

**S.S 685 "DELLE TRE VALLI UMBRE"**  
**TRATTO SPOLETO - ACQUASPARTA**  
**1° stralcio: Madonna di Baiano-Fiorenzuola**

**SUPPORTO AGGIORNAMENTO PROG. DEFINITIVO**

COD. **PG143**

**PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GDG - ICARIA**

**IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:**

Dott. Ing. Nando Granieri  
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351

**IL PROGETTISTA:**

Dott. Ing. Federico Durastanti  
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Terni n° A844

**IL GEOLOGO:**

Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini  
Ordine dei Geologi della Regione Umbria n°108

**IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**

Dott. Ing. Filippo Pambianco  
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A1373

**Il Responsabile di Progetto**

Arch. Pianificatore Marco Colazza

**Il Responsabile del Procedimento**

Dott. Ing.  
Alessandro Micheli

PROTOCOLLO

DATA

**IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:**

**MANDATARIA:**

**MANDANTI:**



Dott.Ing. N.Granieri  
Dott.Arch. N.Kamenicky  
Dott.Ing. V.Truffini  
Dott.Arch. A.Bracchini  
Dott.Ing. F.Durastanti  
Dott.Ing. E.Bartolucci  
Dott.Geol. G.Cerquiglini  
Geom. S.Scopetta  
Dott.Ing. L.Sbrenna  
Dott.Ing. E.Sellari  
Dott.Ing. L.Dinelli  
Dott.Ing. L.Nani  
Dott.Ing. F.Pambianco  
Dott. Agr. F.Berti Nulli

Dott. Ing. D.Carlaccini  
Dott. Ing. S.Sacconi  
Dott. Ing. G.Cordua  
Dott. Ing. V.De Gori  
Dott. Ing. C.Consorti  
Dott. Ing. F.Dominici

Dott. Ing. V.Rotisciani  
Dott. Ing. F.Macchioni  
Geom. C.Vischini  
Dott. Ing. V.Piunno  
Dott. Ing. G.Pulli  
Geom. C.Sugaroni



**OPERE D'ARTE MINORI**  
**FABBRICATO TECNOLOGICO**  
**Relazione di calcolo**

**CODICE PROGETTO**

**NOME FILE**

T00-FA01-STR-RE01

**REVISIONE**

**SCALA:**

PROGETTO

LIV. PROG.

N. PROG.

**CODICE ELAB.**

T00FA01STRRE01

A

LOPG143 D 2007

A

Emissione

30/11/2020

F.Brunori

F.Durastanti

N.Granieri

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO



<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELL' OPERA .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>NORMATIVA TECNICA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE TERRENO DI FONDAZIONE .....</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO .....</b>	<b>12</b>
<b>7</b>	<b>MODELLAZIONE STRUTTURALE .....</b>	<b>14</b>
	7.1 CODICE DI CALCOLO.....	14
	7.2 NOTE SU PARAGRAFO 10.2 DEL DM 17-01-18.....	14
	7.3 VALIDAZIONE DEL CODICE DI CALCOLO ADOTTATO.....	15
	7.4 CARATTERISTICHE GENERALI COSTRUZIONE.....	16
	7.5 TIPO DI ANALISI SVOLTA.....	17
	7.6 AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO.....	18
	7.7 INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE.....	18
	7.8 GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI .....	18
<b>8</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI .....</b>	<b>19</b>
	8.1 PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA .....	19
	8.2 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI .....	19
	8.3 CARICHI VARIABILI.....	21
	8.4 AZIONE TERMICA.....	22
	8.5 CARICO DELLA NEVE SULLA COPERTURA .....	23
	8.6 AZIONE DEL VENTO .....	25
	8.7 AZIONE SISMICA.....	30
<b>9</b>	<b>COMBINAZIONI DI CARICO .....</b>	<b>34</b>
<b>10</b>	<b>RISULTATI DELLA MODELLAZIONE .....</b>	<b>50</b>
<b>11</b>	<b>VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....</b>	<b>67</b>
	11.1 VERIFICA SOLAIO .....	67
	11.2 VERIFICA PILASTRI .....	73
	11.2.1 Verifica di resistenza.....	73
	11.2.2 Verifica di stabilità.....	88
	11.2.3 Verifica a taglio .....	89
	11.2.4 Verifica a torsione.....	92
	11.2.5 Verifica limitazioni di armatura.....	93
	11.3 VERIFICA TRAVE DI BORDO.....	94
	11.3.1 Verifica di resistenza.....	94
	11.3.2 Verifica a taglio .....	108
	11.3.3 Verifica a torsione.....	110
	11.3.4 Verifica limitazioni di armatura.....	113
	11.4 VERIFICA TRAVE INTERNA .....	115
	11.4.1 Verifica di resistenza.....	115
	11.4.2 Verifica a taglio .....	129
	11.4.3 Verifica a torsione.....	133
	11.4.4 Verifica limitazioni di armatura.....	135
	11.5 VERIFICA SBALZO.....	138
<b>12</b>	<b>EFFETTI DELLA NON LINEARITA' GEOMETRICA .....</b>	<b>158</b>
<b>13</b>	<b>VERIFICA STATO LIMITE DI DEFORMABILITA' .....</b>	<b>161</b>
	13.1 TRAVI 30X40 INTERNE.....	161
	13.2 TRAVI 30X40 BORDO.....	162
<b>14</b>	<b>VERIFICA AGLI SLE .....</b>	<b>163</b>



*Direzione Progettazione e  
Realizzazione Lavori*

STRADA DELLE TRE VALLI UMBRE  
Tratto Eggi-Acquasparta – 1° Stralcio Baiano-Firenzuola

**PROGETTO DEFINITIVO**

---

**Relazione di calcolo**

---

<b>15 MODELLAZIONE TRAVI ROVESCE DI FONDAZIONE .....</b>	<b>165</b>
15.1 VERIFICA TRAVI ROVESCE DI FONDAZIONE .....	174
15.2 VERIFICHE GEOTECNICHE DELLA TRAVE ROVESCIA.....	188

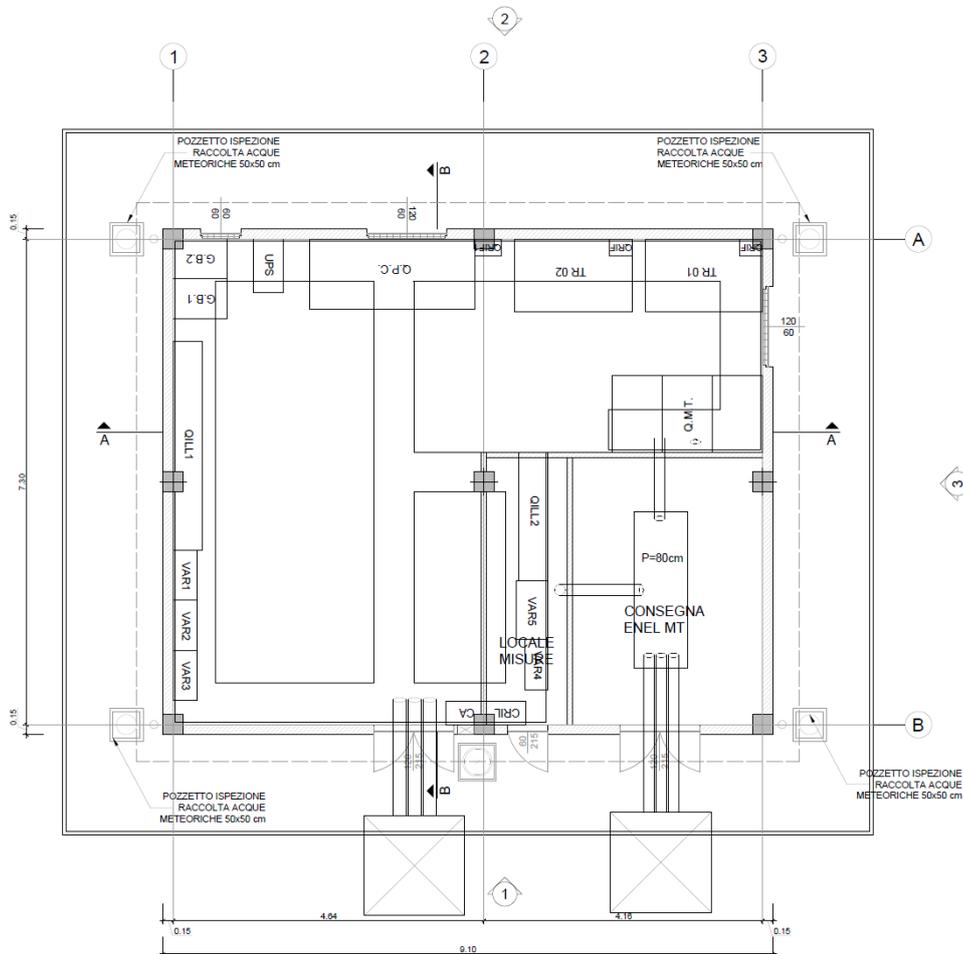
## 1 INTRODUZIONE

La presente relazione ha per oggetto i calcoli e le verifiche strutturali del fabbricato tecnologico collocato in corrispondenza dell'inizio della galleria artificiale Colle del Vento, nell'ambito del progetto definitivo della "Strada delle Tre Valli Umbre", tratto Eggi-Acquasparta.

Di seguito si riporta la pianta del fabbricato.

PIANTA LOCALE

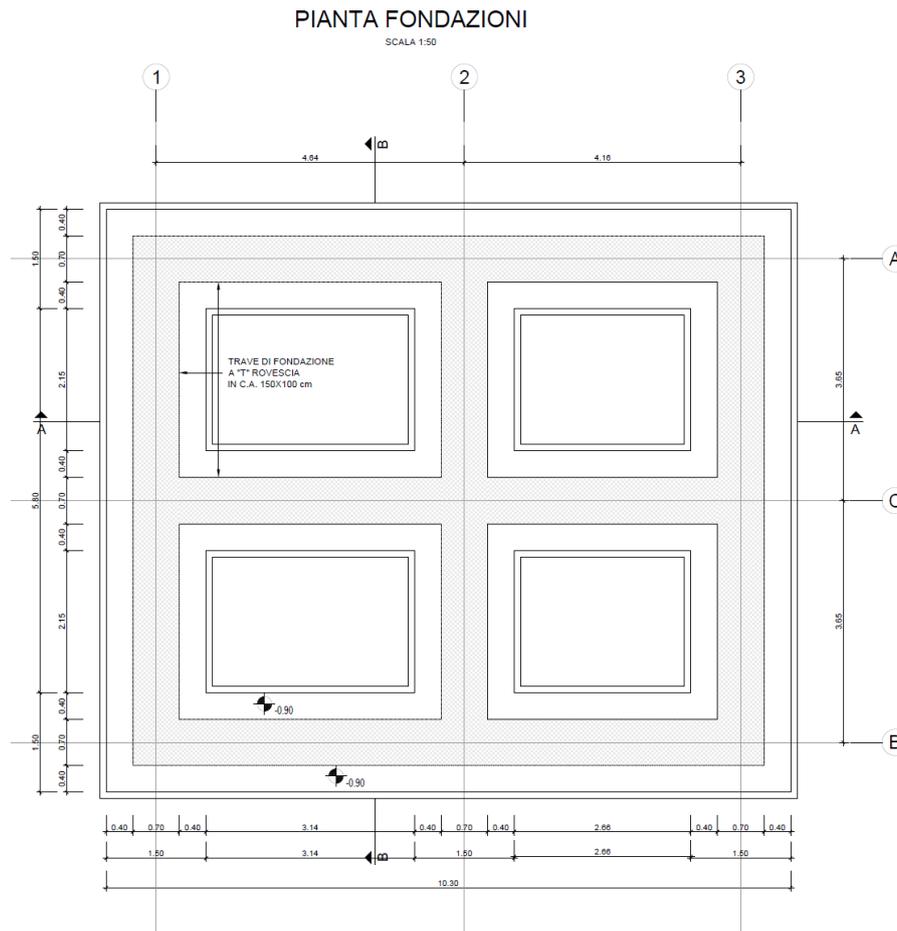
SCALA 1:50



## 2 DESCRIZIONE DELL' OPERA

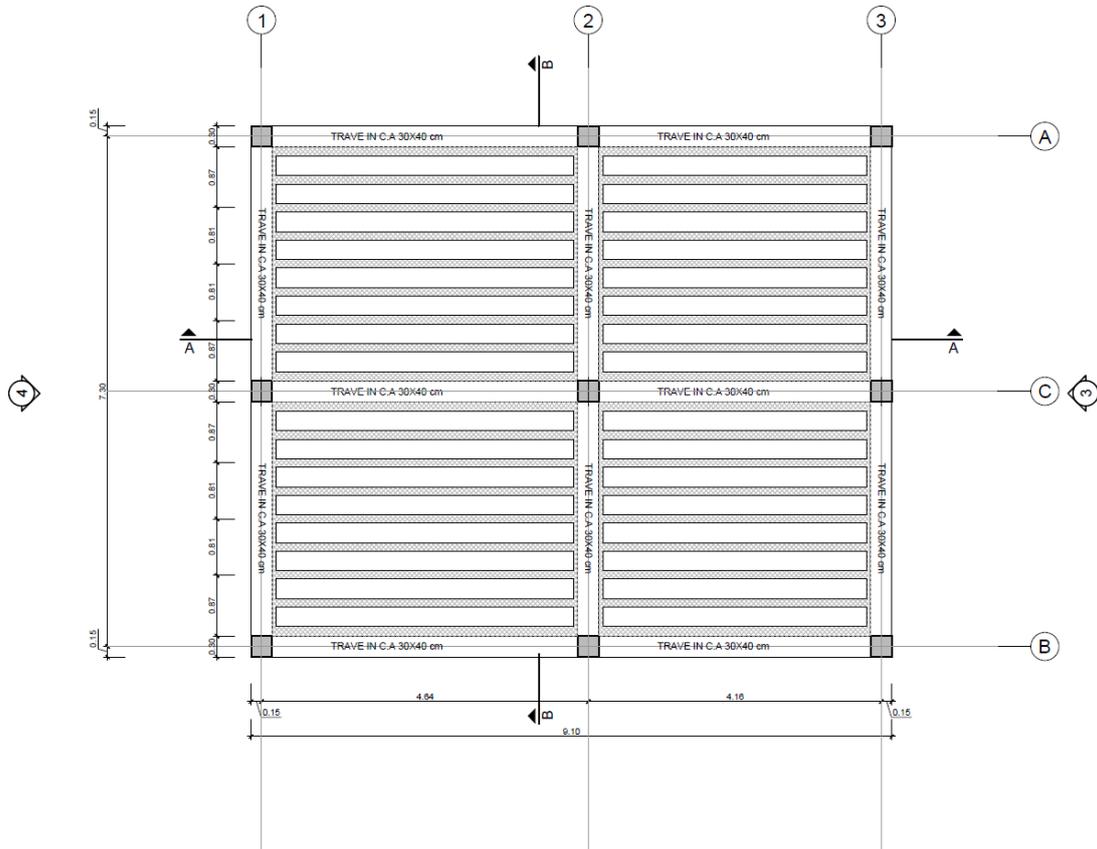
L'opera in esame è costituita da un fabbricato tecnologico ad un solo piano di dimensioni in pianta 9.10 x 7.60 m ed altezza 3.68 m. La struttura è realizzata con un telaio in c.a. composto da travi 30x40 cm e da pilastri 30x30 cm con tamponature esterne in muratura di spessore 15 cm. Il solaio di copertura è realizzato in latero-cemento con lastre prefabbricate  $sp=5+10+5$  cm. La fondazione è costituita da travi a T rovesce in c.a. 150x100 cm.

Di seguito si riportano le piante e le sezioni del fabbricato.



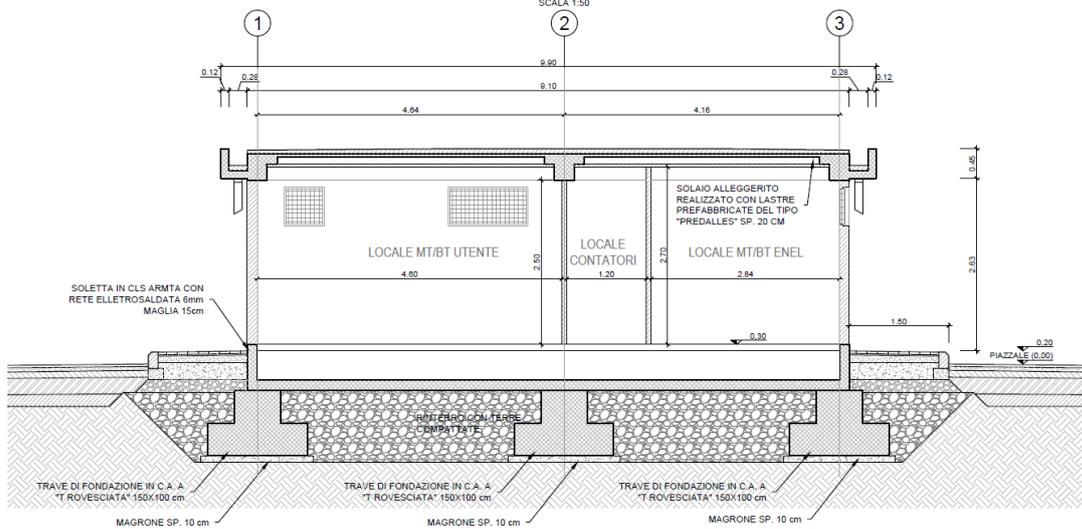
PIANTA COPERTURA

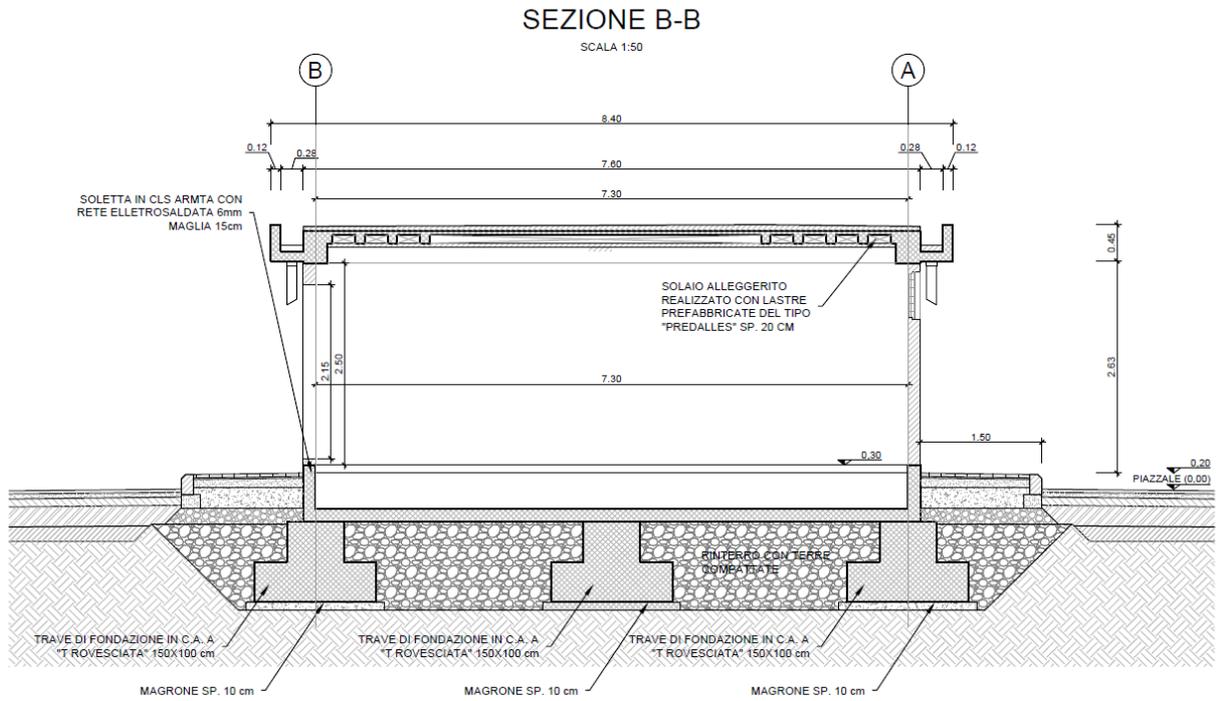
SCALA 1:50



SEZIONE A-A

SCALA 1:50





### **3   NORMATIVA TECNICA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO**

La progettazione è conforme alle normative vigenti.

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- Nuove norme tecniche per le costruzioni - D.M. 17-03-18 (NTC-2018);
- Circolare n. 7 / C.S.LL.PP. del 21 gennaio 2019
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003 . Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 21/10/2003;
- Eurocodice 2: Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Parte 1.1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI ENV 1992-1-1 Parte 1-1:Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità;
- UNI EN 1998-5 – Fondazioni ed opere di sostegno.

#### 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

##### **CALCESTRUZZO OPERE IN ELEVAZIONE: CLASSE C28/35**

Classe di resistenza C28/35 ( $R_{ck} > = 35$  Mpa)

Classe di consistenza (slump) S4 – UNI EN 12350-2

Classe di esposizione XC3 – UNI EN 206-1

Dimensione massima nominale degli aggregati UNI EN 206 – 1:

- pilastri: 25 mm

- travi e getto di completamento del solaio: 12 mm

##### **CALCESTRUZZO OPERE DI FONDAZIONE: CLASSE C28/35**

Classe di resistenza C28/35 ( $R_{ck} > = 35$  Mpa)

Classe di consistenza (slump) S4 – UNI EN 12350-2

Classe di esposizione XC2/XC3 – UNI EN 206-1

Dimensione massima nominale degli aggregati UNI EN 206 – 1: 25 mm

##### **CALCESTRUZZO MAGRONE: CLASSE C12/15**

Classe di resistenza C12/15 ( $R_{ck} > = 15$  Mpa)

Classe di esposizione X0 – UNI EN 206-1

Dimensione massima nominale degli aggregati UNI EN 206 – 1: 30 mm

##### **COPRIFERRI**

Copriferro strutture di fondazione: 40 mm

Copriferro strutture in elevazione: 40 mm

##### **ARMATURA IN BARRE PER STRUTTURA INTELAIATA IN C.A.:**

L'acciaio utilizzato è ad aderenza migliorata tipo B 450 C ed è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura:

$$f_{y\text{ nom}} = 450 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t\text{ nom}} = 540 \text{ N/mm}^2$$

e deve rispettare i requisiti indicati di seguito:

Modulo di elasticità:  $E_s = 210000 \text{ Mpa} = 210 \text{ Gpa}$

Sovrapposizioni barre  $\geq 40$  diametri

**Resistenze di calcolo dell'acciaio per la verifica agli SLU ( $\gamma_S = 1,15$ ):**

Resistenza di calcolo a rottura per trazione:

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_S = 391,30 \text{ Mpa}$$

$$\epsilon_{yd} = f_{yd}/E_s = 0,186\%$$

**Resistenze di calcolo dell'acciaio per la verifica agli SLE ( $\gamma_S = 1,00$ ):**

Resistenza di calcolo a rottura per trazione:

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_S = 450/1 = 450,00 \text{ Mpa}$$

$$\epsilon_{yd} = f_{yd}/E_s = 0,218\%$$

$$\sigma_s = 0,80 \cdot f_{yk} = 0,8 \cdot 450 = 360,00 \text{ Mpa}$$

Le armature da porsi in opera devono essere non ossidate, non corrosive, senza difetti superficiali, senza sostanze superficiali che possano ridurre l'aderenza al conglomerato e di sezione resistente integra e priva di qualsiasi difetto di fusione.

**Tensione tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo:**

		Solaio in lastre predalles	Struttura in elevazione	Fondazioni
$f_{bk}$	(N/mm <sup>2</sup> )	4.36	4,36	4,36
$f_{bd}$	(N/mm <sup>2</sup> )	2.90	2,90	2,90

dove:

$$f_{bk} = 2.25 \cdot \eta \cdot f_{ctk} = \text{Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza}$$

$$f_{bd} = \frac{f_{bk}}{\gamma_c} = \text{Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo}$$

$\eta = 1.0$  – per barre di diametro  $\Phi \leq 32$  mm;

$\gamma_c = 1.5$  – Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo.

## 5 CARATTERIZZAZIONE TERRENO DI FONDAZIONE

Il fabbricato tecnologico si trova in una zona caratterizzata da una formazione marnosa arenacea avente i seguenti parametri geotecnici:

$\gamma_t$	$c'$	$\phi^\circ$
[kN/mc]	[kPa]	[°]
22÷23	50÷100	32÷40°

La costante di sottofondo  $K_s$  è stata assunta pari a 15000 kN/m<sup>3</sup>.

## 6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

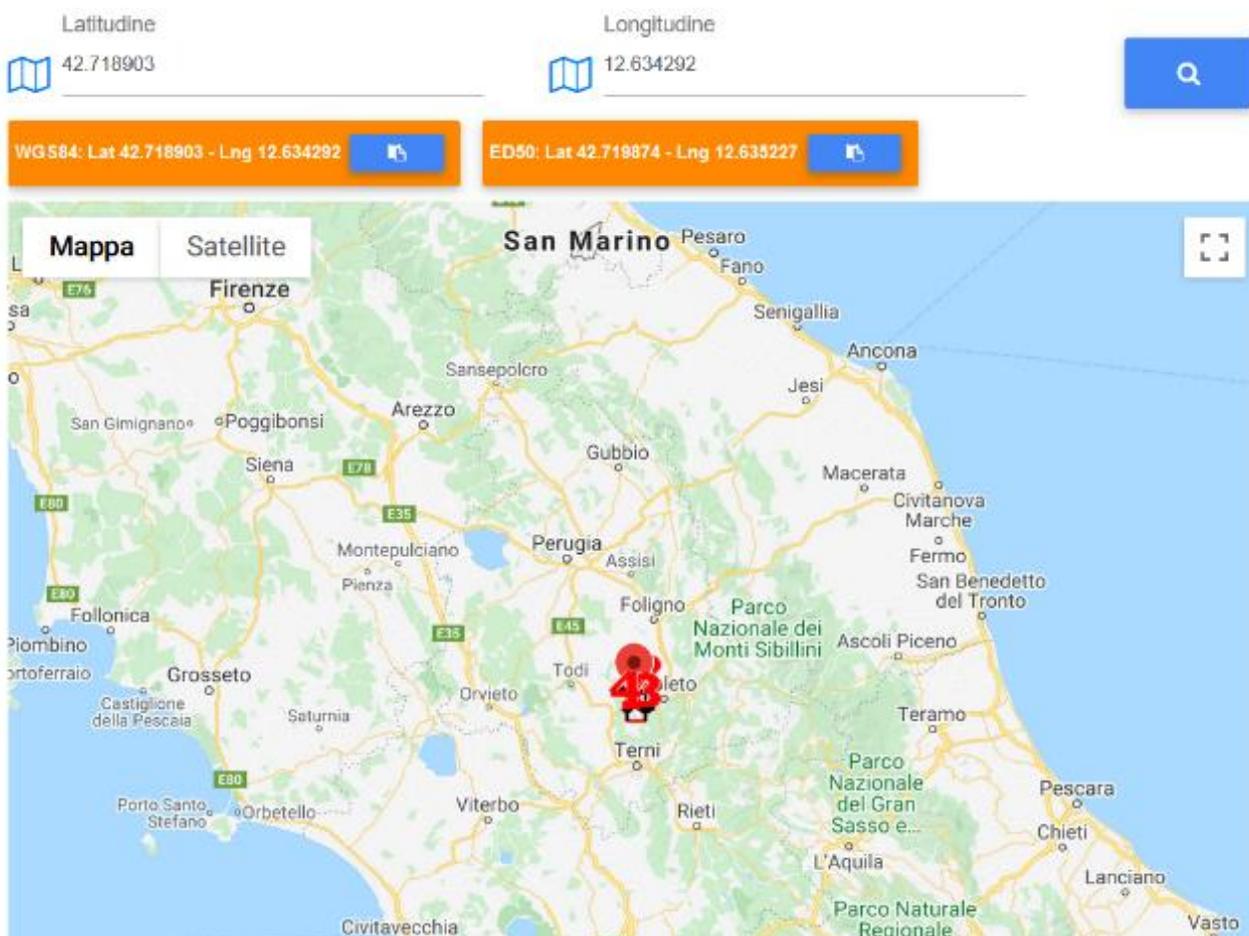
L'azione sismica è stata definita adottando i seguenti parametri.

La vita nominale ( $V_N$ ) dell'opera è stata assunta pari a 50 anni la classe d'uso è la IV.

Il periodo di riferimento ( $V_R$ ) per l'azione sismica data la vita nominale e la classe d'uso vale quindi:

$$V_R = V_N \cdot C_u = 100 \text{ anni.}$$

Secondo quanto riportato nella relazione geologica, sismica e geotecnica il terreno di fondazione rientra nella Categoria B e la zona è ascrivibile alla categoria T1 pertanto il coefficiente di amplificazione topografica è  $ST = 1,0$ .



### Stati limite



Classe Edificio

IV. Funzioni pubbliche o strategiche importanti...



Vita Nominale 50



Interpolazione Media ponderata

**CU = 2**

Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$	$T_c$ [s]
Operatività (SLO)	60	0.082	2.469	0.284
Danno (SLD)	101	0.102	2.451	0.294
Salvaguardia vita (SLV)	949	0.225	2.475	0.331
Prevenzione collasso (SLC)	1950	0.275	2.505	0.342
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	100			

### Coefficienti sismici



Tipo Muri di sostegno NTC 2018

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) us (m)  
1 0.1



Cat. Sottosuolo B



Cat. Topografica T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,18	1,12
CC Coeff. funz categoria	1,41	1,40	1,37	1,36
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²] 0.6



Latitudine: 42°43'8.05"N

Longitudine: 12°38'3.45"E

## 7 MODELLAZIONE STRUTTURALE

### 7.1 Codice di calcolo

L'analisi della struttura è stata condotta con un programma agli elementi finiti:

Titolo	SAP 2000
Versione	20.0
Distributore	CSI ITALIA

### 7.2 Note su paragrafo 10.2 del DM 17-01-18

Le analisi e le verifiche della struttura sono state condotte con l'ausilio del codice di calcolo automatico SAP 2000 v20.0.0.

In particolare è stata condotta un'analisi statica nei confronti dei carichi permanenti ed accidentali di neve, vento e manutenzione ed un'analisi dinamica lineare con spettro di risposta elastico per quanto riguarda le azioni sismiche.

Il calcolo statico della struttura e la verifica delle strutture è stato eseguito secondo *i metodi della scienza e della tecnica delle costruzioni*.

Gli elementi costituenti la struttura sono stati modellati utilizzando degli elementi *frame* e sono stati definiti utilizzando l'ipotesi di materiale elastico lineare isotropo in un campo di piccoli spostamenti e deformazioni. I vincoli definiti alle estremità delle travi ed alla base dei pilastri si schematizzano con incastri.

Per la verifica delle strutture si è seguito il metodo agli stati limite facendo riferimento alle normative elencate; le verifiche sono state eseguite agli SLU (verifiche di resistenza) ed agli SLE (verifica di deformabilità verticale ed orizzontale).

Si sono analizzate le possibili condizioni di carico e si è proceduto al dimensionamento delle parti per le condizioni più gravose. A parità di sezione resistente è stato omesso il risultato della verifica di quegli elementi che risultano meno sollecitati.

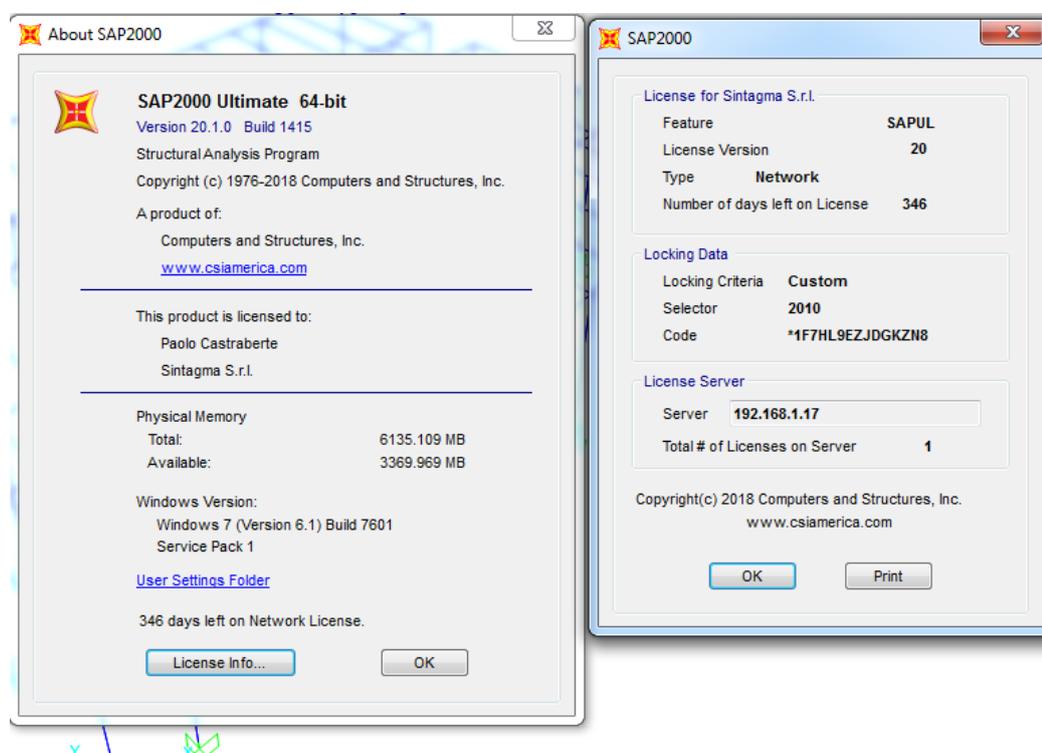
Il codice di calcolo SAP è fornito dalla C.S.I. Italia e correttamente licenziato nella versione 20.0.0.

### 7.3 Validazione del codice di calcolo adottato

Come detto, per la risoluzione del modello di calcolo si e' fatto uso del programma di calcolo

SAP2000 NL

Di seguito si riporta una schermata con tutte le informazioni del programma, del produttore e della licenza d'uso:



**Il produttore fornisce idonea documentazione utile al corretto uso del programma. sul sito del produttore e' inoltre possibile scaricare la necessaria documentazione utile alla validazione del programma.**

## 7.4 Caratteristiche generali costruzione

### COSTRUZIONE REGOLARE IN PIANTA

Per quanto riguarda gli edifici, una costruzione è regolare in pianta se tutte le seguenti condizioni sono rispettate:

a) la distribuzione di masse e rigidezze è approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali e la forma in pianta è compatta, ossia il contorno di ogni orizzontamento è convesso; il requisito può ritenersi soddisfatto, anche in presenza di rientranze in pianta, quando esse non influenzano significativamente la rigidezza nel piano dell'orizzontamento e, per ogni rientranza, l'area compresa tra il perimetro dell'orizzontamento e la linea convessa circoscritta all'orizzontamento non supera il 5% dell'area dell'orizzontamento;

verifica soddisfatta

b) il rapporto tra i lati del rettangolo circoscritto alla pianta di ogni orizzontamento è inferiore a 4;

B= 7.6 m

L= 9.1 m

L/B = 1.20 < 4

verifica soddisfatta

c) ciascun orizzontamento ha una rigidezza nel proprio piano tanto maggiore della corrispondente rigidezza degli elementi strutturali verticali da potersi assumere che la sua deformazione in pianta influenzi in modo trascurabile la distribuzione delle azioni sismiche tra questi ultimi e ha resistenza sufficiente a garantire l'efficacia di tale distribuzione.

verifica soddisfatta

### COSTRUZIONE REGOLARE IN ALTEZZA

Sempre riferendosi agli edifici, una costruzione è regolare in altezza se tutte le seguenti condizioni sono rispettate:

d) tutti i sistemi resistenti alle azioni orizzontali si estendono per tutta l'altezza della costruzione o, se sono presenti parti aventi differenti altezze, fino alla sommità della rispettiva parte dell'edificio;

verifica soddisfatta

e) massa e rigidezza rimangono costanti o variano gradualmente, senza bruschi cambiamenti, dalla base alla sommità della costruzione (le variazioni di massa da un orizzontamento all'altro non superano il 25%, la rigidezza non si riduce da un orizzontamento a quello sovrastante più del 30% e non aumenta più del 10%); ai fini della rigidezza si possono considerare regolari in altezza strutture dotate di pareti o nuclei in c.a. o di pareti e nuclei in muratura di sezione costante sull'altezza o di telai controventati in acciaio, ai quali sia affidato almeno il 50% dell'azione sismica alla base;

verifica soddisfatta

f) il rapporto tra la capacità e la domanda allo SLV non è significativamente diverso, in termini di resistenza, per orizzontamenti successivi (tale rapporto, calcolato per un generico orizzontamento, non deve differire più del 30% dall'analogo rapporto calcolato per l'orizzontamento adiacente); può fare eccezione l'ultimo orizzontamento di strutture intelaiate di almeno tre orizzontamenti;

verifica soddisfatta

g) eventuali restringimenti della sezione orizzontale della costruzione avvengano con continuità da un orizzontamento al successivo; oppure avvengano in modo che il rientro di un orizzontamento non superi il 10% della dimensione corrispondente all'orizzontamento immediatamente sottostante, né il 30% della dimensione corrispondente al primo orizzontamento. Fa eccezione l'ultimo orizzontamento di costruzioni di almeno quattro orizzontamenti, per il quale non sono previste limitazioni di restringimento.

verifica soddisfatta

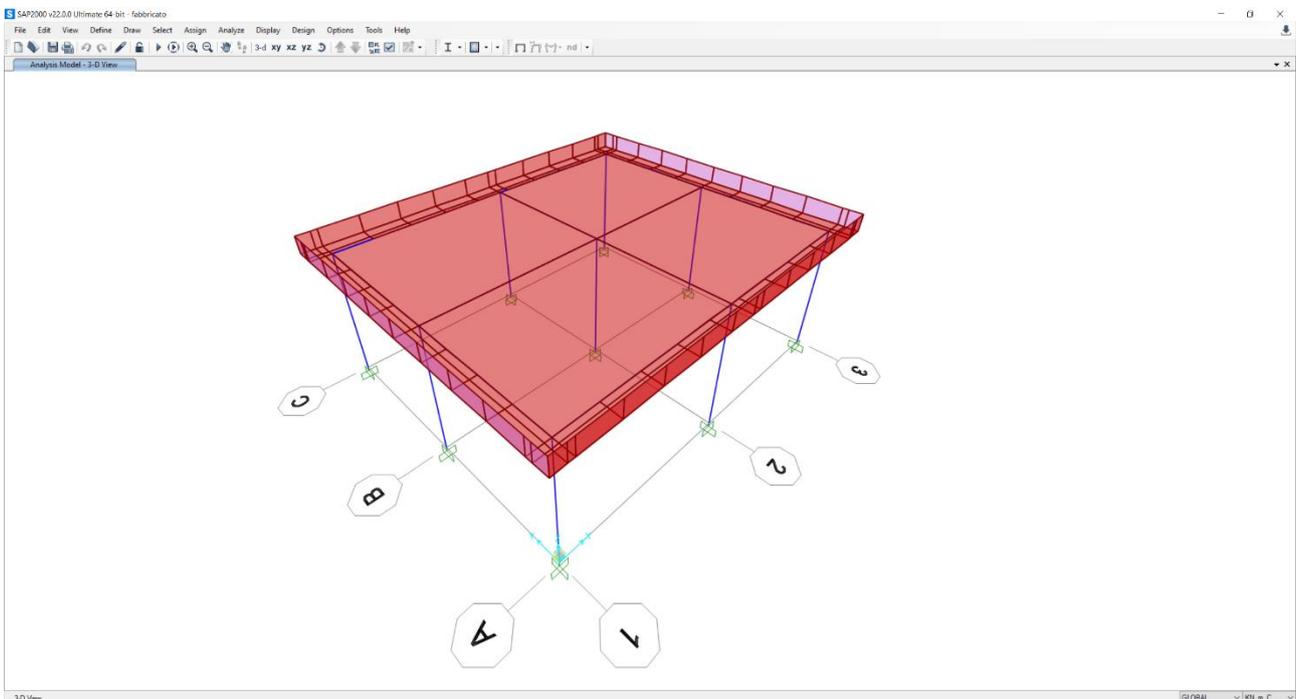
## 7.5 Tipo di analisi svolta

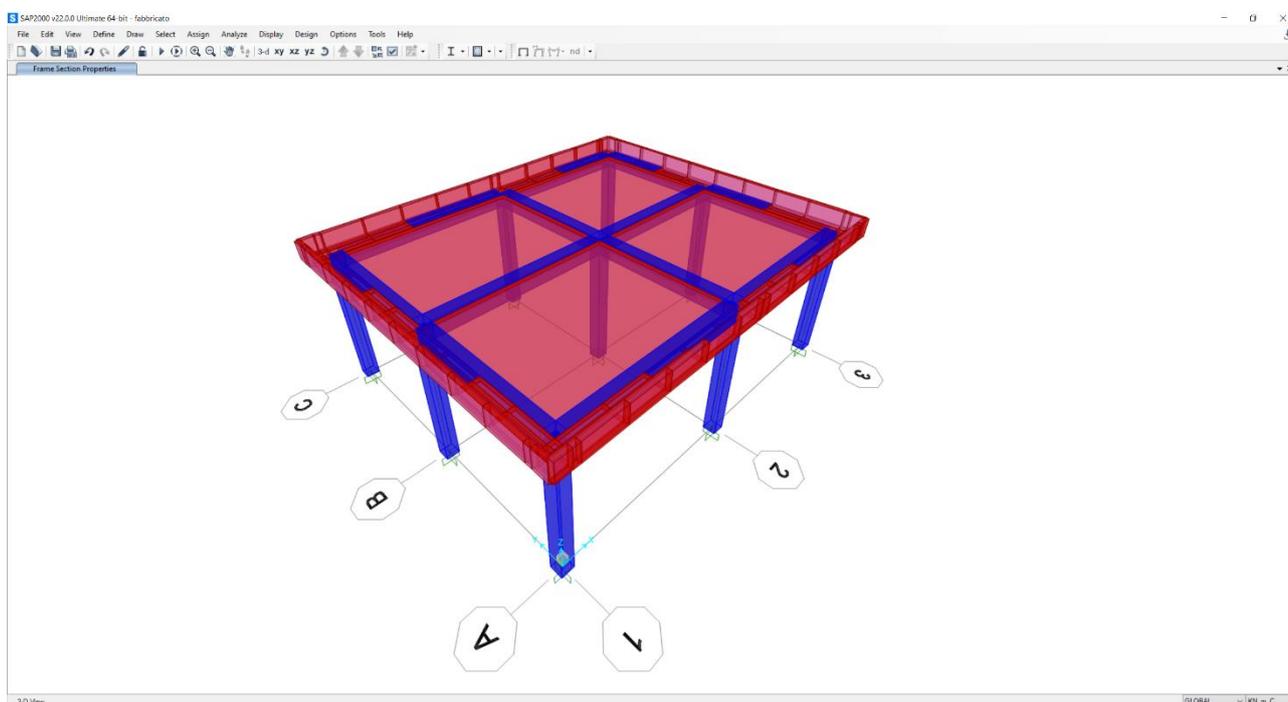
L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La struttura in elevazione viene discretizzata con un modello tridimensionale in elementi tipo frame per le travi e i pilastri. I pilastri sono vincolati alla base con degli incastrati mentre le travi sono incastrate ai pilastri con nodi rigidi.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi dinamica lineare con spettro secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 14/01/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Il modello di calcolo è mostrato in figura.





## 7.6 Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego.

## 7.7 Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

## 7.8 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati

tensionali e deformativi determinati. si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

## 8 ANALISI DEI CARICHI

Si riportano di seguito i carichi utilizzati per il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche delle sezioni della struttura in esame.

### 8.1 Peso proprio della struttura

Le sollecitazioni indotte dal peso della struttura sono valutate automaticamente dal programma.

### 8.2 Carichi permanenti non strutturali

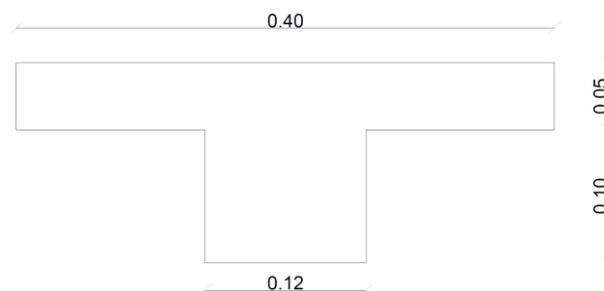
#### Solaio di copertura:

- Peso del solaio H(5+10+5):  $p=3.10 \text{ KN/m}^2$
- Peso guaina impermeabilizzazione:  $p=0.04 \text{ KN/m}^2$
- Peso del massetto in cls:  $p=1.6 \text{ KN/m}^2$
- Peso riempimento in cls su sbalzo:  $1.92 \text{ KN/m}^2$

Complessivamente il peso dei permanenti non strutturali vale  $p = 4.74 \text{ KN/m}^2$

Nella modellazione il solaio viene schematizzato con elementi tipo membrana a cui è assegnato uno spessore equivalente ottenuto dalla rigidezza del solaio effettivamente realizzato.

