0,07
	3	SLE_qp	-76,78	24,19	0,000	-3,696	-13,82	0,27

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
10	1	SLE_r_TOT	-204,7	-11,97	13,66	-38,48	360,0	0,11
	2	SLE_r_TOT	-196,3	3,944	1,272	-19,79	360,0	0,05
	3	SLE_r_TOT	-187,9	19,38	-11,12	-45,96	360,0	0,13
72	1	SLE_r_TOT	-81,09	-37,73	-7,910	112,0	360,0	0,31
	2	SLE_r_TOT	-98,54	-6,608	-4,484	-17,87	360,0	0,05
	3	SLE_r_TOT	-73,97	29,47	-1,059	77,61	360,0	0,22

Verifiche di fessurazione

Pilastro	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
10	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK
72	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK

Pilastrata 11

Geometria e materiali

Numero piani	1
Altezza piani [m]	4,50
Angolo di rotazione [°]	90
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	100,0
Copriferro [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature della pilastrata

Pilastro	Segmento	L	Armatura Longitudinale	Staffe	
		[m]		Dir 2	Dir 3
11	1	1,00	20-Ø20	2-Ø8/150	2-Ø8/150
	2	2,15			
	3	1,35			

Verifiche PMM della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	Combinazione	β_{maj}	β_{min}	N	M2	M3	D/C
					[kN]	[kNm]	[kNm]	
11	1	QKE2	0,71	0,61	-58,49	58,64	561,9	0,64
	2	QKE2			-41,61	-9,648	-261,0	0,27
	3	QKE1			-36,75	-137,5	-20,70	0,50

Verifiche a taglio in direzione 2 della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	VSD	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
11	1	90,7	2-Ø8/150	QKE2	134,6	535,1	0,25
	2	90,7		QKE2	134,6	535,1	0,25
	3	90,7		QKE2	134,6	535,1	0,25

Verifiche a taglio in direzione 3 della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	VSD	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
11	1	25,2	2-Ø8/150	QKE1	27,55	148,7	0,41
	2	25,2		QKE1	27,55	148,7	0,41
	3	25,2		QKE1	27,55	148,7	0,41

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
11	1	SLE_r_TOT	-124,4	19,78	75,24	-3,241	-18,43	0,18
	2	SLE_r_TOT	-107,6	-8,605	-32,04	-1,362	-18,43	0,07
	3	SLE_r_TOT	-101,6	-34,82	-13,28	-2,845	-18,43	0,15

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
11	1	SLE_qp	-118,5	11,95	8,295	-1,102	-13,82	0,08
	2	SLE_qp	-101,7	-6,695	-735,8e-3	-595,1e-3	-13,82	0,04
	3	SLE_qp	-84,78	-25,34	-9,766	-2,081	-13,82	0,15

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
11	1	SLE_r_TOT	-124,4	19,78	75,24	44,63	360,0	0,12

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
	2	SLE_r_TOT	-118,4	-8,605	-32,04	-16,99	360,0	0,05
	3	SLE_r_TOT	-90,69	-34,82	-13,28	45,95	360,0	0,13

Verifiche di fessurazione

Pilastro	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
11	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK

Pilastrata 12

Geometria e materiali

Numero piani	1
Altezza piani [m]	4,50
Angolo di rotazione [°]	0
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	50,0
Copri ferro [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature della pilastrata

Pilastro	Segmento	L	Armatura Longitudinale	Staffe	
		[m]		Dir 2	Dir 3
12	1	1,50	10- \emptyset 20	2- \emptyset 8/150	2- \emptyset 8/150
	2	1,50			
	3	1,50			

Verifiche PMM della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	Combinazione	β_{maj}	β_{min}	N	M2	M3	D/C
					[kN]	[kNm]	[kNm]	
12	1	QKE1	0,59	0,67	-198,8	13,06	190,9	0,70
	2	SLU_TOT# 1			-329,3	-6,586	-22,71	0,13
	3	QKE1			-181,9	-8,403	-182,2	0,67

Verifiche a taglio in direzione 2 della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	V _{Sd}	V _{Rd}	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
12	1	45,2	2- \emptyset 8/150	QKE1	82,36	266,7	0,31
	2	45,2			82,36	266,7	0,31
	3	45,2			82,36	266,7	0,31

Verifiche a taglio in direzione 3 della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	V _{Sd}	V _{Rd}	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
12	1	25,2	2- \emptyset 8/150	QKE2	4,771	148,7	0,09
	2	25,2			4,771	148,7	0,09
	3	25,2			4,771	148,7	0,09

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
12	1	SLE_r_TOT	-242,7	5,091	16,36	-2,674	-18,43	0,15

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_{\min}	σ_{\lim}	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
	2	SLE_r_TOT	-234,3	-1,411	-3,551	-1,531	-18,43	0,08
	3	SLE_r_TOT	-225,8	-3,993	-20,92	-2,765	-18,43	0,15