Caratteristiche travetto gettato in opera:



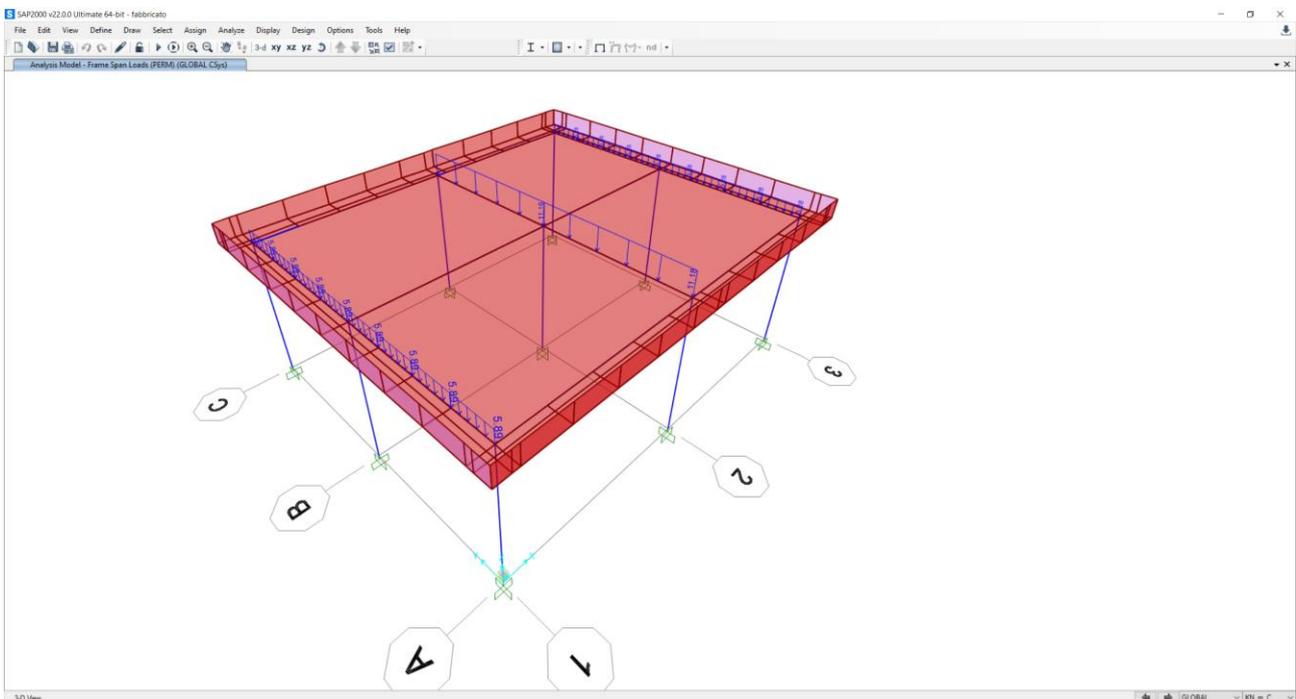
$$A=0.032 \text{ m}^2$$

$$Jx=0.000056 \text{ m}^4$$

Si considera una sezione rettangolare di larghezza  $B=1.0$  m e di spessore equivalente pari

$$a: H = \sqrt[3]{\frac{12 \cdot J_x}{B}} = 0.088 \text{ m}$$

Considerando quindi che il peso del solaio di spessore 8.8 cm ( $0.088 \cdot 25 = 2.20$  KN/m<sup>2</sup>) è già considerato automaticamente dal modello il carico permanente esterno applicato sarà:  
 $4.74 - 2.20 = 2.54$  KN/m<sup>2</sup>

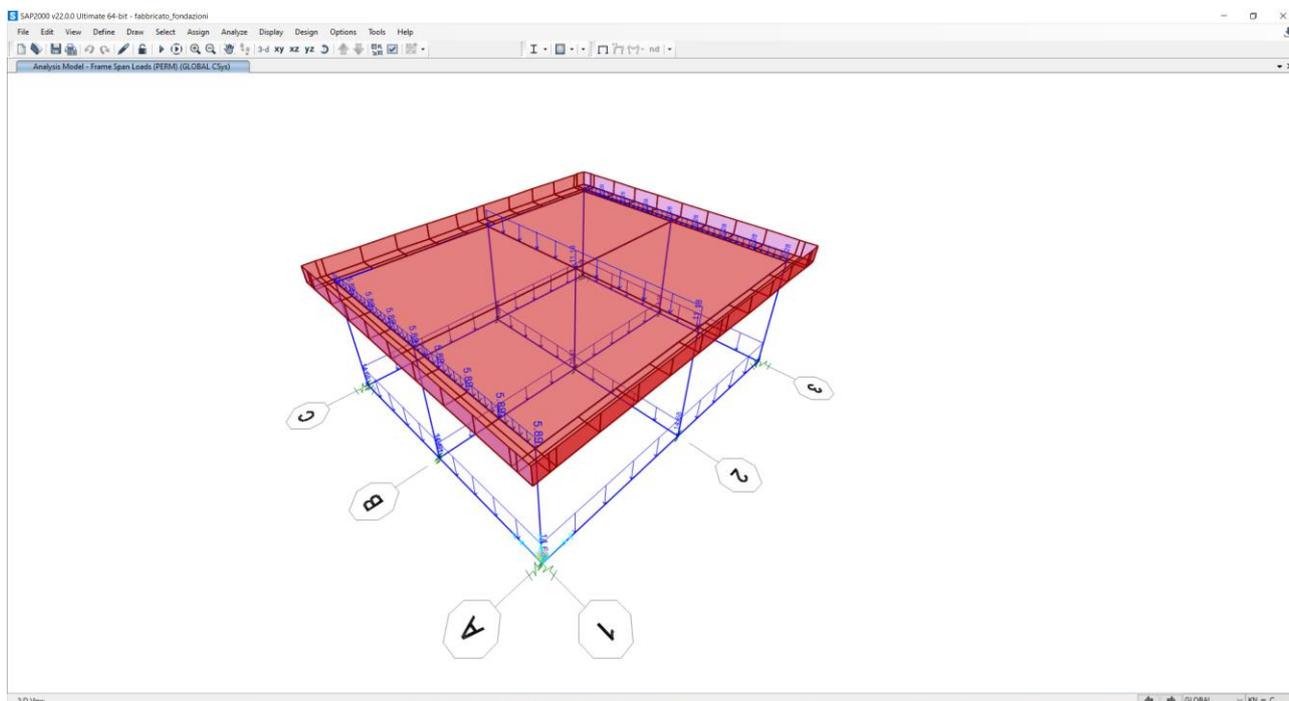


#### Travi rovesce di fondazione interne:

- peso del massetto: 1.68 kN/m
- peso della soletta: 2.63 kN/m
- Peso del riempimento in cls alleggerito: 6.3 kN/m

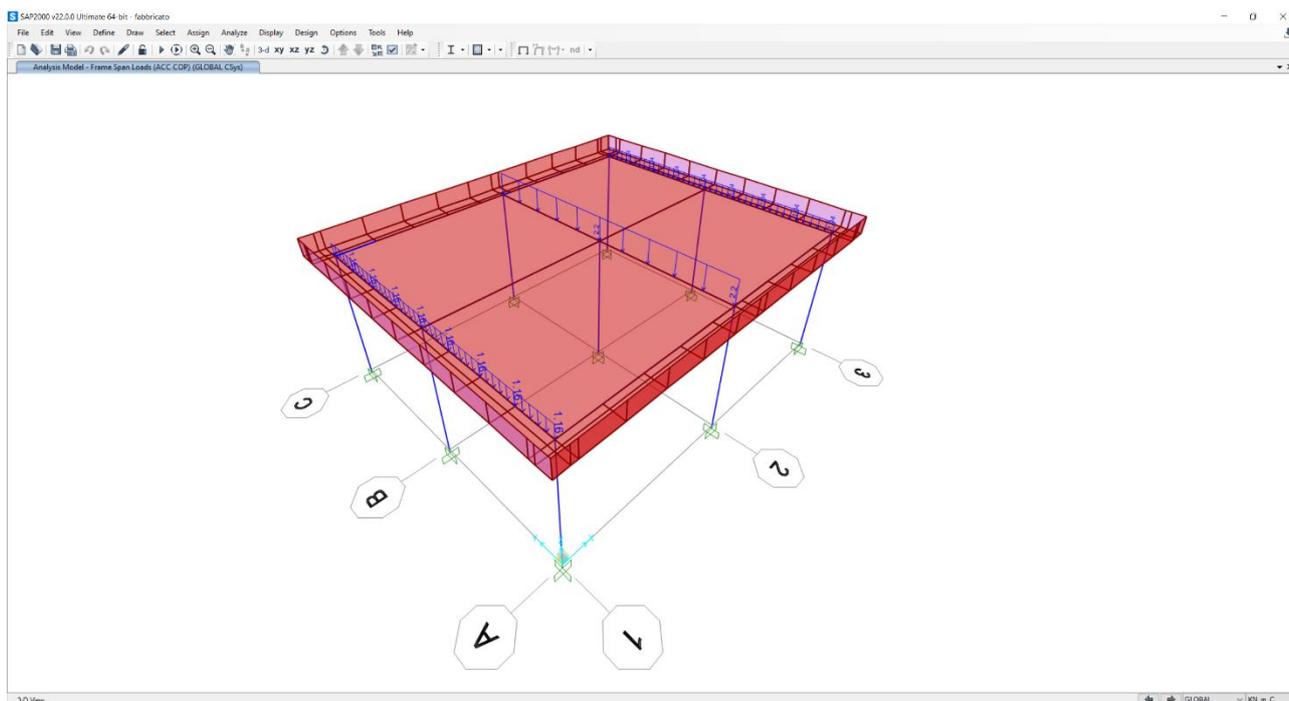
#### Travi rovesce di fondazione di bordo:

- peso del massetto: 0.84 kN/m
- peso della soletta: 3.94 kN/m
- Peso del riempimento in cls alleggerito: 3.15 kN/m
- Peso della tamponatura esterna: 6.75 kN/m



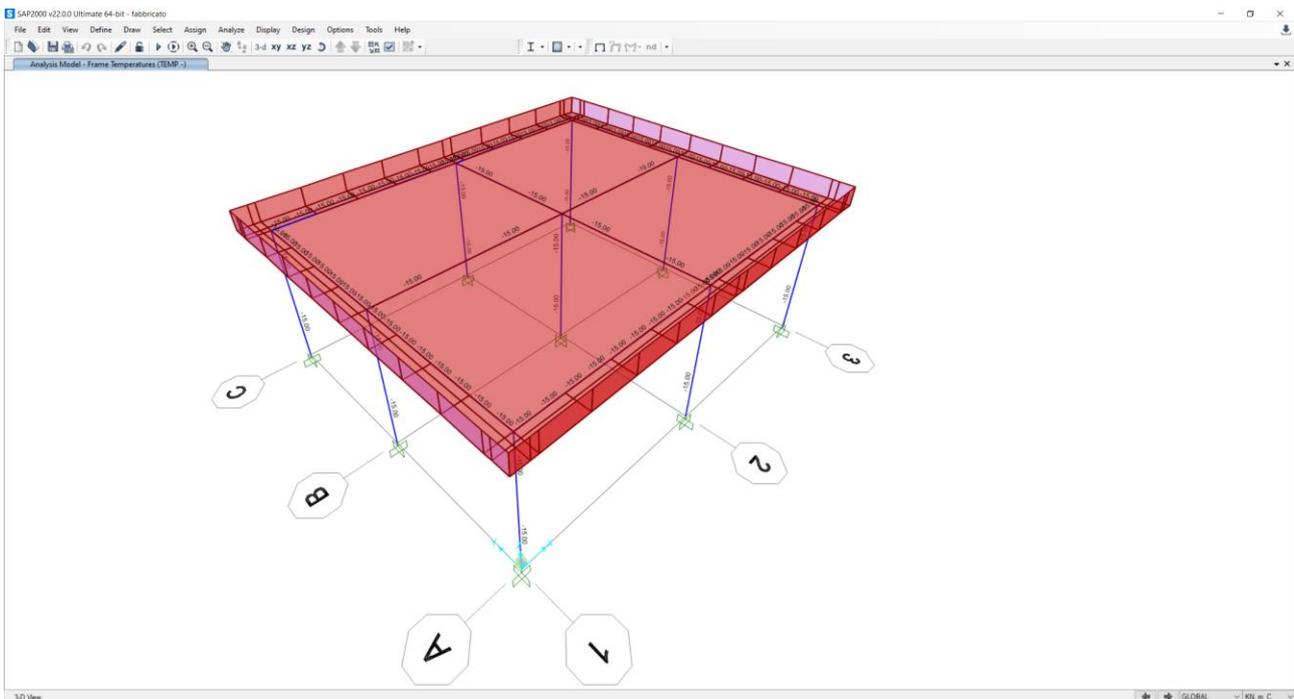
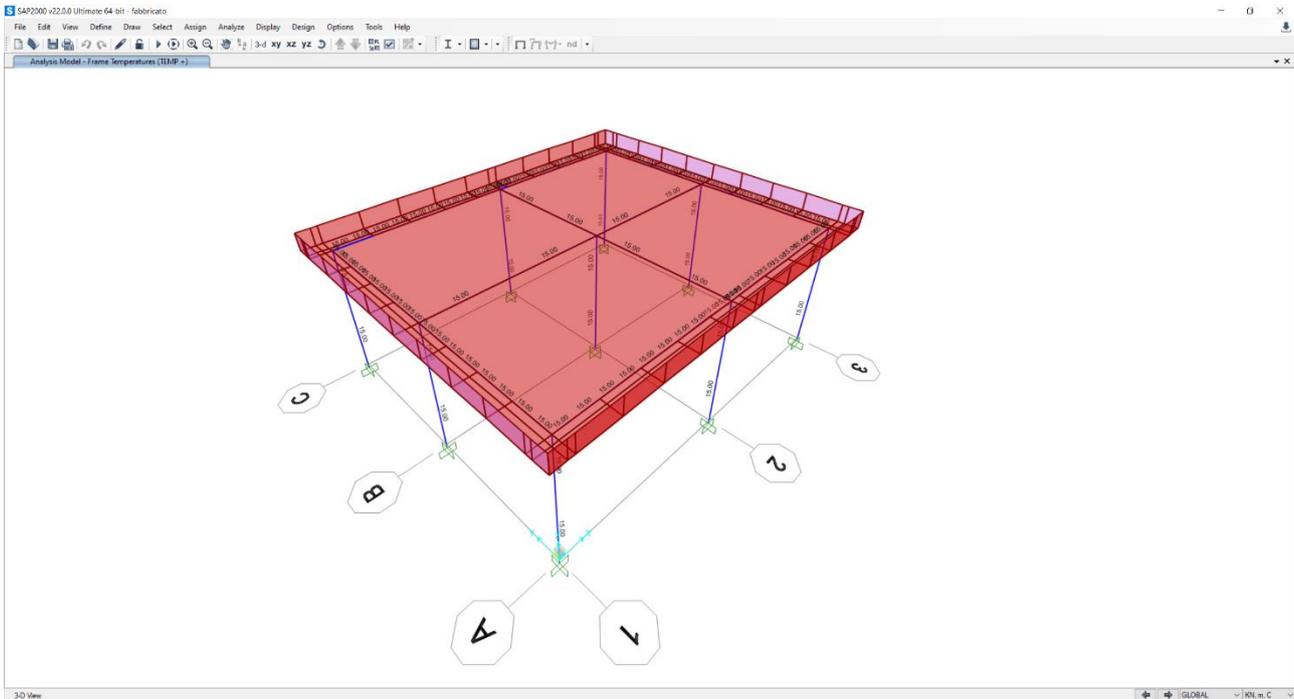
### 8.3 Carichi variabili

Il carico della manutenzione sulla copertura si pone pari a  $q=0.5 \text{ KN/m}^2$  (categoria H).



## 8.4 Azione termica

Si applica la variazione uniforme della temperatura di  $\pm 15^\circ$  alle membrature in cls.



## 8.5 Carico della neve sulla copertura

### CALCOLO DELL'AZIONE DELLA NEVE

○	<b>Zona I - Alpina</b> Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbano-Cusio-Ossola, Vercelli, Vicenza.	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 1,39 [1+(a_s/728)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$
○	<b>Zona I - Mediterranea</b> Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Monza, Brianza, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese.	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 1,35 [1+(a_s/602)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$
●	<b>Zona II</b> Arezzo, Ascoli Piceno, Avellino, Bari, Barletta-Andria-Trani, Benevento, Campobasso, Chieti, Fermo, Ferrara, Firenze, Foggia, Frosinone, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, L'Aquila, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rieti, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona.	$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 0,85 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$
○	<b>Zona III</b> Agrigento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Grosseto, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Olgiastro, Olbia Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo.	$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 0,51 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$

$$q_s \text{ (carico neve sulla copertura [N/mq])} = q_{sk} \mu_i C_E C_t$$

$q_{sk}$  (valore caratteristico della neve al suolo [kN/mq])

$\mu_i$  (coefficiente di forma)

$C_E$  (coefficiente di esposizione)

$C_t$  (coefficiente termico)

### Valore caratteristico della neve al suolo

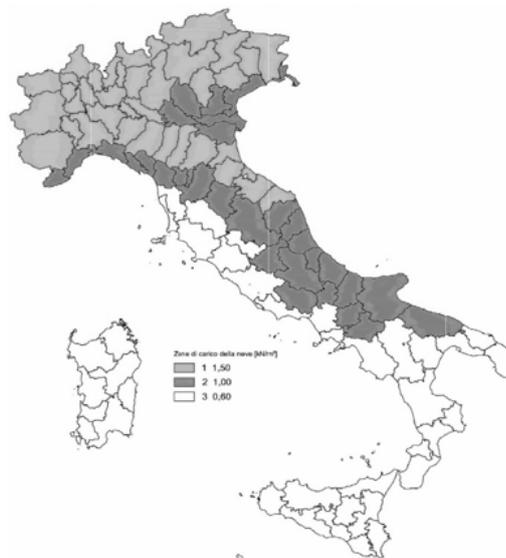
$a_s$ (altitudine sul livello del mare [m])	380
$q_{sk}$ (val. caratt. della neve al suolo [kN/mq])	1.38

### Coefficiente termico

Il coefficiente termico tiene conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente dipende dalle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato  $C_t = 1$ .

### Coefficiente di esposizione

Topografia	Descrizione	$C_E$
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1



**Valore del carico della neve al suolo**

$q_s$ (carico della neve al suolo [kN/mq])	1.38
--	------

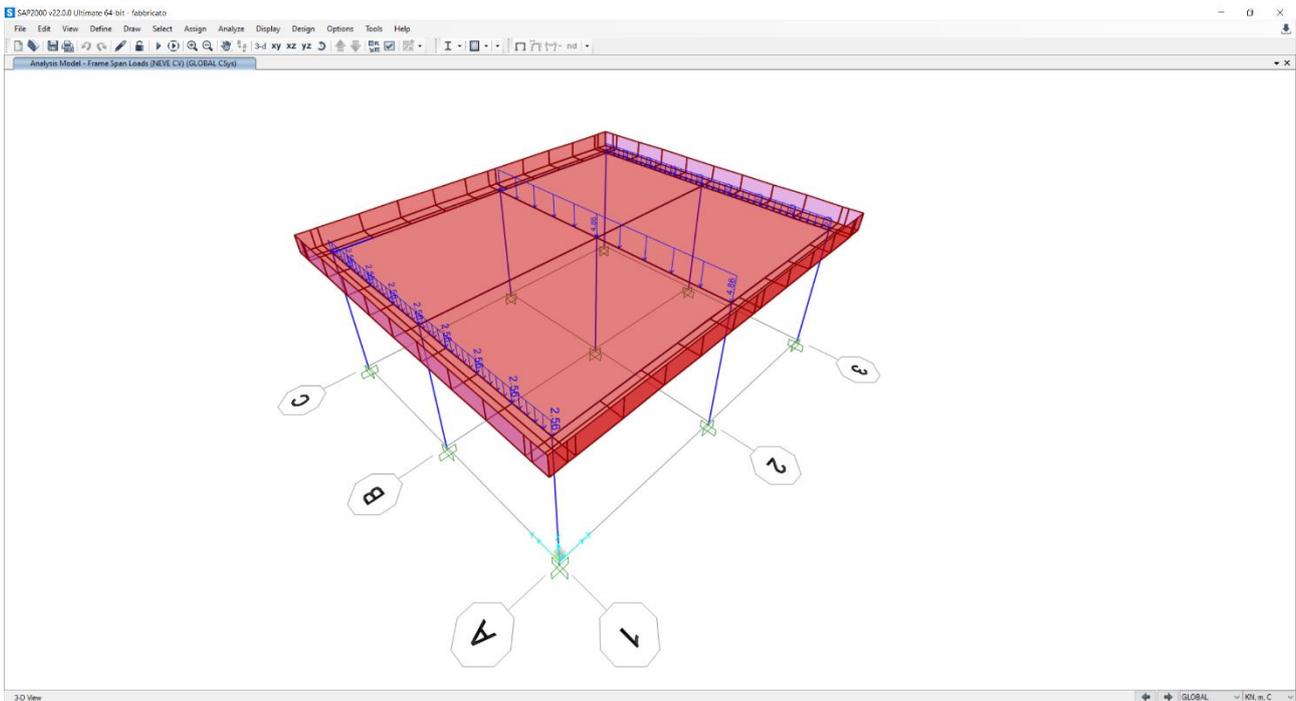
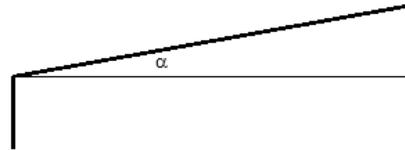
**Coefficiente di forma (copertura ad una falda)**

$\alpha$ (inclinazione falda [°])	0
-----------------------------------	---

1.104 kN/mq

$\mu$
-------

$\mu$	0.8
-------	-----



## 8.6 Azione del vento

### CALCOLO DELL'AZIONE DEL VENTO

3) Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_s$
3	27	500	0.37
$a_s$ (altitudine sul livello del mare [m])			380
$T_R$ (Tempo di ritorno)			100
$v_b = v_{b,0} \cdot c_a \quad c_a = 1 \text{ per } a_s \leq a_0$			
$c_a = 1 + k_s (a_s/a_0 - 1) \text{ per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$			
$c_a = 1$	$v_b$ [m/s] = 27.000		
$v_r = v_b \cdot c_r \quad c_r = 0,75 \cdot \{1 - 0,2 \cdot \ln[-\ln(1 - 1/T_r)]\}^{0,5}$			
$c_r = 1.03924$	$v_r$ [m/s] = 28.059		

$p$ (pressione del vento [N/mq]) = $q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$
$q_r$ (pressione cinetica di riferimento [N/mq])
$c_e$ (coefficiente di esposizione)
$c_p$ (coefficiente di pressione)
$c_d$ (coefficiente dinamico)



#### Pressione cinetica di riferimento

$$q_r = 1/2 \cdot \rho \cdot v_r^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/mc})$$

$q_r$ [N/mq]	492.08
--------------	--------

#### Coefficiente di pressione

Esso dipende dalla tipologia e dalla geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

#### Coefficiente dinamico

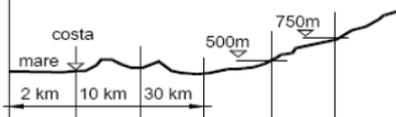
Esso può essere assunto autelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di

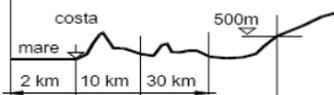
#### Coefficiente di esposizione

#### Classe di rugosità del terreno

D) Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,....)

Categoria di esposizione

ZONE 1,2,3,4,5						
						
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

ZONA 6					
					
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

ZONE 7,8			
			
A	--	--	IV
B	--	--	IV
C	--	--	III
D	I	II	*
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7			

ZONA 9		
		
A	--	I
B	--	I
C	--	I
D	I	I

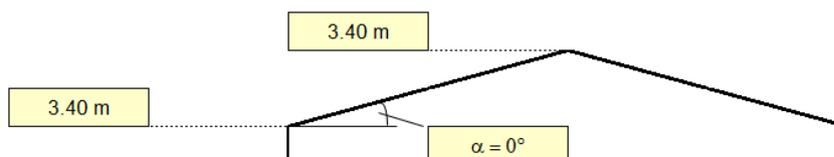
Zona	Classe di rugosità	$a_s$ [m]
3	D	380

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

Cat. Esposiz.	$k_r$	$z_0$ [m]	$z_{\min}$ [m]	$c_t$
II	0.19	0.05	4	1

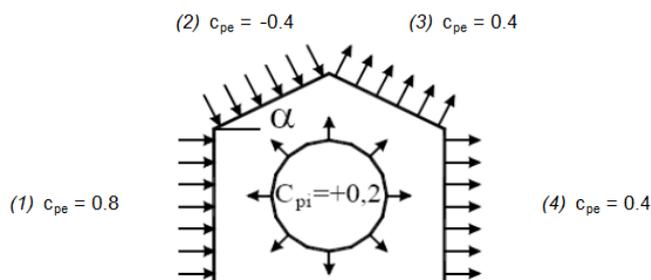
$z$ [m]	$c_e$
$z \leq 4$	1.801
$z = 3.4$	1.801
$z = 3.4$	1.801



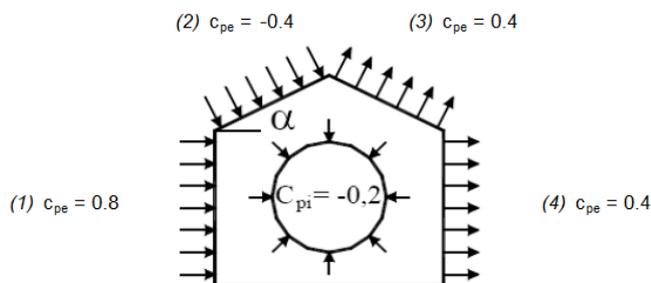
Coefficiente di forma (Edificio aventi una parete con aperture di superficie < 33% di quella totale)

Strutture non stagne

(1)	$c_p$	$p$ [kN/mq]
	0.60	0.532
(2)	$c_p$	$p$ [kN/mq]
	-0.60	-0.532
(3)	$c_p$	$p$ [kN/mq]
	0.60	0.532
(4)	$c_p$	$p$ [kN/mq]
	0.60	0.532

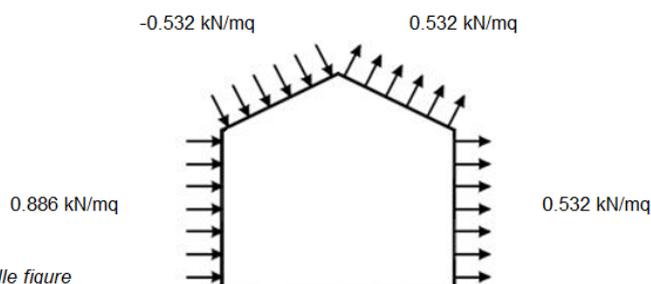


(1)	$c_p$	$p$ [kN/mq]
	1.00	0.886
(2)	$c_p$	$p$ [kN/mq]
	-0.20	-0.177
(3)	$c_p$	$p$ [kN/mq]
	0.20	0.177
(4)	$c_p$	$p$ [kN/mq]
	0.20	0.177

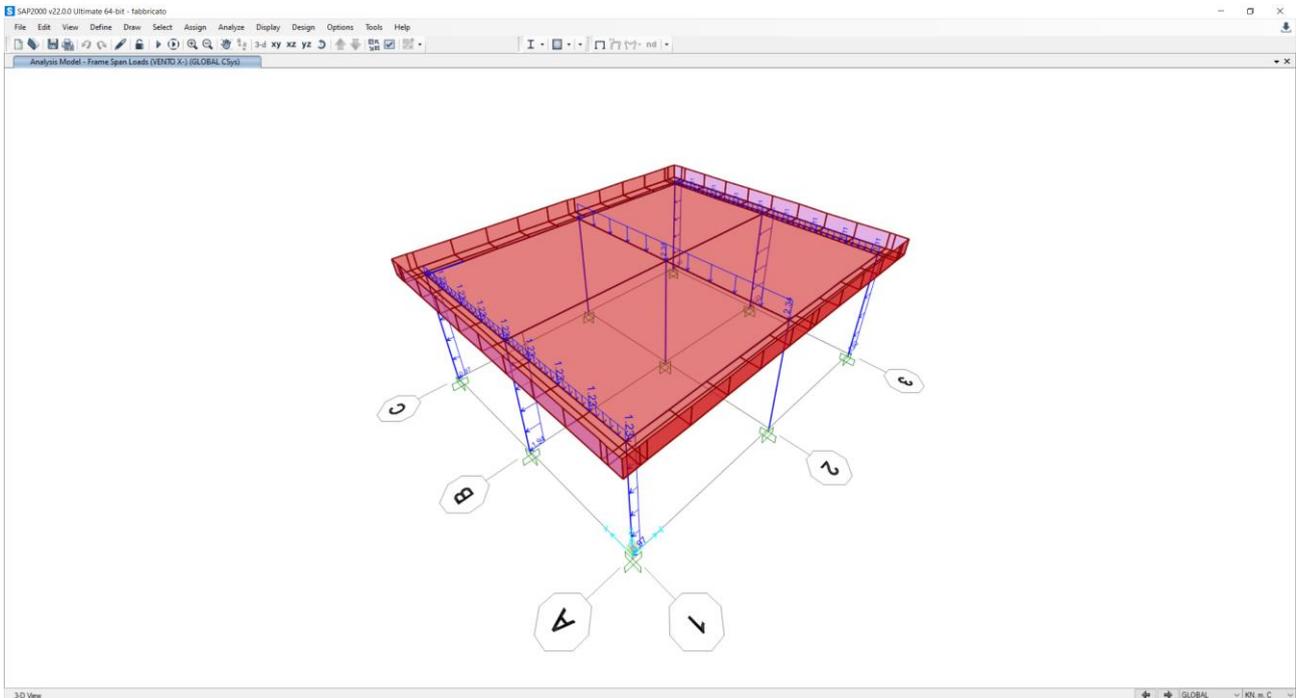
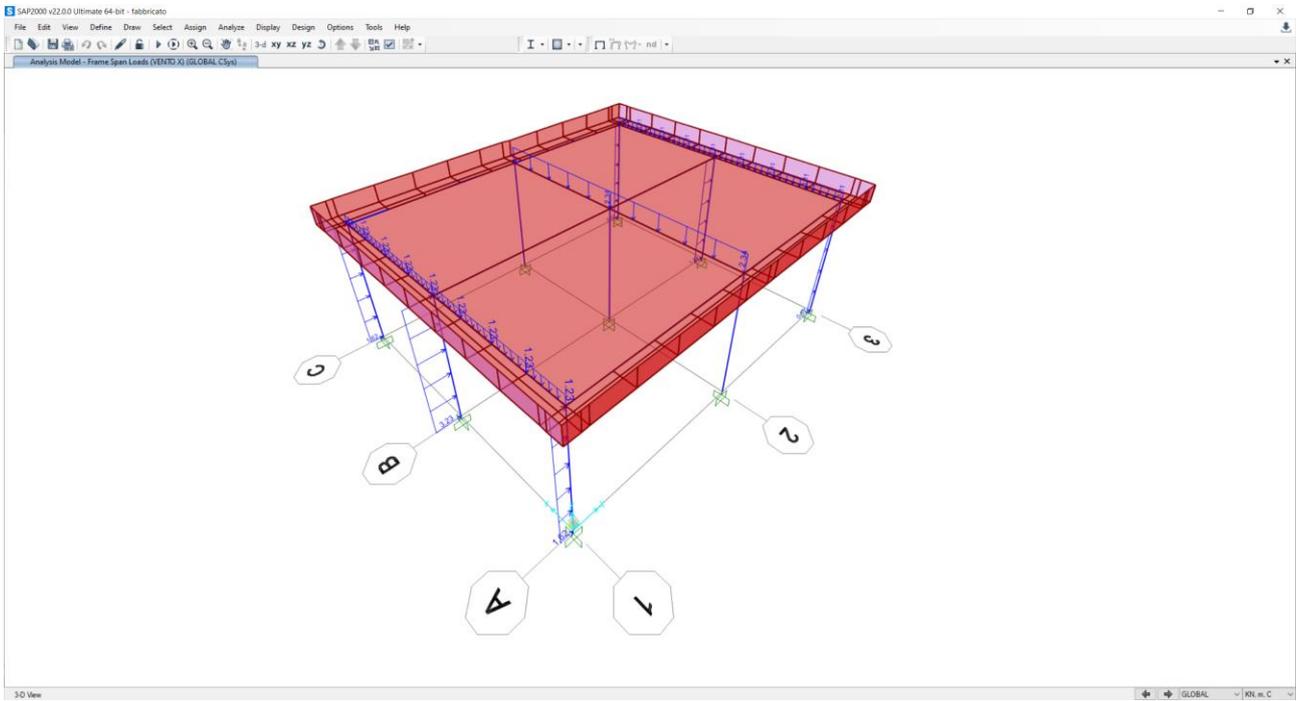


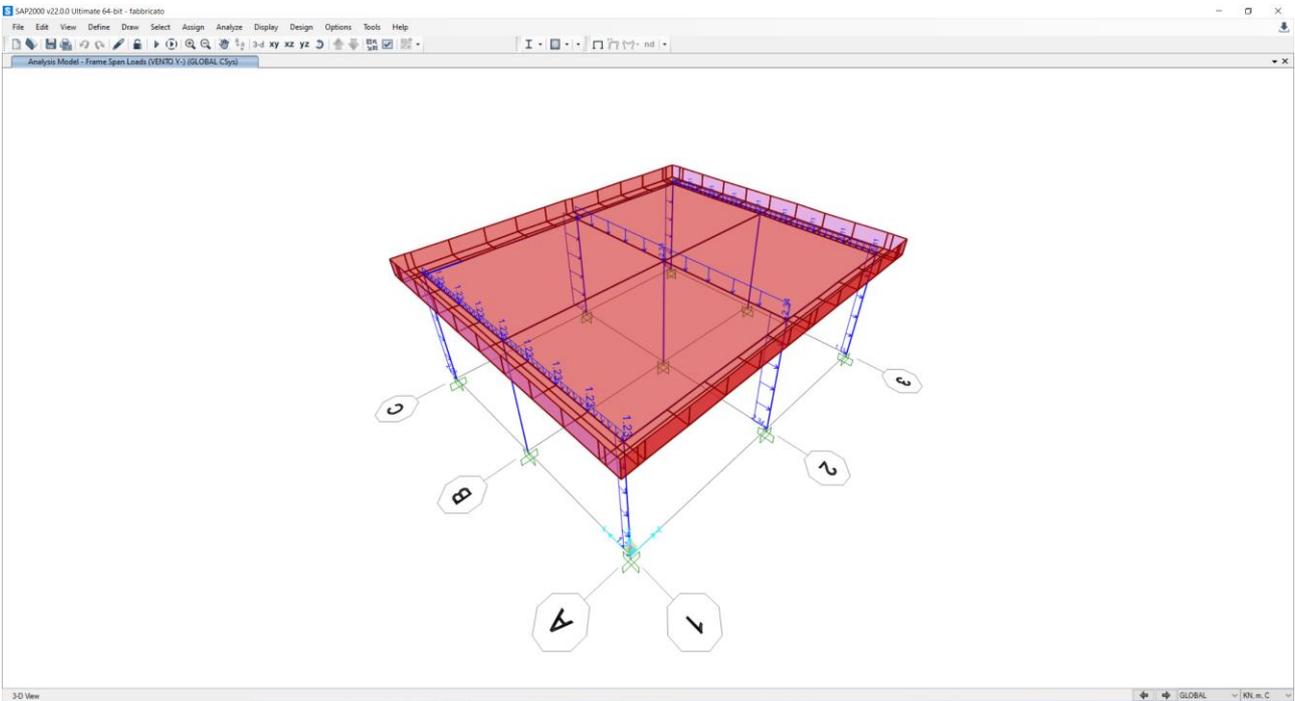
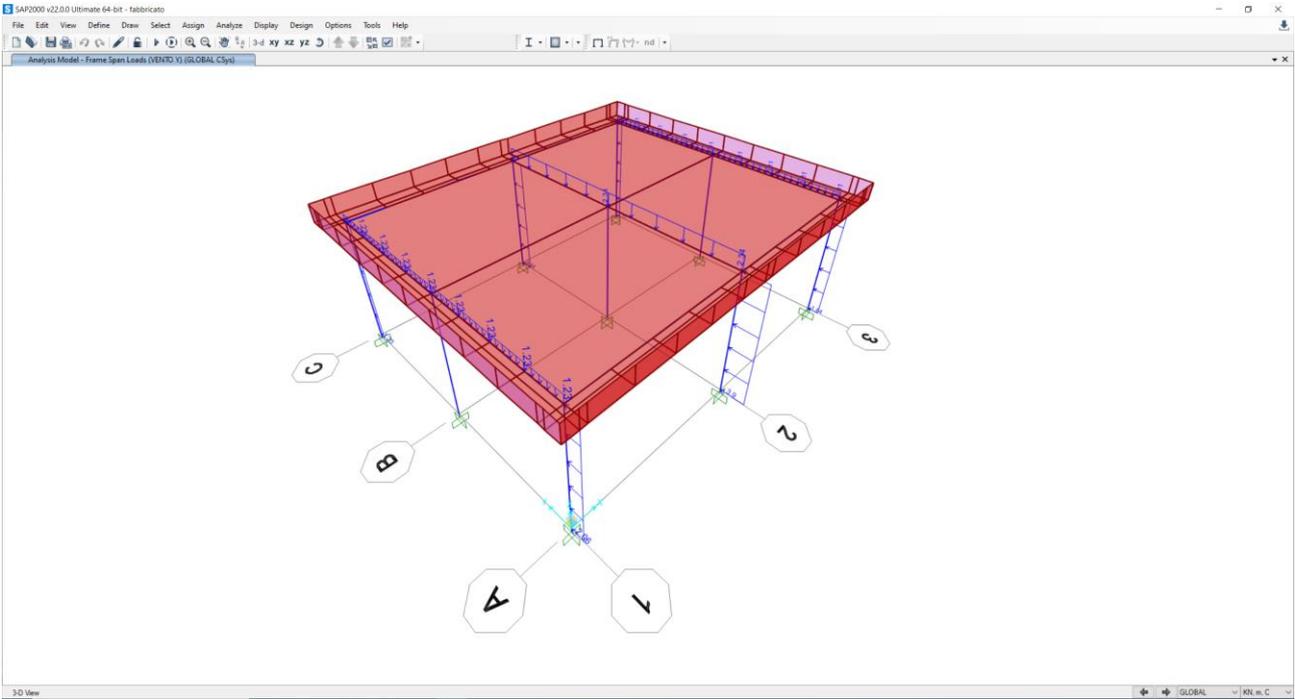
Combinazione più sfavorevole:

	$p$ [kN/mq]
(1)	0.886
(2)	-0.532
(3)	0.532
(4)	0.532



**N.B.** Se  $p$  (o  $c_{pe}$ ) è > 0 il verso è concorde con le frecce delle figure





## 8.7 Azione sismica

Come riportato al capitolo 7.3.1 ed al capitolo 7.4.3. del DM 2018, poichè la struttura è regolare in pianta ed in altezza ed è costituita da un telaio piano in c.a. viene progettata in classe di duttilità media CD "B" pertanto si considerano i seguenti parametri per l'azione sismica:

$$\frac{\alpha_u}{\alpha_1} = 1.1$$

$$K_R = 1$$

$$q_0 = 3 \cdot \frac{\alpha_u}{\alpha_1} = 3.3$$

$$q = K_R \cdot q_0 = 3.3$$

Di seguito si riportano gli spettri di progetto utilizzati per l'analisi dinamica della struttura.

**S** Response Spectrum Italian NTC2018 Function Definition

×

**Function Name**

**Function Damping Ratio**

**Parameters**

ag, F0 and Tc\* - by Latitude/Longitude

ag, F0 and Tc\* - by Island

ag, F0 and Tc\* User Specified

Site Longitude (degree)

Site Latitude (degree)

Island Name

Limit State

Usage Class

Nominal Life

Peak Ground Acc., ag/g

Magnification Factor, F0

Reference period, Tc\*

Spectrum Type

Soil Type

Topography

h/H ratio

Spectrum Period, Tb

Spectrum Period, Tc

Spectrum Period, Td

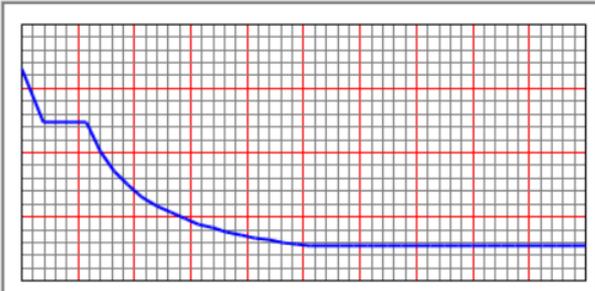
Damping Percentage, Xi

Behavior Factor, q

**Define Function**

Period	Acceleration
0.	0.2642
0.1514	0.1982
0.4542	0.1982
0.5542	0.1624
0.6542	0.1376
0.7542	0.1193
0.8542	0.1054
0.9542	0.0943

**Function Graph**



**S** Response Spectrum Italian NTC2018 Function Definition ×

**Function Name**  **Function Damping Ratio**

**Parameters**

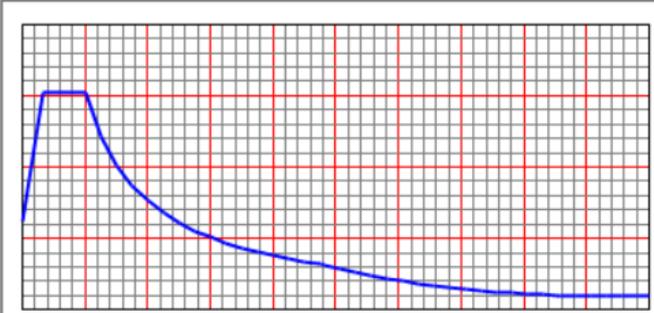
ag, F0 and Tc\* - by Latitude/Longitude  
 ag, F0 and Tc\* - by Island  
 ag, F0 and Tc\* User Specified

Site Longitude (degree)   
 Site Latitude (degree)   
 Island Name   
 Limit State   
 Usage Class   
 Nominal Life   
 Peak Ground Acc., ag/g   
 Magnification Factor, F0   
 Reference period, Tc\*   
 Spectrum Type   
 Soil Type   
 Topography   
 h/H ratio   
 Spectrum Period, Tb   
 Spectrum Period, Tc   
 Spectrum Period, Td   
 Damping Percentage, Xi   
 Behavior Factor, q

**Define Function**

Period	Acceleration
0.	0.0985
0.134	0.2433
0.4021	0.2433
0.5021	0.1949
0.6021	0.1625
0.7021	0.1394
0.8021	0.122
0.9021	0.1085

**Function Graph**



Di seguito si riportano i casi di carico sismici comprensivi degli effetti dovuti allecentricità del 5 % utilizzati nel modello di calcolo per l'analisi dinamica della struttura.

**S** Load Case Data - Response Spectrum ×

**Load Case Name**  
SISMAX Set Def Name

**Notes**  
Modify/Show...

**Modal Combination**

CQC GMC f1 1.

SRSS GMC f2 0.

Absolute

GMC Periodic + Rigid Type SRSS

NRC 10 Percent

Double Sum

**Load Case Type**  
Response Spectrum Design...

**Modal Load Case**

Use Modes from this Modal Load Case MODAL

Standard - Acceleration Loading

Advanced - Displacement Inertia Loading

**Directional Combination**

SRSS

CQC3

Absolute

Scale Factor

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	SLV	9.81
Accel	U1	SLV	9.81

Add  
Modify  
Delete

Show Advanced Load Parameters

**Mass Source**  
Previous (MSSSRC1)

**Diaphragm Eccentricity**

Eccentricity Ratio 0.05

Override Eccentricities Override...

**Other Parameters**

Modal Damping Constant at 0.05 Modify/Show...

OK

Cancel



Direzione Progettazione e  
Realizzazione Lavori

S Load Case Data - Response Spectrum



**Load Case Name**  
SISMA Y Set Def Name

**Notes**  
Modify/Show...

**Load Case Type**  
Response Spectrum Design...

**Modal Combination**

CQC GMC f1 1.  
 SRSS GMC f2 0.  
 Absolute  
 GMC Periodic + Rigid Type SRSS  
 NRC 10 Percent  
 Double Sum

**Directional Combination**

SRSS  
 CQC3  
 Absolute  
Scale Factor

**Modal Load Case**

Use Modes from this Modal Load Case MODAL

Standard - Acceleration Loading  
 Advanced - Displacement Inertia Loading

**Mass Source**  
Previous (MSSSRC1)

**Diaphragm Eccentricity**

Eccentricity Ratio 0.05  
Override Eccentricities Override...