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_{\min}	σ_{\lim}	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
12	1	SLE_qp	-204,3	1,307	5,281	-1,468	-13,82	0,11
	2	SLE_qp	-195,9	-516,3e-3	-1,782	-1,147	-13,82	0,08
	3	SLE_qp	-187,5	-2,340	-8,844	-1,689	-13,82	0,12

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,\lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
12	1	SLE_r_TOT	-242,7	5,091	16,36	-34,98	360,0	0,10
	2	SLE_r_TOT	-234,3	-1,411	-3,551	-21,71	360,0	0,06
	3	SLE_r_TOT	-225,8	-3,993	-20,92	-36,00	360,0	0,10

Verifiche di fessurazione

Pilastro	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
12	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK

Pilastrata 13

Geometria e materiali

Numero piani	1
Altezza piani [m]	4,50
Angolo di rotazione [°]	0
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	50,0
Copriferro [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature della pilastrata

Pilastro	Segmento	L	Armatura Longitudinale	Staffe	
		[m]		Dir 2	Dir 3
13	1	1,50	10-Ø20	2-Ø8/150	2-Ø8/150
	2	1,50			
	3	1,50			

Verifiche PMM della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	Combinazione	β_{\max}	β_{\min}	N	M2	M3	D/C
					[kN]	[kNm]	[kNm]	
13	1	QKE1	0,59	0,67	-180,0	14,35	184,8	0,69
	2	SLU_TOT			-281,1	-5,623	-7,028	0,09
	3	QKE1			-163,2	-9,758	-170,2	0,63

Verifiche a taglio in direzione 2 della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	V _{Sd}	V _{Rd}	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
13	1	45,2	2-Ø8/150	QKE1	78,41	266,7	0,29
	2	45,2		QKE1	78,41	266,7	0,29

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	Vsd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
	3	45,2		QKE1	78,41	266,7	0,29

Verifiche a taglio in direzione 3 della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	Vsd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
13	1	25,2	2- \emptyset 8/150	QKE2	5,358	148,7	0,10
	2	25,2		QKE2	5,358	148,7	0,10
	3	25,2		QKE2	5,358	148,7	0,10

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
13	1	SLE_r_TOT	-215,4	5,600	12,27	-2,350	-18,43	0,13
	2	SLE_r_TOT	-207,0	-1,398	1,456	-1,271	-18,43	0,07
	3	SLE_r_TOT	-198,5	-4,692	-12,59	-2,194	-18,43	0,12

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
13	1	SLE_qp	-182,1	1,728	2,332	-1,228	-13,82	0,09
	2	SLE_qp	-173,6	-569,7e-3	-34,04e-3	-939,1e-3	-13,82	0,07
	3	SLE_qp	-165,2	-2,868	-2,400	-1,259	-13,82	0,09

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
13	1	SLE_r_TOT	-215,4	5,600	12,27	-30,57	360,0	0,08
	2	SLE_r_TOT	-207,0	-1,398	1,456	-18,17	360,0	0,05
	3	SLE_r_TOT	-198,5	-4,692	-12,59	-28,60	360,0	0,08

Verifiche di fessurazione

Pilastro	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
13	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK

Pilastrata 14

Geometria e materiali

Numero piani	1
Altezza piani [m]	4,50
Angolo di rotazione [°]	0
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	50,0
Copri ferro [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature della pilastrata

Pilastro	Segmento	L	Armatura Longitudinale	Staffe	
		[m]		Dir 2	Dir 3
14	1	1,50	10- \emptyset 20	2- \emptyset 8/150	2- \emptyset 8/150
	2	1,50			
	3	1,50			

Verifiche PMM della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	Combinazione	β_{maj}	β_{min}	N	M2	M3	D/C
					[kN]	[kNm]	[kNm]	
14	1	QKE1	0,58	0,67	-216,7	13,94	-189,0	0,69
	2	SLU_TOT# 2			-368,5	-7,369	22,26	0,14
	3	QKE1			-199,8	-8,777	184,7	0,67

Verifiche a taglio in direzione 2 della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	VSd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
14	1	45,2	2- \emptyset 8/150	QKE1	-82,45	266,7	0,31
	2	45,2		QKE1	-82,45	266,7	0,31
	3	45,2		QKE1	-82,45	266,7	0,31

Verifiche a taglio in direzione 3 della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	VSd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
14	1	25,2	2- \emptyset 8/150	QKE2	-3,391	148,7	0,10
	2	25,2		QKE2	-3,391	148,7	0,10
	3	25,2		QKE2	-3,391	148,7	0,10

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
14	1	SLE_r_TOT	-273,2	5,012	-12,30	-2,585	-18,43	0,14
	2	SLE_r_TOT	-264,8	-1,543	3,397	-1,690	-18,43	0,09
	3	SLE_r_TOT	-256,3	-4,147	17,75	-2,727	-18,43	0,15

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
14	1	SLE_qp	-238,2	1,235	-2,364	-1,466	-13,82	0,11
	2	SLE_qp	-229,7	-629,6e-3	2,666	-1,380	-13,82	0,10
	3	SLE_qp	-221,3	-2,495	7,696	-1,810	-13,82	0,13

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
14	1	SLE_r_TOT	-273,2	5,012	-12,30	-34,37	360,0	0,10
	2	SLE_r_TOT	-264,8	-1,543	3,397	-24,06	360,0	0,07
	3	SLE_r_TOT	-256,3	-4,147	17,75	-36,01	360,0	0,10

Verifiche di fessurazione

Pilastro	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
14	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK

Pilastrata 15

Geometria e materiali

Numero piani	1
Altezza piani [m]	4,50
Angolo di rotazione [°]	90
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0

Altezza h [cm]	100,0
Copriferro [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature della pilastrata

Pilastrato	Segmento	L	Armatura Longitudinale	Staffe	
		[m]		Dir 2	Dir 3
15	1	1,00	20-Ø20	2-Ø8/150	2-Ø8/150
	2	2,15			
	3	1,35			

Verifiche PMM della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastrato	Segmento	Combinazione	β_{maj}	β_{min}	N	M2	M3	D/C
					[kN]	[kNm]	[kNm]	
15	1	QKE2	0,71	0,60	-111,7	-57,96	726,5	0,79
	2	QKE2			-94,79	7,234	-341,6	0,34
	3	QKE1			-61,63	145,8	-24,88	0,52

Verifiche a taglio in direzione 2 della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastrato	Segmento	d	Staffe	Combinazione	VSD	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
15	1	90,7	2-Ø8/150	QKE2	174,0	535,1	0,33
	2	90,7		QKE2	174,0	535,1	0,33
	3	90,7		QKE2	174,0	535,1	0,33

Verifiche a taglio in direzione 3 della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastrato	Segmento	d	Staffe	Combinazione	VSD	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
15	1	25,2	2-Ø8/150	QKE1	11,06	148,7	0,43
	2	25,2		QKE1	11,06	148,7	0,43
	3	25,2		QKE1	11,06	148,7	0,43

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Pilastrato	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
15	1	SLE_r_TOT	-144,3	-19,93	70,55	-3,126	-18,43	0,17
	2	SLE_r_TOT	-145,5	6,194	-33,66	-1,241	-18,43	0,07
	3	SLE_r_TOT	-128,6	30,81	-14,49	-2,611	-18,43	0,14

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Pilastrato	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
15	1	SLE_qp	-146,7	-12,55	4,691	-1,101	-13,82	0,08
	2	SLE_qp	-129,8	5,387	-2,884	-629,3e-3	-13,82	0,05
	3	SLE_qp	-112,9	23,33	-10,46	-1,973	-13,82	0,14

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Pilastrato	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
15	1	SLE_r_TOT	-144,3	-19,93	70,55	39,11	360,0	0,11
	2	SLE_r_TOT	-145,5	6,194	-33,66	-16,16	360,0	0,04
	3	SLE_r_TOT	-110,6	30,81	-14,49	37,02	360,0	0,10

Verifiche di fessurazione

Pilastrato	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
15	1	OK	OK
	2	OK	OK

Pilastro	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
	3	OK	OK

Pilastrata 2

Geometria e materiali

Numero piani	1
Altezza piani [m]	4,50
Angolo di rotazione [°]	0
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	50,0
Copriferro [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature della pilastrata

Pilastro	Segmento	L	Armatura Longitudinale	Staffe	
		[m]		Dir 2	Dir 3
2	1	1,50	10-Ø20	2-Ø8/150	2-Ø8/150
	2	1,50			
	3	1,50			

Verifiche PMM della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	Combinazione	β_{maj}	β_{min}	N	M2	M3	D/C
					[kN]	[kNm]	[kNm]	
2	1	QKE1	0,59	0,67	-198,8	-13,06	190,9	0,70
	2	SLU_TOT# 1			-329,3	6,586	-22,71	0,13
	3	QKE1			-181,9	8,403	-182,2	0,67

Verifiche a taglio in direzione 2 della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	VSd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
2	1	45,2	2-Ø8/150	QKE1	82,36	266,7	0,31
	2	45,2		QKE1	82,36	266,7	0,31
	3	45,2		QKE1	82,36	266,7	0,31

Verifiche a taglio in direzione 3 della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	VSd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
2	1	25,2	2-Ø8/150	QKE2	3,149	148,7	0,09
	2	25,2		QKE2	3,149	148,7	0,09
	3	25,2		QKE2	3,149	148,7	0,09

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
2	1	SLE_r_TOT	-242,7	-5,091	16,36	-2,674	-18,43	0,15
	2	SLE_r_TOT	-234,3	1,421	-3,551	-1,532	-18,43	0,08
	3	SLE_r_TOT	-225,8	4,011	-20,92	-2,767	-18,43	0,15