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U2	SLV	9.81
Accel	U2	SLV	9.81

Add  
Modify  
Delete

Show Advanced Load Parameters

**Other Parameters**

Modal Damping Constant at 0.05 Modify/Show...

OK  
Cancel

## 9 COMBINAZIONI DI CARICO

Ai fini delle verifiche degli stati limite si riportano per comodità le combinazioni delle azioni riportate nella normativa ponti alla quale è possibile fare riferimento per la simbologia adottata:

– Combinazione fondamentale. generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

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

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

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

– Combinazione frequente. generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili; utilizzata nella verifica a Fessurazione:

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

– Combinazione quasi permanente. generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine;

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

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

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

dove:

$$E = \pm 1.00 \times E_Y \pm 0.30 \times E_Z \text{ oppure } E = \pm 0.30 \times E_Y \pm 1.00 \times E_Z$$

avendo indicato con  $E_Y$  e  $E_Z$  rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica

Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica (da DM 14/01/2008)

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast <sup>(3)</sup>	favorevoli	$\gamma_B$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico <sup>(5)</sup>	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 <sup>(5)</sup>	0,20 <sup>(5)</sup>
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	$\gamma_P$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 <sup>(6)</sup>	1,00 <sup>(7)</sup>	1,00	1,00	1,00

Azioni		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
AZIONI SINGOLE DA TRAFFICO	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0.80	0.80 (0.6; 0.4) <sup>(1)</sup>	0.0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0.80	0.80	0.0
GRUPPI DI CARICO	$gr_1$	0.80 <sup>(2)</sup>	0.80 (0.6; 0.4) <sup>(1)</sup>	0.0
	$gr_2$	1.00 <sup>(2)</sup>	-	-
	$gr_3$	0.80 <sup>(2)</sup>	0.80 (0.6; 0.4) <sup>(1)</sup>	0.0
	$gr_4$	0.80 <sup>(2)</sup>	0.80 (0.6; 0.4) <sup>(1)</sup>	0.0
	$gr_5$	0.80 <sup>(2)</sup>	0.80 (0.6; 0.4) <sup>(1)</sup>	0.0
AZIONI DEL VENTO	$F_{wk}$	0,60	0,50	0,0
AZIONI TERMICHE	$T_k$	0,60	0,60	0,50

 Tabella 1.7.4.3.2 - Coefficienti di combinazione  $\psi$  delle azioni.

**TABLE: Combination Definitions**

ComboName	ComboType	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Text	Text	Unitless
SLU_1	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
SLU_1		Linear Static	PERM	1.3
SLU_1		Linear Static	NEVE CV	1.5
SLU_1		Linear Static	VENTO X	0.9
SLU_1		Linear Static	TEMP -	0.9
SLU_2	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
SLU_2		Linear Static	PERM	1.3
SLU_2		Linear Static	NEVE CV	1.5
SLU_2		Linear Static	VENTO X-	0.9
SLU_2		Linear Static	TEMP -	0.9
SLU_3	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
SLU_3		Linear Static	PERM	1.3
SLU_3		Linear Static	NEVE CV	1.5
SLU_3		Linear Static	VENTO Y	0.9
SLU_3		Linear Static	TEMP -	0.9
SLU_6	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
SLU_6		Linear Static	PERM	1.3
SLU_6		Linear Static	NEVE CV	0.75
SLU_6		Linear Static	VENTO X	1.5
SLU_6		Linear Static	TEMP -	0.9
SLU_7	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
SLU_7		Linear Static	PERM	1.3
SLU_7		Linear Static	NEVE CV	0.75
SLU_7		Linear Static	VENTO X-	1.5
SLU_7		Linear Static	TEMP -	0.9

SLU_5	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
SLU_5		Linear Static	PERM	1.3
SLU_5		Linear Static	NEVE SV	1.5
SLU_5		Linear Static	TEMP -	0.9
SLU_8	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
SLU_8		Linear Static	PERM	1.3
SLU_8		Linear Static	NEVE CV	0.75
SLU_8		Linear Static	VENTO Y	1.5
SLU_8		Linear Static	TEMP -	0.9
SLU_10	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
SLU_10		Linear Static	PERM	1.3
SLU_10		Linear Static	VENTO X	1.5
SLU_10		Linear Static	TEMP +	0.9
SLU_11	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
SLU_11		Linear Static	PERM	1.3
SLU_11		Linear Static	VENTO X-	1.5
SLU_11		Linear Static	TEMP +	0.9
SLU_12	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
SLU_12		Linear Static	PERM	1.3
SLU_12		Linear Static	VENTO Y	1.5
SLU_12		Linear Static	TEMP +	0.9
SLU_14	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
SLU_14		Linear Static	PERM	1.3
SLU_14		Linear Static	VENTO X	0.9
SLU_14		Linear Static	TEMP +	1.5
SLU_15	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
SLU_15		Linear Static	PERM	1.3
SLU_15		Linear Static	VENTO X-	0.9
SLU_15		Linear Static	TEMP +	1.5

SLU_16	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
SLU_16		Linear Static	PERM	1.3
SLU_16		Linear Static	VENTO Y	0.9
SLU_16		Linear Static	TEMP +	1.5
SLU_18	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
SLU_18		Linear Static	PERM	1.3
SLU_18		Linear Static	NEVE CV	0.75
SLU_18		Linear Static	VENTO X	0.9
SLU_18		Linear Static	TEMP -	1.5
SLU_19	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
SLU_19		Linear Static	PERM	1.3
SLU_19		Linear Static	NEVE CV	0.75
SLU_19		Linear Static	VENTO X-	0.9
SLU_19		Linear Static	TEMP -	1.5
SLU_20	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
SLU_20		Linear Static	PERM	1.3
SLU_20		Linear Static	NEVE CV	0.75
SLU_20		Linear Static	VENTO Y	0.9
SLU_20		Linear Static	TEMP -	1.5
SLU_22	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
SLU_22		Linear Static	PERM	1.3
SLU_22		Linear Static	NEVE SV	0.75
SLU_22		Linear Static	TEMP -	1.5
SLU_23	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLU_23		Linear Static	PERM	1
SLU_23		Linear Static	NEVE CV	1.3
SLU_23		Linear Static	VENTO X	0.78
SLU_23		Linear Static	TEMP -	0.78
SLU_24	Linear Add	Linear Static	DEAD	1

SLU_24		Linear Static	PERM	1
SLU_24		Linear Static	NEVE CV	1.3
SLU_24		Linear Static	VENTO X-	0.78
SLU_24		Linear Static	TEMP -	0.78
SLU_25	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLU_25		Linear Static	PERM	1
SLU_25		Linear Static	NEVE CV	1.3
SLU_25		Linear Static	VENTO Y	0.78
SLU_25		Linear Static	TEMP -	0.78
SLU_27	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLU_27		Linear Static	PERM	1
SLU_27		Linear Static	NEVE SV	1.3
SLU_27		Linear Static	TEMP -	0.78
SLU_28	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLU_28		Linear Static	PERM	1
SLU_28		Linear Static	NEVE CV	0.65
SLU_28		Linear Static	VENTO X	1.3
SLU_28		Linear Static	TEMP -	0.78
SLU_29	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLU_29		Linear Static	PERM	1
SLU_29		Linear Static	NEVE CV	0.65
SLU_29		Linear Static	VENTO X-	1.3
SLU_29		Linear Static	TEMP -	0.78
SLU_30	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLU_30		Linear Static	PERM	1
SLU_30		Linear Static	NEVE CV	0.65
SLU_30		Linear Static	VENTO Y	1.3
SLU_30		Linear Static	TEMP -	0.78
SLU_32	Linear Add	Linear Static	DEAD	1

SLU_32		Linear Static	PERM	1
SLU_32		Linear Static	VENTO X	1.3
SLU_32		Linear Static	TEMP +	0.78
SLU_33	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLU_33		Linear Static	PERM	1
SLU_33		Linear Static	VENTO X-	1.3
SLU_33		Linear Static	TEMP +	0.78
SLU_34	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLU_34		Linear Static	PERM	1
SLU_34		Linear Static	VENTO Y	1.3
SLU_34		Linear Static	TEMP +	0.78
SLU_36	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLU_36		Linear Static	PERM	1
SLU_36		Linear Static	TEMP +	1.3
SLU_36		Linear Static	VENTO X	0.78
SLU_37	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLU_37		Linear Static	PERM	1
SLU_37		Linear Static	VENTO X-	0.78
SLU_37		Linear Static	TEMP +	1.3
SLU_38	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLU_38		Linear Static	PERM	1
SLU_38		Linear Static	VENTO Y	0.78
SLU_38		Linear Static	TEMP +	1.3
SLU_40	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLU_40		Linear Static	PERM	1
SLU_40		Linear Static	NEVE CV	0.65
SLU_40		Linear Static	VENTO X	0.78
SLU_40		Linear Static	TEMP -	1.3
SLU_41	Linear Add	Linear Static	DEAD	1

SLU_41		Linear Static	PERM	1
SLU_41		Linear Static	NEVE CV	0.65
SLU_41		Linear Static	VENTO X-	0.78
SLU_41		Linear Static	TEMP -	1.3
SLU_42	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLU_42		Linear Static	PERM	1
SLU_42		Linear Static	NEVE CV	0.65
SLU_42		Linear Static	VENTO Y	0.78
SLU_42		Linear Static	TEMP -	1.3
SLU_44	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLU_44		Linear Static	PERM	1
SLU_44		Linear Static	NEVE SV	0.65
SLU_44		Linear Static	TEMP -	1.3
Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y		Linear Static	PERM	1
Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y		Response Spectrum	SISMA X	1
Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y		Response Spectrum	SISMA Y	0.3
Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y		Linear Static	PERM	1
Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y		Response Spectrum	SISMA X	0.3
Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y		Response Spectrum	SISMA Y	1
Sismica_SLE_+1.0_X_+0.3Y	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
Sismica_SLE_+1.0_X_+0.3Y		Linear Static	PERM	1
Sismica_SLE_+1.0_X_+0.3Y		Response Spectrum	SISMA_SLE X	1
Sismica_SLE_+1.0_X_+0.3Y		Response Spectrum	SISMA_SLE Y	0.3
Sismica_SLE_+0.3_X_+1.0Y	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
Sismica_SLE_+0.3_X_+1.0Y		Linear Static	PERM	1
Sismica_SLE_+0.3_X_+1.0Y		Response Spectrum	SISMA_SLE X	0.3
Sismica_SLE_+0.3_X_+1.0Y		Response Spectrum	SISMA_SLE Y	1

SLU_43	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLU_43		Linear Static	PERM	1
SLU_43		Linear Static	NEVE CV	0.65
SLU_43		Linear Static	VENTO Y-	0.78
SLU_43		Linear Static	TEMP -	1.3
SLU_39	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLU_39		Linear Static	PERM	1
SLU_39		Linear Static	VENTO Y-	0.78
SLU_39		Linear Static	TEMP +	1.3
SLU_35	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLU_35		Linear Static	PERM	1
SLU_35		Linear Static	VENTO Y-	1.3
SLU_35		Linear Static	TEMP +	0.78
SLU_31	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLU_31		Linear Static	PERM	1
SLU_31		Linear Static	VENTO Y-	1.3
SLU_31		Linear Static	TEMP -	0.78
SLU_31		Linear Static	NEVE CV	0.65
SLU_26	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLU_26		Linear Static	PERM	1
SLU_26		Linear Static	NEVE CV	1.3
SLU_26		Linear Static	VENTO Y-	0.78
SLU_26		Linear Static	TEMP -	0.78
SLU_21	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
SLU_21		Linear Static	PERM	1.3
SLU_21		Linear Static	NEVE CV	0.75
SLU_21		Linear Static	VENTO Y-	0.9
SLU_21		Linear Static	TEMP -	1.5
SLU_17	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3

SLU_17		Linear Static	PERM	1.3
SLU_17		Linear Static	VENTO Y-	0.9
SLU_17		Linear Static	TEMP +	1.5
SLU_13	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
SLU_13		Linear Static	PERM	1.3
SLU_13		Linear Static	VENTO Y-	1.5
SLU_13		Linear Static	TEMP +	0.9
SLU_9	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
SLU_9		Linear Static	PERM	1.3
SLU_9		Linear Static	NEVE CV	0.75
SLU_9		Linear Static	VENTO Y-	1.5
SLU_9		Linear Static	TEMP -	0.9
SLU_4	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
SLU_4		Linear Static	PERM	1.3
SLU_4		Linear Static	NEVE CV	1.5
SLU_4		Linear Static	VENTO Y-	0.9
SLU_4		Linear Static	TEMP -	0.9
Sismica_SLU_+1.0_X_-0.3Y	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
Sismica_SLU_+1.0_X_-0.3Y		Linear Static	PERM	1
Sismica_SLU_+1.0_X_-0.3Y		Response Spectrum	SISMA X	1
Sismica_SLU_+1.0_X_-0.3Y		Response Spectrum	SISMA Y	-0.3
Sismica_SLU_+0.3_X_-1.0Y	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
Sismica_SLU_+0.3_X_-1.0Y		Linear Static	PERM	1
Sismica_SLU_+0.3_X_-1.0Y		Response Spectrum	SISMA X	0.3
Sismica_SLU_+0.3_X_-1.0Y		Response Spectrum	SISMA Y	-1
Sismica_SLU_-1.0_X_-0.3Y	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
Sismica_SLU_-1.0_X_-0.3Y		Linear Static	PERM	1
Sismica_SLU_-1.0_X_-0.3Y		Response Spectrum	SISMA X	-1
Sismica_SLU_-1.0_X_-0.3Y		Response Spectrum	SISMA Y	-0.3

Sismica_SLU_-0.3_X_-1.0Y	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
Sismica_SLU_-0.3_X_-1.0Y		Linear Static	PERM	1
Sismica_SLU_-0.3_X_-1.0Y		Response Spectrum	SISMA X	-0.3
Sismica_SLU_-0.3_X_-1.0Y		Response Spectrum	SISMA Y	-1
Sismica_SLU_-1.0_X_+0.3Y	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
Sismica_SLU_-1.0_X_+0.3Y		Linear Static	PERM	1
Sismica_SLU_-1.0_X_+0.3Y		Response Spectrum	SISMA X	-1
Sismica_SLU_-1.0_X_+0.3Y		Response Spectrum	SISMA Y	0.3
Sismica_SLU_-0.3_X_+1.0Y	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
Sismica_SLU_-0.3_X_+1.0Y		Linear Static	PERM	1
Sismica_SLU_-0.3_X_+1.0Y		Response Spectrum	SISMA X	-0.3
Sismica_SLU_-0.3_X_+1.0Y		Response Spectrum	SISMA Y	1
Sismica_SLE_-1.0_X_+0.3Y	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
Sismica_SLE_-1.0_X_+0.3Y		Linear Static	PERM	1
Sismica_SLE_-1.0_X_+0.3Y		Response Spectrum	SISMA_SLE X	-1
Sismica_SLE_-1.0_X_+0.3Y		Response Spectrum	SISMA_SLE Y	0.3
Sismica_SLE_-0.3_X_+1.0Y	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
Sismica_SLE_-0.3_X_+1.0Y		Linear Static	PERM	1
Sismica_SLE_-0.3_X_+1.0Y		Response Spectrum	SISMA_SLE X	-0.3
Sismica_SLE_-0.3_X_+1.0Y		Response Spectrum	SISMA_SLE Y	1
Sismica_SLE_+1.0_X_-0.3Y	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
Sismica_SLE_+1.0_X_-0.3Y		Linear Static	PERM	1
Sismica_SLE_+1.0_X_-0.3Y		Response Spectrum	SISMA_SLE X	1
Sismica_SLE_+1.0_X_-0.3Y		Response Spectrum	SISMA_SLE Y	-0.3
Sismica_SLE_+0.3_X_-1.0Y	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
Sismica_SLE_+0.3_X_-1.0Y		Linear Static	PERM	1
Sismica_SLE_+0.3_X_-1.0Y		Response Spectrum	SISMA_SLE X	0.3
Sismica_SLE_+0.3_X_-1.0Y		Response Spectrum	SISMA_SLE Y	-1
Sismica_SLE_-1.0_X_-0.3Y	Linear Add	Linear Static	DEAD	1

Sismica_SLE_-1.0_X_-0.3Y		Linear Static	PERM	1
Sismica_SLE_-1.0_X_-0.3Y		Response Spectrum	SISMA_SLE X	-1
Sismica_SLE_-1.0_X_-0.3Y		Response Spectrum	SISMA_SLE Y	-0.3
Sismica_SLE_-0.3_X_-1.0Y	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
Sismica_SLE_-0.3_X_-1.0Y		Linear Static	PERM	1
Sismica_SLE_-0.3_X_-1.0Y		Response Spectrum	SISMA_SLE X	-0.3
Sismica_SLE_-0.3_X_-1.0Y		Response Spectrum	SISMA_SLE Y	-1
SLU_1a	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
SLU_1a		Linear Static	PERM	1.3
SLU_1a		Linear Static	ACC COP	1.5
SLU_1a		Linear Static	TEMP -	0.9
SLU_1a		Linear Static	VENTO X	0.9
SLU_2a	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
SLU_2a		Linear Static	PERM	1.3
SLU_2a		Linear Static	ACC COP	1.5
SLU_2a		Linear Static	TEMP -	0.9
SLU_2a		Linear Static	VENTO X-	0.9
SLU_3a	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
SLU_3a		Linear Static	PERM	1.3
SLU_3a		Linear Static	ACC COP	1.5
SLU_3a		Linear Static	TEMP -	0.9
SLU_3a		Linear Static	VENTO Y	0.9
SLU_4a	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
SLU_4a		Linear Static	PERM	1.3
SLU_4a		Linear Static	ACC COP	1.5
SLU_4a		Linear Static	TEMP +	0.9
SLU_4a		Linear Static	VENTO X	0.9
SLU_5a	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
SLU_5a		Linear Static	PERM	1.3

SLU_5a		Linear Static	ACC COP	1.5
SLU_5a		Linear Static	TEMP +	0.9
SLU_5a		Linear Static	VENTO X-	0.9
SLU_6a	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
SLU_6a		Linear Static	PERM	1.3
SLU_6a		Linear Static	ACC COP	1.5
SLU_6a		Linear Static	TEMP +	0.9
SLU_6a		Linear Static	VENTO Y	0.9
SLU_45	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLU_45		Linear Static	PERM	1
SLU_45		Linear Static	ACC COP	1.3
SLU_45		Linear Static	TEMP -	0.78
SLU_45		Linear Static	VENTO X	0.78
SLU_46	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLU_46		Linear Static	PERM	1
SLU_46		Linear Static	ACC COP	1.3
SLU_46		Linear Static	TEMP -	0.78
SLU_46		Linear Static	VENTO X-	0.78
SLU_47	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLU_47		Linear Static	PERM	1
SLU_47		Linear Static	ACC COP	1.3
SLU_47		Linear Static	TEMP -	0.78
SLU_47		Linear Static	VENTO Y	0.78
SLU_48	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLU_48		Linear Static	PERM	1
SLU_48		Linear Static	ACC COP	1.3
SLU_48		Linear Static	TEMP +	0.78
SLU_48		Linear Static	VENTO X	0.78
SLU_49	Linear Add	Linear Static	DEAD	1

SLU_49		Linear Static	PERM	1
SLU_49		Linear Static	ACC COP	1.3
SLU_49		Linear Static	TEMP +	0.78
SLU_49		Linear Static	VENTO X-	0.78
SLU_50	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLU_50		Linear Static	PERM	1
SLU_50		Linear Static	ACC COP	1.3
SLU_50		Linear Static	TEMP +	0.78
SLU_50		Linear Static	VENTO Y	0.78
CARATTERISTICA 1	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
CARATTERISTICA 1		Linear Static	PERM	1
CARATTERISTICA 1		Linear Static	VENTO X	1
CARATTERISTICA 1		Linear Static	NEVE CV	0.5
CARATTERISTICA 1		Linear Static	TEMP +	0.5
CARATTERISTICA 2	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
CARATTERISTICA 2		Linear Static	PERM	1
CARATTERISTICA 2		Linear Static	VENTO X	1
CARATTERISTICA 2		Linear Static	NEVE CV	0.5
CARATTERISTICA 2		Linear Static	TEMP -	0.5
CARATTERISTICA 3	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
CARATTERISTICA 3		Linear Static	PERM	1
CARATTERISTICA 3		Linear Static	VENTO X	0.6
CARATTERISTICA 3		Linear Static	ACC COP	1
CARATTERISTICA 3		Linear Static	TEMP -	0.5
CARATTERISTICA 4	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
CARATTERISTICA 4		Linear Static	PERM	1
CARATTERISTICA 4		Linear Static	VENTO X	0.6
CARATTERISTICA 4		Linear Static	ACC COP	1
CARATTERISTICA 4		Linear Static	TEMP +	0.5

CARATTERISTICA 5	Linear Add	Linear Static	DEAD	0
CARATTERISTICA 5		Linear Static	PERM	0
CARATTERISTICA 5		Linear Static	VENTO X	1
CARATTERISTICA 5		Linear Static	NEVE CV	0.5
CARATTERISTICA 5		Linear Static	TEMP +	0.5
CARATTERISTICA 6	Linear Add	Linear Static	DEAD	0
CARATTERISTICA 6		Linear Static	PERM	0
CARATTERISTICA 6		Linear Static	VENTO X	1
CARATTERISTICA 6		Linear Static	NEVE CV	0.5
CARATTERISTICA 6		Linear Static	TEMP -	0.5
CARATTERISTICA 7	Linear Add	Linear Static	DEAD	0
CARATTERISTICA 7		Linear Static	PERM	0
CARATTERISTICA 7		Linear Static	VENTO X	0.6
CARATTERISTICA 7		Linear Static	ACC COP	1
CARATTERISTICA 7		Linear Static	TEMP -	0.5
CARATTERISTICA 8	Linear Add	Linear Static	DEAD	0
CARATTERISTICA 8		Linear Static	PERM	0
CARATTERISTICA 8		Linear Static	VENTO X	0.6
CARATTERISTICA 8		Linear Static	ACC COP	1
CARATTERISTICA 8		Linear Static	TEMP +	0.5
SLE_1F	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLE_1F		Linear Static	PERM	1
SLE_1F		Linear Static	NEVE CV	0.2
SLE_2F	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLE_2F		Linear Static	PERM	1
SLE_2F		Linear Static	NEVE SV	0.2
SLE_3F	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLE_3F		Linear Static	PERM	1
SLE_3F		Linear Static	VENTO X	0.2

---

SLE_4F	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLE_4F		Linear Static	PERM	1
SLE_4F		Linear Static	VENTO X-	0.2
SLE_5F	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLE_5F		Linear Static	PERM	1
SLE_5F		Linear Static	VENTO Y	0.2
SLE_7F	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLE_7F		Linear Static	PERM	1
SLE_7F		Linear Static	TEMP +	0.5
SLE_8F	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLE_8F		Linear Static	PERM	1
SLE_8F		Linear Static	TEMP -	0.5
SLE_6F	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLE_6F		Linear Static	PERM	1
SLE_6F		Linear Static	VENTO Y-	0.2
SLE_QP	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLE_QP		Linear Static	PERM	1

## 10 RISULTATI DELLA MODELLAZIONE

Si riportano di seguito i primi tre modi di vibrazione della struttura e le sollecitazioni massime ottenute dal modello con cui si effettuano le successive verifiche di resistenza.

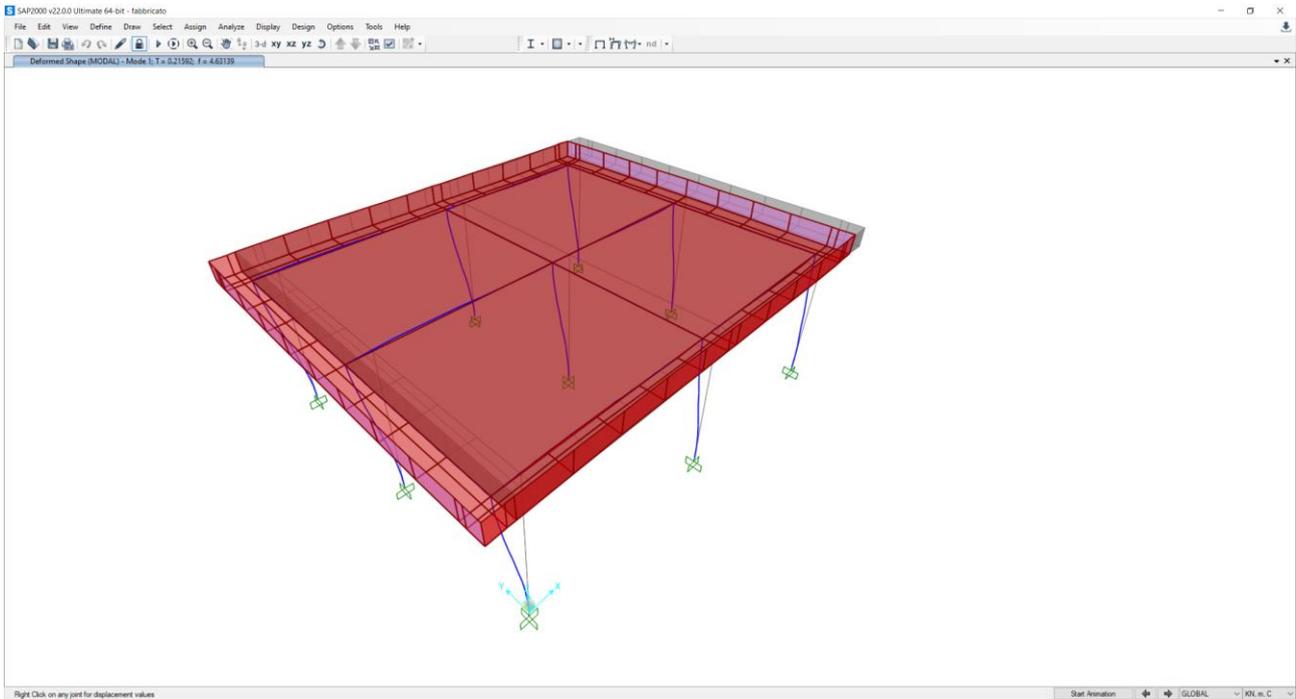


Figura 1 – primo periodo di vibrazione

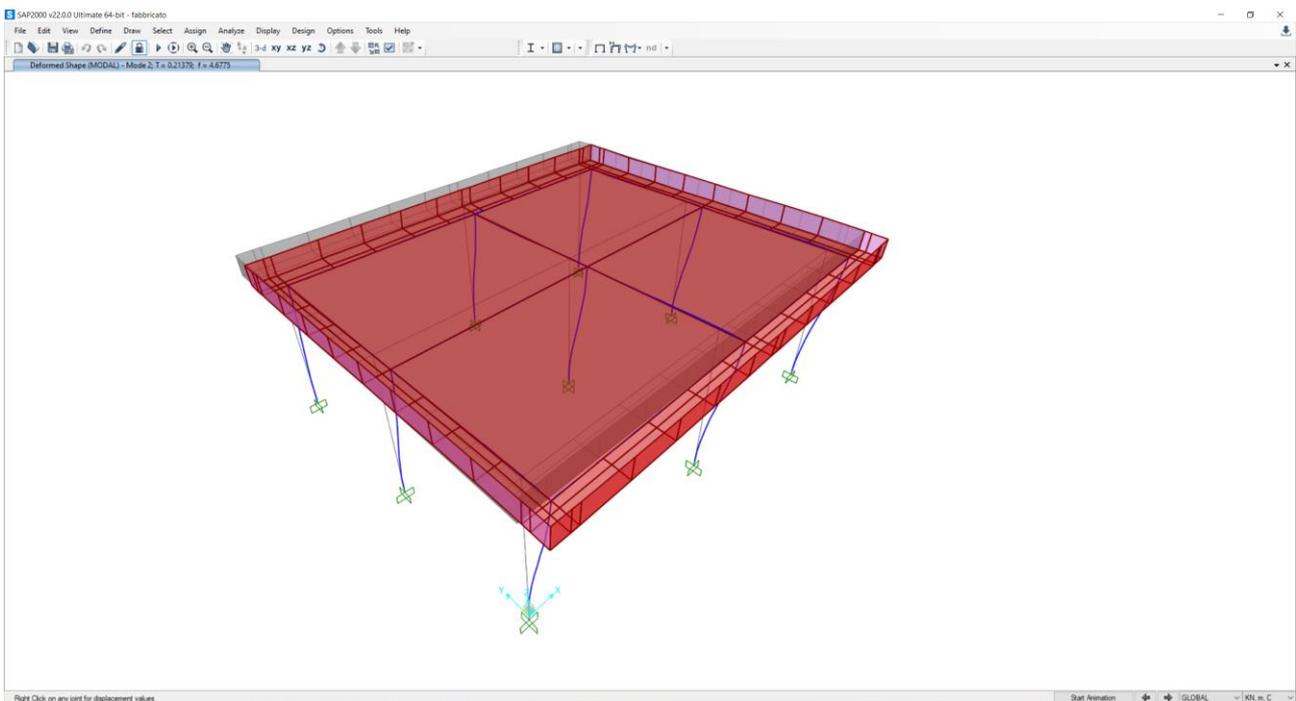


Figura 2 – secondo periodo di vibrazione

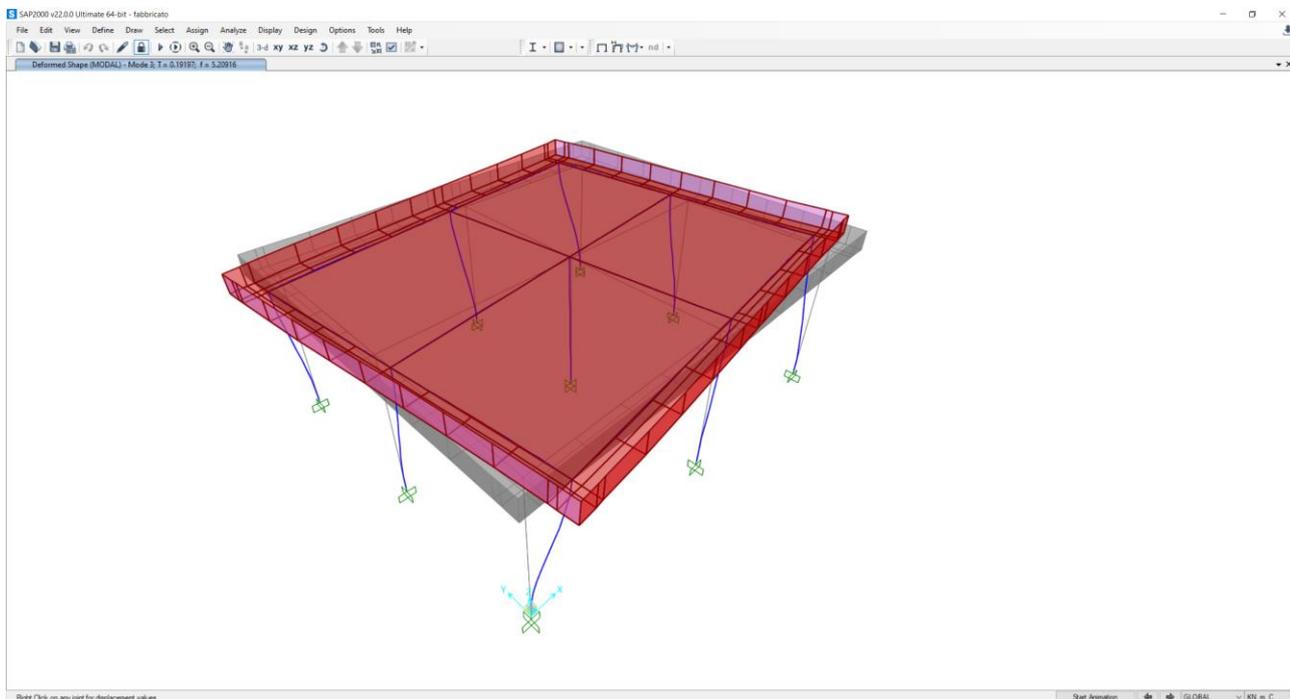


Figura 3 – terzo periodo di vibrazione

TABLE: Modal Participating Mass Ratios									
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.215918	0.99951	0	2.333E-07	0.99951	0	2.333E-07
MODAL	Mode	2	0.213789	0	0.99543	0	0.99951	0.99543	2.333E-07
MODAL	Mode	3	0.191969	0	0.00409	0	0.99951	0.99952	2.333E-07
MODAL	Mode	4	0.030018	3.597E-18	0.00006186	1.155E-15	0.99951	0.99958	2.333E-07
MODAL	Mode	5	0.028967	0.0002	3.635E-17	0.02335	0.99971	0.99958	0.02335
MODAL	Mode	6	0.027314	2.072E-18	0.00021	1.019E-14	0.99971	0.99979	0.02335
MODAL	Mode	7	0.026789	1.601E-18	0.000001849	6.065E-15	0.99971	0.9998	0.02335
MODAL	Mode	8	0.025656	0.00004886	1.088E-17	0.02624	0.99976	0.9998	0.04959
MODAL	Mode	9	0.024793	0.00004266	1.299E-16	0.13102	0.9998	0.9998	0.1806
MODAL	Mode	10	0.023984	2.041E-19	0.00005498	3.937E-15	0.9998	0.99985	0.1806
MODAL	Mode	11	0.023416	3.153E-07	2.901E-18	0.39533	0.9998	0.99985	0.57593
MODAL	Mode	12	0.021848	1.206E-07	1.593E-17	0.2393	0.9998	0.99985	0.81522
MODAL	Mode	13	0.0176	4.913E-17	0.000002786	1.667E-13	0.9998	0.99985	0.81522
MODAL	Mode	14	0.016737	0.000007869	2.154E-17	0.00217	0.99981	0.99985	0.81739
MODAL	Mode	15	0.016353	2.038E-16	0.000003185	9.654E-15	0.99981	0.99986	0.81739
MODAL	Mode	16	0.016046	0.00001395	2.496E-17	0.00029	0.99982	0.99986	0.81769
MODAL	Mode	17	0.015757	3.297E-18	0.00003664	2.389E-16	0.99982	0.99989	0.81769
MODAL	Mode	18	0.015357	0.00003584	5.736E-17	0.00162	0.99986	0.99989	0.81931
MODAL	Mode	19	0.015137	1.49E-16	0.00002599	6.58E-16	0.99986	0.99992	0.81931
MODAL	Mode	20	0.015017	0.00007885	1.747E-16	0.00025	0.99994	0.99992	0.81955
MODAL	Mode	21	0.014598	0.000008006	2.735E-17	0.00009356	0.99995	0.99992	0.81965
MODAL	Mode	22	0.01405	1.354E-16	0.00001773	2.153E-13	0.99995	0.99994	0.81965
MODAL	Mode	23	0.013952	8.823E-16	0.000001956	4.36E-14	0.99995	0.99994	0.81965
MODAL	Mode	24	0.01394	0.000001244	1.599E-17	0.00276	0.99995	0.99994	0.82241
MODAL	Mode	25	0.013559	3.007E-16	0.000004971	9.194E-14	0.99995	0.99994	0.82241

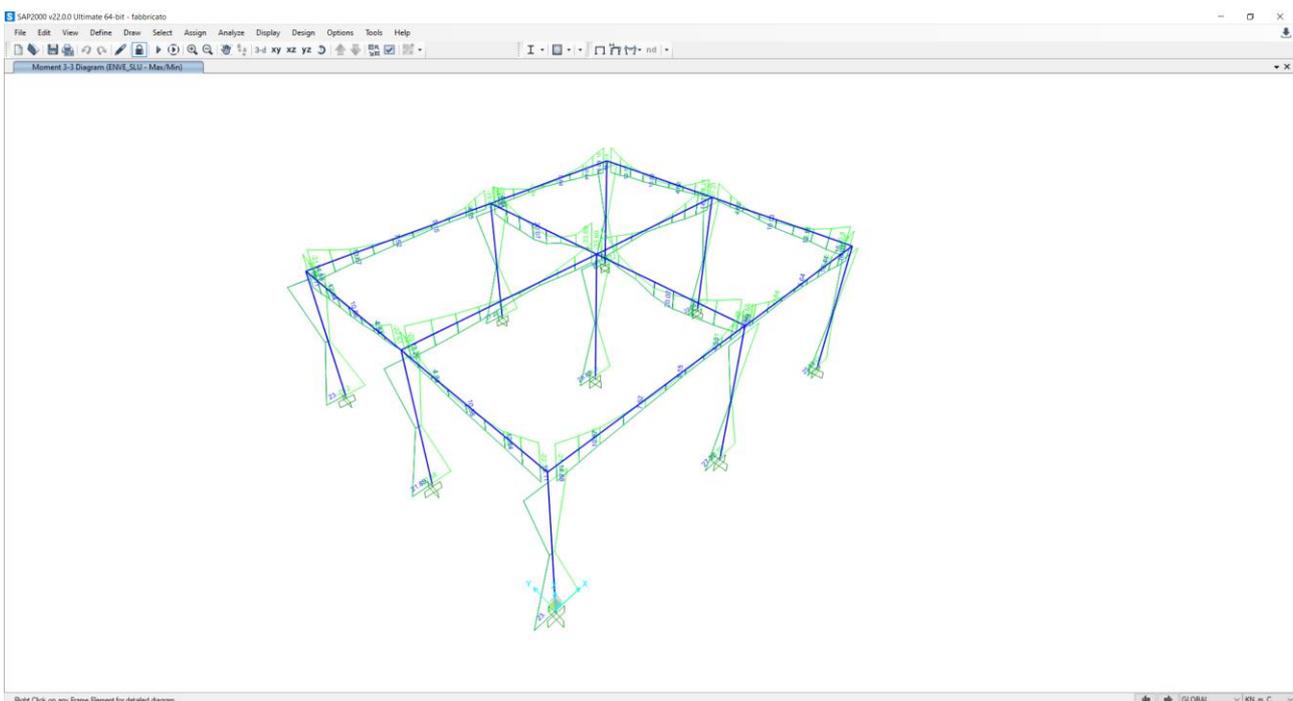


Figura 4 – Momento flettente M33 per la combinazione ENVE-SLU

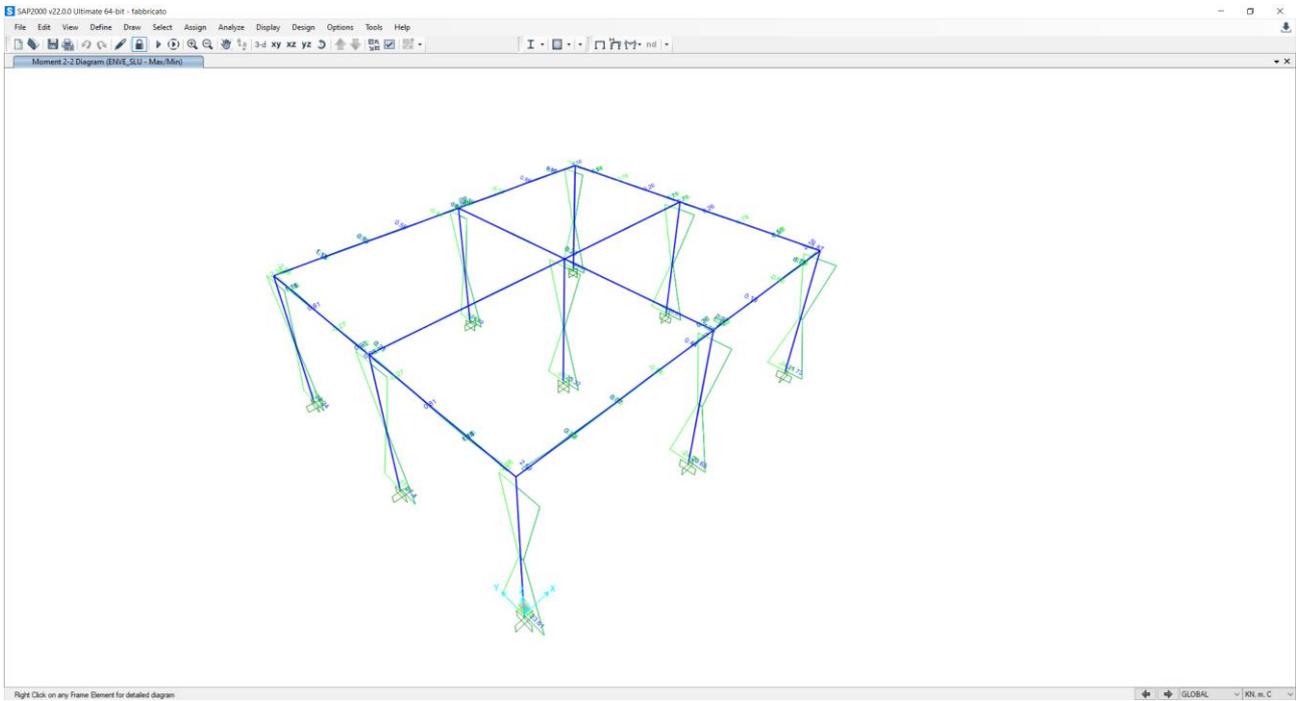


Figura 5 – Momento flettente  $M_{22}$  per la combinazione ENVE-SLU

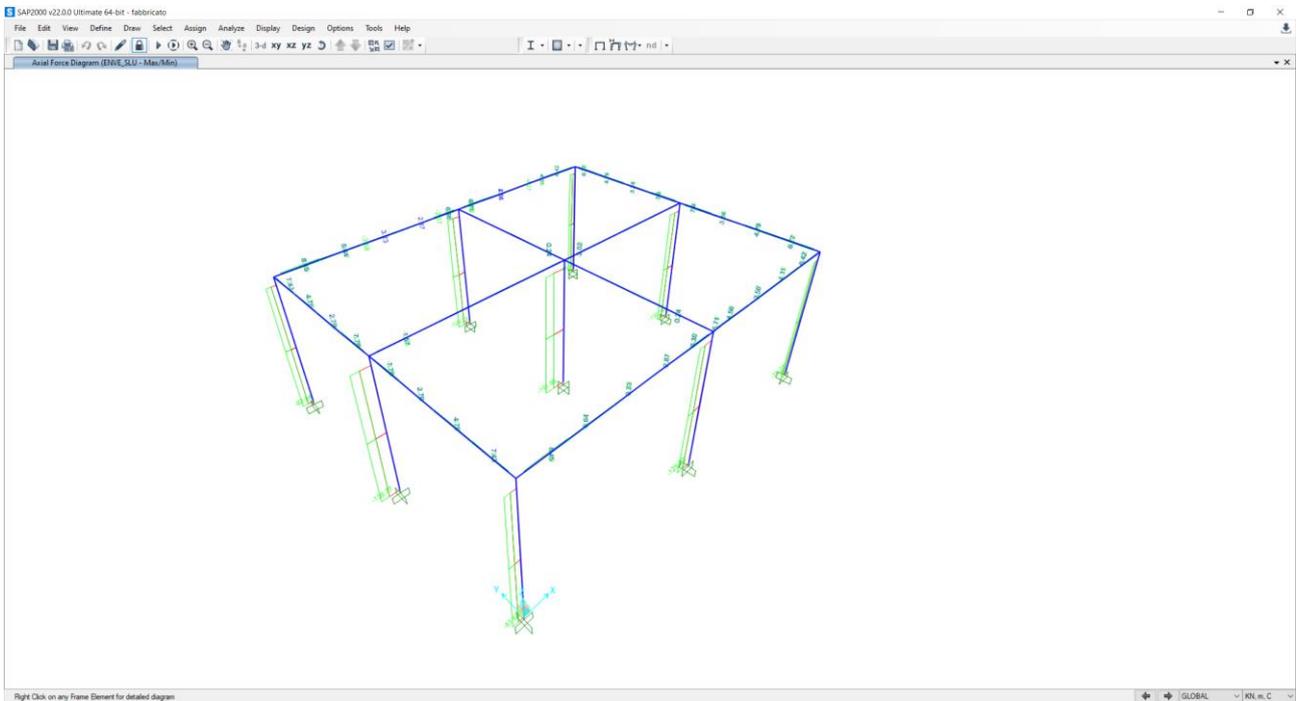


Figura 6 – sforzo assiale  $N$  per la combinazione ENVE-SLU

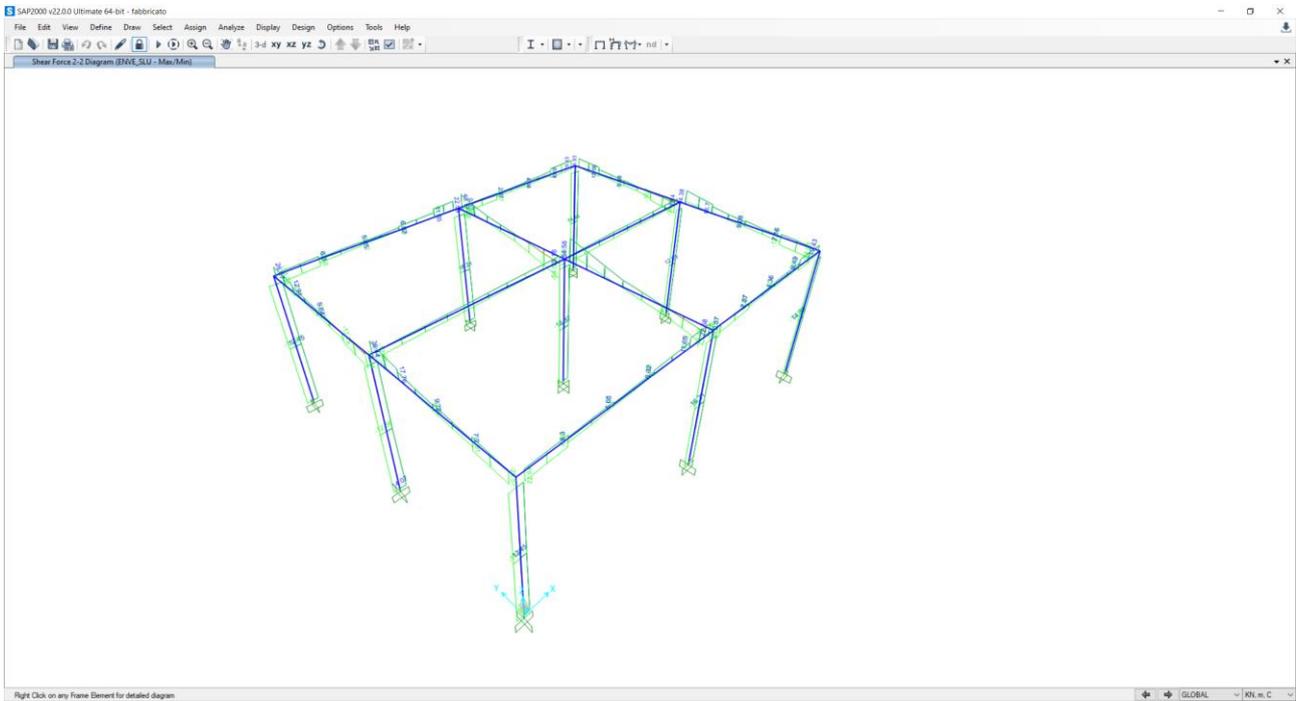


Figura 7 – Taglio V22 per la combinazione ENVE-SLU

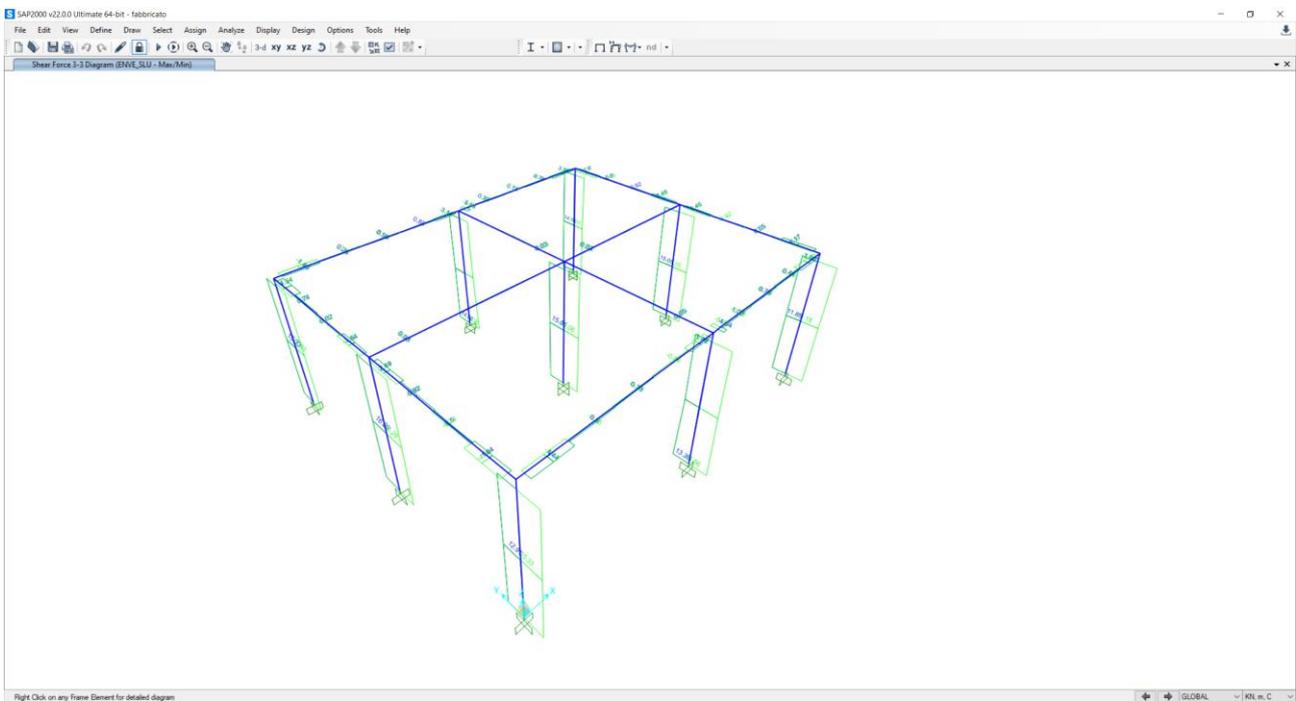


Figura 8 – Taglio V33 per la combinazione ENVE-SLU

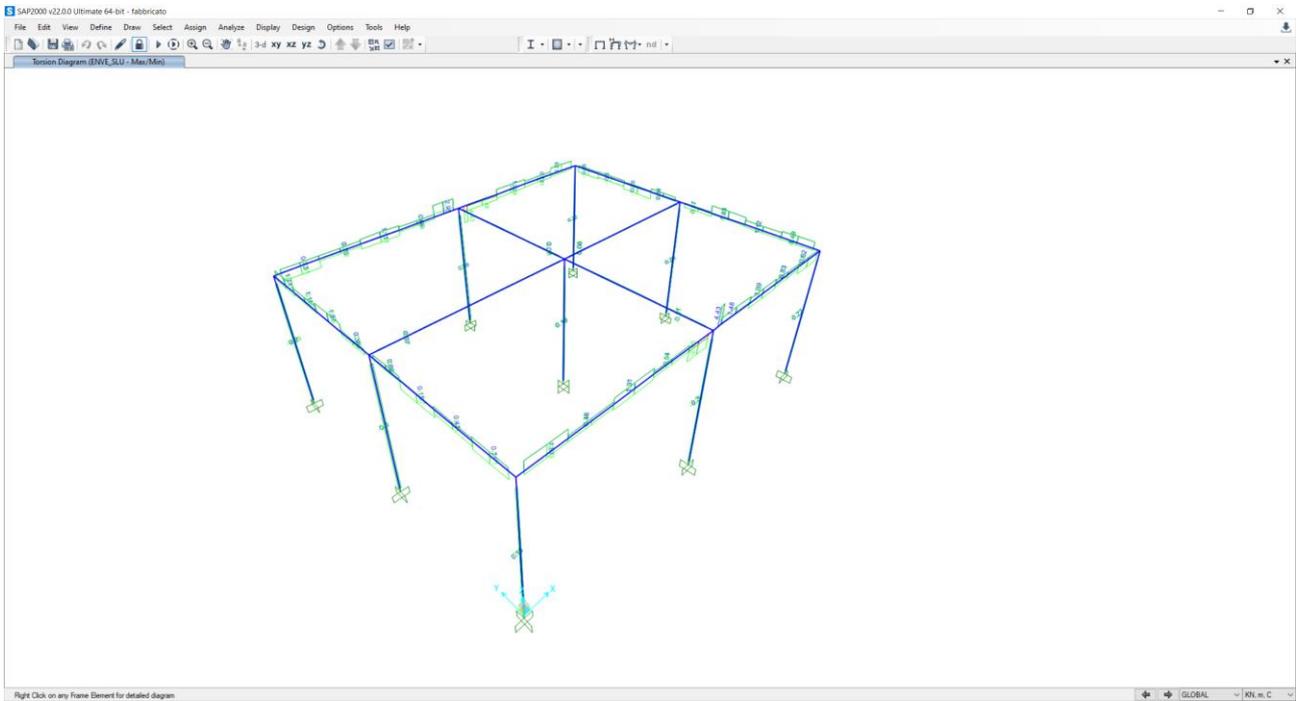


Figura 9 – Momento torcente per la combinazione ENVE-SLU

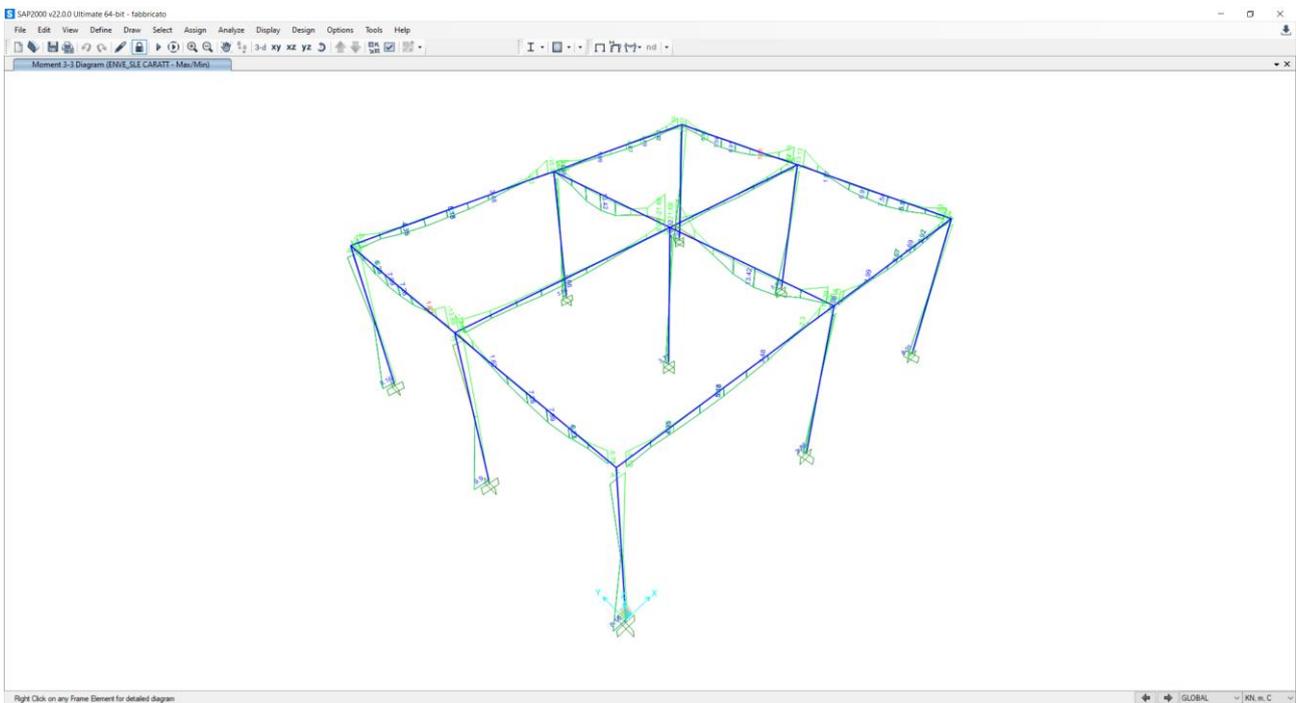


Figura 10 – Momento flettente M33 per la combinazione ENVE-SLE CARATTERISTICA

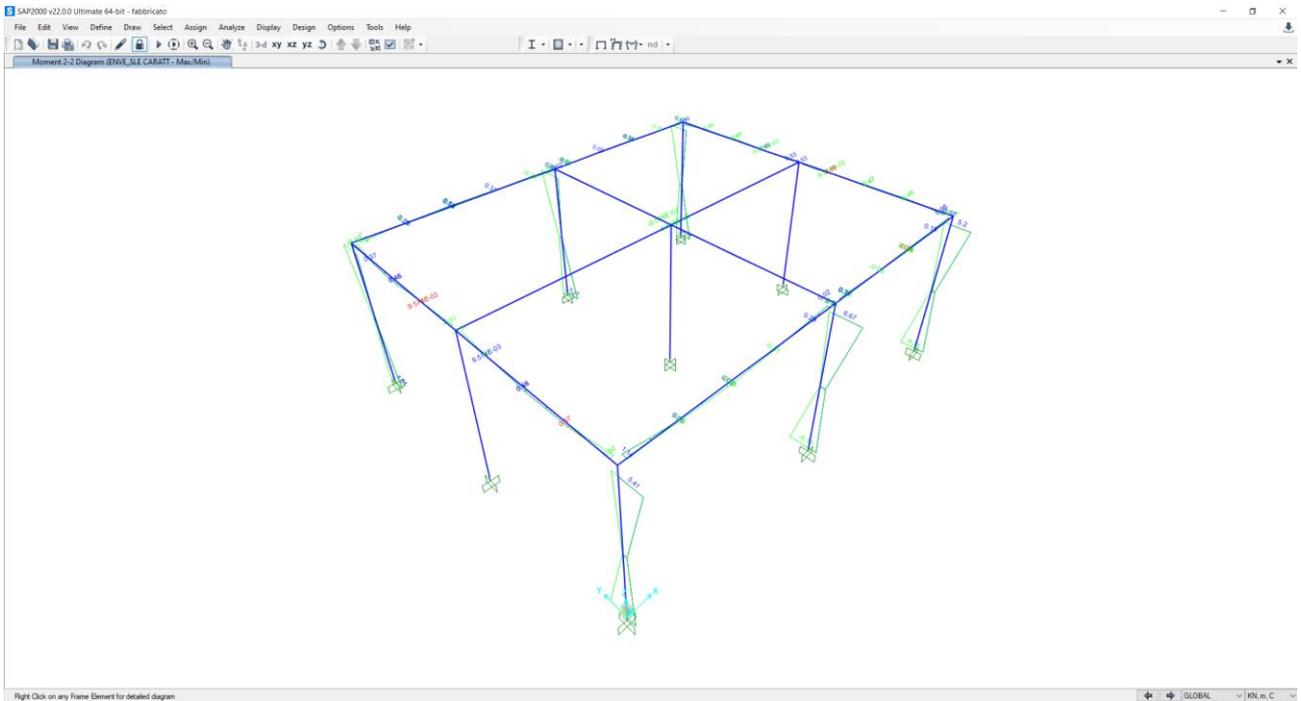


Figura 11 – Momento flettente  $M_{22}$  per la combinazione ENVE-SLE CARATTERISTICA

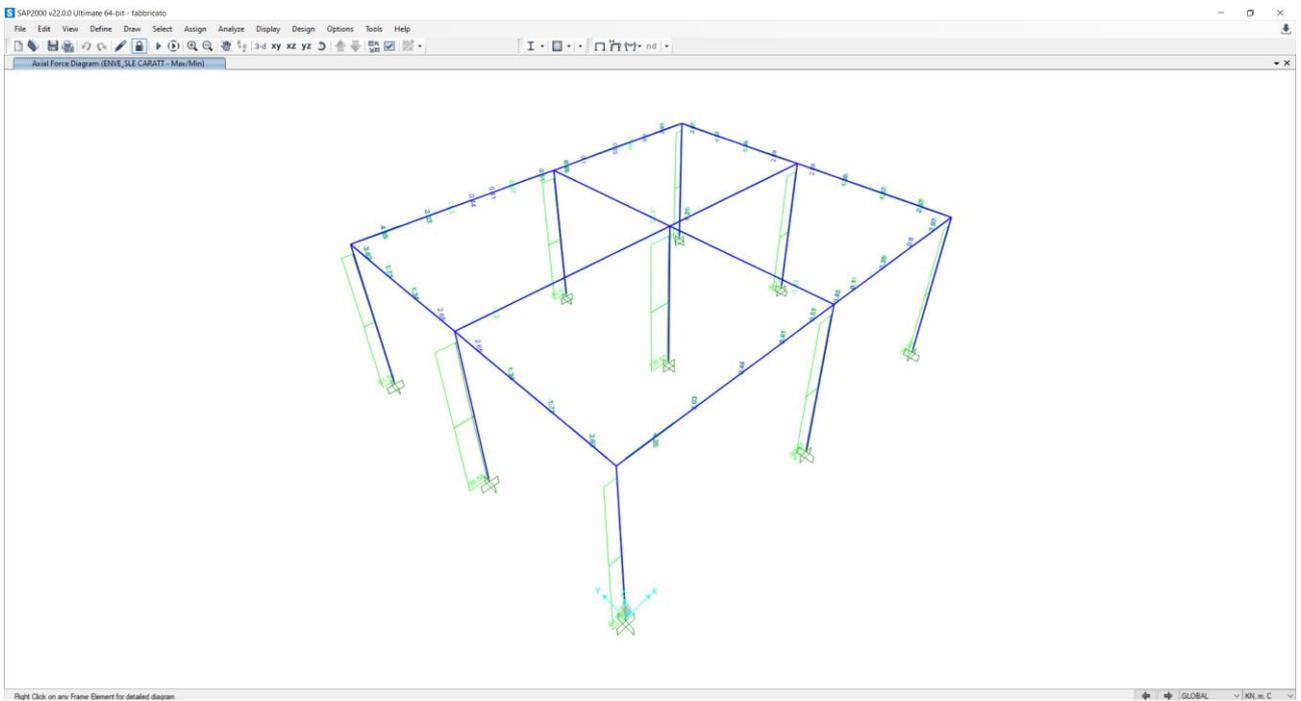


Figura 12 – Sforzo assiale  $P$  per la combinazione ENVE-SLE CARATTERISTICA

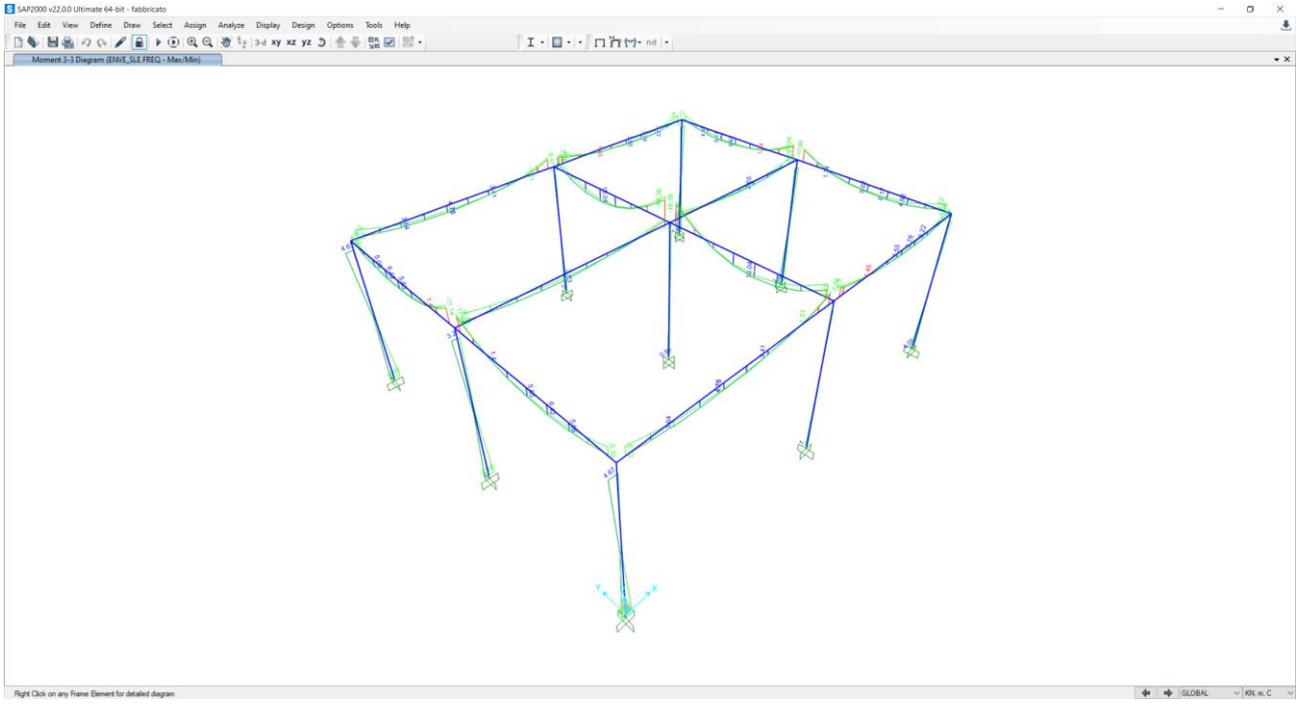


Figura 13 – Momento flettente  $M_{33}$  per la combinazione ENVE-SLE FREQUENTE

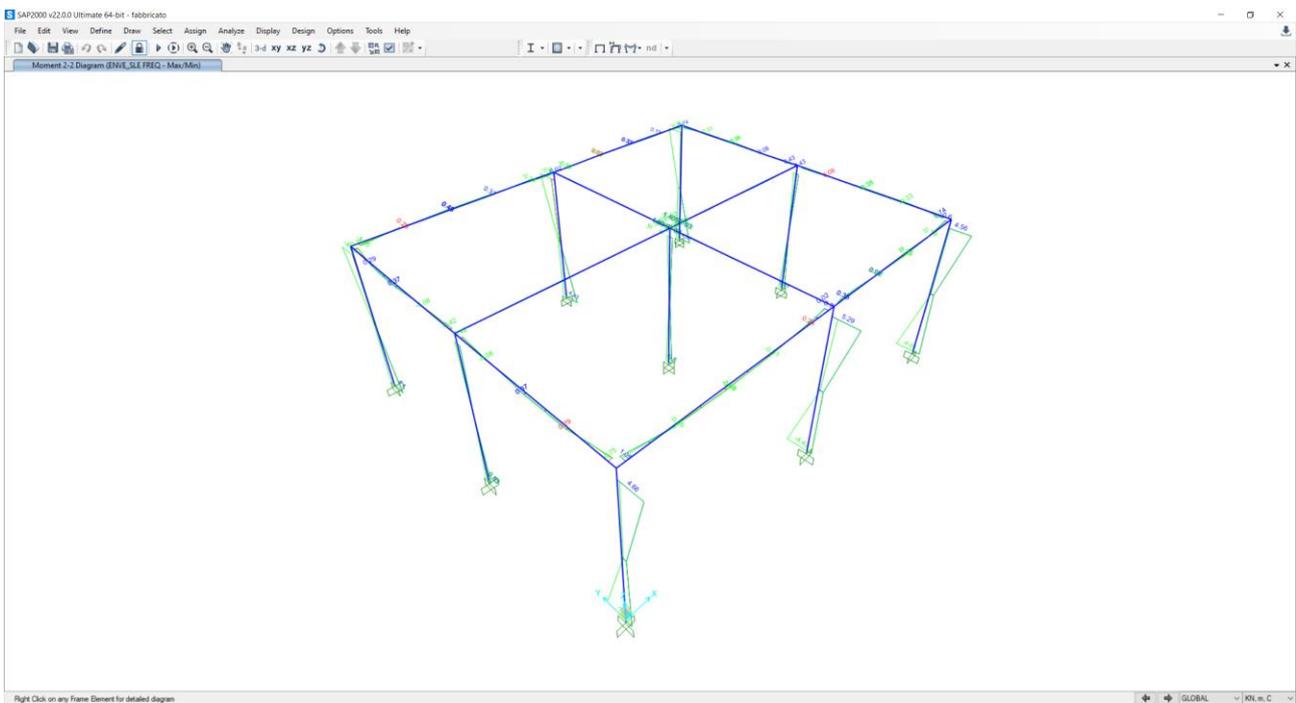


Figura 14 – Momento flettente  $M_{22}$  per la combinazione ENVE-SLE FREQUENTE

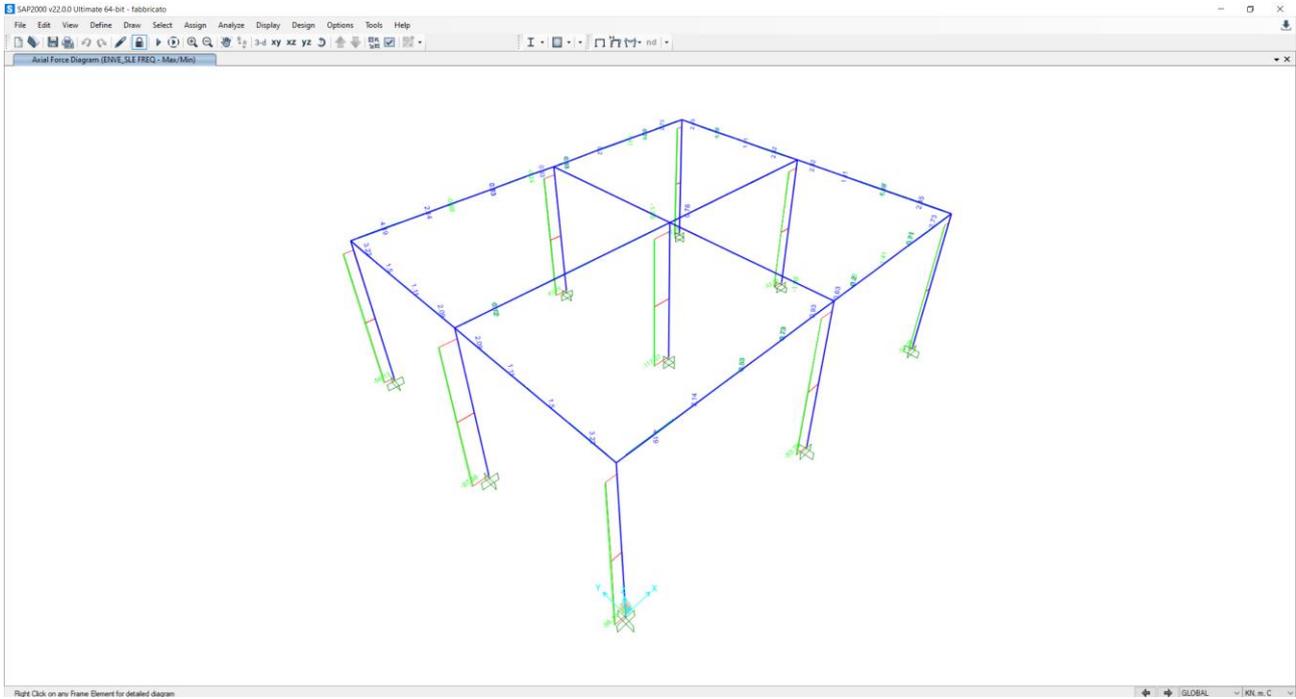


Figura 15 – Sforzo assiale  $P$  per la combinazione ENVE-SLE FREQUENTE

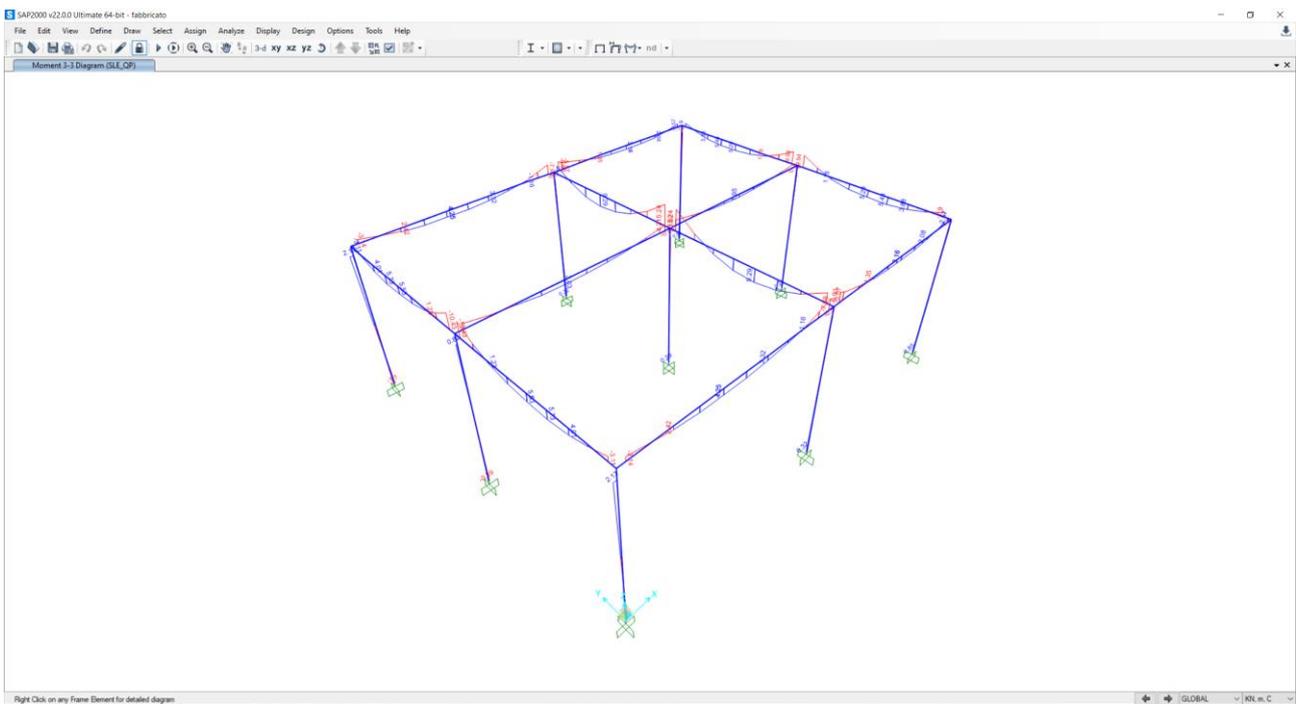


Figura 16 – Momento flettente  $M_{33}$  per la combinazione ENVE-SLE QUASI PERMANENTE