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
2	1	SLE_qp	-204,3	-1,307	5,281	-1,468	-13,82	0,11
	2	SLE_qp	-195,9	516,3e-3	-1,782	-1,147	-13,82	0,08

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_{\min}	σ_{\lim}	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
	3	SLE_qp	-187,5	2,340	-8,844	-1,689	-13,82	0,12

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,\lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
2	1	SLE_r_TOT	-242,7	-5,091	16,36	-34,98	360,0	0,10
	2	SLE_r_TOT	-234,3	1,421	-3,551	-21,72	360,0	0,06
	3	SLE_r_TOT	-225,8	4,011	-20,92	-36,02	360,0	0,10

Verifiche di fessurazione

Pilastro	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
2	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK

Pilastrata 3

Geometria e materiali

Numero piani	1
Altezza piani [m]	4,50
Angolo di rotazione [°]	0
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	50,0
Copriferro [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature della pilastrata

Pilastro	Segmento	L	Armatura Longitudinale	Staffe	
		[m]		Dir 2	Dir 3
3	1	1,50	10- \varnothing 20	2- \varnothing 8/150	2- \varnothing 8/150
	2	1,50			
	3	1,50			

Verifiche PMM della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	Combinazione	β_{\max}	β_{\min}	N	M2	M3	D/C
					[kN]	[kNm]	[kNm]	
3	1	QKE1	0,59	0,67	-180,0	-14,35	184,8	0,69
	2	SLU_TOT			-281,1	-5,623	-7,028	0,09
	3	QKE1			-163,2	9,758	-170,2	0,63

Verifiche a taglio in direzione 2 della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	V _{Sd}	V _{Rd}	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
3	1	45,2	2- \varnothing 8/150	QKE1	78,41	266,7	0,29
	2	45,2			78,41	266,7	0,29
	3	45,2			78,41	266,7	0,29

Verifiche a taglio in direzione 3 della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	V _{Sd}	V _{Rd}	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
3	1	25,2	2- \varnothing 8/150	QKE2	3,315	148,7	0,10
	2	25,2			3,315	148,7	0,10
	3	25,2			3,315	148,7	0,10

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
3	1	SLE_r_TOT	-215,4	-5,600	12,27	-2,350	-18,43	0,13
	2	SLE_r_TOT	-207,0	1,410	1,456	-1,273	-18,43	0,07
	3	SLE_r_TOT	-198,5	4,692	-12,59	-2,194	-18,43	0,12

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
3	1	SLE_qp	-182,1	-1,728	2,332	-1,228	-13,82	0,09
	2	SLE_qp	-173,6	569,7e-3	-34,04e-3	-939,1e-3	-13,82	0,07
	3	SLE_qp	-165,2	2,868	-2,400	-1,259	-13,82	0,09

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
3	1	SLE_r_TOT	-215,4	-5,600	12,27	-30,57	360,0	0,08
	2	SLE_r_TOT	-207,0	1,410	1,456	-18,18	360,0	0,05
	3	SLE_r_TOT	-198,5	4,692	-12,59	-28,60	360,0	0,08

Verifiche di fessurazione

Pilastro	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
3	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK

Pilastrata 7-38

Geometria e materiali

Numero piani	2
Altezza piani [m]	4,50 - 1,90
Angolo di rotazione [°]	0
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	50,0
Copriferro [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature della pilastrata

Pilastro	Segmento	L	Armatura Longitudinale	Staffe	
		[m]		Dir 2	Dir 3
7	1	1,50	10-Ø20	2-Ø8/150	2-Ø8/150
	2	1,50			
	3	1,50			
38	1	0,63	10-Ø20	2-Ø8/150	2-Ø8/150
	2	0,63			
	3	0,63			

Verifiche PMM della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	Combinazione	β_{maj}	β_{min}	N	M2	M3	D/C
					[kN]	[kNm]	[kNm]	
7	1	QKE1	0,71	0,69	-276,4	-15,10	114,4	0,39
	2	SLU_TOT#1			-458,2	-9,163	-31,35	0,17
	3	QKE2			-269,2	-44,11	-27,55	0,27

Pilastro	Segmento	Combinazione	β_{maj}	β_{min}	N	M2	M3	D/C
					[kN]	[kNm]	[kNm]	
38	1	QKE1	1,00	0,96	-262,0	-6,790	-54,51	0,19
	2	QKE1			-243,6	-4,872	-82,29	0,26
	3	QKE1			-240,1	-4,801	-110,1	0,36

Verifiche a taglio in direzione 2 della pilastriata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	VSD	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
7	1	45,2	2-Ø8/150	QKE1	37,62	266,7	0,14
	2	45,2		QKE1	37,62	266,7	0,14
	3	45,2		QKE1	37,62	266,7	0,14
38	1	45,2	2-Ø8/150	QKE1	29,34	266,7	0,11
	2	45,2		QKE1	29,34	266,7	0,11
	3	45,2		QKE1	29,34	266,7	0,11