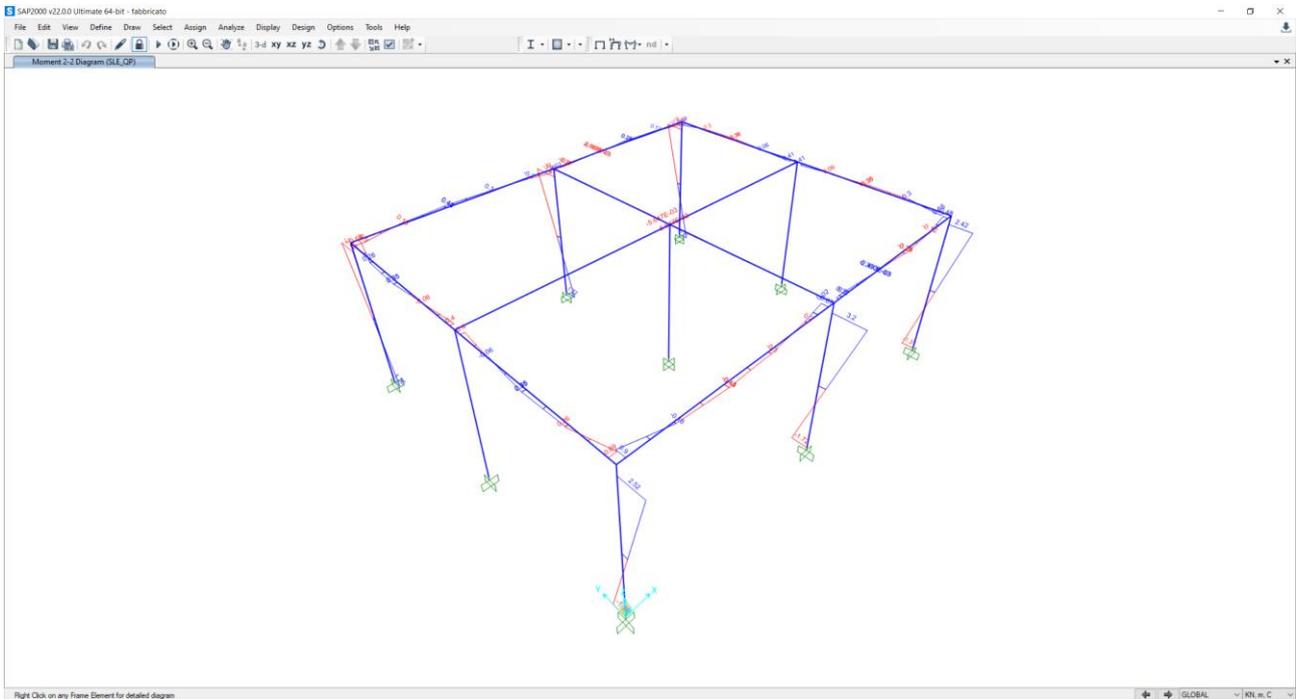


Figura 17 – Momento flettente M22 per la combinazione ENVE-SLE QUASI PERMANENTE

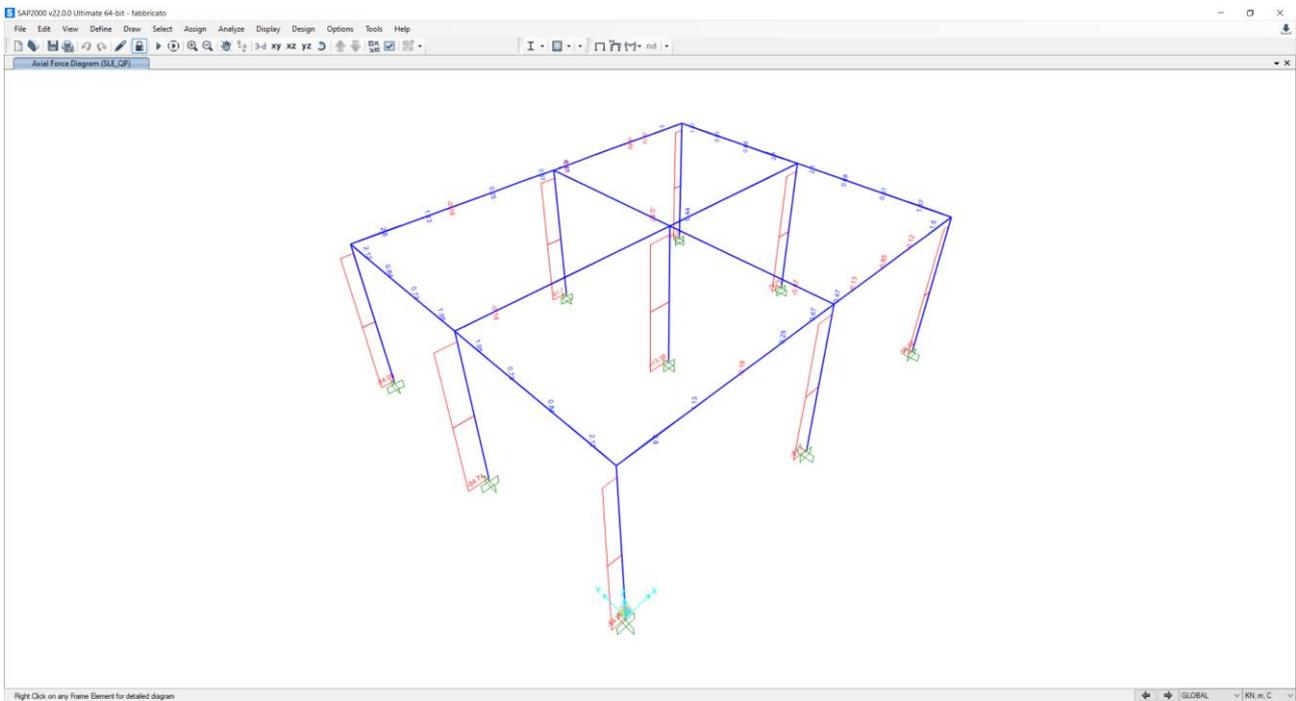


Figura 18 – Sforzo assiale P per la combinazione ENVE-SLE QUASI PERMANENTE

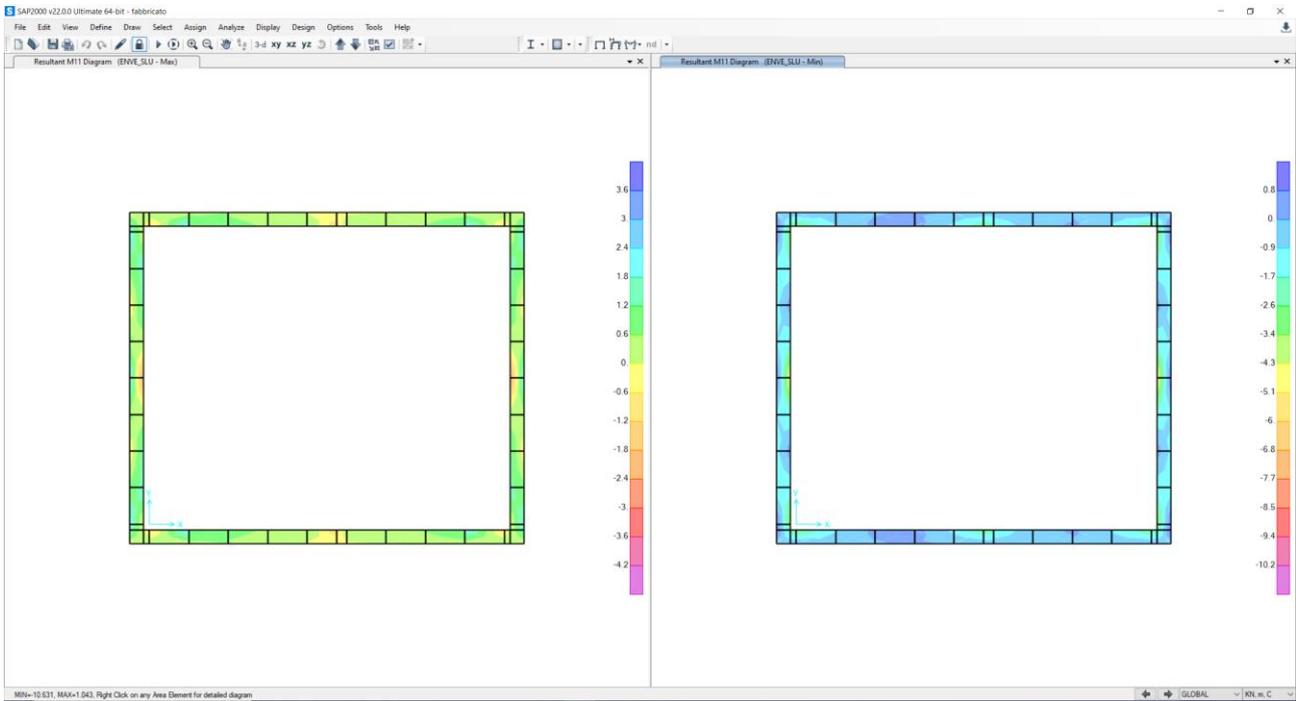


Figura 19 – Momento flettente M11 per la combinazione ENVE-SLU

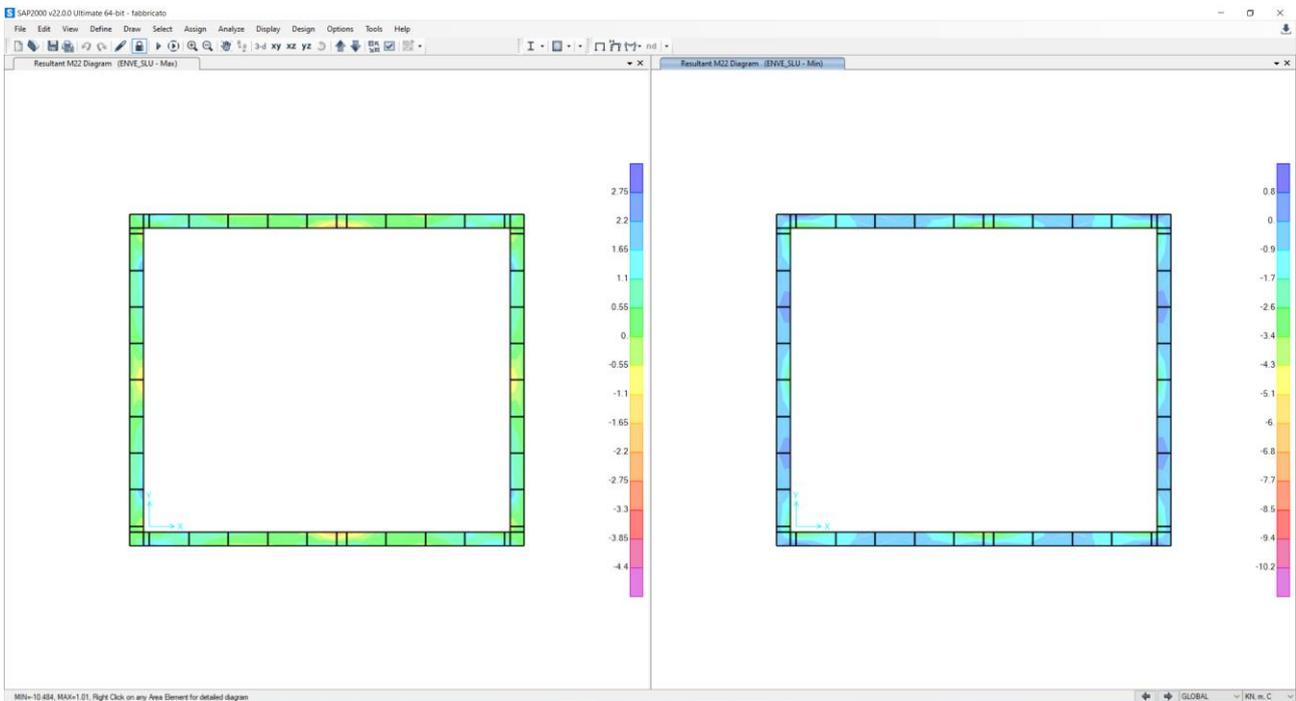


Figura 20 – Momento flettente M22 per la combinazione ENVE-SLU

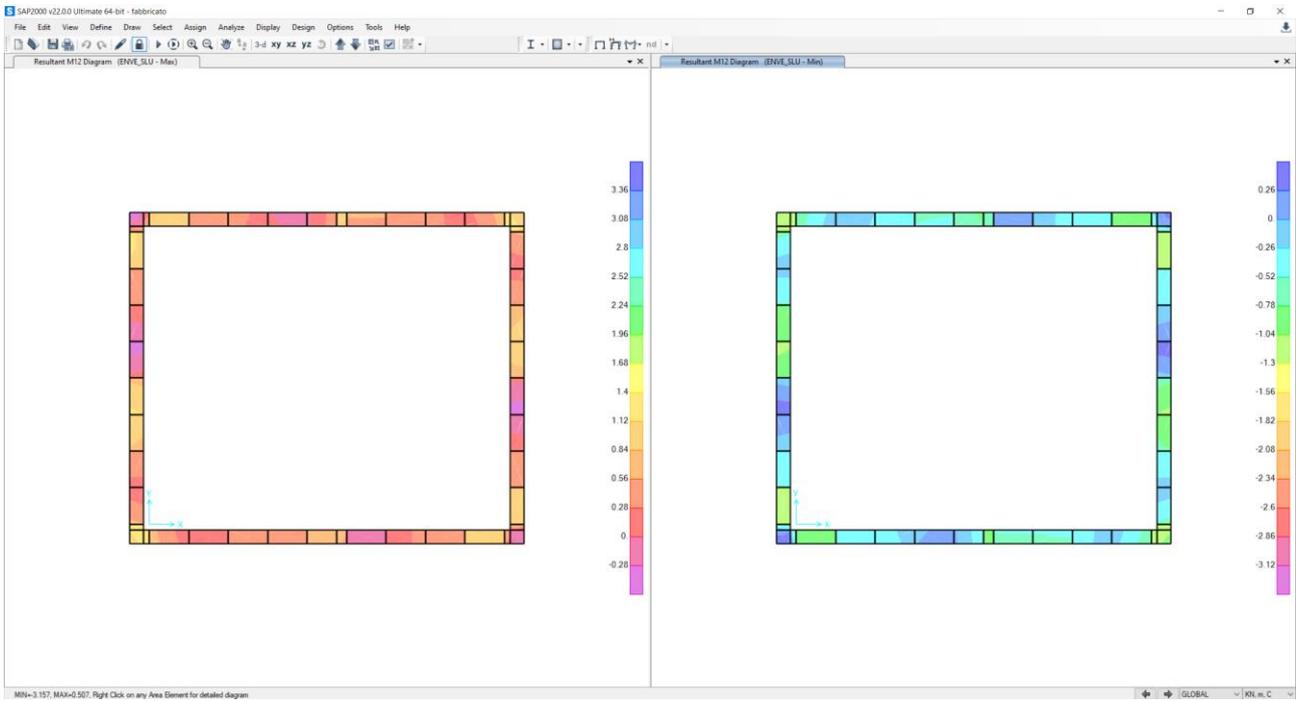


Figura 21 – Momento flettente M12 per la combinazione ENVE-SLU

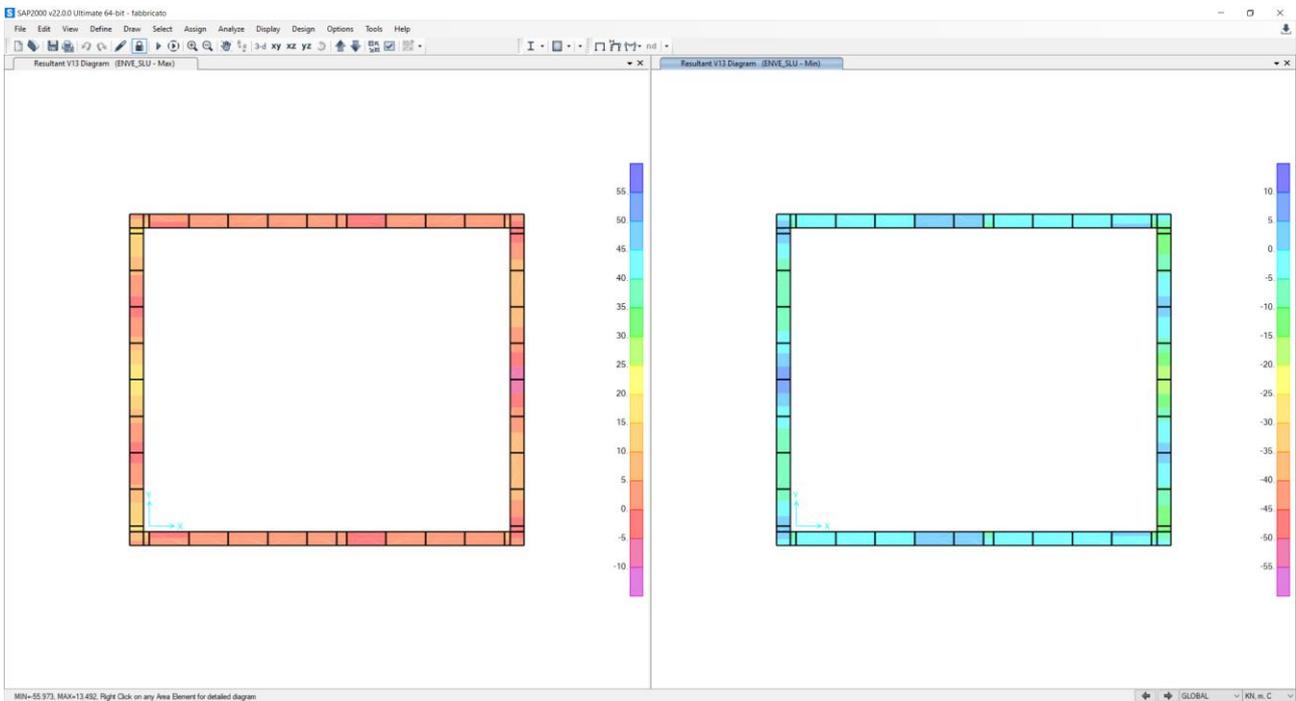


Figura 22 – Taglio V13 per la combinazione ENVE-SLU

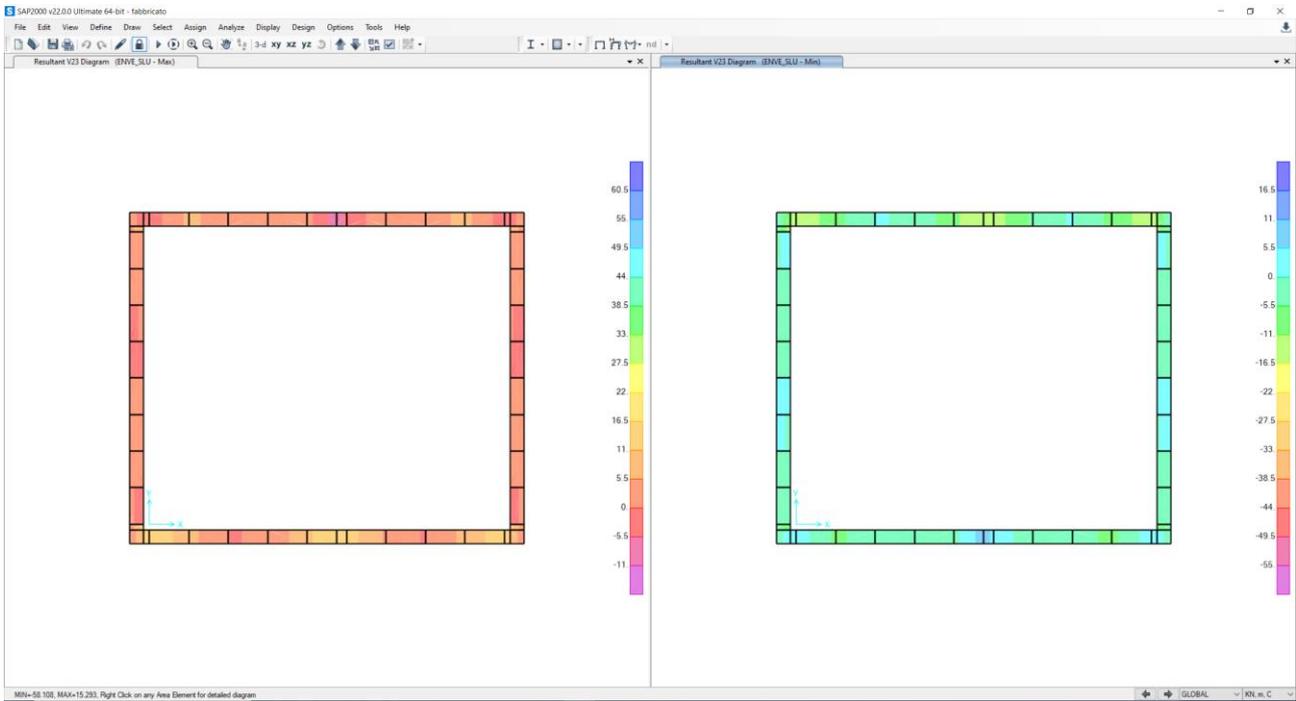


Figura 23 – Taglio V23 per la combinazione ENVE-SLU

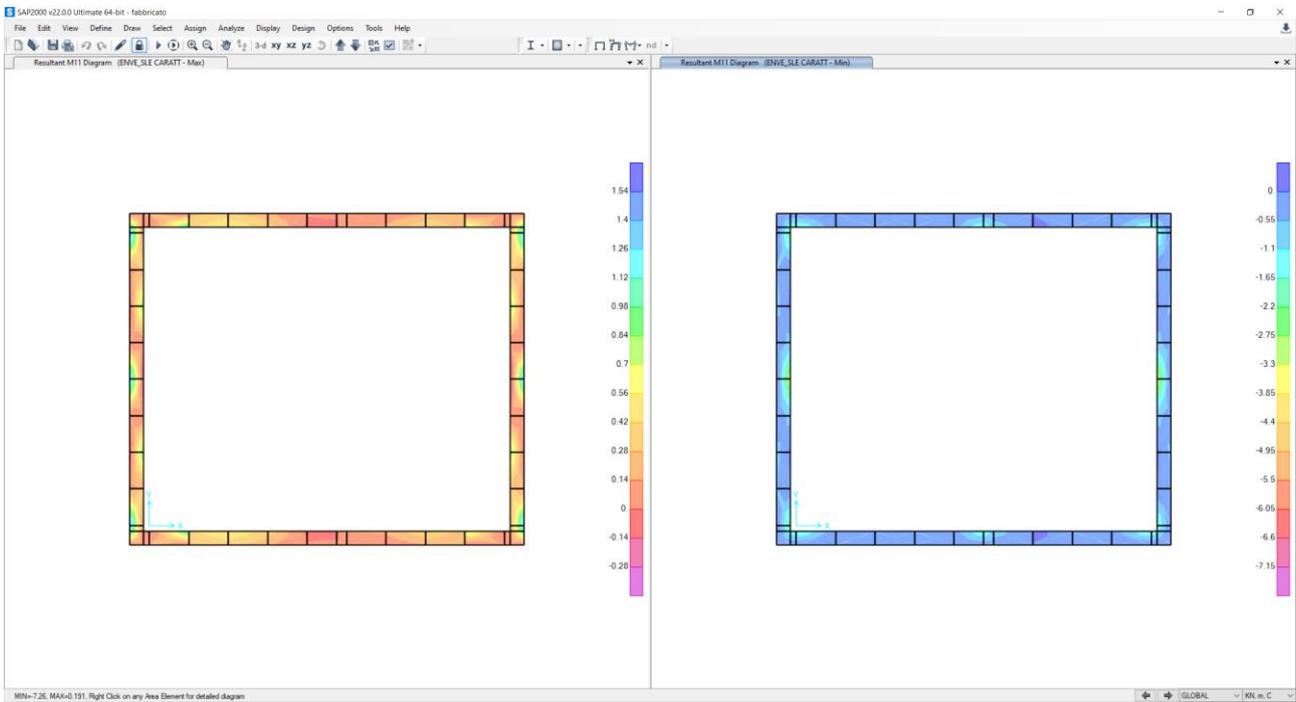


Figura 24 – Momento flettente M11 per la combinazione ENVE-SLE CARATTERISTICA

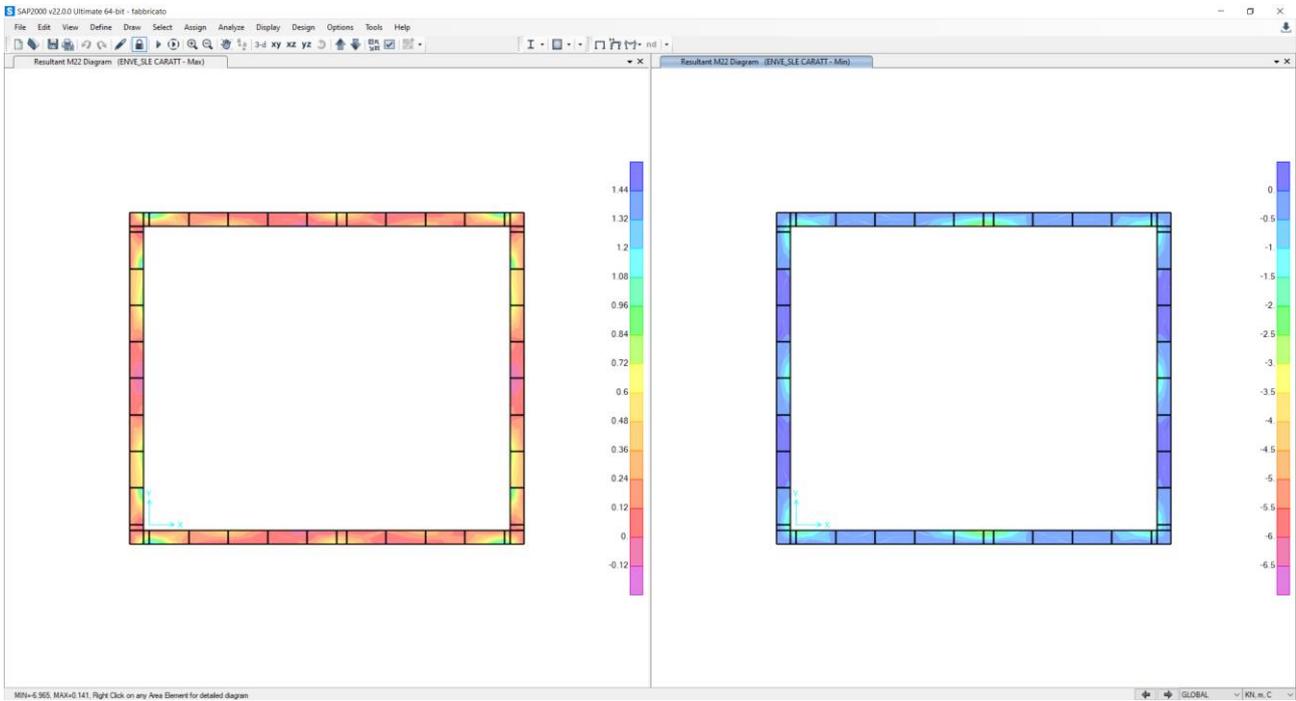


Figura 25 – Momento flettente M22 per la combinazione ENVE-SLE CARATTERISTICA

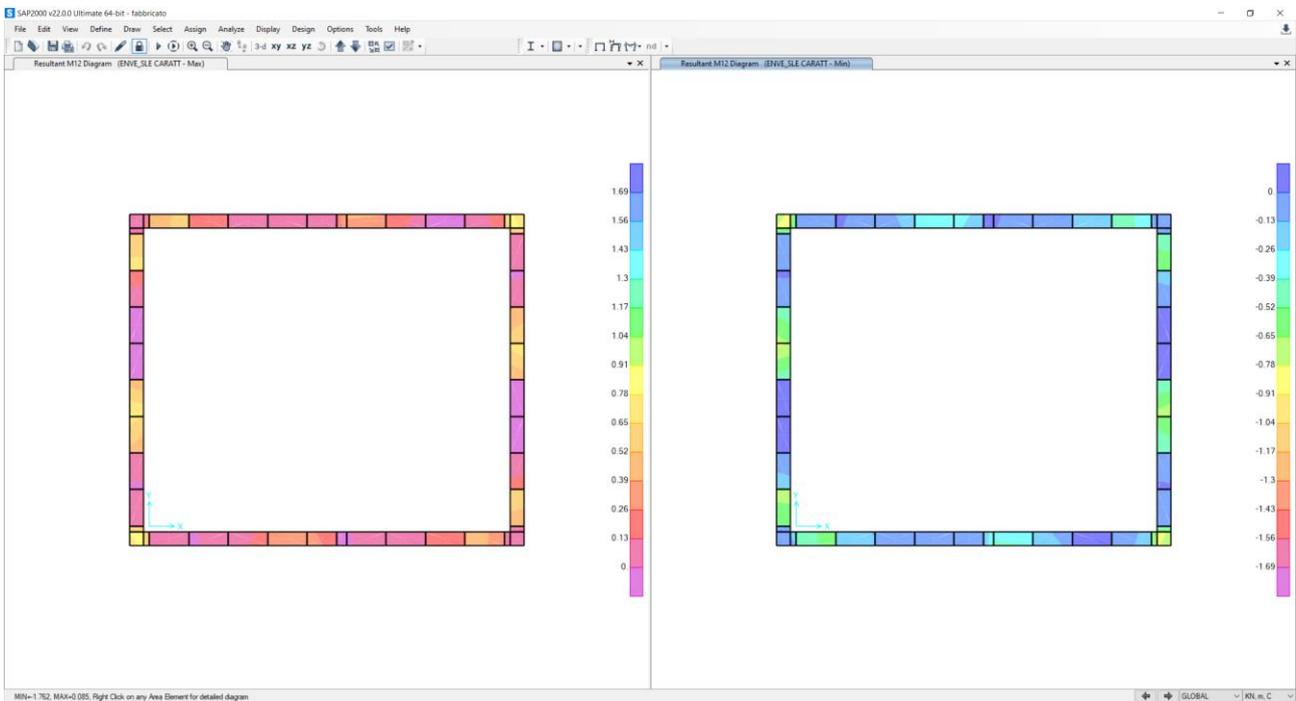


Figura 26 – Momento flettente M12 per la combinazione ENVE-SLE CARATTERISTICA

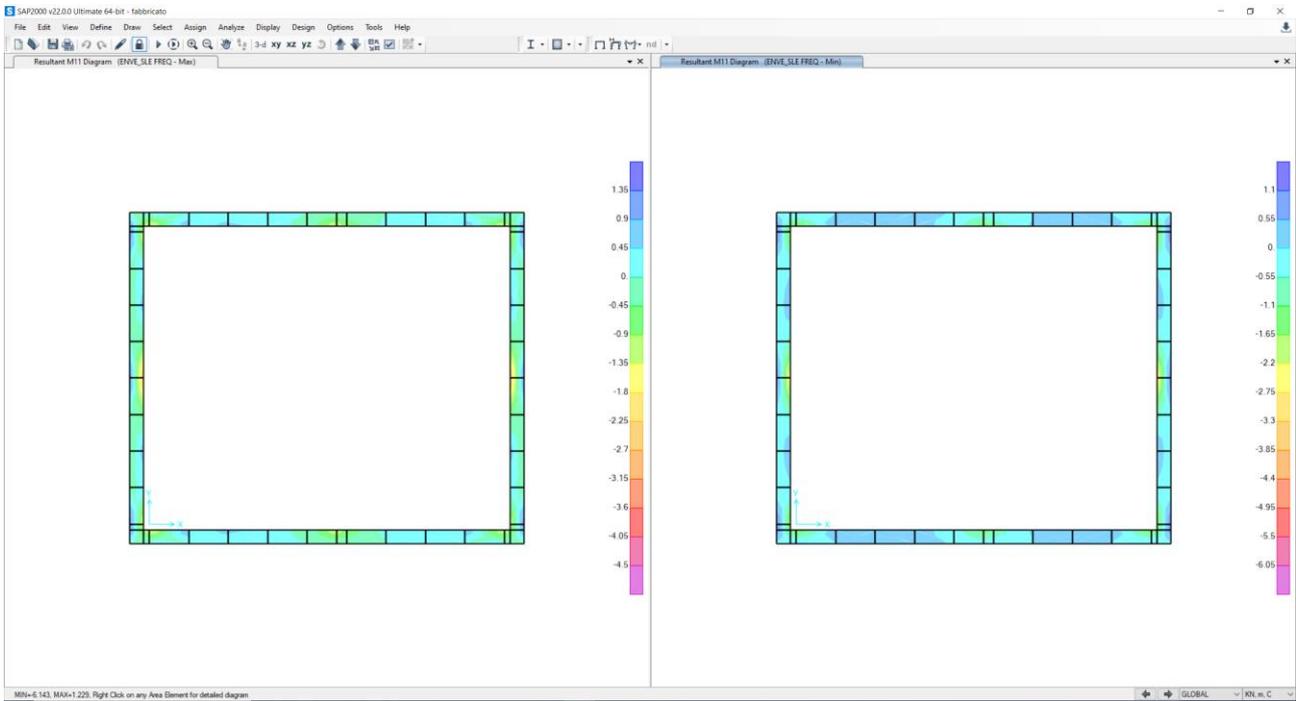


Figura 27 – Momento flettente M11 per la combinazione ENVE-SLE FREQUENTE

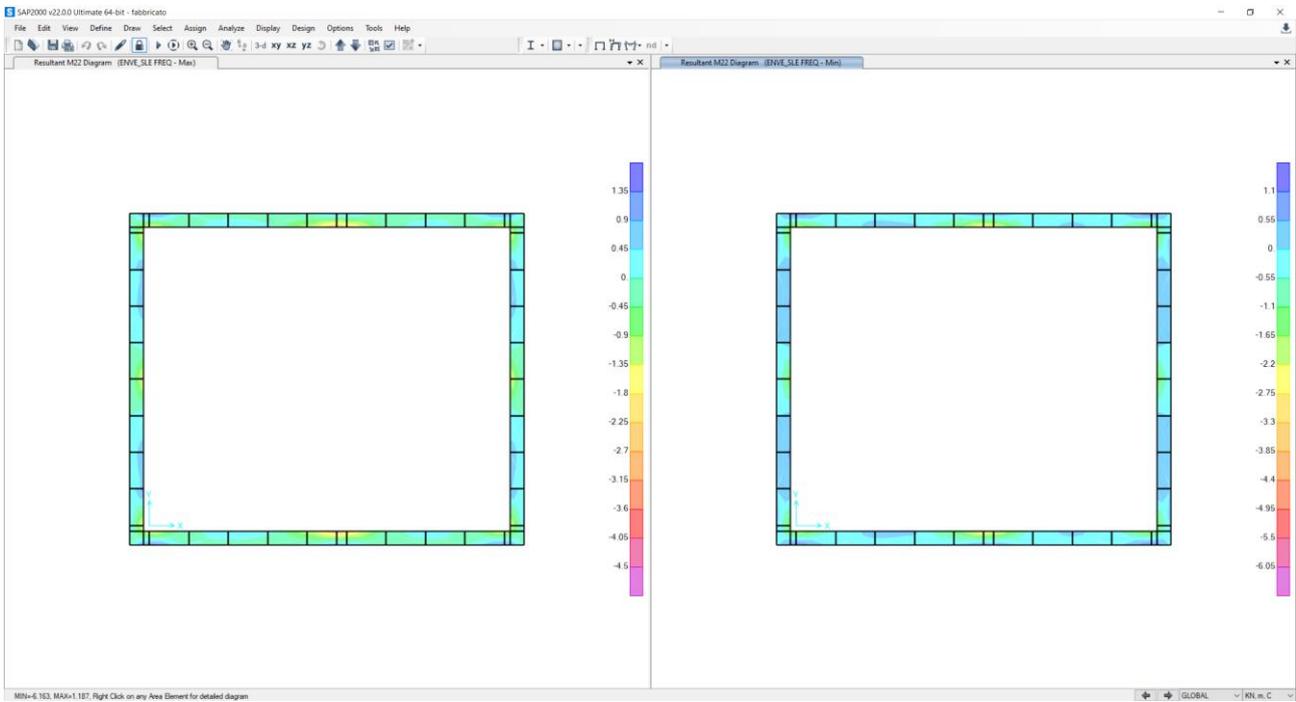


Figura 28 – Momento flettente M22 per la combinazione ENVE-SLE FREQUENTE

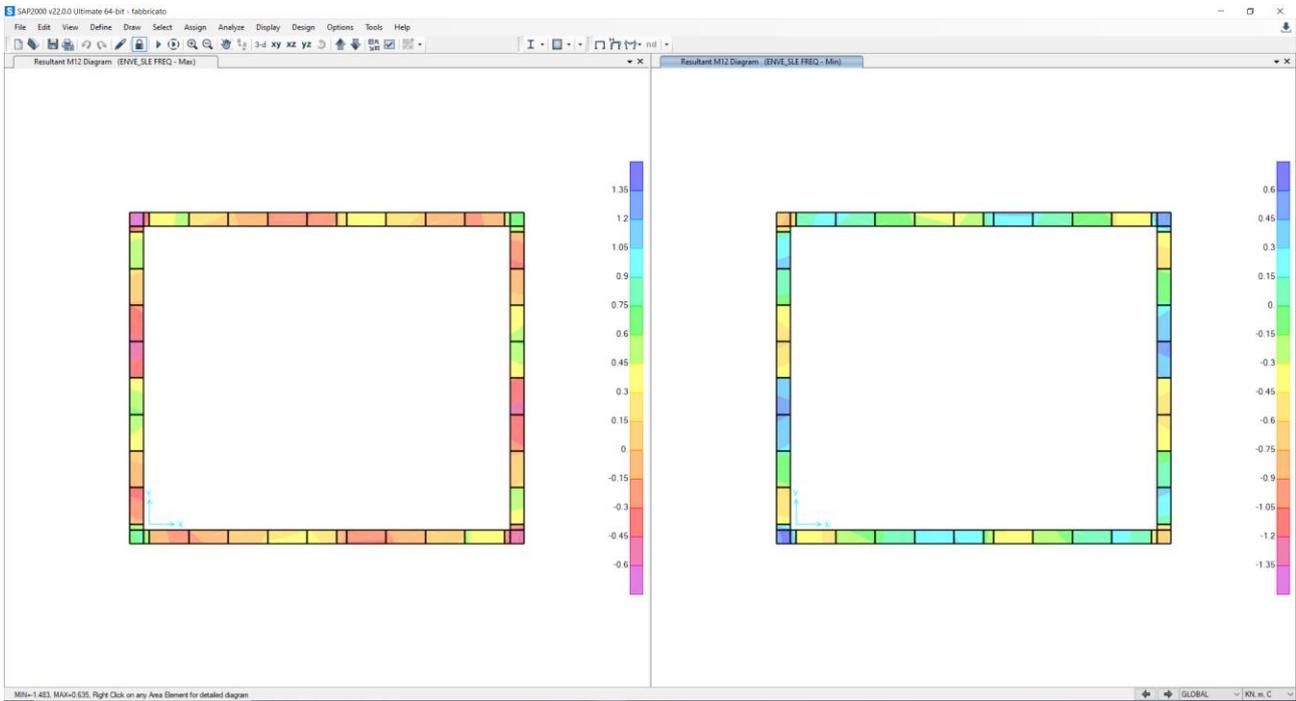


Figura 29 – Momento flettente M12 per la combinazione ENVE-SLE FREQUENTE

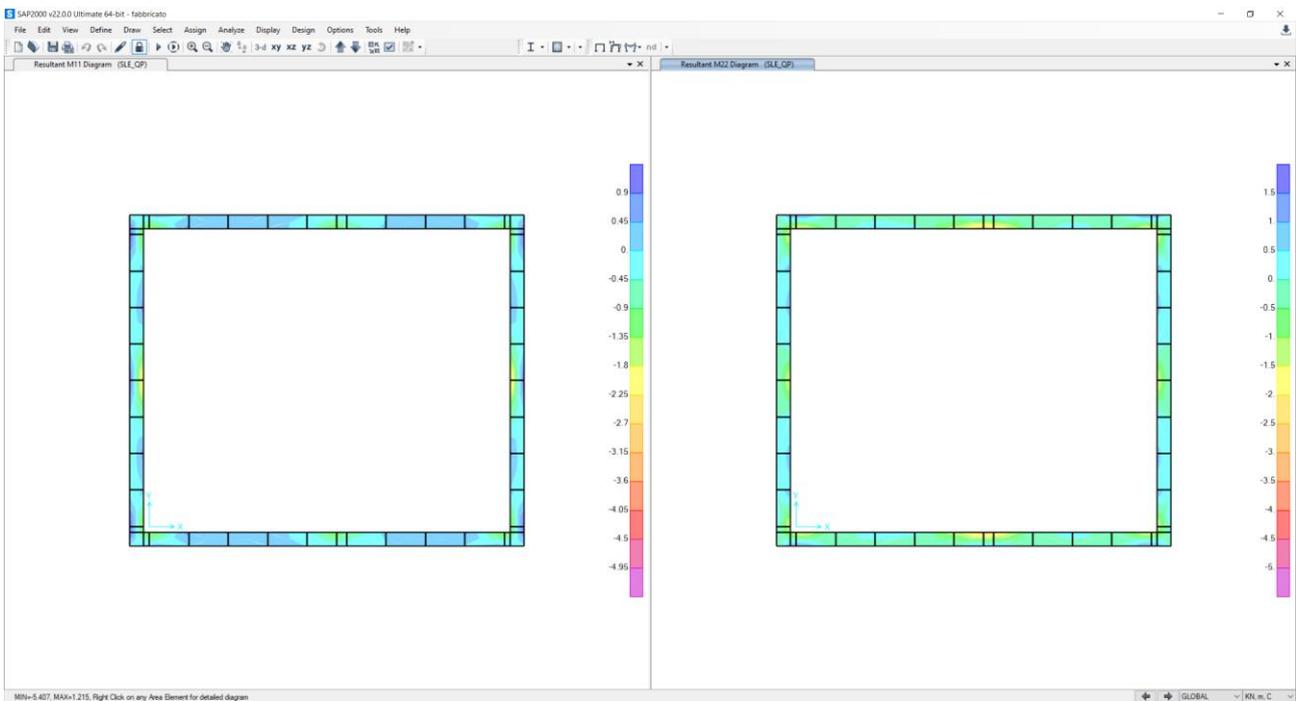


Figura 30 – Momento flettente M11 - M22 per la combinazione SLE QUASI PERMANENTE

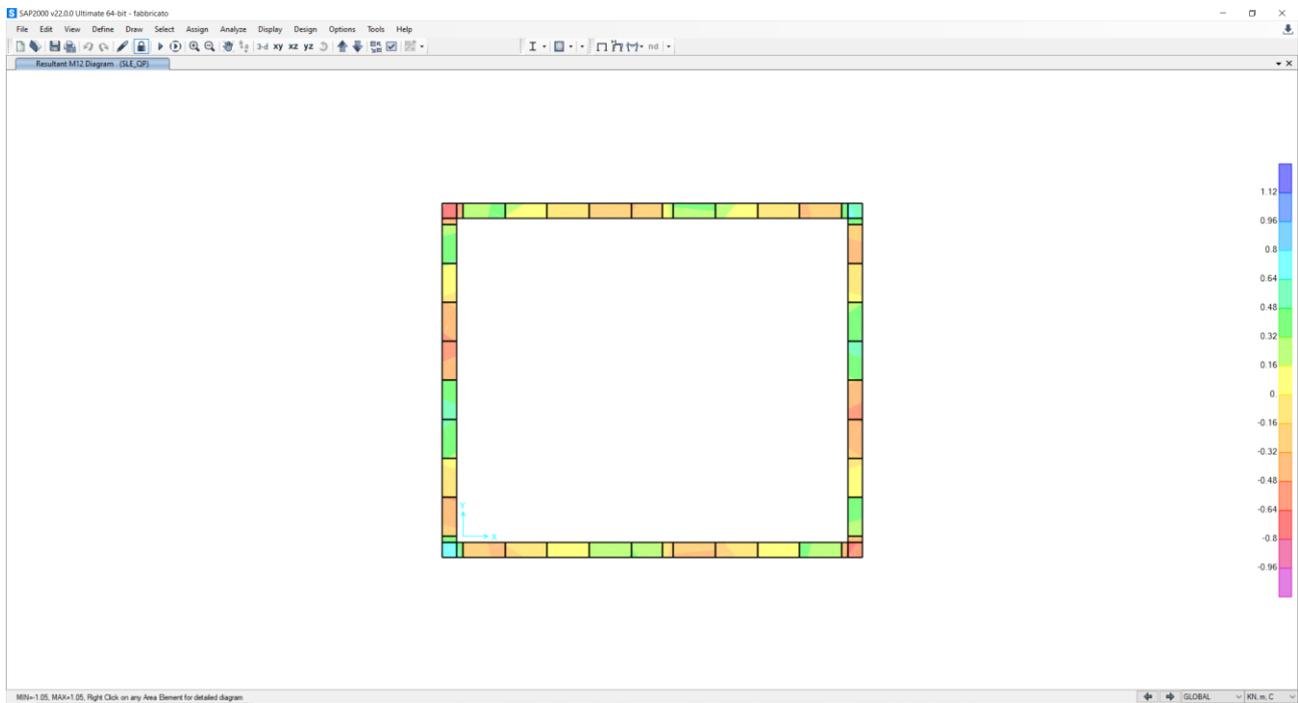


Figura 31 – Momento flettente M12 per la combinazione SLE QUASI PERMANENTE

## 11 VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

Si effettua di seguito la verifica del solaio e delle membrature che compongono l'opera in esame.

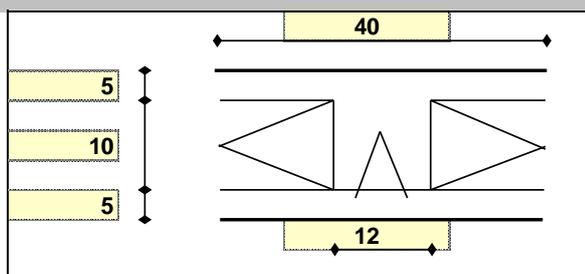
### 11.1 Verifica solaio

Con riferimento all'analisi dei carichi effettuata al capitolo 8.2 si effettua la verifica del solaio a lastre prefabbricate di spessore 5+10+5.

#### Solaio a 2 campate

##### Geometria

Misure in centimetri



##### Tipo di solaio

Con blocchi in POLISTIROLO

##### Controllo limiti geometrici

Luce massima consigliata (snellezza 25) (m)  
Larghezza dei blocchi calcolata (cm)  
Larghezza max dei blocchi in laterizio (cm)  
Larghezza min. nervature per blocchi in laterizio (cm)  
Interasse max nervature per blocchi in laterizio (cm)

L max	5.00
Largh.	28
Largh.	
b min	
i max	

##### Luci e carichi

Luci (m)  
Peso proprio solaio calcolato (daN/mq.)  
Peso proprio solaio adottato (daN/mq.)  
Sovr. perm. compiutamente definiti (daN/mq.)  
Sovr. perm. non-compiutamente definiti (daN/mq.)  
Sovr. variabili (daN/mq.)  
Carichi totali (daN/m)

L	4.64	4.16
p.p. calc	330	330
p.p.	310	310
g1	160	160
g2	0	0
q	163.6	163.6
tot	633.6	633.6

##### Momento d'incastro negativo alle due estremità

x sx	20	20	x dx
Mg1 sx	-202	-163	Mg1 dx
Mg2 sx	-0	-0	Mg2 dx
Mq sx	-70	-57	Mq dx
Mtot sx	-273	-219	Mtot dx

##### Categoria del carico variabile

Cat. H Coperture

$\psi_0$	0.0
$\psi_1$	0.0
$\psi_2$	0.0

##### Ridistribuzione momenti comb. ultima

Ridistribuzione desiderata	1- $\delta$	15%	
Rapporti fra le luci delle campate		1.00	1.12
Ridistribuzione applicata		15%	15%

Coefficienti parziali sulle azioni

$\gamma_{g1}$	1.0	1.3
$\gamma_{g2}$	0.8	1.5
$\gamma_q$	0.0	1.5

Interasse nervature (m)

i 0.40

<b>1: COMBINAZIONE ULTIMA</b>			
Momenti Max - per nervatura	-313	-569	-252
Momenti Max + per nervatura	539	403	
Tagli dx Max per nervatura	757	802	
Tagli sx Max per nervatura		859	665
Reazioni Max per nervatura	757	1662	665
Reazioni Max per fascia di un metro	1893	4154	1663
<b>2: COMBINAZIONE RARA</b>			
Momenti Max - per nervatura	-273	-495	-219
Momenti Max + per nervatura	328	235	
Tagli dx Max per nervatura	552	593	
Tagli sx Max per nervatura		636	479
Reazioni Max per nervatura	552	1229	479
Reazioni Max per fascia di un metro	1379	3073	1197
<b>3: COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE</b>			
Momenti Max - per nervatura	-202	-367	-163
Momenti Max + per nervatura	225	148	
Tagli dx Max per nervatura	401	440	
Tagli sx Max per nervatura		472	342
Reazioni Max per nervatura	401	912	342
Reazioni Max per fascia di un metro	1002	2280	855
<b>4: COMBINAZIONE FREQUENTE</b>			
Momenti Max - per nervatura	-202	-367	-163
Momenti Max + per nervatura	225	148	
Tagli dx Max per nervatura	401	440	
Tagli sx Max per nervatura		472	342
Reazioni Max per nervatura	401	912	342
Reazioni Max per fascia di un metro	1002	2280	855

Materiali					
Calcestruzzo	Classe	C28/35			
Acciaio	Tipo	B450C			
Dati geometrici					
Diametro delle barre longitudinali superiori (mm)	φ	12	12	12	
Diametro delle barre longitudinali inferiori (mm)	φ	14	14	14	
Armatura costante superiore					
	φ	n.	n.	n.	c
a) nessuna	-	-	-	-	4.00
	CampSup	-	-	-	4.00
	AppSup	-	-	-	
Armatura costante inferiore					
a) nessuna	-	-	-	-	4.00
	CampInf	-	-	-	4.00
	AppInf	-	-	-	
Ricoprimento di calcestruzzo sulle barre (cm)	c	4.0	4.0	4.0	
Copriferro di calcolo (cm)	h'	4.7	4.7	4.7	
Spessore solaio (cm)	H	20	20	20	
Larghezza nervature (cm)	b	12	12	12	
Altezza utile (cm)	d	15.3	15.3	15.3	

		a) nessuna	0ø0	0ø0	0ø0
<b>Armatura appoggi</b>			1ø12	1ø12	1ø12
			1ø14	1ø14	1ø14
		a) nessuna	0ø0	0ø0	0ø0
	Momento sollecitante (daN*m)	Med	313	569	252
	Momento resistente (daN*m)	Mrd	663	663	663
	<b>indice di verifica</b>	<b>f</b>	<b>2.12</b>	<b>1.17</b>	<b>2.63</b>
	Asse neutro (cm)	xc	4	4	4
	Sforzo acciaio (daN/cm <sup>2</sup> )	σ <sub>s</sub>	3913	3913	3913
	Sforzo calcestruzzo (daN/cm <sup>2</sup> )	σ <sub>c</sub>	-164.6	-164.6	-164.6
	Deformazione acciaio	ε <sub>s</sub>	0.989%	0.989%	0.989%
Deformazione calcestruzzo	ε <sub>c</sub>	-0.350%	-0.350%	-0.350%	
Campo di rottura	n.	3	3	3	
Ridistribuzione massima consentita	1-δ	23%	23%	23%	
<b>Controllo redistribuzione</b>	1-δ	si	si	si	
<b>Armatura campate</b>		a) nessuna	0ø0	0ø0	
			0ø12	0ø12	
		a) nessuna	0ø0	0ø0	
	Momento sollecitante (daN*m)	Med	539	403	
	Momento resistente (daN*m)	Mrd	883	883	
	<b>indice di verifica</b>	<b>f</b>	<b>1.64</b>	<b>2.19</b>	
	Asse neutro (cm)	xc	2	2	
	Sforzo acciaio (daN/cm <sup>2</sup> )	σ <sub>s</sub>	3913	3913	
	Sforzo calcestruzzo (daN/cm <sup>2</sup> )	σ <sub>c</sub>	-145.9	-145.9	
	Deformazione acciaio	ε <sub>s</sub>	1.000%	1.000%	
Deformazione calcestruzzo	ε <sub>c</sub>	-0.133%	-0.133%		
Campo di rottura	n.	2	2		

Armatura appoggi		$\phi$	$n.$	$n.$	$n.$	$c$
		-	-	-	-	4.0
sup.		<b>ø12</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	4.0
inf.		<b>ø14</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	4.0
		-	-	-	-	4.0
<b>1: VERIFICHE IN COMBINAZIONE ULTIMA</b>						
	Momento sollecitante (daN*m)	Med	313	569	252	
	Momento resistente (daN*m)	Mrd	664	664	664	
	indice di verifica	<b>f</b>	<b>2.12</b>	<b>1.17</b>	<b>2.63</b>	
	Asse neutro (cm)	xc	4	4	4	
	Sforzo acciaio (daN/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_s$	3913	3913	3913	
	Sforzo calcestruzzo (daN/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$	-164.6	-164.6	-164.6	
	Deformazione acciaio	$\epsilon_s$	1.000%	1.000%	1.000%	
	Deformazione calcestruzzo	$\epsilon_c$	-0.344%	-0.344%	-0.344%	
	Campo di rottura	n.	2	2	2	
	Ridistribuzione massima consentita	1- $\delta$	24%	24%	24%	
	<b>Controllo redistribuzione</b>	1- $\delta$	<b>sì</b>	<b>sì</b>	<b>sì</b>	
<b>2: VERIFICHE IN COMBINAZIONE RARA</b>						
		$\sigma_s$ limite	3600	3600	3600	
		$\sigma_s$	1791	3250	1440	
	<b>indice di verifica lato acciaio</b>	<b>f</b>	<b>2.01</b>	<b>1.11</b>	<b>2.50</b>	
		$\sigma_c$ limite	174.3	174.3	174.3	
		$\sigma_c$	60.7	110.2	48.8	
	<b>indice di verifica lato cls</b>	<b>f</b>	<b>2.87</b>	<b>1.58</b>	<b>3.57</b>	
<b>3: VERIFICHE IN COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE</b>						
		$\sigma_c$ limite	130.7	130.7	130.7	
		$\sigma_c$	45.1	81.7	36.2	
	<b>indice di verifica lato cls</b>	<b>f</b>	<b>2.90</b>	<b>1.60</b>	<b>3.61</b>	

Armatura campate		$\phi$	$n.$	$n.$	$c$
		-	-	-	4.0
sup.	$\phi 12$	-	-	-	4.0
inf.	$\phi 14$	↑	1	1	4.0
		-	-	-	4.0
controllo armatura minima scelta:		nessuna	si	si	
<b>1: VERIFICHE IN COMBINAZIONE ULTIMA</b>					
	Momento sollecitante (daN*m)	Med	539	403	
	Momento resistente (daN*m)	Mrd	883	883	
	<b>indice di verifica</b>	<b>f</b>	<b>1.64</b>	<b>2.19</b>	
	Asse neutro (cm)	xc	2	2	
	Sforzo acciaio (daN/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_s$	3913	3913	
	Sforzo calcestruzzo (daN/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$	-145.9	-145.9	
	Deformazione acciaio	$\epsilon_s$	1.000%	1.000%	
	Deformazione calcestruzzo	$\epsilon_c$	-0.133%	-0.133%	
	Campo di rottura	n.	2	2	
<b>2: VERIFICHE IN COMBINAZIONE RARA</b>					
	y		3.66	3.66	
	Jci		3781	3781	
	$\sigma_s$ limite		3600	3600	
	$\sigma_s$		1515	1083	
	<b>indice di verifica lato acciaio</b>	<b>f</b>	<b>2.38</b>	<b>3.32</b>	
	$\sigma_c$ limite		174.3	174.3	
	$\sigma_c$		31.8	22.7	
	<b>indice di verifica lato cls</b>	<b>f</b>	<b>5.48</b>	<b>7.66</b>	
<b>3: VERIFICHE IN COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE</b>					
	y		3.66	3.66	
	Jci		3781	3781	
	$\sigma_c$ limite		130.7	130.7	
	$\sigma_c$		21.8	14.4	
	<b>indice di verifica lato cls</b>	<b>f</b>	<b>6.01</b>	<b>9.10</b>	
	$\sigma_s$		1036	684	
<b>4: VERIFICHE IN COMBINAZIONE FREQUENTE</b>					
	$\sigma_s$		1036	684	
<b>Verifiche a taglio</b>					
<b>1: con fasce piene</b>					
	Tagli resistenti sx (daN)	VRd	980	980	
	fascia piena (dall'asse dell'appoggio)	d1	-	-	
	Tagli resistenti dx (daN)	VRd	980	980	
	fascia piena (dall'asse dell'appoggio)	d2	-	-	
<b>2: con fasce piene e barre longitudinali tese</b>					
		$\phi$	$n.$	$n.$	$n.$
		-	-	-	-
sup.	$\phi 12$	↑	1	1	1
inf.	$\phi 14$	↑	1	1	1
		-	-	-	-
	Tagli resistenti sx (daN)	VRd	1277	1152	
	fascia piena (dall'asse dell'appoggio)	d1	-	-	
	Tagli resistenti dx (daN)	VRd	1152	1277	
	fascia piena (dall'asse dell'appoggio)	d2	-	-	

Verifiche di fessurazione			
CONDIZ. AMBIENTALI ORDINARIE			
<b>Appoggi</b>			
	diametro armature superiori	$\phi$ 12	12
	combinazione frequente	$\sigma_S$ 1329	2411
	<b>comb. frequente CONDIZ. AMBIENTALI ORDINARIE</b>	<b>f 3.33</b>	<b>1.66</b>
	combinazione quasi permanente	$\sigma_S$ 1329	2411
	<b>comb. quasi perm. CONDIZ. AMBIENTALI ORDINARIE</b>	<b>f 2.67</b>	<b>1.32</b>
<b>Campate</b>			
	diametro armature inferiori	$\phi$ 14	14
	combinazione frequente	$\sigma_S$ 1036	684
	<b>comb. frequente CONDIZ. AMBIENTALI ORDINARIE</b>	<b>f 2.86</b>	<b>2.86</b>
	combinazione quasi permanente	$\sigma_S$ 1036	684
	<b>comb. quasi perm. CONDIZ. AMBIENTALI ORDINARIE</b>	<b>f 2.29</b>	<b>2.29</b>
<b>Verifiche di snellezza</b>			
	$\rho$	0.48%	0.48%
	$\rho'$	0.00%	0.00%
	$\lambda$ limite tab	26	26
	K	1.3	1.3
	$\lambda$ limite calc	44.6	59.6
	$\lambda$ limite	35.6	47.6
	$\lambda$	23.2	20.8
	<b>indice di verifica</b>	<b>f 1.54</b>	<b>2.29</b>

Si adotta un'armatura superiore  $\Phi 12$  e un'armatura inferiore  $\Phi 14$  estesa per tutta la lunghezza.

## 11.2 Verifica pilastri

### 11.2.1 Verifica di resistenza

In base ai risultati riportati al capitolo 10 si effettua di seguito la verifica del pilastro 30x30 cm maggiormente sollecitato.

Di seguito si riportano le sollecitazioni massime di progetto.