Verifiche a taglio in direzione 3 della pilastriata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	VSD	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
7	1	25,2	2-Ø8/150	QKE2	6,222	148,7	0,14
	2	25,2		QKE2	6,222	148,7	0,14
	3	25,2		QKE2	6,222	148,7	0,14
38	1	25,2	2-Ø8/150	QKE2	2,802	148,7	0,06
	2	25,2		QKE2	2,802	148,7	0,06
	3	25,2		QKE2	2,802	148,7	0,06

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
7	1	SLE_r_TOT	-337,4	5,108	24,44	-3,617	-18,43	0,20
	2	SLE_r_TOT	-329,0	383,5e-3	-2,088	-1,826	-18,43	0,10
	3	SLE_r_TOT	-320,5	-4,341	-24,40	-3,454	-18,43	0,19
38	1	SLE_r_TOT	-308,4	2,244	-23,88	-3,153	-18,43	0,17
	2	SLE_r_TOT	-304,8	-1,416	-33,82	-3,671	-18,43	0,20
	3	SLE_r_TOT	-301,2	-647,2e-3	-43,77	-4,303	-18,43	0,23

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
7	1	SLE_qp	-283,8	0,000	13,99	-2,241	-13,82	0,16
	2	SLE_qp	-275,4	0,000	-457,6e-3	-1,423	-13,82	0,10
	3	SLE_qp	-267,0	0,000	-14,90	-2,208	-13,82	0,16
38	1	SLE_qp	-254,6	0,000	-14,69	-2,133	-13,82	0,15
	2	SLE_qp	-251,0	0,000	-20,59	-2,453	-13,82	0,18
	3	SLE_qp	-247,5	0,000	-26,49	-2,791	-13,82	0,20

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
7	1	SLE_r_TOT	-337,4	5,108	24,44	-47,80	360,0	0,13
	2	SLE_r_TOT	-329,0	383,5e-3	-2,088	-26,87	360,0	0,07
	3	SLE_r_TOT	-320,5	-4,341	-24,40	-45,72	360,0	0,13
38	1	SLE_r_TOT	-308,4	2,244	-23,88	-42,30	360,0	0,12
	2	SLE_r_TOT	-304,8	-1,416	-33,82	-48,59	360,0	0,13
	3	SLE_r_TOT	-301,2	-647,2e-3	-43,77	-55,99	360,0	0,16

Verifiche di fessurazione

Pilastro	Segmento	FREQ	QP
----------	----------	------	----

		Apertura fessure	Apertura fessure
7	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK
38	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK

Pilastrata 8-39

Geometria e materiali

Numero piani	2
Altezza piani [m]	4,50 - 1,90
Angolo di rotazione [°]	0
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	50,0
Copriferro [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature della pilastrata

Pilastro	Segmento	L [m]	Armatura Longitudinale	Staffe	
				Dir 2	Dir 3
8	1	1,50	10-Ø20	2-Ø8/150	2-Ø8/150
	2	1,50			
	3	1,50			
39	1	0,63	10-Ø20	2-Ø8/150	2-Ø8/150
	2	0,63			
	3	0,63			

Verifiche PMM della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	Combinazione	β_{maj}	β_{min}	N	M2	M3	D/C
					[kN]	[kNm]	[kNm]	
8	1	QKE1	0,71	0,69	-264,0	-17,81	-100,0	0,36
	2	SLU_TOT# 4			-422,9	11,45	13,91	0,15
	3	QKE2			-247,2	-46,45	18,53	0,27
39	1	QKE2	1,00	0,96	-234,9	-24,57	17,62	0,16
	2	QKE1			-231,5	-4,630	65,78	0,21
	3	QKE1			-227,6	-4,552	88,92	0,29

Verifiche a taglio in direzione 2 della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	V _{Sd}	V _{Rd}	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
8	1	45,2	2-Ø8/150	QKE1	-32,19	266,7	0,12
	2	45,2		QKE1	-32,19	266,7	0,12
	3	45,2		QKE1	-32,19	266,7	0,12
39	1	45,2	2-Ø8/150	QKE1	-24,38	266,7	0,09
	2	45,2		QKE1	-24,38	266,7	0,09
	3	45,2		QKE1	-24,38	266,7	0,09

Verifiche a taglio in direzione 3 della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	V _{Sd}	V _{Rd}	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
8	1	25,2	2-Ø8/150	QKE2	-6,474	148,7	0,14
	2	25,2		QKE2	-6,474	148,7	0,14
	3	25,2		QKE2	-6,474	148,7	0,14

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	Vsd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
39	1	25,2	2-Ø8/150	QKE2	-2,813	148,7	0,06
	2	25,2		QKE2	-2,813	148,7	0,06
	3	25,2		QKE2	-2,813	148,7	0,06

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
8	1	SLE_r_TOT	-311,8	5,062	-13,35	-2,846	-18,43	0,15
	2	SLE_r_TOT	-303,4	384,4e-3	2,403	-1,715	-18,43	0,09
	3	SLE_r_TOT	-295,0	-4,293	13,93	-2,718	-18,43	0,15
39	1	SLE_r_TOT	-282,8	2,261	13,81	-2,449	-18,43	0,13
	2	SLE_r_TOT	-279,2	-1,420	19,45	-2,671	-18,43	0,14
	3	SLE_r_TOT	-275,7	-645,2e-3	25,09	-2,901	-18,43	0,16

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
8	1	SLE_qp	-264,2	0,000	-5,801	-1,672	-13,82	0,12
	2	SLE_qp	-255,7	0,000	727,6e-3	-1,339	-13,82	0,10
	3	SLE_qp	-247,3	0,000	7,257	-1,670	-13,82	0,12
39	1	SLE_qp	-234,9	0,000	7,380	-1,614	-13,82	0,12
	2	SLE_qp	-231,3	0,000	10,12	-1,753	-13,82	0,13
	3	SLE_qp	-227,8	0,000	12,85	-1,891	-13,82	0,14

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
8	1	SLE_r_TOT	-311,8	5,062	-13,35	-38,09	360,0	0,11
	2	SLE_r_TOT	-303,4	384,4e-3	2,403	-25,14	360,0	0,07
	3	SLE_r_TOT	-295,0	-4,293	13,93	-36,44	360,0	0,10
39	1	SLE_r_TOT	-282,8	2,261	13,81	-33,38	360,0	0,09
	2	SLE_r_TOT	-279,2	-1,420	19,45	-36,18	360,0	0,10
	3	SLE_r_TOT	-275,7	-645,2e-3	25,09	-39,06	360,0	0,11

Verifiche di fessurazione

Pilastro	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
8	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK
39	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK

Pilastrata 4

Geometria e materiali

Numero piani	1
Altezza piani [m]	4,50
Angolo di rotazione [°]	0
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	50,0
Copriferro [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature della pilastrata

Pilastro	Segmento	L	Armatura Longitudinale	Staffe	
		[m]		Dir 2	Dir 3
4	1	1,50	10-Ø20	2-Ø8/150	2-Ø8/150
	2	1,50			
	3	1,50			

Verifiche PMM della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	Combinazione	β_{maj}	β_{min}	N	M2	M3	D/C
					[kN]	[kNm]	[kNm]	
4	1	QKE1	0,58	0,67	-216,7	-13,94	-189,0	0,69
	2	SLU_TOT# 2			-368,5	7,369	22,26	0,14
	3	QKE1			-199,8	8,777	184,7	0,67

Verifiche a taglio in direzione 2 della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	VSd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
4	1	45,2	2-Ø8/150	QKE1	-82,45	266,7	0,31
	2	45,2		QKE1	-82,45	266,7	0,31
	3	45,2		QKE1	-82,45	266,7	0,31

Verifiche a taglio in direzione 3 della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	VSd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
4	1	25,2	2-Ø8/150	QKE2	-5,049	148,7	0,10
	2	25,2		QKE2	-5,049	148,7	0,10
	3	25,2		QKE2	-5,049	148,7	0,10

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
4	1	SLE_r_TOT	-273,2	-5,012	-12,30	-2,585	-18,43	0,14
	2	SLE_r_TOT	-264,8	1,550	3,397	-1,691	-18,43	0,09
	3	SLE_r_TOT	-256,3	4,147	17,75	-2,727	-18,43	0,15

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
4	1	SLE_qp	-238,2	-1,235	-2,364	-1,466	-13,82	0,11
	2	SLE_qp	-229,7	629,6e-3	2,666	-1,380	-13,82	0,10
	3	SLE_qp	-221,3	2,495	7,696	-1,810	-13,82	0,13

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
4	1	SLE_r_TOT	-273,2	-5,012	-12,30	-34,37	360,0	0,10
	2	SLE_r_TOT	-264,8	1,550	3,397	-24,07	360,0	0,07
	3	SLE_r_TOT	-256,3	4,147	17,75	-36,01	360,0	0,10

Verifiche di fessurazione

Pilastro	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
4	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK

Pilastrata 9-40

Geometria e materiali

Numero piani	2
Altezza piani [m]	4,50 - 1,90
Angolo di rotazione [°]	0
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	50,0
Copriferro [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature della pilastrata

Pilastro	Segmento	L	Armatura Longitudinale	Staffe	
		[m]		Dir 2	Dir 3
9	1	1,50	10-Ø20	2-Ø8/150	2-Ø8/150
	2	1,50			
	3	1,50			
40	1	0,63	10-Ø20	2-Ø8/150	2-Ø8/150
	2	0,63			
	3	0,63			

Verifiche PMM della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	Combinazione	β_{maj}	β_{min}	N	M2	M3	D/C
					[kN]	[kNm]	[kNm]	
9	1	QKE1	0,69	0,69	-306,0	-16,53	-178,0	0,63
	2	SLU_TOT# 2			-487,5	9,749	35,72	0,19
	3	QKE1			-289,1	-14,01	165,1	0,58
40	1	QKE1	0,98	0,96	-200,4	-7,340	-130,9	0,46
	2	QKE1			-196,9	-4,673	-60,99	0,20
	3	SLU_TOT			-336,5	-6,730	-22,66	0,13

Verifiche a taglio in direzione 2 della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	Vsd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
9	1	45,2	2-Ø8/150	QKE1	-75,21	266,7	0,28
	2	45,2		QKE1	-75,21	266,7	0,28
	3	45,2		QKE1	-75,21	266,7	0,28
40	1	45,2	2-Ø8/150	QKE1	-73,58	266,7	0,28
	2	45,2		QKE1	-73,58	266,7	0,28
	3	45,2		QKE1	-73,58	266,7	0,28

Verifiche a taglio in direzione 3 della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	Vsd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
9	1	25,2	2-Ø8/150	QKE2	-6,787	148,7	0,15
	2	25,2		QKE2	-6,787	148,7	0,15
	3	25,2		QKE2	-6,787	148,7	0,15
40	1	25,2	2-Ø8/150	QKE2	-2,807	148,7	0,06
	2	25,2		QKE2	-2,807	148,7	0,06
	3	25,2		QKE2	-2,807	148,7	0,06

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
9	1	SLE_r_TOT	-361,8	5,162	-18,18	-3,386	-18,43	0,18

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
	2	SLE_r_TOT	-353,3	375,3e-3	7,352	-2,251	-18,43	0,12
	3	SLE_r_TOT	-344,9	-4,412	30,33	-3,936	-18,43	0,21
	1	SLE_r_TOT	-253,2	2,373	-52,31	-5,139	-18,43	0,28
40	2	SLE_r_TOT	-249,6	-1,454	-30,64	-3,248	-18,43	0,18
	3	SLE_r_TOT	-246,1	-574,6e-3	-14,10	-2,113	-18,43	0,11

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
9	1	SLE_qp	-316,7	0,000	-9,712	-2,163	-13,82	0,16
	2	SLE_qp	-308,2	0,000	6,539	-1,938	-13,82	0,14
	3	SLE_qp	-299,8	0,000	22,79	-2,826	-13,82	0,20
40	1	SLE_qp	-207,5	0,000	-47,23	-4,299	-13,82	0,31
	2	SLE_qp	-204,0	0,000	-24,23	-2,462	-13,82	0,18
	3	SLE_qp	-200,4	0,000	-1,243	-1,088	-13,82	0,08

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
9	1	SLE_r_TOT	-361,8	5,162	-18,18	-45,35	360,0	0,13
	2	SLE_r_TOT	-353,3	375,3e-3	7,352	-32,37	360,0	0,09
	3	SLE_r_TOT	-344,9	-4,412	30,33	-51,88	360,0	0,14
40	1	SLE_r_TOT	-253,2	2,373	-52,31	-63,92	360,0	0,18
	2	SLE_r_TOT	-249,6	-1,454	-30,64	-42,58	360,0	0,12
	3	SLE_r_TOT	-246,1	-574,6e-3	-14,10	-29,09	360,0	0,08

Verifiche di fessurazione

Pilastro	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
9	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK
40	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK

Pilastrata 5

Geometria e materiali

Numero piani	1
Altezza piani [m]	4,50
Angolo di rotazione [°]	90
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	100,0
Copriferro [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature della pilastrata

Pilastro	Segmento	L	Armatura Longitudinale	Staffe	
		[m]		Dir 2	Dir 3
5	1	1,00	20-Ø20	2-Ø8/150	2-Ø8/150
	2	2,15			
	3	1,35			

Verifiche PMM della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	Combinazione	β_{maj}	β_{min}	N	M2	M3	D/C
					[kN]	[kNm]	[kNm]	
5	1	QKE2	0,71	0,60	-111,7	-57,96	-726,5	0,79
	2	QKE2			-94,79	7,234	341,6	0,34
	3	QKE1			-61,63	145,8	24,88	0,52

Verifiche a taglio in direzione 2 della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	Vsd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
5	1	90,7	2- \emptyset 8/150	QKE2	-174,0	535,1	0,33
	2	90,7		QKE2	-174,0	535,1	0,33
	3	90,7		QKE2	-174,0	535,1	0,33

Verifiche a taglio in direzione 3 della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	Vsd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
5	1	25,2	2- \emptyset 8/150	QKE1	-27,00	148,7	0,43
	2	25,2		QKE1	-27,00	148,7	0,43
	3	25,2		QKE1	-27,00	148,7	0,43

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
5	1	SLE_r_TOT	-144,3	-19,93	-70,39	-3,122	-18,43	0,17
	2	SLE_r_TOT	-145,5	6,194	33,80	-1,244	-18,43	0,07
	3	SLE_r_TOT	-128,6	30,78	14,49	-2,610	-18,43	0,14

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
5	1	SLE_qp	-146,7	-12,55	-4,691	-1,101	-13,82	0,08
	2	SLE_qp	-129,8	5,387	2,884	-629,3e-3	-13,82	0,05
	3	SLE_qp	-112,9	23,33	10,46	-1,973	-13,82	0,14

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
5	1	SLE_r_TOT	-144,3	-19,93	-70,39	39,03	360,0	0,11
	2	SLE_r_TOT	-145,5	6,194	33,80	-16,20	360,0	0,04
	3	SLE_r_TOT	-110,6	30,78	14,49	36,99	360,0	0,10

Verifiche di fessurazione

Pilastro	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
5	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK

Pilastrata 6-71

Geometria e materiali

Numero piani	2
Altezza piani [m]	4,50 - 1,90
Angolo di rotazione [°]	90
Tipo sezione	Rettangolare
Larghezza b [cm]	30,0
Altezza h [cm]	50,0

Copriferro [cm]	4,8
Rck [N/mm ²]	37
Fyk [N/mm ²]	450

Armature della pilastrata

Pilastro	Segmento	L	Armatura Longitudinale	Staffe	
		[m]		Dir 2	Dir 3
6	1	1,50	10-Ø20	2-Ø8/150	2-Ø8/150
	2	1,50			
	3	1,50			
71	1	0,63	10-Ø20	2-Ø8/150	2-Ø8/150
	2	0,63			
	3	0,63			

Verifiche PMM della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	Combinazione	β_{maj}	β_{min}	N	M2	M3	D/C
					[kN]	[kNm]	[kNm]	
6	1	QKE2	0,70	0,71	-137,2	21,78	-110,9	0,44
	2	QKE1			-157,6	-11,85	-3,939	0,08
	3	QKE2			-120,3	-18,77	-86,27	0,35
71	1	QKE2	0,98	1,00	-108,5	-16,47	-59,02	0,24
	2	QKE1			-89,41	-37,18	-11,09	0,23
	3	QKE1			-85,85	-46,54	-3,610	0,29

Verifiche a taglio in direzione 2 della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	VSD	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
6	1	45,2	2-Ø8/150	QKE2	-43,58	266,7	0,16
	2	45,2		QKE2	-43,58	266,7	0,16
	3	45,2		QKE2	-43,58	266,7	0,16
71	1	45,2	2-Ø8/150	QKE2	-25,00	266,7	0,09
	2	45,2		QKE2	-25,00	266,7	0,09
	3	45,2		QKE2	-25,00	266,7	0,09

Verifiche a taglio in direzione 3 della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	VSD	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
6	1	25,2	2-Ø8/150	QKE1	1,178	148,7	0,12
	2	25,2		QKE1	1,178	148,7	0,12
	3	25,2		QKE1	1,178	148,7	0,12
71	1	25,2	2-Ø8/150	QKE1	3,211	148,7	0,07
	2	25,2		QKE1	3,211	148,7	0,07
	3	25,2		QKE1	3,211	148,7	0,07

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
6	1	SLE_r_TOT	-166,6	14,80	13,56	-3,492	-18,43	0,19
	2	SLE_r_TOT	-158,2	-1,567	1,335	-1,034	-18,43	0,06
	3	SLE_r_TOT	-133,6	-16,58	-10,89	-3,557	-18,43	0,19
71	1	SLE_r_TOT	-137,9	-15,16	-7,647	-3,057	-18,43	0,17
	2	SLE_r_TOT	-134,4	-21,42	-4,416	-3,760	-18,43	0,20
	3	SLE_r_TOT	-130,8	-27,68	-1,184	-4,410	-18,43	0,24

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
6	1	SLE_qp	-143,9	10,30	0,000	-1,787	-13,82	0,13

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ, \min	σ, \lim	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
	2	SLE_qp	-135,4	-919,2e-3	0,000	-777,8e-3	-13,82	0,06
	3	SLE_qp	-127,0	-12,14	0,000	-1,989	-13,82	0,14
	71	1	SLE_qp	-115,1	-11,05	0,000	-1,809	-13,82
	2	SLE_qp	-111,6	-15,57	0,000	-2,469	-13,82	0,18
	3	SLE_qp	-108,0	-20,08	0,000	-3,138	-13,82	0,23

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	σ_s, \lim	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
6	1	SLE_r_TOT	-166,6	14,80	13,56	-40,77	360,0	0,11
	2	SLE_r_TOT	-158,2	-1,567	1,335	-14,54	360,0	0,04
	3	SLE_r_TOT	-149,7	-16,58	-10,89	-40,22	360,0	0,11
71	1	SLE_r_TOT	-137,9	-15,16	-7,647	-34,58	360,0	0,10
	2	SLE_r_TOT	-118,2	-21,42	-4,416	41,43	360,0	0,12
	3	SLE_r_TOT	-114,6	-27,68	-1,184	59,32	360,0	0,16

Verifiche di fessurazione

Pilastro	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
6	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK
71	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK

Verifiche di resistenza dei nodi