COMBO	Frame	OutputCase	P	Mx	My	Vy	Vx
Text	Text	Text	daN	daNm	daNm	daN	daN
1	7	SLU_44	4105	487	269	384	258
2	5	SLU_2	19195	-275	0	149	0
3	2	SLU_6	13133	1531	0	1407	0
4	8	SLU_7	12296	-1534	0	1427	0
5	6	SLU_12	11314	68	1708	49	1466
6	4	SLU_13	11314	68	-1708	49	1466
7	7	SLU_13	7167	686	-171	417	366
8	9	SLU_8	6810	-459	1129	217	890
9	6	SLU_12	11314	68	1708	49	1466
10	4	SLU_13	11314	68	-1708	49	1466
11	2	SLU_6	13133	1531	0	1407	0
12	8	SLU_7	12296	-1534	0	1427	0

COMBO	Frame	OutputCase	P	Mx	Vy	Mt
Text	Text	Text	daN	daNm	daN	daNm
7	7	SLU_13	7167	686	417	2
8	9	SLU_8	6810	-459	217	-2
3	2	SLU_6	13133	1531	1407	0
4	8	SLU_7	12296	-1534	1427	0

COMBO	Frame	OutputCase	P	Mx	My	Vy	Vx
Text	Text	Text	daN	daNm	daNm	daN	daN
1	7	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	3074	550	1620	569	1419
2	5	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	11454	-2530	-762	1490	453
3	4	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	7799	2722	502	1621	221
4	4	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	8541	-2659	-846	1570	528
5	2	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	8285	629	2740	327	1629
6	2	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	8663	-708	-2740	403	1629
7	4	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	7255	1023	2065	615	1089
8	6	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	9085	-960	-2065	563	1089

9	2	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	8285	629	2740	327	1629
10	2	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	8663	-708	-2740	403	1629
11	4	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	7799	2722	502	1621	221
12	4	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	8541	-2659	-846	1570	528

COMBO	Frame	OutputCase	P	Mx	Vy	Mt
Text	Text	Text	daN	daNm	daN	daNm
7	4	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	7255	1023	615	30
8	6	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	9085	-960	563	-30
3	4	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	7799	2722	1621	19
4	4	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	8541	-2659	1570	-18

COMBO	Frame	OutputCase	P	Mx	My	Vy	Vx
Text	Text	Text	daN	daNm	daNm	daN	daN
1	1	CARATTERISTICA 7	216	621	243	459	125
2	5	CARATTERISTICA 2	13601	352	0	209	0
3	2	CARATTERISTICA 6	1385	990	0	936	0
4	2	CARATTERISTICA 1	8870	208	0	488	0
5	6	CARATTERISTICA 1	9028	386	517	233	370
6	4	CARATTERISTICA 1	9028	386	-517	233	370
7	7	CARATTERISTICA 1	5885	835	439	611	300
8	9	CARATTERISTICA 1	5885	835	-439	611	300
9	4	CARATTERISTICA 1	8308	-360	667	233	370
10	6	CARATTERISTICA 1	8308	-360	-667	233	370
11	2	CARATTERISTICA 6	1385	990	0	936	0
12	7	CARATTERISTICA 1	5165	-624	-520	301	300

COMBO	Frame	OutputCase	P	Mx	My	Vy	Vx
Text	Text	Text	daN	daNm	daNm	daN	daN
1	7	SLE_8F	4087	98	-28	104	36
2	5	SLE_1F	11737	30	0	24	0
3	7	SLE_7F	5238	405	405	251	269
4	1	SLE_7F	5613	-443	-410	284	274
5	6	SLE_7F	8050	42	443	31	304
6	4	SLE_7F	8050	42	-443	31	304
7	7	SLE_6F	5056	86	20	74	11
8	9	SLE_5F	5056	86	-20	74	11
9	4	SLE_7F	7331	-58	529	31	304
10	6	SLE_7F	7331	-58	-529	31	304
11	1	SLE_7F	4893	467	466	284	274

12	1	SLE_7F	5613	-443	-410	284	274
----	---	--------	------	------	------	-----	-----

COMBO	Frame	OutputCase	P	Mx	My	Vy	Vx
Text	Text	Text	daN	daNm	daNm	daN	daN
1	7	SLE_QP	4303	-150	-242	73	117
2	5	SLE_QP	11338	29	0	24	0
3	7	SLE_QP	5022	85	131	73	117
4	1	SLE_QP	5409	-110	-136	101	121
5	6	SLE_QP	8170	32	172	26	154
6	4	SLE_QP	8170	32	-172	26	154
7	7	SLE_QP	5022	85	131	73	117
8	9	SLE_QP	5022	85	-131	73	117
9	4	SLE_QP	7450	-50	320	26	154
10	6	SLE_QP	7450	-50	-320	26	154
11	1	SLE_QP	4689	213	252	101	121
12	7	SLE_QP	4303	-150	-242	73	117

**DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.**  
**NOME FILE SEZIONE: PILASTRI**

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35	
	Resis. compr. di progetto fcd:	158.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	79.30	daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	323080	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	27.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	154.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	154.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	112.00	daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3375.0	daN/cm <sup>2</sup>	

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C28/35

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-15.0	0.0
2	-15.0	30.0
3	15.0	30.0
4	15.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-9.0	6.0	16
2	-9.0	24.0	16
3	9.0	24.0	16
4	9.0	6.0	16

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	1	16
2	2	3	1	16
3	1	2	1	16
4	3	4	1	16

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	12 mm
Passo staffe:	10.0 cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	4105	487	269	384	258
2	19195	-275	0	149	0
3	13133	1531	0	1407	0
4	12296	-1534	0	1427	0
5	11314	68	1708	49	1466
6	11314	68	-1708	49	1466
7	7167	686	-171	417	366
8	6810	-459	1129	217	890
9	11314	68	1708	49	1466
10	11314	68	-1708	49	1466
11	13133	1531	0	1407	0
12	12296	-1534	0	1427	0

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	216	621	243
2	13601	352	0
3	1385	990	0
4	8870	208	0
5	9028	386	517
6	9028	386	-517
7	5885	835	439

8	5885	835	-439
9	8308	-360	667
10	8308	-360	-667
11	1385	990	0
12	5165	-624	-520

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

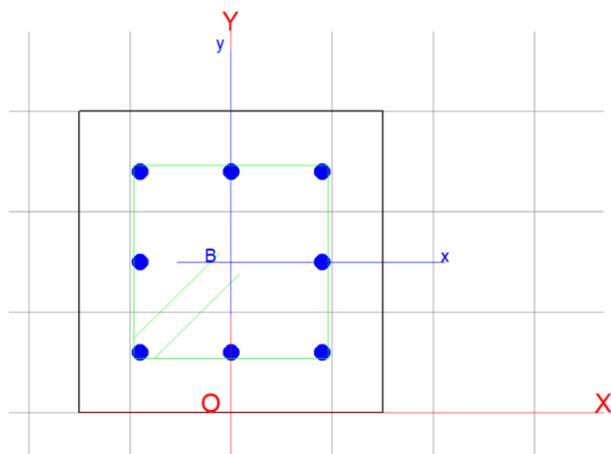
N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	4087	98 (0)	-28 (0)
2	11737	30 (0)	0 (0)
3	5238	405 (1096)	405 (1096)
4	5613	-443 (-1147)	-410 (-1062)
5	8050	42 (643)	443 (6787)
6	8050	42 (643)	-443 (-6787)
7	5056	86 (0)	20 (0)
8	5056	86 (0)	-20 (0)
9	7331	-58 (-373)	529 (3400)
10	7331	-58 (-373)	-529 (-3400)
11	4893	467 (1011)	466 (1009)
12	5613	-443 (-1147)	-410 (-1062)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	4303	-150 (-1222)	-242 (-1972)
2	11338	29 (0)	0 (0)
3	5022	85 (0)	131 (0)
4	5409	-110 (0)	-136 (0)
5	8170	32 (0)	172 (0)
6	8170	32 (0)	-172 (0)
7	5022	85 (0)	131 (0)
8	5022	85 (0)	-131 (0)
9	7450	-50 (-6065)	320 (38816)
10	7450	-50 (-6065)	-320 (-38816)
11	4689	213 (1342)	252 (1587)
12	4303	-150 (-1222)	-242 (-1972)



## RISULTATI DEL CALCOLO

### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	5.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4 cm
Copriferro netto minimo staffe:	4.0 cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm <sup>2</sup> ]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	4105	487	269	4077	5712	3133	11.71	16.1(2.7)
2	S	19195	-275	0	19173	-7885	0	28.67	16.1(2.7)
3	S	13133	1531	0	13110	7590	0	4.96	16.1(2.7)
4	S	12296	-1534	0	12275	-7524	0	4.90	16.1(2.7)
5	S	11314	68	1708	11312	279	7398	4.33	16.1(2.7)
6	S	11314	68	-1708	11312	279	-7398	4.33	16.1(2.7)
7	S	7167	686	-171	7184	6638	-1624	9.67	16.1(2.7)
8	S	6810	-459	1129	6794	-2547	6215	5.51	16.1(2.7)
9	S	11314	68	1708	11312	279	7398	4.33	16.1(2.7)
10	S	11314	68	-1708	11312	279	-7398	4.33	16.1(2.7)
11	S	13133	1531	0	13110	7590	0	4.96	16.1(2.7)
12	S	12296	-1534	0	12275	-7524	0	4.90	16.1(2.7)

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X, Y, O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X, Y, O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X, Y, O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X, Y, O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)

Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	15.0	30.0	0.00162	9.0	24.0	-0.00403	-9.0	6.0
2	0.00350	-15.0	0.0	0.00143	-9.0	6.0	-0.00479	-9.0	24.0
3	0.00350	-15.0	30.0	0.00130	-9.0	24.0	-0.00530	-9.0	6.0
4	0.00350	-15.0	0.0	0.00127	-9.0	6.0	-0.00542	-9.0	24.0
5	0.00350	15.0	30.0	0.00132	9.0	24.0	-0.00523	-9.0	6.0
6	0.00350	-15.0	30.0	0.00132	-9.0	24.0	-0.00523	9.0	6.0
7	0.00350	-15.0	30.0	0.00146	-9.0	24.0	-0.00465	9.0	6.0
8	0.00350	15.0	0.0	0.00159	9.0	6.0	-0.00415	-9.0	24.0
9	0.00350	15.0	30.0	0.00132	9.0	24.0	-0.00523	-9.0	6.0
10	0.00350	-15.0	30.0	0.00132	-9.0	24.0	-0.00523	9.0	6.0
11	0.00350	-15.0	30.0	0.00130	-9.0	24.0	-0.00530	-9.0	6.0
12	0.00350	-15.0	0.0	0.00127	-9.0	6.0	-0.00542	-9.0	24.0

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000111681	0.000202189	-0.004240875	----	----
2	0.000000000	-0.000345263	0.003500000	----	----
3	0.000000000	0.000366769	-0.007503082	----	----
4	0.000000000	-0.000371626	0.003500000	----	----
5	0.000349891	0.000013930	-0.002166265	----	----
6	-0.000349891	0.000013930	-0.002166265	----	----
7	-0.000065467	0.000274072	-0.005704164	----	----
8	0.000226477	-0.000092075	0.000102841	----	----
9	0.000349891	0.000013930	-0.002166265	----	----
10	-0.000349891	0.000013930	-0.002166265	----	----
11	0.000000000	0.000366769	-0.007503082	----	----
12	0.000000000	-0.000371626	0.003500000	----	----

#### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm  
Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 19.2 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
Ved Taglio di progetto [daN] = proiezz. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro  
Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe  
d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]  
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.  
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm<sup>2</sup>/m]  
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm<sup>2</sup>/m]  
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d\_max con L=lungh.legat.proietta-  
ta sulla direz. del taglio e d\_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d   z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	461	15447	44343	26.0   20.0	27.4	2.500	1.029	0.2	22.6(0.0)

2	S	149	18562	44134	25.9	19.9	30.0	2.500	1.134	0.1	22.6(0.0)
3	S	1407	18080	44660	26.2	20.2	30.0	2.500	1.092	0.7	22.6(0.0)
4	S	1427	18028	44770	26.2	20.2	30.0	2.500	1.086	0.7	22.6(0.0)
5	S	1467	17523	44621	26.2	20.2	29.4	2.500	1.079	0.7	22.6(0.0)
6	S	1463	17523	44621	26.2	20.2	29.4	2.500	1.079	0.7	22.6(0.0)
7	S	321	16299	44089	25.9	19.9	28.5	2.500	1.050	0.2	22.6(0.0)
8	S	743	15936	43755	25.8	19.8	28.1	2.500	1.048	0.4	22.6(0.0)
9	S	1467	17523	44621	26.2	20.2	29.4	2.500	1.079	0.7	22.6(0.0)
10	S	1463	17523	44621	26.2	20.2	29.4	2.500	1.079	0.7	22.6(0.0)
11	S	1407	18080	44660	26.2	20.2	30.0	2.500	1.092	0.7	22.6(0.0)
12	S	1427	18028	44770	26.2	20.2	30.0	2.500	1.086	0.7	22.6(0.0)

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm <sup>2</sup> ]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm <sup>2</sup> ]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	28.9	15.0	30.0	-528	-9.0	6.0	94	2.0
2	S	18.3	-15.0	30.0	121	-9.0	6.0	---	---
3	S	30.8	-15.0	30.0	-614	0.0	6.0	195	6.0
4	S	11.6	-15.0	30.0	82	0.0	6.0	---	---
5	S	26.4	15.0	30.0	-62	-9.0	6.0	88	2.0
6	S	26.4	-15.0	30.0	-62	9.0	6.0	88	2.0
7	S	39.8	15.0	30.0	-383	-9.0	6.0	94	2.0
8	S	39.8	-15.0	30.0	-383	9.0	6.0	94	2.0
9	S	30.2	15.0	0.0	-135	-9.0	24.0	104	2.0
10	S	30.2	-15.0	0.0	-135	9.0	24.0	104	2.0
11	S	30.8	-15.0	30.0	-614	0.0	6.0	195	6.0
12	S	35.6	-15.0	0.0	-330	9.0	24.0	86	2.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00038	0	0.500	16.0	52	0.00016 (0.00016)	304	0.048 (0.20)	1100	430
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0	0
3	S	-0.00044	0	0.500	16.0	52	0.00018 (0.00018)	265	0.049 (0.20)	1620	0
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0	0
5	S	-0.00009	0	0.500	16.0	52	0.00002 (0.00002)	295	0.005 (0.20)	1242	1664
6	S	-0.00009	0	0.500	16.0	52	0.00002 (0.00002)	295	0.005 (0.20)	1242	-1664

7	S	-0.00031	0	0.500	16.0	52	0.00011 (0.00011)	304	0.035 (0.20)	1273	669
8	S	-0.00031	0	0.500	16.0	52	0.00011 (0.00011)	304	0.035 (0.20)	1273	-669
9	S	-0.00014	0	0.500	16.0	52	0.00004 (0.00004)	317	0.013 (0.20)	-866	1605
10	S	-0.00014	0	0.500	16.0	52	0.00004 (0.00004)	317	0.013 (0.20)	-866	-1605
11	S	-0.00044	0	0.500	16.0	52	0.00018 (0.00018)	265	0.049 (0.20)	1620	0
12	S	-0.00027	0	0.500	16.0	52	0.00010 (0.00010)	293	0.029 (0.20)	-1053	-877

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.9	-15.0	30.0	33	9.0	6.0	---	---
2	S	10.8	-15.0	30.0	149	0.0	6.0	---	---
3	S	24.1	15.0	30.0	-151	-9.0	6.0	88	2.0
4	S	25.3	-15.0	0.0	-155	9.0	24.0	90	2.0
5	S	16.0	15.0	30.0	24	-9.0	6.0	0	0.0
6	S	16.0	-15.0	30.0	24	9.0	6.0	0	0.0
7	S	6.4	15.0	30.0	49	-9.0	6.0	---	---
8	S	6.4	-15.0	30.0	49	9.0	6.0	---	---
9	S	18.1	15.0	0.0	-19	-9.0	24.0	95	2.0
10	S	18.1	-15.0	0.0	-19	9.0	24.0	95	2.0
11	S	28.5	15.0	30.0	-230	-9.0	6.0	75	2.0
12	S	25.3	-15.0	0.0	-155	9.0	24.0	90	2.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0	0	
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0	0	
3	S	-0.00014	0	0.500	16.0	52	0.00005 (0.00005)	296	0.013 (0.20)	1096	1096
4	S	-0.00014	0	0.500	16.0	52	0.00005 (0.00005)	298	0.014 (0.20)	-1147	-1062
5	S	-0.00002	0	0.500	16.0	52	0.00005 (0.00005)	0	0.001 (0.20)	643	6787
6	S	-0.00002	0	0.500	16.0	52	0.00005 (0.00005)	0	0.001 (0.20)	643	-6787
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0	0	
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0	0	
9	S	-0.00005	0	0.500	16.0	52	0.00001 (0.00001)	305	0.002 (0.20)	-373	3400
10	S	-0.00005	0	0.500	16.0	52	0.00001 (0.00001)	305	0.002 (0.20)	-373	-3400
11	S	-0.00020	0	0.500	16.0	52	0.00007 (0.00007)	278	0.019 (0.20)	1011	1009
12	S	-0.00014	0	0.500	16.0	52	0.00005 (0.00005)	298	0.014 (0.20)	-1147	-1062

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	11.6	-15.0	0.0	-18	9.0	24.0	90	2.0
2	S	10.5	-15.0	30.0	144	0.0	6.0	---	---
3	S	8.3	15.0	30.0	31	-9.0	6.0	---	---
4	S	9.2	-15.0	0.0	31	9.0	24.0	---	---
5	S	10.9	15.0	30.0	74	-9.0	6.0	---	---
6	S	10.9	-15.0	30.0	74	9.0	6.0	---	---
7	S	8.3	15.0	30.0	31	-9.0	6.0	---	---
8	S	8.3	-15.0	30.0	31	9.0	6.0	---	---
9	S	13.3	15.0	0.0	37	-9.0	24.0	0	0.0
10	S	13.3	-15.0	0.0	37	9.0	24.0	0	0.0
11	S	13.6	15.0	30.0	-30	-9.0	6.0	84	2.0
12	S	11.6	-15.0	0.0	-18	9.0	24.0	90	2.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00003	0	0.500	16.0	52	0.00001 (0.00001)	299	0.002 (0.20)	-1222	-1972



Direzione Progettazione e  
Realizzazione Lavori

STRADA DELLE TRE VALLI UMBRE  
Tratto Eggi-Acquasparta - 1° Stralcio Baiano-Firenzuola

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo

2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0	0
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0	0
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0	0
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0	0
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0	0
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0	0
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0	0
9	S	0.00000	0	0.500	16.0	52	0.00001 (0.00001)	0	0.001 (0.20)	-6065	38816
10	S	0.00000	0	0.500	16.0	52	0.00001 (0.00001)	0	0.001 (0.20)	-6065	-38816
11	S	-0.00004	0	0.500	16.0	52	0.00001 (0.00001)	290	0.003 (0.20)	1342	1587
12	S	-0.00003	0	0.500	16.0	52	0.00001 (0.00001)	299	0.002 (0.20)	-1222	-1972

**DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.**  
**NOME FILE SEZIONE: PILASTRI\_SLV**

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35	
	Resis. compr. di progetto fcd:	158.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	79.30	daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	323080	daN/cm <sup>2</sup>
Resis. media a trazione fctm:	27.60	daN/cm <sup>2</sup>	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito		

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C28/35

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-15.0	0.0
2	-15.0	30.0
3	15.0	30.0
4	15.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-9.0	6.0	16
2	-9.0	24.0	16
3	9.0	24.0	16
4	9.0	6.0	16

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
--------	--------------	--------------	---------	---

1	1	4	1	16
2	2	3	1	16
3	1	2	1	16
4	3	4	1	16

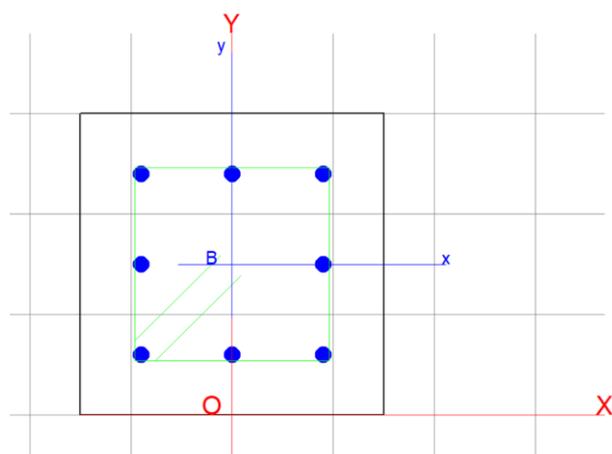
### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm  
 Passo staffe: 10.0 cm  
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	3074	550	1620	569	1419
2	11454	-2530	-762	1490	453
3	7799	2722	502	1621	221
4	8541	-2659	-846	1570	528
5	8285	629	2740	327	1629
6	8663	-708	-2740	403	1629
7	7255	1023	2065	615	1089
8	9085	-960	-2065	563	1089
9	8285	629	2740	327	1629
10	8663	-708	-2740	403	1629
11	7799	2722	502	1621	221
12	8541	-2659	-846	1570	528



### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.2 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm  
 Copriferro netto minimo staffe: 4.0 cm

**VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	3074	550	1620	3050	1613	4694	2.90	16.1(2.7)
2	S	11454	-2530	-762	11455	-5416	-1622	2.14	16.1(2.7)
3	S	7799	2722	502	7809	5487	1000	2.01	16.1(2.7)
4	S	8541	-2659	-846	8537	-5148	-1659	1.94	16.1(2.7)
5	S	8285	629	2740	8279	1235	5387	1.97	16.1(2.7)
6	S	8663	-708	-2740	8636	-1380	-5329	1.95	16.1(2.7)
7	S	7255	1023	2065	7265	2300	4608	2.23	16.1(2.7)
8	S	9085	-960	-2065	9072	-2232	-4816	2.33	16.1(2.7)
9	S	8285	629	2740	8279	1235	5387	1.97	16.1(2.7)
10	S	8663	-708	-2740	8636	-1380	-5329	1.95	16.1(2.7)
11	S	7799	2722	502	7809	5487	1000	2.01	16.1(2.7)
12	S	8541	-2659	-846	8537	-5148	-1659	1.94	16.1(2.7)

**METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00167	15.0	30.0	0.00076	9.0	24.0	-0.00196	-9.0	6.0
2	0.00190	-15.0	0.0	0.00094	-9.0	6.0	-0.00196	9.0	24.0
3	0.00170	15.0	30.0	0.00079	9.0	24.0	-0.00196	-9.0	6.0
4	0.00183	-15.0	0.0	0.00088	-9.0	6.0	-0.00196	9.0	24.0
5	0.00175	15.0	30.0	0.00083	9.0	24.0	-0.00196	-9.0	6.0
6	0.00179	-15.0	0.0	0.00085	-9.0	6.0	-0.00196	9.0	24.0
7	0.00188	15.0	30.0	0.00092	9.0	24.0	-0.00196	-9.0	6.0
8	0.00192	-15.0	0.0	0.00095	-9.0	6.0	-0.00196	9.0	24.0
9	0.00175	15.0	30.0	0.00083	9.0	24.0	-0.00196	-9.0	6.0
10	0.00179	-15.0	0.0	0.00085	-9.0	6.0	-0.00196	9.0	24.0
11	0.00170	15.0	30.0	0.00079	9.0	24.0	-0.00196	-9.0	6.0
12	0.00183	-15.0	0.0	0.00088	-9.0	6.0	-0.00196	9.0	24.0

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
--------	---	---	---	-----	--------

1	0.000114718	0.000036452	-0.001142746	----	----
2	-0.000036177	-0.000124531	0.001357846	----	----
3	0.000022640	0.000129898	-0.002532131	----	----
4	-0.000037056	-0.000120553	0.001270284	----	----
5	0.000126825	0.000027806	-0.000981914	----	----
6	-0.000125005	-0.000030995	-0.000087583	----	----
7	0.000108609	0.000051174	-0.001286065	----	----
8	-0.000112039	-0.000049434	0.000238277	----	----
9	0.000126825	0.000027806	-0.000981914	----	----
10	-0.000125005	-0.000030995	-0.000087583	----	----
11	0.000022640	0.000129898	-0.002532131	----	----
12	-0.000037056	-0.000120553	0.001270284	----	----

#### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm  
Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 19.2 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
Ved Taglio di progetto [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro  
Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe  
d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]  
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.  
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm<sup>2</sup>/m]  
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm<sup>2</sup>/m]  
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d\_max con L=lungh.legat.proietta-  
ta sulla direz. del taglio e d\_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d   z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	1525	15389	43652	25.7  19.7	27.9	2.500	1.022	0.8	22.6(0.0)
2	S	1557	16184	42528	25.2  19.2	28.5	2.500	1.080	0.8	22.6(0.0)
3	S	1635	16208	43085	25.5  19.5	28.9	2.500	1.055	0.9	22.6(0.0)
4	S	1656	15990	42762	25.3  19.3	28.5	2.500	1.060	0.9	22.6(0.0)
5	S	1661	16286	42784	25.3  19.3	29.1	2.500	1.058	0.9	22.6(0.0)
6	S	1678	15989	42932	25.4  19.4	28.4	2.500	1.061	0.9	22.6(0.0)
7	S	1247	15671	43051	25.5  19.5	28.0	2.500	1.051	0.7	22.6(0.0)
8	S	1224	15795	42853	25.4  19.4	28.0	2.500	1.064	0.6	22.6(0.0)
9	S	1661	16286	42784	25.3  19.3	29.1	2.500	1.058	0.9	22.6(0.0)
10	S	1678	15989	42932	25.4  19.4	28.4	2.500	1.061	0.9	22.6(0.0)
11	S	1635	16208	43085	25.5  19.5	28.9	2.500	1.055	0.9	22.6(0.0)
12	S	1656	15990	42762	25.3  19.3	28.5	2.500	1.060	0.9	22.6(0.0)

## 11.2.2 Verifica di stabilità

Le verifiche di stabilità degli elementi snelli devono essere condotte attraverso un'analisi del secondo ordine che tenga conto degli effetti flessionali delle azioni assiali sulla configurazione deformata degli elementi stessi.

Si deve tenere adeguatamente conto delle imperfezioni geometriche e delle deformazioni viscoso per carichi di lunga durata.

Si devono assumere legami fra azioni interne e deformazioni in grado di descrivere in modo adeguato il comportamento non lineare dei materiali e gli effetti della fessurazione delle sezioni. Cautelativamente il contributo del calcestruzzo teso può essere trascurato.

### Snellezza limite per pilastri singoli

In via approssimata gli effetti del secondo ordine in pilastri singoli possono essere trascurati se la snellezza  $\lambda$  non supera il valore limite

$$\lambda_{\text{lim}} = \frac{25}{\sqrt{\nu}} \quad [4.1.41]$$

dove

$\nu = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd})$  è l'azione assiale adimensionalizzata.

La snellezza è calcolata come rapporto tra la lunghezza libera di inflessione,  $l_0$ , ed il raggio d'inerzia,  $i$ , della sezione di calcestruzzo non fessurato:

$$\lambda = l_0 / i \quad [4.1.42]$$

In base ai risultati riportati al paragrafo precedente lo sforzo assiale massimo di compressione sul singolo pilastro è pari a  $N = 191.95 \text{ KN}$ .

Di seguito si riporta la verifica di stabilità.

Ned	191950	N
b =	300	mm
a =	300	mm
L	3.2	m
Ac	90000	mmq
Jx =	675000000	mm <sup>4</sup>
Jy =	675000000	mm <sup>4</sup>
$\nu$	0.1344188	
fcd	15.87	MPa
$\lambda_{\text{lim}}$	68.19	
$\beta$	1	
L0	3.2	m
i	86.6	mm
$\lambda$	36.95	
La verifica risulta soddisfatta		

### 11.2.3 Verifica a taglio

Ai fini della progettazione in capacità, per ciascuna direzione di applicazione del sisma la domanda a taglio  $V_{Ed}$  si ottiene imponendo l'equilibrio con i momenti delle sezioni di estremità (superiore e inferiore) del pilastro  $M_{i,d}^s$ ,  $M_{i,d}^i$ , determinate come appresso indicato ed amplificate del fattore di sovraresistenza  $\gamma_{Rd}$ , secondo l'espressione:

$$V_{Ed}l_p = \gamma_{Rd} (M_{i,d}^s + M_{i,d}^i) \quad [7.4.5]$$

dove:

per il valore di  $\gamma_{Rd}$  si veda la Tab. 7.2.I;

$M_{i,d} = M_{c,Rd} \cdot \min(1, \frac{\sum M_{b,Rd}}{\sum M_{c,Rd}})$  è il momento nella sezione di estremità (superiore o inferiore) in corrispondenza della

formazione delle cerniere nelle travi, dove i valori in sommatoria sono quelli impiegati nella [7.4.4];

$M_{c,Rd}$  è la capacità a flessione nella sezione di estremità (superiore o inferiore);

$l_p$  è la lunghezza del pilastro.

dove:

$\gamma_{Rd} = 1.10$  per strutture in CD"B";

$M_{c,Rd}^s = M_{c,Rd}^i = 64.92$  kNm

$l_p = 3.20$  m

**NODO INTERMEDIO**

numero travi convergenti n= 3

**Dimensioni sezione pilastro**

b =	300	mm	RcK =	35	MPa
a =	300	mm	f <sub>ck</sub> =	28	MPa
l <sub>p</sub> =	3.2	m	f <sub>cd</sub> =	15.87	MPa
Ac =	90000	mm <sup>2</sup>			

**ASSE FORTE**

**Pressoflessione**

momento analisi	Med =	27.4	KNm
sforzo assiale analisi	Ned =	191.95	KN
momento resistente pilastro sup.	M <sub>C,Rd (sup)</sub> =	0	KNm
momento resistente pilastro inf.	M <sub>C,Rd (inf)</sub> =	64.92	KNm
momento resistente trave 1	M <sub>b,Rd</sub> =	96.42	KNm
momento resistente trave 2	M <sub>b,Rd</sub> =	75.55	KNm
momento resistente trave 3	M <sub>b,Rd</sub> =	75.55	KNm
momento resistente trave 4	M <sub>b,Rd</sub> =	0	KNm
fattore di sovraresistenza	γ <sub>rd</sub> =	1.1	CD "B"
	N <sub>Rdc</sub> =	1428	KN

Ned < 65% N<sub>Rdc</sub> La verifica risulta soddisfatta

**Taglio**

$$V_{Ed} l_p = \gamma_{Rd} (M_{i,d}^s + M_{i,d}^i) \quad M_{i,d} = M_{c,Rd} \cdot \min\left(1, \frac{\sum M_{b,Rd}}{\sum M_{c,Rd}}\right)$$

α = 1

V<sub>Ed</sub> = 22.3 KN

Il taglio di calcolo ottenuto dall'analisi strutturale mediante il SAP2000 è pari a:

**V<sub>Ed</sub> = 16.29 kN**

Poiché il valore del taglio determinato mediante la procedura sopra riportata è maggiore del taglio di calcolo ottenuto dall'analisi strutturale mediante il SAP2000, si procede alla verifica di resistenza considerando il valore del taglio massimo assoluto.

**Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio**

[4.1.2.1.3.2]

La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  di 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.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (ctg \alpha + ctg \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctg \alpha + ctg \theta) / (1 + ctg^2 \theta)$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$$

Acciaio	<b>B 450 C</b>	$f_{yd}$	<b>391.3</b> N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		$\gamma_s$	1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		$\theta$	<b>45</b> ° 0.79 rad
diametro staffe		$\emptyset$	<b>12</b> mm
Area dell'armatura trasversale		$A_{sw}$	226.19 mm <sup>2</sup>
Interasse tra due armature trasversali consecutive		s	<b>100</b> mm
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		$\alpha$	90 ° 1.57 rad
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		$f'_{cd}$	8.23 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente maggiorativo		$\alpha_c$	<b>1</b>
		$V_{Rsd}$	195.16 kN
		$V_{Rcd}$	272.23 kN
		$V_{Rd}$	195.16 kN
<b>Verifica:</b>		$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>VERIFICATA</b>

Si adotteranno staffe  $\Phi 12 / 10$  cm per tutta la lunghezza del pilastro.

### 11.2.4 Verifica a torsione

La resistenza alla torsione del pilastro è la minore delle tre sotto definite:

#### Calcestruzzo

B (m)	0.3
H (m)	0.3
A <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	0.09
u (m)	1.2
t (m)	0.08
A (m <sup>2</sup> )	0.05
f' <sub>cd</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	8230.8
cotgθ (-)	1.00
a <sub>1</sub>	0.0005
a <sub>s</sub>	0.002
<b>T<sub>Rcd</sub> (kNm)</b>	<b>31.25</b>

#### Staffe Trasversali

B (m)	0.3
H (m)	0.3
A <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	0.09
u (m)	1.2
t (m)	0.08
A <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	0.0002
A (m <sup>2</sup> )	0.05
S <sub>(prog.)</sub> (m)	0.1
f <sub>yd</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	391300
cotgθ (-)	1.00
<b>T<sub>Rsd</sub> (kNm)</b>	<b>89.57</b>

#### Armatura Longitudinale

B (m)	0.3
H (m)	0.3
A <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	0.09
u (m)	1.2
t (m)	0.08
u <sub>m</sub> (m)	0.90
ΣA <sub>l</sub> (m <sup>2</sup> )	0.0008
A (m <sup>2</sup> )	0.05
f <sub>yd</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	391300
cotgθ (-)	1.00
<b>T<sub>Rsd</sub> (kNm)</b>	<b>35.40</b>

T<sub>Rd</sub> (kNm) 31.25

T<sub>Ed</sub> (kNm) 0.30 sap

Per quanto riguarda la crisi lato calcestruzzo, la resistenza massima di una membratura soggetta a torsione e taglio è limitata dalla resistenza delle bielle compresse di calcestruzzo. Per non eccedere tale resistenza deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$T_{Ed} / T_{Rcd} + V_{Ed} / V_{Rcd} < 1$$

$$T_{Ed} / T_{Rcd} = 0.010$$

$$V_{Ed} / V_{Rcd} = 0.114$$

$$= 0.124$$

La verifica risulta soddisfatta

### 11.2.5 Verifica limitazioni di armatura

Resta da verificare che l'armatura determinata in funzione delle sollecitazioni agenti rispetti le limitazioni riportate nel punto 7.4.6.2 delle NTC2018.

Dimensioni sezione

b =	300 mm		
a =	300 mm		
c =	52 mm		
interasse barre =	100 mm	<	250 mm

**sezione corrente:**

Armatura	8	Ø	16 mm
$A_s =$	1607.68	$\text{mm}^2$	
$\rho = A_s / (bh) =$	0.01786		
			$1\% \leq \rho \leq 4\%$
1% =	0.010		
4% =	0.040		La verifica risulta soddisfatta

$A_s =$	1607.68	$\text{mm}^2$	
$A_{s\min} =$	270	$\text{mm}^2$	La verifica risulta soddisfatta
$A_{s\max} =$	3600	$\text{mm}^2$	La verifica risulta soddisfatta

Passo massimo delle staffe nella zona critica

s1	150 mm
s2	175 mm
s3	128 mm
s =	<b>128 mm</b>

RcK =	35 MPa		
f <sub>ck</sub> =	28 MPa		
f <sub>cd</sub> =	15.87 MPa	valore della resistenza di progetto a compressione	
f <sub>yk</sub> =	450 MPa	resistenza caratteristica a trazione dell'armatura	
f <sub>yd</sub> =	391 MPa		
b <sub>t</sub> =	208 mm	distanza tra i bracci più esterni	
A <sub>sw,min</sub> /s =	0.6747 mm <sup>2</sup> /mm		
Ø =	12 mm	diametro staffe	
A <sub>sw</sub> =	226.08 mm <sup>2</sup>		
s =	100 mm		
A <sub>sw</sub> /s =	2.261 mm <sup>2</sup> /mm	La verifica risulta soddisfatta	$\frac{A_{st}}{s} = 0.08 \frac{f_{cd} \cdot b_{st}}{f_{yd}}$

Ø =	12 mm	diametro staffe	
A <sub>s</sub> =	113.04 mm <sup>2</sup>	l'area della sezione trasversale della barra della singola staffa orizzontale	
n <sub>s</sub> =	2.0	numero di bracci	
f <sub>yk</sub> =	450 MPa		
i =	100 mm	interasse	
b <sub>j</sub> =	300 mm	larghezza utile	
	0.008 >	0.003111	La verifica risulta soddisfatta $\frac{n_{st} \cdot A_{st}}{i \cdot b_j} \geq 0.05 \frac{f_{ck}}{f_{yk}}$

Si riscontra, pertanto, che l'armatura dei pilastri rispetta i limiti prescritti dalle NTC2018.

## 11.3 Verifica trave di bordo

### 11.3.1 Verifica di resistenza

In base ai risultati riportati al capitolo 10 si effettua di seguito la verifica della trave 30x40 cm di bordo maggiormente sollecitata.

Di seguito si riportano le sollecitazioni massime di progetto.

COMBO	Frame	OutputCase	P	Mx	My	Vy	Vx
Text	Text	Text	daN	daNm	daNm	daN	daN
1	10	SLU_21	-845	338	171	600	263
2	17	SLU_15	309	173	0	330	27
3	101	SLU_3	-349	-2179	-72	3644	77
4	105	SLU_4	-349	-2179	-72	3644	77
5	109	SLU_3	-397	81	139	1724	271
6	113	SLU_4	-397	953	-68	564	271
7	17	SLU_2	-4	-1269	34	2253	162

8	137	SLU_2	-4	-1269	-34	2253	162
9	10	SLU_18	-809	458	172	517	267
10	132	SLU_18	-809	458	-172	517	267
11	101	SLU_3	-232	1198	64	61	8
12	101	SLU_3	-349	-2179	-72	3644	77

COMBO	Frame	OutputCase	P	Mx	Vy	Mt
Text	Text	Text	daN	daNm	daN	daNm
7	17	SLU_2	-4	-1269	2253	443
8	137	SLU_2	-4	-1269	2253	-443
3	101	SLU_3	-349	-2179	3644	29
4	105	SLU_4	-349	-2179	3644	-29

COMBO	Frame	OutputCase	P	Mx	My	Vy	Vx
Text	Text	Text	daN	daNm	daNm	daN	daN
1	10	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	-799	1488	259	382	444
2	17	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	576	-1121	-89	1846	543
3	101	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	-526	176	63	2988	189
4	105	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	136	-2261	-142	2988	189
5	137	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	-671	-264	89	834	543
6	17	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	576	-1121	-89	1846	543
7	17	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	-298	492	101	27	247
8	137	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	203	-1877	-101	2706	247
9	10	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	-799	1488	259	382	444
10	132	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	239	-2115	-259	1972	444
11	101	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	-743	1611	72	112	167
12	101	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	136	-2261	-142	748	93

COMBO	Frame	OutputCase	P	Mx	Vy	Mt
Text	Text	Text	daN	daNm	daN	daNm
7	17	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	-298	492	27	373
8	137	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	203	-1877	2706	-373
3	101	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	-526	176	2988	74
4	105	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	136	-2261	2988	-74

COMBO	Frame	OutputCase	P	Mx	My	Vy	Vx
Text	Text	Text	daN	daNm	daNm	daN	daN
1	10	CARATTERISTICA 3	-435	5	111	613	168
2	17	CARATTERISTICA 1	169	199	-4	240	21
3	101	CARATTERISTICA 2	-265	-1389	-51	2429	59
4	105	CARATTERISTICA 2	-265	-1389	-51	2429	59
5	109	CARATTERISTICA 2	-267	-120	96	1332	186
6	113	CARATTERISTICA 2	-267	590	-46	529	186

7	17	CARATTERISTICA 2	-40	-661	31	1368	59
8	137	CARATTERISTICA 2	-40	-661	-31	1368	59
9	10	CARATTERISTICA 2	-433	51	114	589	173
10	132	CARATTERISTICA 2	-433	51	-114	589	173
11	101	CARATTERISTICA 2	-171	799	40	105	12
12	101	CARATTERISTICA 2	-265	-1389	-51	2429	59

COMBO	Frame	OutputCase	P	Mx	My	Vy	Vx
Text	Text	Text	daN	daNm	daNm	daN	daN
1	10	SLE_8F	-419	-55	105	630	158
2	17	SLE_7F	141	144	-1	283	24
3	101	SLE_1F	-205	-1098	-42	1967	50
4	105	SLE_1F	-205	-1098	-42	1967	50
5	10	SLE_8F	-419	-55	105	630	158
6	132	SLE_8F	-419	-55	-105	630	158
7	17	SLE_1F	-42	-702	24	1360	72
8	137	SLE_1F	-42	-702	-24	1360	72
9	10	SLE_8F	-419	-55	105	630	158
10	132	SLE_8F	-419	-55	-105	630	158
11	101	SLE_8F	-150	642	32	79	11
12	101	SLE_8F	-209	-1114	-41	1942	47

COMBO	Frame	OutputCase	P	Mx	My	Vy	Vx
Text	Text	Text	daN	daNm	daNm	daN	daN
1	10	SLE_QP	-280	-314	90	795	130
2	17	SLE_QP	85	135	1	332	29
3	101	SLE_QP	-195	-1043	-40	1868	48
4	105	SLE_QP	-195	-1043	-40	1868	48
5	10	SLE_QP	-280	-314	90	795	130
6	132	SLE_QP	-280	-314	-90	795	130
7	17	SLE_QP	-47	-693	24	1340	70
8	137	SLE_QP	-47	-693	-24	1340	70
9	10	SLE_QP	-280	-314	90	795	130
10	132	SLE_QP	-280	-314	-90	795	130
11	101	SLE_QP	-84	573	30	160	12
12	101	SLE_QP	-195	-1043	-40	1868	48

**DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.**  
**NOME FILE SEZIONE: TRAVE ESTERNA**

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35	
	Resis. compr. di progetto fcd:	158.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	79.30	daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	323080	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	27.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	168.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	168.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	126.00	daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3600.0	daN/cm <sup>2</sup>	

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C28/35

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-15.0	0.0
2	-15.0	40.0
3	15.0	40.0
4	15.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-9.0	6.0	16
2	-9.0	34.0	14
3	9.0	34.0	14
4	9.0	6.0	16

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	2	16
2	2	3	2	14

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	12 mm
Passo staffe:	10.0 cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-845	338	171	600	263
2	309	173	0	330	27
3	-349	-2179	-72	3644	77
4	-349	-2179	-72	3644	77
5	-397	81	139	1724	271
6	-397	953	-68	564	271
7	0	-1269	34	2253	162
8	0	-1269	-34	2253	162
9	-809	458	172	517	267
10	-809	458	-172	517	267
11	-232	1198	64	61	8
12	-349	-2179	-72	3644	77

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-435	5	111
2	169	199	-4
3	-265	-1389	-51
4	-265	-1389	-51
5	-267	-120	96
6	-267	590	-46
7	-40	-661	31
8	-40	-661	-31
9	-433	51	114

10	-433	51	-114
11	-171	799	40
12	-265	-1389	-51

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

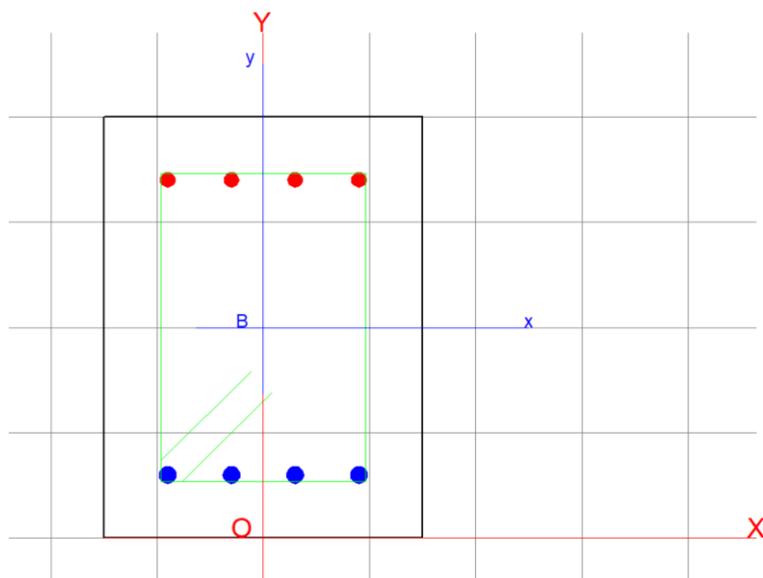
N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-419	-55 (-621)	105 (1186)
2	141	144 (2994)	-1 (-21)
3	-205	-1098 (-2562)	-42 (-98)
4	-205	-1098 (-2562)	-42 (-98)
5	-419	-55 (-621)	105 (1186)
6	-419	-55 (-621)	-105 (-1186)
7	-42	-702 (-2600)	24 (89)
8	-42	-702 (-2600)	-24 (-89)
9	-419	-55 (-621)	105 (1186)
10	-419	-55 (-621)	-105 (-1186)
11	-150	642 (2582)	32 (129)
12	-209	-1114 (-2567)	-41 (-94)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-280	-314 (-1836)	90 (526)
2	85	135 (2917)	1 (22)
3	-195	-1043 (-2562)	-40 (-98)
4	-195	-1043 (-2562)	-40 (-98)
5	-280	-314 (-1836)	90 (526)
6	-280	-314 (-1836)	-90 (-526)
7	-47	-693 (-2597)	24 (90)
8	-47	-693 (-2597)	-24 (-90)
9	-280	-314 (-1836)	90 (526)
10	-280	-314 (-1836)	-90 (-526)
11	-84	573 (2587)	30 (135)
12	-195	-1043 (-2562)	-40 (-98)



## RISULTATI DEL CALCOLO

### Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	5.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	4.4 cm
Copriferro netto minimo staffe:	4.0 cm

## VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
As Tesa	Area armature trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-845	338	171	-843	7626	4021	23.59	11.1(1.9)
2	S	309	173	0	318	9687	0	55.58	8.0(1.6)
3	S	-349	-2179	-72	-350	-7501	-260	3.44	6.2(1.6)
4	S	-349	-2179	-72	-350	-7501	-260	3.44	6.2(1.6)
5	S	-397	81	139	-397	3055	5751	41.38	10.6(1.7)
6	S	-397	953	-68	-415	9548	-646	10.09	8.0(1.7)
7	S	0	-1269	34	0	-7556	202	5.95	6.2(1.6)
8	S	0	-1269	-34	0	-7556	-202	5.95	6.2(1.6)
9	S	-809	458	172	-807	8498	3320	19.17	9.6(2.0)
10	S	-809	458	-172	-807	8498	-3320	19.17	9.6(2.0)
11	S	-232	1198	64	-209	9588	545	8.03	8.0(1.7)
12	S	-349	-2179	-72	-350	-7501	-260	3.44	6.2(1.6)

## METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere $< 0.45$

Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.411	15.0	40.0	0.00167	9.0	34.0	-0.00501	-9.0	6.0
2	0.00350	0.202	-15.0	40.0	0.00044	-9.0	34.0	-0.01386	-9.0	6.0
3	0.00350	0.189	-15.0	0.0	0.00020	-9.0	6.0	-0.01501	9.0	34.0
4	0.00350	0.189	-15.0	0.0	0.00020	-9.0	6.0	-0.01501	9.0	34.0
5	0.00350	0.358	15.0	40.0	0.00118	9.0	34.0	-0.00628	-9.0	6.0
6	0.00350	0.239	-15.0	40.0	0.00083	-9.0	34.0	-0.01117	9.0	6.0
7	0.00350	0.188	15.0	0.0	0.00018	9.0	6.0	-0.01517	-9.0	34.0
8	0.00350	0.188	-15.0	0.0	0.00018	-9.0	6.0	-0.01517	9.0	34.0
9	0.00350	0.396	15.0	40.0	0.00166	9.0	34.0	-0.00534	-9.0	6.0
10	0.00350	0.396	-15.0	40.0	0.00166	-9.0	34.0	-0.00534	9.0	6.0
11	0.00350	0.233	15.0	40.0	0.00078	9.0	34.0	-0.01152	-9.0	6.0
12	0.00350	0.189	-15.0	0.0	0.00020	-9.0	6.0	-0.01501	9.0	34.0

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000187257	0.000118098	-0.004032765	0.411	0.954
2	0.000000000	0.000510507	-0.016920281	0.202	0.700
3	-0.000017526	-0.000531988	0.003237108	0.189	0.700
4	-0.000017526	-0.000531988	0.003237108	0.189	0.700
5	0.000339292	0.000048168	-0.003516094	0.358	0.887
6	-0.000044611	0.000400046	-0.013170995	0.239	0.738
7	0.000014436	-0.000538827	0.003283463	0.188	0.700
8	-0.000014436	-0.000538827	0.003283463	0.188	0.700
9	0.000159011	0.000147784	-0.004796513	0.396	0.935
10	-0.000159011	0.000147784	-0.004796513	0.396	0.935
11	0.000038600	0.000414599	-0.013662965	0.233	0.731
12	-0.000017526	-0.000531988	0.003237108	0.189	0.700

#### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	12 mm
Passo staffe:	10.0 cm [Passo massimo di normativa = 19.0 cm]

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved	Taglio di progetto [daN] = proiezz. di $V_x$ e $V_y$ sulla normale all'asse neutro
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm <sup>2</sup> /m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm <sup>2</sup> /m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore $L/d_{max}$ con $L$ =lungh.legat.proietta-

ta sulla direz. del taglio e  $d_{max}$  = massima altezza utile nella direz. del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	543	21425	51841	26.0	33.4	2.500	1.000	0.2	22.6(0.0)
2	S	330	25103	67710	34.0	30.0	2.500	1.000	0.1	22.6(0.0)
3	S	3645	24805	67112	33.7	29.9	2.500	1.000	1.2	22.6(0.0)
4	S	3645	24805	67112	33.7	29.9	2.500	1.000	1.2	22.6(0.0)
5	S	511	22875	47211	23.7	39.2	2.500	1.000	0.2	22.6(0.0)
6	S	530	24075	65966	33.1	29.5	2.500	1.000	0.2	22.6(0.0)
7	S	2248	24679	67065	33.7	29.8	2.500	1.000	0.8	22.6(0.0)
8	S	2257	24679	67065	33.7	29.8	2.500	1.000	0.8	22.6(0.0)
9	S	548	20958	56138	28.2	30.2	2.500	1.000	0.2	22.6(0.0)
10	S	156	20958	56138	28.2	30.2	2.500	1.000	0.1	22.6(0.0)
11	S	61	23941	66426	33.4	29.2	2.500	1.000	0.0	22.6(0.0)
12	S	3645	24805	67112	33.7	29.9	2.500	1.000	1.2	22.6(0.0)

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm <sup>2</sup> ]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm <sup>2</sup> ]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.8	15.0	0.0	-139	-9.0	34.0	235	3.5
2	S	3.2	-15.0	40.0	-75	9.0	6.0	256	8.0
3	S	24.5	-15.0	0.0	-797	9.0	34.0	276	6.2
4	S	24.5	-15.0	0.0	-797	9.0	34.0	276	6.2
5	S	6.1	15.0	0.0	-154	-9.0	34.0	116	1.5
6	S	10.7	-15.0	40.0	-282	9.0	6.0	237	8.0
7	S	12.0	15.0	0.0	-375	-9.0	34.0	269	6.2
8	S	12.0	-15.0	0.0	-375	9.0	34.0	269	6.2
9	S	4.5	15.0	40.0	-145	-9.0	6.0	126	2.0
10	S	4.5	-15.0	40.0	-145	9.0	6.0	126	2.0
11	S	13.6	15.0	40.0	-361	-9.0	6.0	252	8.0
12	S	24.5	-15.0	0.0	-797	9.0	34.0	276	6.2

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.1	15.0	0.0	-152	-9.0	34.0	117	1.5
2	S	2.3	-15.0	40.0	-52	9.0	6.0	262	8.0
3	S	19.5	-15.0	0.0	-631	9.0	34.0	275	6.2
4	S	19.5	-15.0	0.0	-631	9.0	34.0	275	6.2
5	S	5.1	15.0	0.0	-152	-9.0	34.0	117	1.5
6	S	5.1	-15.0	0.0	-152	9.0	34.0	117	1.5
7	S	12.3	15.0	0.0	-395	-9.0	34.0	276	6.2
8	S	12.3	-15.0	0.0	-395	9.0	34.0	276	6.2
9	S	5.1	15.0	0.0	-152	-9.0	34.0	117	1.5
10	S	5.1	-15.0	0.0	-152	9.0	34.0	117	1.5
11	S	10.9	15.0	40.0	-291	-9.0	6.0	252	8.0
12	S	19.7	-15.0	0.0	-639	9.0	34.0	276	6.2

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$   
Esito della verifica

e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = sr max * (e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00010	0	0.500	14.0	53	0.00005 (0.00005)	361	0.016 (0.40)	-621	1186
2	S	-0.00003	0	0.500	16.0	52	0.00002 (0.00002)	265	0.004 (0.40)	2994	-21
3	S	-0.00040	0	0.500	14.0	53	0.00019 (0.00019)	286	0.054 (0.40)	-2562	-98
4	S	-0.00040	0	0.500	14.0	53	0.00019 (0.00019)	286	0.054 (0.40)	-2562	-98
5	S	-0.00010	0	0.500	14.0	53	0.00005 (0.00005)	361	0.016 (0.40)	-621	1186
6	S	-0.00010	0	0.500	14.0	53	0.00005 (0.00005)	361	0.016 (0.40)	-621	-1186
7	S	-0.00025	0	0.500	14.0	53	0.00012 (0.00012)	287	0.034 (0.40)	-2600	89
8	S	-0.00025	0	0.500	14.0	53	0.00012 (0.00012)	287	0.034 (0.40)	-2600	-89
9	S	-0.00010	0	0.500	14.0	53	0.00005 (0.00005)	361	0.016 (0.40)	-621	1186
10	S	-0.00010	0	0.500	14.0	53	0.00005 (0.00005)	361	0.016 (0.40)	-621	-1186
11	S	-0.00019	0	0.500	16.0	52	0.00009 (0.00009)	262	0.023 (0.40)	2582	129
12	S	-0.00040	0	0.500	14.0	53	0.00019 (0.00019)	287	0.055 (0.40)	-2567	-94

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	9.1	15.0	0.0	-240	-9.0	34.0	150	3.1
2	S	2.1	15.0	40.0	-52	-9.0	6.0	268	8.0
3	S	18.5	-15.0	0.0	-599	9.0	34.0	275	6.2
4	S	18.5	-15.0	0.0	-599	9.0	34.0	275	6.2
5	S	9.1	15.0	0.0	-240	-9.0	34.0	150	3.1
6	S	9.1	-15.0	0.0	-240	9.0	34.0	150	3.1
7	S	12.2	15.0	0.0	-390	-9.0	34.0	276	6.2
8	S	12.2	-15.0	0.0	-390	9.0	34.0	276	6.2
9	S	9.1	15.0	0.0	-240	-9.0	34.0	150	3.1
10	S	9.1	-15.0	0.0	-240	9.0	34.0	150	3.1
11	S	9.8	15.0	40.0	-257	-9.0	6.0	249	8.0
12	S	18.5	-15.0	0.0	-599	9.0	34.0	275	6.2

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00016	0	0.500	14.0	53	0.00007 (0.00007)	296	0.021 (0.30)	-1836	526
2	S	-0.00003	0	0.500	16.0	52	0.00002 (0.00002)	267	0.004 (0.30)	2917	22
3	S	-0.00038	0	0.500	14.0	53	0.00018 (0.00018)	286	0.051 (0.30)	-2562	-98
4	S	-0.00038	0	0.500	14.0	53	0.00018 (0.00018)	286	0.051 (0.30)	-2562	-98
5	S	-0.00016	0	0.500	14.0	53	0.00007 (0.00007)	296	0.021 (0.30)	-1836	526
6	S	-0.00016	0	0.500	14.0	53	0.00007 (0.00007)	296	0.021 (0.30)	-1836	-526
7	S	-0.00025	0	0.500	14.0	53	0.00012 (0.00012)	287	0.034 (0.30)	-2597	90
8	S	-0.00025	0	0.500	14.0	53	0.00012 (0.00012)	287	0.034 (0.30)	-2597	-90
9	S	-0.00016	0	0.500	14.0	53	0.00007 (0.00007)	296	0.021 (0.30)	-1836	526
10	S	-0.00016	0	0.500	14.0	53	0.00007 (0.00007)	296	0.021 (0.30)	-1836	-526
11	S	-0.00017	0	0.500	16.0	52	0.00008 (0.00008)	261	0.020 (0.30)	2587	135
12	S	-0.00038	0	0.500	14.0	53	0.00018 (0.00018)	286	0.051 (0.30)	-2562	-98

**DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.**  
**NOME FILE SEZIONE: TRAVE ESTERNA\_SLV**

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35	
	Resis. compr. di progetto fcd:	158.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	79.30	daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	323080	daN/cm <sup>2</sup>
Resis. media a trazione fctm:	27.60	daN/cm <sup>2</sup>	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito		

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C28/35

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-15.0	0.0
2	-15.0	40.0
3	15.0	40.0
4	15.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-9.0	6.0	16
2	-9.0	34.0	14
3	9.0	34.0	14
4	9.0	6.0	16

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione

N°Barre  
 $\emptyset$  Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	$\emptyset$
1	1	4	2	16
2	2	3	2	14

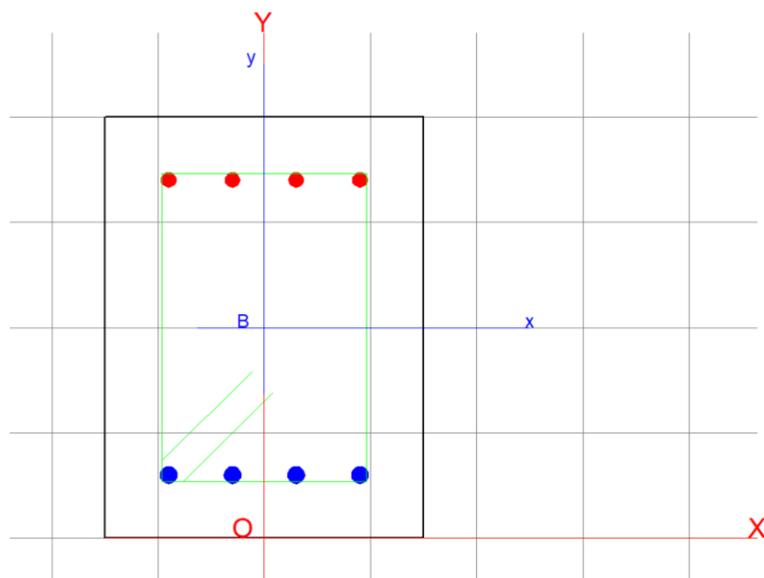
#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm  
Passo staffe: 10.0 cm  
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-799	1488	259	382	444
2	576	-1121	-89	1846	543
3	-526	176	63	2988	189
4	136	-2261	-142	2988	189
5	-671	-264	89	834	543
6	576	-1121	-89	1846	543
7	-298	492	101	27	247
8	203	-1877	-101	2706	247
9	-799	1488	259	382	444
10	239	-2115	-259	1972	444
11	-743	1611	72	112	167
12	136	-2261	-142	748	93



## RISULTATI DEL CALCOLO

### Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	5.2	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	4.4	cm
Copriferro netto minimo staffe:	4.0	cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-799	1488	259	-791	7740	1362	5.24	8.0(1.8)
2	S	576	-1121	-89	587	-6843	-528	6.11	6.2(1.7)
3	S	-526	176	63	-498	6294	2399	37.84	8.0(1.9)
4	S	136	-2261	-142	146	-6878	-410	3.04	6.2(1.7)
5	S	-671	-264	89	-675	-5437	1734	19.69	6.2(1.9)
6	S	576	-1121	-89	587	-6843	-528	6.11	6.2(1.7)
7	S	-298	492	101	-293	7542	1590	15.50	8.0(1.8)
8	S	203	-1877	-101	203	-6910	-381	3.68	6.2(1.7)
9	S	-799	1488	259	-791	7740	1362	5.24	8.0(1.8)
10	S	239	-2115	-259	238	-6574	-780	3.11	6.2(1.8)
11	S	-743	1611	72	-732	8779	394	5.49	8.0(1.7)
12	S	136	-2261	-142	146	-6878	-410	3.04	6.2(1.7)

### METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00131	0.402	15.0	40.0	0.00068	9.0	34.0	-0.00196	-9.0	6.0
2	0.00100	0.339	-15.0	0.0	0.00046	-9.0	6.0	-0.00196	9.0	34.0
3	0.00147	0.428	15.0	40.0	0.00076	9.0	34.0	-0.00196	-9.0	6.0
4	0.00097	0.330	-15.0	0.0	0.00043	-9.0	6.0	-0.00196	9.0	34.0
5	0.00124	0.387	15.0	0.0	0.00060	9.0	6.0	-0.00196	-9.0	34.0
6	0.00100	0.339	-15.0	0.0	0.00046	-9.0	6.0	-0.00196	9.0	34.0
7	0.00136	0.411	15.0	40.0	0.00071	9.0	34.0	-0.00196	-9.0	6.0
8	0.00096	0.329	-15.0	0.0	0.00043	-9.0	6.0	-0.00196	9.0	34.0
9	0.00131	0.402	15.0	40.0	0.00068	9.0	34.0	-0.00196	-9.0	6.0
10	0.00105	0.350	-15.0	0.0	0.00049	-9.0	6.0	-0.00196	9.0	34.0
11	0.00113	0.366	15.0	40.0	0.00057	9.0	34.0	-0.00196	-9.0	6.0
12	0.00097	0.330	-15.0	0.0	0.00043	-9.0	6.0	-0.00196	9.0	34.0

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c           Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d               Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]; deve essere < 0.45  
C.Rid.            Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000030641	0.000074539	-0.002127962	0.402	0.942
2	-0.000012463	-0.000078251	0.000816208	0.339	0.864
3	0.000058277	0.000059548	-0.001789294	0.428	0.976
4	-0.000009671	-0.000079114	0.000820406	0.330	0.853
5	0.000043692	-0.000063054	0.000580562	0.387	0.924
6	-0.000012463	-0.000078251	0.000816208	0.339	0.864
7	0.000035830	0.000072325	-0.002067976	0.411	0.953
8	-0.000008988	-0.000079425	0.000824856	0.329	0.851
9	0.000030641	0.000074539	-0.002127962	0.402	0.942
10	-0.000018459	-0.000075524	0.000777450	0.350	0.878
11	0.000008820	0.000084544	-0.002384380	0.366	0.898
12	-0.000009671	-0.000079114	0.000820406	0.330	0.853

### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:                   12 mm  
Passo staffe:                    10.0 cm [Passo massimo di normativa = 22.7 cm]

Ver            S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
Ved           Taglio di progetto [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro  
Vcd           Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
Vwd           Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe  
Dmed          Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.  
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.  
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
bw            Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
Ctg            Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
Acw            Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast            Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm<sup>2</sup>/m]  
A.Eff          Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm<sup>2</sup>/m]  
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d\_max con L=lungh.legat.proietta-  
ta sulla direz. del taglio e d\_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	522	22188	63043	31.7	28.5	2.500	1.000	0.2	22.6(0.0)
2	S	1908	23828	65019	32.6	29.7	2.500	1.000	0.7	22.6(0.0)
3	S	2268	21543	56418	28.3	30.9	2.500	1.000	0.9	22.6(0.0)
4	S	2989	24131	65481	32.9	29.8	2.500	1.000	1.0	22.6(0.0)
5	S	376	21125	61085	30.7	28.0	2.500	1.000	0.1	22.6(0.0)
6	S	1908	23828	65019	32.6	29.7	2.500	1.000	0.7	22.6(0.0)
7	S	134	22288	62051	31.2	29.1	2.500	1.000	0.0	22.6(0.0)
8	S	2717	24093	65946	33.1	29.6	2.500	1.000	0.9	22.6(0.0)
9	S	522	22188	63043	31.7	28.5	2.500	1.000	0.2	22.6(0.0)
10	S	2021	23154	64316	32.3	29.1	2.500	1.000	0.7	22.6(0.0)
11	S	129	24006	66088	33.2	29.4	2.500	1.000	0.0	22.6(0.0)
12	S	754	24131	65481	32.9	29.8	2.500	1.000	0.3	22.6(0.0)

### 11.3.2 Verifica a taglio

Al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti al taglio, le sollecitazioni di taglio di calcolo  $V_{Ed}$  si ottengono sommando il contributo dovuto ai carichi gravitazionali agenti sulla trave, considerata incernierata agli estremi, alle sollecitazioni di taglio corrispondenti alla formazione di cerniere plastiche nella trave e prodotte dai momenti resistenti (ultimi) delle due sezioni di plasticizzazione (generalmente quelle di estremità) amplificati del fattore di sovra resistenza  $\gamma_{Rd}$  assunto pari a 1.1 per CDB.

Deve risultare (NTC2018):

$$V_{Rd} > V_d$$

dove:

$V_d$  = Valore di calcolo del taglio agente;

$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd})$

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin \alpha$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" si calcola con:

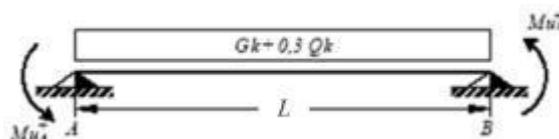
$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$$

dove:

$\alpha$  : Angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento;

$\theta$  : Angolo d'inclinazione dei puntoni in calcestruzzo rispetto all'asse dell'elemento.

• **1° Schema:**

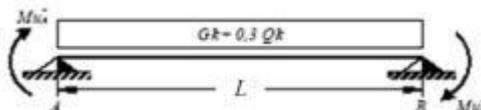


Il taglio è variabile linearmente lungo la trave ed è pari a:

$$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu^+_A + Mu^+_B}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

$$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu^+_A + Mu^+_B}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

• **2° Schema:**



Il taglio è variabile linearmente lungo la trave ed è pari a:

$$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu^-_A + Mu^-_B}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

$$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu^-_A + Mu^-_B}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

Si riporta di seguito un prospetto riepilogativo con i valori delle sollecitazioni taglianti ottenute seguendo la metodologia descritta e riportata negli schemi precedenti:

**Determinazione taglio di calcolo**

Base	0.30	m
Altezza	0.40	m
L <sub>trave</sub>	7.30	m
L <sub>influenza</sub>	2.32	m
Peso proprio trave	3.00	kN/m
Carico solaio	3.10	kN/m <sup>2</sup>
Carico perm.	1.64	kN/m <sup>2</sup>
G <sub>k</sub>	11.00	kN/m
γ <sub>Q</sub>	0.30	[-]
Q <sub>k</sub>	1.104	kN/m
γ <sub>Rd</sub>	1.10	[-]

M <sub>uA</sub> <sup>(+)</sup> (kNm)	M <sub>uB</sub> <sup>(-)</sup> (kNm)	M <sub>uA</sub> <sup>(-)</sup> (kNm)	M <sub>uB</sub> <sup>(+)</sup> (kNm)
96.42	75.55	75.55	96.42

1° Schema		2° Schema	
V <sub>A</sub> (kN)	V <sub>B</sub> (kN)	V <sub>A</sub> (kN)	V <sub>B</sub> (kN)
70.4	-12.3	64.1	-18.6

V <sub>2</sub> (output) =	36.44	kN
V <sub>Ed</sub> =	70.41	kN

Poiché il valore del taglio determinato mediante la procedura sopra riportata è maggiore del taglio di calcolo ottenuto a valle dell'analisi strutturale mediante il SAP2000 (V<sub>2</sub>=36.44 kN) si procede alla verifica di resistenza considerando il seguente valore del taglio massimo:

**V<sub>Ed-max</sub> = 70.41 kN**

**Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio**
**[4.1.2.1.3.2]**

La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  di 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.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta) / (1 + \operatorname{ctg}^2 \theta)$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$$

Acciaio	<b>B 450 C</b>	$f_{yd}$	<b>391.3</b> N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		$\gamma_s$	1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		$\theta$	<b>45</b> °
diametro staffe		$\emptyset$	0.79 rad <b>12</b> mm
Area dell'armatura trasversale		$A_{sw}$	226.19 mm <sup>2</sup>
Interasse tra due armature trasversali consecutive		$s$	<b>100</b> mm
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		$\alpha$	90 °
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		$f'_{cd}$	1.57 rad 8.23 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente maggiorativo		$\alpha_c$	<b>1</b>
		$V_{Rsd}$	355.28 kN
		$V_{Rcd}$	495.58 kN
		$V_{Rd}$	355.28 kN
<b>Verifica:</b>		$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>VERIFICATA</b>

Si adotteranno staffe  $\Phi 12 / 10$  cm per tutta la lunghezza della trave.

**11.3.3 Verifica a torsione**

La verifica di resistenza nei confronti della torsione (SLU) (NTC2018) consiste nel controllare che:

$$T_{Rd} \geq T_{Ed}$$

dove  $T_{Ed}$  è il valore di calcolo del momento torcente.

Per elementi prismatici sottoposti a torsione semplice o combinata con altre sollecitazioni, che abbiano sezione piena o cava, lo schema resistente è costituito da un traliccio

periferico in cui gli sforzi di trazione sono affidati alle armature longitudinali e trasversali ivi contenute e gli sforzi di compressione sono affidati alle bielle di calcestruzzo.

Con riferimento al calcestruzzo la resistenza si calcola con:

$$T_{Rcd} = 2 \cdot A \cdot t \cdot f'_{cd} \cdot \text{ctg}\theta / (1 + \text{ctg}\theta)$$

dove  $t$  è lo spessore della sezione cava; per sezioni piene  $t = A_c/u$  dove  $A_c$  è l'area della sezione ed  $u$  è il suo perimetro;  $t$  deve essere assunta comunque  $\geq 2$  volte la distanza fra il bordo e il centro dell'armatura longitudinale.

Le armature longitudinali e trasversali del traliccio resistente devono essere poste entro lo spessore  $t$  del profilo periferico. Le barre longitudinali possono essere distribuite lungo detto profilo, ma comunque una barra deve essere presente su tutti i suoi spigoli.

Con riferimento alle staffe trasversali la resistenza si calcola con:

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A \cdot (A_s/s) \cdot f_{yd} \cdot \text{ctg}\theta$$

Con riferimento all'armatura longitudinale la resistenza si calcola con:

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A \cdot (\Sigma A_l / u_m) \cdot f_{yd} / \text{ctg}\theta$$

dove si è posto:

$A$  area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico;

$A_s$  area delle staffe;

$u_m$  perimetro medio del nucleo resistente;

$s$  passo delle staffe;

$\Sigma A_l$  area complessiva delle barre longitudinali.

L'inclinazione  $\theta$  delle bielle compresse di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti

$$0,4 \leq \text{ctg}\theta \leq 2,5$$

Entro questi limiti, nel caso di torsione pura, può porsi  $\text{ctg}\theta = (a_l/a_s)^{1/2}$

con:  $a_l = \Sigma A_l / u_m$

$$a_s = A_s / s$$

La resistenza alla torsione della trave è la minore delle tre sopra definite:

**Calcestruzzo**

B (m)	0.3
H (m)	0.4
A <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	0.12
u (m)	1.4
t (m)	0.09
A (m <sup>2</sup> )	0.07
f <sub>cd</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	8230.8
cotgθ (-)	1.00
a <sub>1</sub>	0.0016
a <sub>s</sub>	0.002
<b>T<sub>Rcd</sub> (kNm)</b>	<b>47.51</b>

**Staffe Trasversali**

B (m)	0.3
H (m)	0.4
A <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	0.12
u (m)	1.4
t (m)	0.09
A <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	0.0002
A (m <sup>2</sup> )	0.07
s <sub>(prog.)</sub> (m)	0.1
f <sub>yd</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	391300
cotgθ (-)	1.00
<b>T<sub>Rsd</sub> (kNm)</b>	<b>119.16</b>

**Armatura Longitudinale**

B (m)	0.3
H (m)	0.4
A <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	0.12
u (m)	1.4
t (m)	0.09
u <sub>m</sub> (m)	1.06
ΣA <sub>l</sub> (m <sup>2</sup> )	0.0016
A (m <sup>2</sup> )	0.07
f <sub>yd</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	391300
cotgθ (-)	1.00
<b>T<sub>Rsd</sub> (kNm)</b>	<b>78.28</b>

**T<sub>Rd</sub> (kNm)** 47.51

**T<sub>Ed</sub> (kNm)** 4.43 sap

Per quanto riguarda la crisi lato calcestruzzo, la resistenza massima di una membratura soggetta a torsione e taglio è limitata dalla resistenza delle bielle compresse di calcestruzzo. Per non eccedere tale resistenza deve essere soddisfatta la seguente condizione

Verifica a taglio-torsione

$$T_{Ed} / T_{Rcd} + V_{Ed} / V_{Rcd} < 1$$

$$T_{Ed} / T_{Rcd} = 0.093$$

$$V_{Ed} / V_{Rcd} = 0.181$$

$$= 0.274 < 1 \quad \text{La verifica risulta soddisfatta}$$



*Direzione Progettazione e  
Realizzazione Lavori*

STRADA DELLE TRE VALLI UMBRE  
Tratto Eggi-Acquasparta – 1° Stralcio Baiano-Firenzuola

**PROGETTO DEFINITIVO**

---

Relazione di calcolo

---

#### **11.3.4 Verifica limitazioni di armatura**

Dimensioni sezione

b =	300 mm
h =	400 mm
c =	52 mm

**In campata:**

Armatura tesa 4 Ø 16 mm

$$A_s = 803.84 \text{ mm}^2$$

$$\rho = A_s / (bh) = 0.00670$$

Armatura compressa 4 Ø 14 mm

$$A_s' = 615.44 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{comp} = A_s' / (bh) = 0.0051287$$

$$1,4/f_{yk} = 0.00311$$

$$\rho_{comp} + 3,5/f_{yk} = 0.01291$$

$$\frac{1,4}{f_{yk}} < \rho < \rho_{comp} + \frac{3,5}{f_{yk}}$$

La verifica risulta soddisfatta

**Agli appoggi:**

Armatura tesa 4 Ø 14 mm

$$A_s = 615.44 \text{ mm}^2$$

$$\rho = A_s / (bh) = 0.00513$$

Armatura compressa 4 Ø 16 mm

$$A_s' = 803.84 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{comp} = A_s' / (bh) = 0.0066987$$

$$1,4/f_{yk} = 0.00311$$

$$\rho_{comp} + 3,5/f_{yk} = 0.01448$$

$$\frac{1,4}{f_{yk}} < \rho < \rho_{comp} + \frac{3,5}{f_{yk}}$$

La verifica risulta soddisfatta

L'armatura compressa non deve mai essere inferiore a un quarto di quella tesa:

$$\rho_{comp} \geq 0,25\rho$$

nel caso specifico risulta:

$$\rho_{comp} = A_s' / (bh) = 0.0067$$

$$0,25\rho = 0.0013$$

La verifica risulta soddisfatta

Nelle zone critiche (agli appoggi) l'armatura compressa non deve mai essere inferiore a metà di quella tesa:

$$\rho_{comp} \geq 0,5\rho$$

nel caso specifico risulta:

$$\rho_{comp} = A_s' / (bh) = 0.0067$$

$$0,5\rho = 0.0026$$

La verifica risulta soddisfatta

Passo massimo delle staffe nella zona critica

s1	87 mm
s2	225 mm
s3	112 mm
s4	240 mm
s =	87 mm

Devono inoltre essere rispettati i limiti previsti per le travi in calcestruzzo in zona non sismica (punto 4.1.6.1.1 delle NTC2018).

RcK =	35 MPa		
f <sub>ck</sub> =	28 MPa		
f <sub>ctm</sub> =	2.77 MPa	valore medio della resistenza a trazione assiale	
f <sub>yk</sub> =	450 MPa	resistenza caratteristica a trazione dell'armatura	
b <sub>t</sub> =	300 mm	larghezza media della zona tesa	
A <sub>smin</sub> =	166.86 mm <sup>2</sup>		
A <sub>s</sub> =	615.44 mm <sup>2</sup>	La verifica risulta soddisfatta	$A_{s,min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t \cdot d$
0.0013 b <sub>t</sub> d =	135.72 mm <sup>2</sup>		

A <sub>s</sub> =	803.84 mm <sup>2</sup>		
V <sub>Ed</sub> =	70.41 kN	taglio di calcolo	
f <sub>yk</sub> =	450 MPa		
γ <sub>s</sub> =	1.15		
f <sub>yd</sub> =	391.3 MPa		
V <sub>Rd</sub> =A <sub>s</sub> x f <sub>yd</sub> =	314.5 kN	La verifica risulta soddisfatta	

A <sub>s</sub> =	803.84 mm <sup>2</sup>	La verifica risulta soddisfatta
A <sub>s</sub> '=	803.84 mm <sup>2</sup>	La verifica risulta soddisfatta
0,04A <sub>c</sub> =	4800 mm <sup>2</sup>	

A <sub>st,min</sub> =1,5 b =	450 mm <sup>2</sup> /mm		
∅ =	12 mm	diametro staffe	
A <sub>sw</sub> =	226.08 mm <sup>2</sup>		
s =	0.10 m		
A <sub>st</sub> =A <sub>sw</sub> /s =	2260.8 mm <sup>2</sup> /mm	La verifica risulta soddisfatta	
0,8d=	278.4 mm	La verifica risulta soddisfatta	

## 11.4 Verifica trave interna

### 11.4.1 Verifica di resistenza

In base ai risultati riportati al capitolo 10 si effettua di seguito la verifica della trave 30x40 cm interna maggiormente sollecitata.

Di seguito si riportano le sollecitazioni massime di progetto.

COMBO	Frame	OutputCase	P	Mx	My	Vy	Vx
Text	Text	Text	daN	daNm	daNm	daN	daN
1	13	SLU_18	-202	-662	0	943	0
2	18	SLU_12	301	-1199	2	3303	1
3	18	SLU_3	232	-3369	-1	5459	1
4	19	SLU_4	232	-3369	-1	5459	1
5	18	SLU_6	126	-685	3	3601	1
6	19	SLU_6	126	-2975	-1	4969	1
7	18	SLU_10	160	-1298	3	3401	1
8	19	SLU_10	160	-2216	-1	3949	1
9	18	SLU_6	126	-685	3	3601	1
10	18	SLU_6	126	-2975	-1	4969	1
11	18	SLU_1	147	2007	1	74	1
12	18	SLU_3	232	-3369	-1	5459	1

COMBO	Frame	OutputCase	P	Mx	Vy	Mt
Text	Text	Text	daN	daNm	daN	daNm
7	18	SLU_10	160	-1298	3401	11
8	19	SLU_10	160	-2216	3949	-11
3	18	SLU_3	232	-3369	5459	2
4	19	SLU_4	232	-3369	5459	-2

COMBO	Frame	OutputCase	P	Mx	My	Vy	Vx
Text	Text	Text	daN	daNm	daNm	daN	daN
1	13	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	-194	829	15	183	1
2	18	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	199	-2433	-21	2994	1
3	18	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	-24	-359	18	3522	3
4	19	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	199	-2689	-19	3522	3
5	18	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	51	-98	26	1844	5
6	19	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	124	-1875	-18	2905	5
7	18	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	51	-98	26	1844	5
8	19	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	124	-1875	-18	2905	5
9	18	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	51	-98	26	1844	5
10	18	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	124	-1181	-22	2377	3
11	18	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	-24	1679	22	130	3
12	18	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	199	-2689	-19	1755	1

COMBO	Frame	OutputCase	P	Mx	Vy	Mt
Text	Text	Text	daN	daNm	daN	daNm
7	18	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	51	-98	1844	8
8	19	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	124	-1875	2905	-8
3	18	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	-24	-359	3522	6

4	19	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	199	-2689	3522	-6
---	----	--------------------------	-----	-------	------	----

COMBO	Frame	OutputCase	P	Mx	My	Vy	Vx
Text	Text	Text	daN	daNm	daNm	daN	daN
1	13	CARATTERISTICA 2	-121	-308	0	584	0
2	18	CARATTERISTICA 1	133	-984	2	2876	1
3	18	CARATTERISTICA 2	99	-2168	-1	3647	1
4	19	CARATTERISTICA 2	99	-2168	-1	3647	1
5	18	CARATTERISTICA 2	99	-582	2	2700	1
6	19	CARATTERISTICA 2	99	-2168	-1	3647	1
7	18	CARATTERISTICA 1	133	-984	2	2876	1
8	19	CARATTERISTICA 1	133	-1979	-1	3470	1
9	18	CARATTERISTICA 2	99	-582	2	2700	1
10	18	CARATTERISTICA 2	99	-2168	-1	3647	1
11	18	CARATTERISTICA 2	99	1342	1	20	1
12	18	CARATTERISTICA 2	99	-2168	-1	3647	1

COMBO	Frame	OutputCase	P	Mx	My	Vy	Vx
Text	Text	Text	daN	daNm	daNm	daN	daN
1	13	SLE_8F	-78	-496	0	677	0
2	18	SLE_5F	108	-640	2	2164	1
3	18	SLE_1F	94	-1636	-1	2826	1
4	19	SLE_1F	94	-1636	-1	2826	1
5	18	SLE_3F	89	-653	2	2177	1
6	19	SLE_3F	89	-1578	-1	2729	1
7	18	SLE_3F	89	-653	2	2177	1
8	19	SLE_3F	89	-1578	-1	2729	1
9	18	SLE_8F	71	-439	2	2022	1
10	18	SLE_3F	89	-1578	-1	2729	1
11	18	SLE_8F	71	1004	1	13	1
12	18	SLE_1F	94	-1636	-1	2826	1

COMBO	Frame	OutputCase	P	Mx	My	Vy	Vx
Text	Text	Text	daN	daNm	daNm	daN	daN
1	13	SLE_QP	-45	-382	0	588	0
2	18	SLE_QP	87	-639	2	2110	1
3	18	SLE_QP	87	-1524	-1	2638	1
4	19	SLE_QP	87	-1524	-1	2638	1
5	18	SLE_QP	87	-639	2	2110	1
6	19	SLE_QP	87	-1524	-1	2638	1



*Direzione Progettazione e  
Realizzazione Lavori*

STRADA DELLE TRE VALLI UMBRE  
Tratto Eggi-Acquasparta - 1° Stralcio Baiano-Firenzuola

**PROGETTO DEFINITIVO**

---

Relazione di calcolo

---

7	18	SLE_QP	87	-639	2	2110	1
8	19	SLE_QP	87	-1524	-1	2638	1
9	18	SLE_QP	87	-639	2	2110	1
10	18	SLE_QP	87	-1524	-1	2638	1
11	18	SLE_QP	87	929	1	75	1
12	18	SLE_QP	87	-1524	-1	2638	1

**DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.**  
**NOME FILE SEZIONE: TRAVE INTERNA**

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35	
	Resis. compr. di progetto fcd:	158.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	79.30	daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	323080	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	27.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	168.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	168.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	126.00	daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3600.0	daN/cm <sup>2</sup>	

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C28/35

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-15.0	0.0
2	-15.0	40.0
3	15.0	40.0
4	15.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-9.0	6.0	16
2	-9.0	34.0	16
3	9.0	34.0	16
4	9.0	6.0	16

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	2	16
2	2	3	2	16

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	12 mm
Passo staffe:	10.0 cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-202	-662	0	943	0
2	301	-1199	2	3303	1
3	232	-3369	-1	5459	1
4	232	-3369	-1	5459	1
5	126	-685	3	3601	1
6	126	-2975	-1	4969	1
7	160	-1298	3	3401	1
8	160	-2216	-1	3949	1
9	126	-685	3	3601	1
10	126	-2975	-1	4969	1
11	147	2007	1	74	1
12	232	-3369	-1	5459	1

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-121	-308	0
2	133	-984	2
3	99	-2168	-1
4	99	-2168	-1
5	99	-582	2
6	99	-2168	-1
7	133	-984	2
8	133	-1979	-1

9	99	-582	2
10	99	-2168	-1
11	99	1342	1
12	99	-2168	-1

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

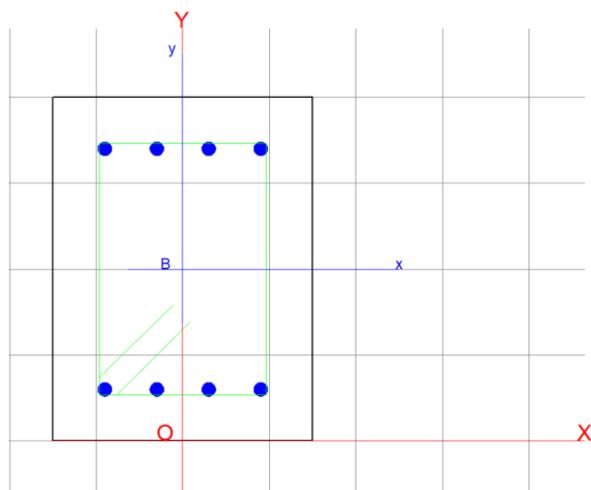
N	Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-78	-496 (-2829)	0 (0)
2	108	-640 (-2882)	2 (9)
3	94	-1636 (-2870)	-1 (-2)
4	94	-1636 (-2870)	-1 (-2)
5	89	-653 (-2875)	2 (9)
6	89	-1578 (-2869)	-1 (-2)
7	89	-653 (-2875)	2 (9)
8	89	-1578 (-2869)	-1 (-2)
9	71	-439 (-2874)	2 (13)
10	89	-1578 (-2869)	-1 (-2)
11	71	1004 (2871)	1 (3)
12	94	-1636 (-2870)	-1 (-2)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-45	-382 (-2837)	0 (0)
2	87	-639 (-2875)	2 (9)
3	87	-1524 (-2869)	-1 (-2)
4	87	-1524 (-2869)	-1 (-2)
5	87	-639 (-2875)	2 (9)
6	87	-1524 (-2869)	-1 (-2)
7	87	-639 (-2875)	2 (9)
8	87	-1524 (-2869)	-1 (-2)
9	87	-639 (-2875)	2 (9)
10	87	-1524 (-2869)	-1 (-2)
11	87	929 (2875)	1 (3)
12	87	-1524 (-2869)	-1 (-2)



## RISULTATI DEL CALCOLO

### Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	5.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	4.4 cm
Copriferro netto minimo staffe:	4.0 cm

## VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
As Tesa	Area armature trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-202	-662	0	-195	-9613	0	14.52	8.0(1.6)
2	S	301	-1199	2	301	-9690	6	8.08	8.0(1.6)
3	S	232	-3369	-1	228	-9674	-1	2.87	8.0(1.6)
4	S	232	-3369	-1	228	-9674	-1	2.87	8.0(1.6)
5	S	126	-685	3	108	-9673	16	14.12	8.0(1.6)
6	S	126	-2975	-1	123	-9659	-1	3.25	8.0(1.6)
7	S	160	-1298	3	187	-9676	9	7.45	8.0(1.6)
8	S	160	-2216	-1	183	-9668	-2	4.36	8.0(1.6)
9	S	126	-685	3	108	-9673	16	14.12	8.0(1.6)
10	S	126	-2975	-1	123	-9659	-1	3.25	8.0(1.6)
11	S	147	2007	1	145	9663	2	4.81	8.0(1.6)
12	S	232	-3369	-1	228	-9674	-1	2.87	8.0(1.6)

## METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere $< 0.45$
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X, Y, O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X, Y, O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X, Y, O sez.)

Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.196	-15.0	0.0	0.00035	-9.0	6.0	-0.01436	-9.0	34.0
2	0.00350	0.198	15.0	0.0	0.00037	9.0	6.0	-0.01421	-9.0	34.0
3	0.00350	0.197	-15.0	0.0	0.00037	-9.0	6.0	-0.01425	9.0	34.0
4	0.00350	0.197	-15.0	0.0	0.00037	-9.0	6.0	-0.01425	9.0	34.0
5	0.00350	0.198	15.0	0.0	0.00037	9.0	6.0	-0.01421	-9.0	34.0
6	0.00350	0.197	-15.0	0.0	0.00036	-9.0	6.0	-0.01427	9.0	34.0
7	0.00350	0.197	15.0	0.0	0.00037	9.0	6.0	-0.01422	-9.0	34.0
8	0.00350	0.197	-15.0	0.0	0.00037	-9.0	6.0	-0.01426	9.0	34.0
9	0.00350	0.198	15.0	0.0	0.00037	9.0	6.0	-0.01421	-9.0	34.0
10	0.00350	0.197	-15.0	0.0	0.00036	-9.0	6.0	-0.01427	9.0	34.0
11	0.00350	0.197	15.0	40.0	0.00036	9.0	34.0	-0.01426	-9.0	6.0
12	0.00350	0.197	-15.0	0.0	0.00037	-9.0	6.0	-0.01425	9.0	34.0

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000525161	0.003500000	0.196	0.700
2	0.000000868	-0.000520147	0.003486985	0.198	0.700
3	-0.000000155	-0.000521876	0.003497676	0.197	0.700
4	-0.000000155	-0.000521876	0.003497676	0.197	0.700
5	0.000002274	-0.000519147	0.003465895	0.198	0.700
6	-0.000000176	-0.000522594	0.003497365	0.197	0.700
7	0.000001203	-0.000520397	0.003481958	0.197	0.700
8	-0.000000236	-0.000522062	0.003496466	0.197	0.700
9	0.000002274	-0.000519147	0.003465895	0.198	0.700
10	-0.000000176	-0.000522594	0.003497365	0.197	0.700
11	0.000000260	0.000522289	-0.017395468	0.197	0.700
12	-0.000000155	-0.000521876	0.003497676	0.197	0.700

#### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm  
Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 27.2 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
Ved Taglio di progetto [daN] = proiezz. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro  
Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe  
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.  
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.  
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm<sup>2</sup>/m]  
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm<sup>2</sup>/m]  
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d\_max con L=lungh.legat.proietta-  
ta sulla direz. del taglio e d\_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
--------	-----	-----	-----	-----	------	----	-----	-----	-----	-------

1	S	943	25103	67710	34.0	30.0	2.500	1.000	0.3	22.6(0.0)
2	S	3303	25158	67710	34.0	30.1	2.500	1.000	1.1	22.6(0.0)
3	S	5459	25112	67710	34.0	30.0	2.500	1.000	1.8	22.6(0.0)
4	S	5459	25112	67710	34.0	30.0	2.500	1.000	1.8	22.6(0.0)
5	S	3601	25249	67711	34.0	30.2	2.500	1.000	1.2	22.6(0.0)
6	S	4969	25114	67710	34.0	30.0	2.500	1.000	1.7	22.6(0.0)
7	S	3401	25180	67710	34.0	30.1	2.500	1.000	1.1	22.6(0.0)
8	S	3949	25118	67710	34.0	30.0	2.500	1.000	1.3	22.6(0.0)
9	S	3601	25249	67711	34.0	30.2	2.500	1.000	1.2	22.6(0.0)
10	S	4969	25114	67710	34.0	30.0	2.500	1.000	1.7	22.6(0.0)
11	S	74	25119	67710	34.0	30.0	2.500	1.000	0.0	22.6(0.0)
12	S	5459	25112	67710	34.0	30.0	2.500	1.000	1.8	22.6(0.0)

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm <sup>2</sup> ]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm <sup>2</sup> ]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.4	-15.0	0.0	-137	3.0	34.0	285	8.0
2	S	14.4	15.0	0.0	-406	-9.0	34.0	285	8.0
3	S	31.6	-15.0	0.0	-905	9.0	34.0	285	8.0
4	S	31.6	-15.0	0.0	-905	9.0	34.0	285	8.0
5	S	8.6	15.0	0.0	-239	-9.0	34.0	282	8.0
6	S	31.6	-15.0	0.0	-905	9.0	34.0	285	8.0
7	S	14.4	15.0	0.0	-406	-9.0	34.0	285	8.0
8	S	28.9	-15.0	0.0	-824	9.0	34.0	285	8.0
9	S	8.6	15.0	0.0	-239	-9.0	34.0	282	8.0
10	S	31.6	-15.0	0.0	-905	9.0	34.0	285	8.0
11	S	19.6	15.0	40.0	-558	-9.0	6.0	285	8.0
12	S	31.6	-15.0	0.0	-905	9.0	34.0	285	8.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	7.2	15.0	0.0	-213	-9.0	34.0	285	8.0
2	S	9.4	15.0	0.0	-263	-9.0	34.0	283	8.0
3	S	23.9	-15.0	0.0	-682	9.0	34.0	285	8.0
4	S	23.9	-15.0	0.0	-682	9.0	34.0	285	8.0
5	S	9.6	15.0	0.0	-270	-9.0	34.0	284	8.0
6	S	23.0	-15.0	0.0	-658	9.0	34.0	285	8.0
7	S	9.6	15.0	0.0	-270	-9.0	34.0	284	8.0
8	S	23.0	-15.0	0.0	-658	9.0	34.0	285	8.0
9	S	6.5	15.0	0.0	-181	-9.0	34.0	280	8.0
10	S	23.0	-15.0	0.0	-658	9.0	34.0	285	8.0
11	S	14.7	15.0	40.0	-418	-9.0	6.0	285	8.0
12	S	23.9	-15.0	0.0	-682	9.0	34.0	285	8.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2] = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]

k2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00013	0	0.500	16.0	52	0.00006 (0.00006)	273	0.017 (0.40)	-2829	0
2	S	-0.00017	0	0.500	16.0	52	0.00008 (0.00008)	272	0.021 (0.40)	-2882	9
3	S	-0.00043	0	0.500	16.0	52	0.00020 (0.00020)	273	0.056 (0.40)	-2870	-2
4	S	-0.00043	0	0.500	16.0	52	0.00020 (0.00020)	273	0.056 (0.40)	-2870	-2
5	S	-0.00017	0	0.500	16.0	52	0.00008 (0.00008)	273	0.022 (0.40)	-2875	9
6	S	-0.00042	0	0.500	16.0	52	0.00020 (0.00020)	273	0.054 (0.40)	-2869	-2
7	S	-0.00017	0	0.500	16.0	52	0.00008 (0.00008)	273	0.022 (0.40)	-2875	9
8	S	-0.00042	0	0.500	16.0	52	0.00020 (0.00020)	273	0.054 (0.40)	-2869	-2
9	S	-0.00012	0	0.500	16.0	52	0.00005 (0.00005)	271	0.015 (0.40)	-2874	13
10	S	-0.00042	0	0.500	16.0	52	0.00020 (0.00020)	273	0.054 (0.40)	-2869	-2
11	S	-0.00027	0	0.500	16.0	52	0.00013 (0.00013)	273	0.034 (0.40)	-2871	3
12	S	-0.00043	0	0.500	16.0	52	0.00020 (0.00020)	273	0.056 (0.40)	-2870	-2

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.5	-15.0	0.0	-163	-9.0	34.0	285	8.0
2	S	9.4	15.0	0.0	-264	-9.0	34.0	284	8.0
3	S	22.2	-15.0	0.0	-635	9.0	34.0	285	8.0
4	S	22.2	-15.0	0.0	-635	9.0	34.0	285	8.0
5	S	9.4	15.0	0.0	-264	-9.0	34.0	284	8.0
6	S	22.2	-15.0	0.0	-635	9.0	34.0	285	8.0
7	S	9.4	15.0	0.0	-264	-9.0	34.0	284	8.0
8	S	22.2	-15.0	0.0	-635	9.0	34.0	285	8.0
9	S	9.4	15.0	0.0	-264	-9.0	34.0	284	8.0
10	S	22.2	-15.0	0.0	-635	9.0	34.0	285	8.0
11	S	13.6	15.0	40.0	-385	-9.0	6.0	285	8.0
12	S	22.2	-15.0	0.0	-635	9.0	34.0	285	8.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00010	0	0.500	16.0	52	0.00005 (0.00005)	273	0.013 (0.30)	-2837	0
2	S	-0.00017	0	0.500	16.0	52	0.00008 (0.00008)	273	0.022 (0.30)	-2875	9
3	S	-0.00040	0	0.500	16.0	52	0.00019 (0.00019)	273	0.052 (0.30)	-2869	-2
4	S	-0.00040	0	0.500	16.0	52	0.00019 (0.00019)	273	0.052 (0.30)	-2869	-2
5	S	-0.00017	0	0.500	16.0	52	0.00008 (0.00008)	273	0.022 (0.30)	-2875	9
6	S	-0.00040	0	0.500	16.0	52	0.00019 (0.00019)	273	0.052 (0.30)	-2869	-2
7	S	-0.00017	0	0.500	16.0	52	0.00008 (0.00008)	273	0.022 (0.30)	-2875	9
8	S	-0.00040	0	0.500	16.0	52	0.00019 (0.00019)	273	0.052 (0.30)	-2869	-2
9	S	-0.00017	0	0.500	16.0	52	0.00008 (0.00008)	273	0.022 (0.30)	-2875	9
10	S	-0.00040	0	0.500	16.0	52	0.00019 (0.00019)	273	0.052 (0.30)	-2869	-2
11	S	-0.00024	0	0.500	16.0	52	0.00012 (0.00012)	273	0.032 (0.30)	-2875	3
12	S	-0.00040	0	0.500	16.0	52	0.00019 (0.00019)	273	0.052 (0.30)	-2869	-2

**DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.**  
**NOME FILE SEZIONE: TRAVE INTERNA\_SLV**

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35	
	Resis. compr. di progetto fcd:	158.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	79.30	daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	323080	daN/cm <sup>2</sup>
Resis. media a trazione fctm:	27.60	daN/cm <sup>2</sup>	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito		

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C28/35

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-15.0	0.0
2	-15.0	40.0
3	15.0	40.0
4	15.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-9.0	6.0	16
2	-9.0	34.0	16
3	9.0	34.0	16
4	9.0	6.0	16

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	2	16
2	2	3	2	16

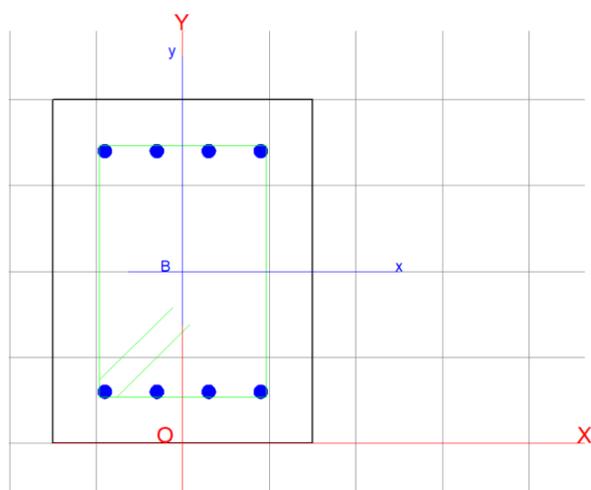
**ARMATURE A TAGLIO**

Diametro staffe: 12 mm  
 Passo staffe: 10.0 cm  
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-194	829	15	183	1
2	199	-2433	-21	2994	1
3	0	-359	18	3522	3
4	199	-2689	-19	3522	3
5	51	-98	26	1844	5
6	124	-1875	-18	2905	5
7	51	-98	26	1844	5
8	124	-1875	-18	2905	5
9	51	-98	26	1844	5
10	124	-1181	-22	2377	3
11	0	1679	22	130	3
12	199	-2689	-19	1755	1


**RISULTATI DEL CALCOLO**
**Sezione verificata**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.2 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.4 cm  
 Copriferro netto minimo staffe: 4.0 cm

**VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-194	829	15	-212	9096	153	10.97	8.0(1.6)
2	S	199	-2433	-21	184	-9187	-119	3.78	8.0(1.6)
3	S	0	-359	18	0	-8868	419	24.70	8.0(1.7)
4	S	199	-2689	-19	194	-9197	-107	3.42	8.0(1.6)
5	S	51	-98	26	44	-7251	1910	73.95	8.0(1.9)
6	S	124	-1875	-18	128	-9175	-125	4.89	8.0(1.6)
7	S	51	-98	26	44	-7251	1910	73.95	8.0(1.9)
8	S	124	-1875	-18	128	-9175	-125	4.89	8.0(1.6)
9	S	51	-98	26	44	-7251	1910	73.95	8.0(1.9)
10	S	124	-1181	-22	128	-9142	-155	7.74	8.0(1.6)
11	S	0	1679	22	0	9212	79	5.49	8.0(1.6)
12	S	199	-2689	-19	194	-9197	-107	3.42	8.0(1.6)

**METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00105	0.349	15.0	40.0	0.00051	9.0	34.0	-0.00196	-9.0	6.0
2	0.00105	0.349	-15.0	0.0	0.00051	-9.0	6.0	-0.00196	9.0	34.0
3	0.00111	0.362	15.0	0.0	0.00055	9.0	6.0	-0.00196	-9.0	34.0
4	0.00105	0.348	-15.0	0.0	0.00051	-9.0	6.0	-0.00196	9.0	34.0
5	0.00138	0.414	15.0	0.0	0.00072	9.0	6.0	-0.00196	-9.0	34.0
6	0.00105	0.349	-15.0	0.0	0.00051	-9.0	6.0	-0.00196	9.0	34.0
7	0.00138	0.414	15.0	0.0	0.00072	9.0	6.0	-0.00196	-9.0	34.0
8	0.00105	0.349	-15.0	0.0	0.00051	-9.0	6.0	-0.00196	9.0	34.0
9	0.00138	0.414	15.0	0.0	0.00072	9.0	6.0	-0.00196	-9.0	34.0
10	0.00106	0.350	-15.0	0.0	0.00052	-9.0	6.0	-0.00196	9.0	34.0
11	0.00103	0.345	15.0	40.0	0.00050	9.0	34.0	-0.00196	-9.0	6.0
12	0.00105	0.348	-15.0	0.0	0.00051	-9.0	6.0	-0.00196	9.0	34.0

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000003248	0.000086062	-0.002443638	0.349	0.876
2	-0.000002449	-0.000086626	0.001010842	0.349	0.876
3	0.000009158	-0.000083681	0.000971070	0.362	0.892
4	-0.000002315	-0.000086665	0.001010931	0.348	0.875
5	0.000042268	-0.000068349	0.000747771	0.414	0.957
6	-0.000002532	-0.000086568	0.001009608	0.349	0.876
7	0.000042268	-0.000068349	0.000747771	0.414	0.957
8	-0.000002532	-0.000086568	0.001009608	0.349	0.876
9	0.000042268	-0.000068349	0.000747771	0.414	0.957
10	-0.000003302	-0.000086252	0.001005783	0.350	0.878
11	0.000001140	0.000087039	-0.002468469	0.345	0.871
12	-0.000002315	-0.000086665	0.001010931	0.348	0.875

#### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm  
Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 24.7 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
Ved Taglio di progetto [daN] = proiezi. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro  
Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe  
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.  
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.  
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm<sup>2</sup>/m]  
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm<sup>2</sup>/m]  
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d\_max con L=lungh.legat.proietta-  
ta sulla direz. del taglio e d\_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	183	24921	67160	33.7	30.0	2.500	1.000	0.1	22.6(0.0)
2	S	2993	24706	67074	33.7	29.8	2.500	1.000	1.0	22.6(0.0)
3	S	3501	24053	65995	33.1	29.5	2.500	1.000	1.2	22.6(0.0)
4	S	3521	24677	67065	33.7	29.8	2.500	1.000	1.2	22.6(0.0)
5	S	1566	21629	61398	30.8	28.5	2.500	1.000	0.6	22.6(0.0)
6	S	2904	24725	67081	33.7	29.8	2.500	1.000	1.0	22.6(0.0)
7	S	1566	21629	61398	30.8	28.5	2.500	1.000	0.6	22.6(0.0)
8	S	2904	24725	67081	33.7	29.8	2.500	1.000	1.0	22.6(0.0)
9	S	1566	21629	61398	30.8	28.5	2.500	1.000	0.6	22.6(0.0)
10	S	2375	24904	67017	33.7	30.1	2.500	1.000	0.8	22.6(0.0)
11	S	130	25425	67423	33.9	30.5	2.500	1.000	0.0	22.6(0.0)
12	S	1754	24677	67065	33.7	29.8	2.500	1.000	0.6	22.6(0.0)

#### 11.4.2 Verifica a taglio

Al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti al taglio, le sollecitazioni di taglio di calcolo  $V_{Ed}$  si ottengono sommando il contributo dovuto ai carichi gravitazionali

agenti sulla trave, considerata incernierata agli estremi, alle sollecitazioni di taglio corrispondenti alla formazione di cerniere plastiche nella trave e prodotte dai momenti resistenti (ultimi) delle due sezioni di plasticizzazione (generalmente quelle di estremità) amplificati del fattore di sovra resistenza  $\gamma_{Rd}$  assunto pari a 1.1 per CDB.

Deve risultare (NTC2018):

$$V_{Rd} > V_d$$

dove:

$V_d$  = Valore di calcolo del taglio agente;

$$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin \alpha$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" si calcola con:

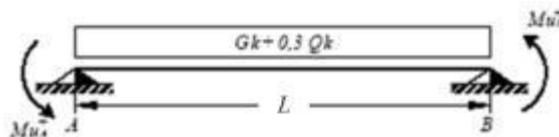
$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$$

dove:

$\alpha$  : Angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento;

$\theta$  : Angolo d'inclinazione dei puntoni in calcestruzzo rispetto all'asse dell'elemento.

• 1° Schema:

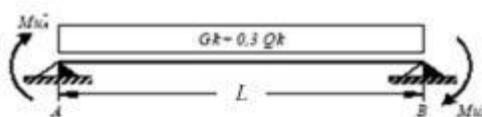


Il taglio è variabile linearmente lungo la trave ed è pari a:

$$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu^+_A + Mu^+_B}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

$$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu^+_A + Mu^+_B}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

• **2° Schema:**



Il taglio è variabile linearmente lungo la trave ed è pari a:

$$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu_A^- + Mu_B^-}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

$$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu_A^- + Mu_B^-}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

Si riporta di seguito un prospetto riepilogativo con i valori delle sollecitazioni taglienti ottenute seguendo la metodologia descritta e riportata negli schemi precedenti:

**Determinazione taglio di calcolo**

Base	0.30	m
Altezza	0.40	m
L <sub>trave</sub>	7.30	m
L <sub>influenza</sub>	4.40	m
Peso proprio trave	3.00	kN/m
Carico solaio	3.10	kN/m <sup>2</sup>
Carico perm.	1.64	kN/m <sup>2</sup>
G <sub>k</sub>	20.86	kN/m
γ <sub>α</sub>	0.30	[-]
Q <sub>k</sub>	1.104	kN/m
γ <sub>Rd</sub>	1.10	[-]

M <sub>uA</sub> <sup>(+)</sup> (kNm)	M <sub>uB</sub> <sup>(-)</sup> (kNm)	M <sub>uA</sub> <sup>(-)</sup> (kNm)	M <sub>uB</sub> <sup>(+)</sup> (kNm)
96.42	96.42	96.42	96.42

1° Schema		2° Schema	
V <sub>A</sub> (kN)	V <sub>B</sub> (kN)	V <sub>A</sub> (kN)	V <sub>B</sub> (kN)
106.4	-48.3	106.4	-48.3

V <sub>2</sub> (output) =	54.59	kN
V <sub>Ed</sub> =	106.39	kN

Poiché il valore del taglio determinato mediante la procedura sopra riportata è maggiore del taglio di calcolo ottenuto a valle dell'analisi strutturale mediante il SAP2000 (V<sub>2</sub>=54.59 kN) si procede alla verifica di resistenza considerando il seguente valore del taglio massimo: **V<sub>Ed-max</sub> = 106.39 kN**

**Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio**

**[4.1.2.1.3.2]**

La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  di 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.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (ctg \alpha + ctg \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctg \alpha + ctg \theta) / (1 + ctg^2 \theta)$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$$

Acciaio	<b>B 450 C</b>	$f_{yd}$	<b>391.3</b> N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		$\gamma_s$	1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		$\theta$	<b>45</b> ° 0.79 rad
diametro staffe		$\emptyset$	<b>12</b> mm
Area dell'armatura trasversale		$A_{sw}$	226.19 mm <sup>2</sup>
Interasse tra due armature trasversali consecutive		s	<b>100</b> mm
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		$\alpha$	90 ° 1.57 rad
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		$f'_{cd}$	8.23 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente maggiorativo		$\alpha_c$	<b>1</b>
		$V_{Rsd}$	352.89 kN
		$V_{Rcd}$	492.24 kN
		$V_{Rd}$	352.89 kN
<b>Verifica:</b>		$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>VERIFICATA</b>

Si adotteranno staffe  $\Phi 12$  / 10 cm per tutta la lunghezza della trave.

### 11.4.3 Verifica a torsione

La verifica di resistenza nei confronti della torsione (SLU) (NTC2018) consiste nel controllare che:

$$T_{Rd} \geq T_{Ed}$$

dove  $T_{Ed}$  è il valore di calcolo del momento torcente.

Per elementi prismatici sottoposti a torsione semplice o combinata con altre sollecitazioni, che abbiano sezione piena o cava, lo schema resistente è costituito da un traliccio periferico in cui gli sforzi di trazione sono affidati alle armature longitudinali e trasversali ivi contenute e gli sforzi di compressione sono affidati alle bielle di calcestruzzo.

Con riferimento al calcestruzzo la resistenza si calcola con:

$$T_{Rcd} = 2 \cdot A \cdot t \cdot f'_{cd} \cdot \text{ctg} \theta / (1 + \text{ctg} \theta)$$

dove  $t$  è lo spessore della sezione cava; per sezioni piene  $t = A_c/u$  dove  $A_c$  è l'area della sezione ed  $u$  è il suo perimetro;  $t$  deve essere assunta comunque  $\geq 2$  volte la distanza fra il bordo e il centro dell'armatura longitudinale.

Le armature longitudinali e trasversali del traliccio resistente devono essere poste entro lo spessore  $t$  del profilo periferico. Le barre longitudinali possono essere distribuite lungo detto profilo, ma comunque una barra deve essere presente su tutti i suoi spigoli.

Con riferimento alle staffe trasversali la resistenza si calcola con:

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A \cdot (A_s/s) \cdot f_{yd} \cdot \text{ctg} \theta$$

Con riferimento all'armatura longitudinale la resistenza si calcola con:

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A \cdot (\Sigma A_l / u_m) \cdot f_{yd} / \text{ctg} \theta$$

dove si è posto:

$A$  area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico;

$A_s$  area delle staffe;

$u_m$  perimetro medio del nucleo resistente;

$s$  passo delle staffe;

$\Sigma A_l$  area complessiva delle barre longitudinali.

L'inclinazione  $\theta$  delle bielle compresse di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti

$$0,4 \leq \text{ctg} \theta \leq 2,5$$

Entro questi limiti, nel caso di torsione pura, può porsi  $\text{ctg} \theta = (a_l/a_s)^{1/2}$

con:  $a_1 = \Sigma A_l / u_m$

$a_s = A_s / s$

La resistenza alla torsione della trave è la minore delle tre sopra definite:

**Calcestruzzo**

B (m)	0.3
H (m)	0.4
A <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	0.12
u (m)	1.4
t (m)	0.09
A (m <sup>2</sup> )	0.07
f' <sub>cd</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	8230.8
cotgθ (-)	1.00
a <sub>1</sub>	0.0016
a <sub>s</sub>	0.002
<b>T<sub>Rcd</sub> (kNm)</b>	<b>47.51</b>

**Staffe Trasversali**

B (m)	0.3
H (m)	0.4
A <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	0.12
u (m)	1.4
t (m)	0.09
A <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	0.0003
A (m <sup>2</sup> )	0.07
s <sub>(prog.)</sub> (m)	0.10
f <sub>yd</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	391300
cotgθ (-)	1.00
<b>T<sub>Rsd</sub> (kNm)</b>	<b>162.19</b>

**Armatura Longitudinale**

B (m)	0.3
H (m)	0.4
A <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	0.12
u (m)	1.4
t (m)	0.09
u <sub>m</sub> (m)	1.06
ΣA <sub>l</sub> (m <sup>2</sup> )	0.0016
A (m <sup>2</sup> )	0.07
f <sub>yd</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	391300
cotgθ (-)	1.00
<b>T<sub>Rsd</sub> (kNm)</b>	<b>78.28</b>

**T<sub>Rd</sub> (kNm)** 47.51

**T<sub>Ed</sub> (kNm)** 0.11 sap

Per quanto riguarda la crisi lato calcestruzzo, la resistenza massima di una membratura soggetta a torsione e taglio è limitata dalla resistenza delle bielle compresse di calcestruzzo. Per non eccedere tale resistenza deve essere soddisfatta la seguente condizione

$$T_{Ed} / T_{Rcd} + V_{Ed} / V_{Rcd} < 1$$

$$T_{Ed} / T_{Rcd} = 0.002$$

$$V_{Ed} / V_{Rcd} = 0.354$$

$$= 0.356 < 1 \quad \text{La verifica risulta soddisfatta}$$



*Direzione Progettazione e  
Realizzazione Lavori*

STRADA DELLE TRE VALLI UMBRE  
Tratto Eggi-Acquasparta – 1° Stralcio Baiano-Firenzuola

**PROGETTO DEFINITIVO**

---

Relazione di calcolo

---

#### **11.4.4 Verifica limitazioni di armatura**

## Dimensioni sezione

b =	300 mm
h =	400 mm
c =	52 mm

**In campata:**

Armatura tesa	4 Ø	16 mm
$A_s =$	803.84 mm <sup>2</sup>	
$\rho = A_s / (bh) =$	0.00670	

Armatura compressa	4 Ø	16 mm
$A_s' =$	803.84 mm <sup>2</sup>	
$\rho_{comp} = A_s' / (bh) =$	0.0066987	

$1,4/f_{yk} =$	0.00311	$\frac{1,4}{f_{yk}} < \rho < \rho_{comp} + \frac{3,5}{f_{yk}}$
$\rho_{comp} + 3,5/f_{yk} =$	0.01448	La verifica risulta soddisfatta

**Agli appoggi:**

Armatura tesa	4 Ø	16 mm
$A_s =$	803.84 mm <sup>2</sup>	
$\rho = A_s / (bh) =$	0.00670	

Armatura compressa	4 Ø	16 mm
$A_s' =$	803.84 mm <sup>2</sup>	
$\rho_{comp} = A_s' / (bh) =$	0.0066987	

$1,4/f_{yk} =$	0.00311	$\frac{1,4}{f_{yk}} < \rho < \rho_{comp} + \frac{3,5}{f_{yk}}$
$\rho_{comp} + 3,5/f_{yk} =$	0.01448	La verifica risulta soddisfatta

L'armatura compressa non deve mai essere inferiore a un quarto di quella tesa:

$$\rho_{comp} \geq 0,25\rho$$

nel caso specifico risulta:

$\rho_{comp} = A_s' / (bh) =$	0.0067	
$0,25\rho =$	0.0017	La verifica risulta soddisfatta

Nelle zone critiche (agli appoggi) l'armatura compressa non deve mai essere inferiore a metà di quella tesa:

$$\rho_{comp} \geq 0,5\rho$$

nel caso specifico risulta:

$\rho_{comp} = A_s' / (bh) =$	0.0067	
$0,5\rho =$	0.0033	La verifica risulta soddisfatta

## Passo massimo delle staffe nella zona critica

s1	87 mm
s2	225 mm
s3	128 mm
s4	240 mm
s =	<b>87 mm</b>

Devono inoltre essere rispettati i limiti previsti per le travi in calcestruzzo in zona non sismica (punto 4.1.6.1.1 delle NTC2018).

RcK =	35 MPa		
f <sub>ck</sub> =	28 MPa		
f <sub>ctm</sub> =	2.77 MPa	valore medio della resistenza a trazione assiale	
f <sub>yk</sub> =	450 MPa	resistenza caratteristica a trazione dell'armatura	
b <sub>t</sub> =	300 mm	larghezza media della zona tesa	
A <sub>smin</sub> =	166.86 mm <sup>2</sup>		
A <sub>s</sub> =	803.84 mm <sup>2</sup>	La verifica risulta soddisfatta	$A_{s,min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t \cdot d$
0.0013 b <sub>t</sub> d =	135.72 mm <sup>2</sup>		

A <sub>s</sub> =	803.84 mm <sup>2</sup>		
V <sub>Ed</sub> =	106.39 kN	taglio di calcolo	
f <sub>yk</sub> =	450 MPa		
γ <sub>s</sub> =	1.15		
f <sub>yd</sub> =	391.3 MPa		
V <sub>Rd</sub> =A <sub>s</sub> x f <sub>yd</sub> =	314.5 kN	La verifica risulta soddisfatta	

A <sub>s</sub> =	803.84 mm <sup>2</sup>	La verifica risulta soddisfatta
A <sub>s</sub> '=	803.84 mm <sup>2</sup>	La verifica risulta soddisfatta
0,04A <sub>c</sub> =	4800 mm <sup>2</sup>	

A <sub>st,min</sub> =1,5 b =	450 mm <sup>2</sup> /mm	
∅ =	12 mm	diametro staffe
A <sub>sw</sub> =	226.08 mm <sup>2</sup>	
s =	0.1 m	
A <sub>st</sub> =A <sub>sw</sub> /s =	2260.8 mm <sup>2</sup> /mm	La verifica risulta soddisfatta
0,8d=	278.4 mm	La verifica risulta soddisfatta

## 11.5 Verifica sbalzo

In base ai risultati riportati al capitolo 10 si effettua di seguito la verifica dello sbalzo in sommità dello spessore di 12 cm.

Di seguito si riportano le sollecitazioni massime con cui si effettuano le verifiche.

		Frame	OutputCase	P	V13	V23	M11	M22	M12
		Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
maxP	KN	126	SLU_3	52.7	4.2	-0.1	-0.8	0.4	0.3
minP	KN	113	SLU_4	-41.0	4.0	-0.2	0.0	0.0	-1.2
maxV2	KN	113	SLU_2	-39.5	20.6	-0.2	2.0	-0.1	-0.7
minV2	KN	130	SLU_1	-38.4	-20.0	0.3	1.9	-0.1	-0.6
maxV3	KN	22	SLU_20	1.4	-0.2	17.1	0.2	1.8	0.3
minV3	KN	4	SLU_21	9.4	1.5	-17.1	-2.3	-3.4	0.0
maxM2	KN-m	1	SLU_1	-34.3	17.2	1.9	2.1	0.4	-0.3
minM2	KN-m	113	SLU_2	-5.9	20.6	-3.6	-4.8	-2.8	-0.6
maxM3	KN-m	107	SLU_21	3.6	-5.1	5.4	0.7	2.2	1.1
minM3	KN-m	31	SLU_4	1.3	-3.8	16.4	-2.3	-4.3	-0.1
maxM12	KN-m	17	SLU_17	-2.0	6.1	5.8	-1.0	-1.0	1.3
minM12	KN-m	2	SLU_16	-2.0	6.1	-5.8	-1.0	-1.0	-1.3

		Frame	OutputCase	P	V13	V23	M11	M22	M12
		Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
maxP	KN	109	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	67.7	6.2	0.1	0.8	0.4	0.5
minP	KN	107	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	-46.8	-8.8	-0.2	-1.4	-0.2	0.0
maxV2	KN	1	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	4.0	15.5	3.0	1.5	0.6	0.1
minV2	KN	12	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	-7.9	-14.8	-11.4	-3.2	-2.5	-0.3
maxV3	KN	22	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	1.9	1.8	15.6	0.5	1.4	0.8
minV3	KN	4	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	3.3	-8.2	-15.6	-2.6	-3.4	-0.8
maxM2	KN-m	68	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	0.8	-0.2	7.8	2.2	1.3	0.0
minM2	KN-m	107	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	-4.3	3.1	0.7	-3.3	-2.6	-0.4
maxM3	KN-m	107	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	11.3	6.7	4.7	1.7	2.5	0.9

minM3	KN-m	68	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	2.9	-3.9	3.3	-2.4	-3.5	-0.8
maxM12	KN-m	22	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	1.3	13.8	9.6	0.0	-0.7	1.4
minM12	KN-m	4	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	-2.0	-9.9	-9.6	-2.3	-1.7	-1.4

		Frame	OutputCase	P	V13	V23	M11	M22	M12
		Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
maxP	KN	126	CARATTERISTICA 2	35.8	2.3	-0.1	-0.5	0.3	0.2
minP	KN	113	CARATTERISTICA 2	-26.9	2.3	-0.2	-0.1	0.0	-0.8
maxV2	KN	113	CARATTERISTICA 2	-26.7	14.2	-0.2	1.4	0.0	-0.4
minV2	KN	130	CARATTERISTICA 2	-26.3	-14.0	0.2	1.3	0.0	-0.4
maxV3	KN	22	CARATTERISTICA 2	0.7	-0.2	11.9	0.2	1.4	0.3
minV3	KN	4	CARATTERISTICA 2	6.1	0.6	-11.9	-1.6	-2.2	-0.1
maxM2	KN-m	1	CARATTERISTICA 2	-25.1	12.4	1.2	1.5	0.3	-0.3
minM2	KN-m	130	CARATTERISTICA 2	-3.7	-14.0	2.4	-3.3	-1.9	-0.4
maxM3	KN-m	4	CARATTERISTICA 2	0.7	-0.2	-11.9	0.2	1.4	-0.3
minM3	KN-m	31	CARATTERISTICA 2	0.9	-3.5	11.6	-1.7	-3.1	-0.2
maxM12	KN-m	17	CARATTERISTICA 1	-0.1	6.4	6.0	-1.2	-1.2	0.9
minM12	KN-m	2	CARATTERISTICA 1	-0.1	6.4	-6.0	-1.2	-1.2	-0.9

		Frame	OutputCase	P	V13	V23	M11	M22	M12
		Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
maxP	KN	126	SLE_8F	28.5	1.7	-0.1	-0.4	0.2	0.2
minP	KN	1	SLE_8F	-22.9	8.0	0.8	1.0	0.1	-0.5
maxV2	KN	113	SLE_8F	-21.7	12.1	-0.2	1.1	0.0	-0.4
minV2	KN	130	SLE_8F	-21.4	-11.8	0.2	1.1	0.0	-0.4
maxV3	KN	31	SLE_8F	-5.3	-0.1	10.7	-0.2	0.7	-0.1
minV3	KN	158	SLE_8F	1.0	-2.4	-10.7	-1.5	-2.8	0.1
maxM2	KN-m	1	SLE_1F	-20.3	9.9	1.0	1.3	0.3	-0.4
minM2	KN-m	113	SLE_8F	-3.3	12.1	-2.1	-2.9	-1.6	-0.3
maxM3	KN-m	4	SLE_8F	0.3	-0.3	-10.6	0.2	1.2	-0.3
minM3	KN-m	31	SLE_8F	1.0	-2.4	10.7	-1.5	-2.8	-0.1

maxM12	KN-m	17	SLE_7F	-0.5	5.3	5.3	-0.9	-1.0	0.8
minM12	KN-m	2	SLE_7F	-0.5	5.3	-5.3	-0.9	-1.0	-0.8

		Frame	OutputCase	P	V13	V23	M11	M22	M12
		Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
maxP	KN	126	SLE_QP	25.4	1.0	0.0	-0.3	0.2	0.2
minP	KN	1	SLE_QP	-20.9	7.4	0.9	1.0	0.1	-0.5
maxV2	KN	113	SLE_QP	-19.7	11.4	-0.1	1.1	0.0	-0.4
minV2	KN	130	SLE_QP	-19.4	-11.1	0.1	1.0	0.0	-0.3
maxV3	KN	31	SLE_QP	-4.6	0.0	10.1	-0.2	0.6	-0.1
minV3	KN	158	SLE_QP	1.1	-2.3	-10.1	-1.4	-2.6	0.1
maxM2	KN-m	1	SLE_QP	-19.9	9.6	0.9	1.3	0.2	-0.4
minM2	KN-m	113	SLE_QP	-2.9	11.4	-2.0	-2.7	-1.5	-0.3
maxM3	KN-m	4	SLE_QP	-0.1	-0.2	-9.7	0.2	1.2	-0.4
minM3	KN-m	31	SLE_QP	1.1	-2.3	10.1	-1.4	-2.6	-0.1
maxM12	KN-m	17	SLE_QP	0.2	6.0	5.9	-1.1	-1.2	0.7
minM12	KN-m	2	SLE_QP	0.2	6.0	-5.9	-1.1	-1.2	-0.7

## Verifica flessione M11\*

Si effettua la verifica a flessione con i valori massimi del momento flettente, pari a  $M_{11}^* = M_{11} \pm M_{12}$ , trascurando, in favore di sicurezza, il contributo dello sforzo assiale.

Allo stesso tempo si effettua la verifica a pressoflessione considerando lo sforzo assiale massimo agente ed il momento flettente relativo  $M_{11}^*$ .

### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: Sbalzo

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35	
	Resis. compr. di progetto fcd:	158.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	323080	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	27.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	168.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	168.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	126.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
Resist. caratt. rottura ftk:		4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
Resist. snerv. di progetto fyd:		3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
Resist. ultima di progetto ftd:		3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef		2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \beta_2$ :		1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$ :		0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3600.0	daN/cm <sup>2</sup>	

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C28/35

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	12.0
3	50.0	12.0

4                      50.0                      0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.6	4.4	12
2	-45.6	7.6	12
3	45.6	7.6	12
4	45.6	4.4	12

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N°Gen.                      Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
 N°Barra Ini.                Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
 N°Barra Fin.                Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
 N°Barre                      Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
 Ø                                Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	12
2	2	3	3	12

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N                                Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx                              Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia  
                                     con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My                              Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia  
                                     con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy                              Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx                              Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	-540	0	10	0
2	-5270	-110	0	0	0
3	4099	-120	0	0	0

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N                                Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx                              Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
                                     con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My                              Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
                                     con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0	-370	0

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

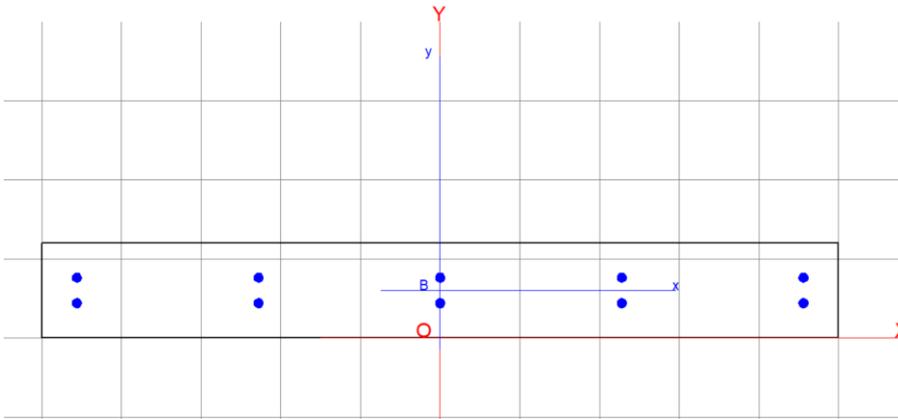
N                                Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx                              Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
                                     con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My                              Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
                                     con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0	-320 (-682)	0 (0)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0	-300 (-682)	0 (0)



**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.8 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.0 cm

**VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0	-540	0	0	-1937	0	3.59	11.3(1.2)
2	S	-5270	-110	0	-5261	-1813	0	16.48	11.3(1.2)
3	S	4099	-120	0	4103	-2032	0	16.93	11.3(1.9)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)

Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.403	-50.0	0.0	-0.00153	-45.6	4.4	-0.00519	45.6	7.6
2	0.00350	0.382	-50.0	0.0	-0.00181	-45.6	4.4	-0.00567	45.6	7.6
3	0.00350	0.422	-50.0	0.0	-0.00130	-45.6	4.4	-0.00480	45.6	7.6

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.001143460	0.003500000	0.403	0.943
2	0.000000000	-0.001206985	0.003500000	0.382	0.917
3	0.000000000	-0.001091535	0.003500000	0.422	0.967

#### METODO SLU - VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [ $<0.02$ ]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm <sup>2</sup> ]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	10	6323	7.6	100.0	0.0149	0.0
2	S	0	0	7.6	100.0	0.0000	0.0
3	S	0	6713	7.6	100.0	0.0149	0.3

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm <sup>2</sup> ]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm <sup>2</sup> ]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	40.5	50.0	0.0	-871	45.6	7.6	328	5.7

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	35.0	50.0	0.0	-753	-22.8	7.6	328	5.7

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$

Ver.	Esito della verifica
e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00075	0	0.500	12.0	38	0.00023 (0.00023)	248	0.056 (0.40)	-682	0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	32.8	50.0	0.0	-706	-22.8	7.6	328	5.7

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00070	0	0.500	12.0	38	0.00021 (0.00021)	248	0.052 (0.30)	-682	0

**DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.**  
NOME FILE SEZIONE: Sbalzo\_SLV

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35	
	Resis. compr. di progetto fcd:	158.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	323080	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	27.60	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C28/35

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	12.0
3	50.0	12.0
4	50.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.6	4.4	12
2	-45.6	7.6	12
3	45.6	7.6	12
4	45.6	4.4	12

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

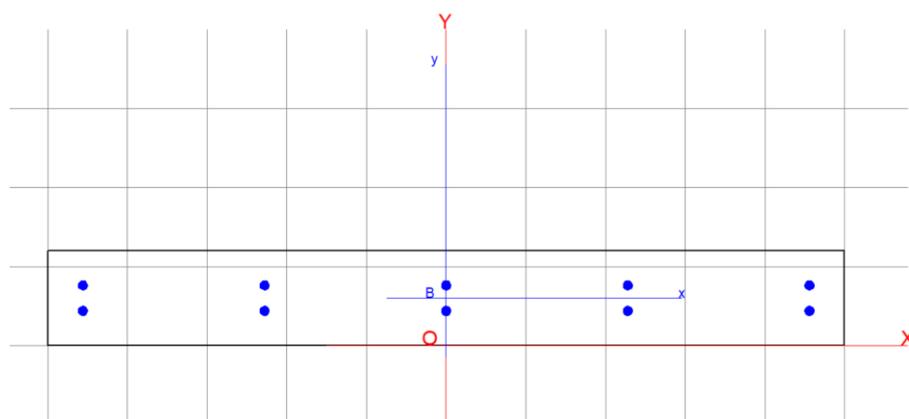
N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
--------	--------------	--------------	---------	---

1	1	4	3	12
2	2	3	3	12

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	-370	0	10	0
2	-6770	130	0	0	0
3	4679	-140	0	0	0



### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	2.0 cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0	-370	0	0	-1617	0	4.37	11.3(1.2)
2	S	-6770	130	0	-6743	1352	0	10.40	11.3(1.2)
3	S	4679	-140	0	4704	-1789	0	12.78	5.7(1.9)

### METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00145	0.426	-50.0	0.0	-0.00052	-45.6	4.4	-0.00196	45.6	7.6
2	0.00122	0.383	50.0	12.0	-0.00062	45.6	7.6	-0.00196	-45.6	4.4
3	0.00161	0.451	-50.0	0.0	-0.00046	-45.6	4.4	-0.00196	45.6	7.6

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]; deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000448146	0.001449413	0.426	0.972
2	0.000000000	0.000417389	-0.003793011	0.383	0.919
3	0.000000000	-0.000468736	0.001605896	0.451	1.000

#### METODO SLU - VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [ $<0.02$ ]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm <sup>2</sup> ]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	10	6323	7.6	100.0	0.0149	0.0
2	S	0	0	7.6	100.0	0.0000	0.0
3	S	0	6768	7.6	100.0	0.0149	0.4

## Verifica flessione M22\*

Si effettua la verifica a flessione con i valori massimi del momento flettente, pari a  $M_{22}^* = M_{22} \pm M_{12}$ , trascurando, in favore di sicurezza, il contributo dello sforzo assiale.

Allo stesso tempo si effettua la verifica a pressoflessione considerando lo sforzo assiale massimo agente ed il momento flettente relativo  $M_{22}^*$ .

### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: Sbalzo

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35	
	Resis. compr. di progetto fcd:	158.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	323080	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	27.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	168.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	168.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	126.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3600.0	daN/cm <sup>2</sup>	

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C28/35

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	12.0
3	50.0	12.0

4                      50.0                      0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.6	4.4	12
2	-45.6	7.6	12
3	45.6	7.6	12
4	45.6	4.4	12

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N°Gen.                      Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
 N°Barra Ini.                Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
 N°Barra Fin.                Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
 N°Barre                      Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
 Ø                                Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	12
2	2	3	3	12

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N                              Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx                             Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia  
                                    con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My                             Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia  
                                    con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy                             Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx                             Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	-450	0	10	0
2	-5270	70	0	0	0
3	4099	-120	0	0	0

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N                              Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx                             Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
                                    con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My                             Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
                                    con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0	-330	0

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

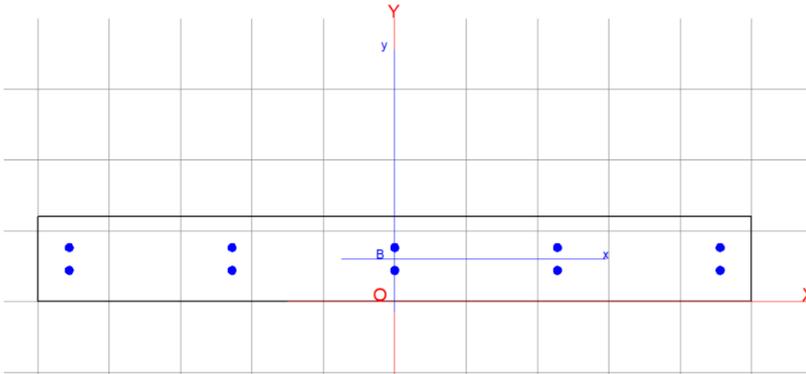
N                              Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx                             Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
                                    con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My                             Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
                                    con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0	-290 (-682)	0 (0)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0	-270 (-682)	0 (0)



**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	2.0 cm

**VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0	-450	0	0	-1937	0	4.30	11.3(1.2)
2	S	-5270	70	0	-5261	1813	0	25.90	11.3(1.2)
3	S	4099	-120	0	4103	-2032	0	16.93	11.3(1.9)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)

es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.403	-50.0	0.0	-0.00153	-45.6	4.4	-0.00519	45.6	7.6
2	0.00350	0.382	50.0	12.0	-0.00181	45.6	7.6	-0.00567	-45.6	4.4
3	0.00350	0.422	-50.0	0.0	-0.00130	-45.6	4.4	-0.00480	45.6	7.6

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.001143460	0.003500000	0.403	0.943
2	0.000000000	0.001206985	-0.010983821	0.382	0.917
3	0.000000000	-0.001091535	0.003500000	0.422	0.967

#### METODO SLU - VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio $V_y$ di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [ $<0.02$ ]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm <sup>2</sup> ]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	10	6323	7.6	100.0	0.0149	0.0
2	S	0	0	7.6	100.0	0.0000	0.0
3	S	0	6713	7.6	100.0	0.0149	0.3

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm <sup>2</sup> ]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm <sup>2</sup> ]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	36.1	50.0	0.0	-776	45.6	7.6	328	5.7

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	31.7	50.0	0.0	-682	45.6	7.6	328	5.7

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$ Esito della verifica
------	---

e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\text{ eff}}$ [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{\text{max}} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\text{ max} * (e_{\text{ sm}} - e_{\text{ cm}})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00068	0	0.500	12.0	38	0.00020 (0.00020)	248	0.051 (0.40)	-682	0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	29.6	50.0	0.0	-635	45.6	7.6	328	5.7

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00063	0	0.500	12.0	38	0.00019 (0.00019)	248	0.047 (0.30)	-682	0

**DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.**  
NOME FILE SEZIONE: Sbalzo\_SLV

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35	
	Resis. compr. di progetto fcd:	158.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	323080	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	27.60	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C28/35

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	12.0
3	50.0	12.0
4	50.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.6	4.4	12
2	-45.6	7.6	12
3	45.6	7.6	12
4	45.6	4.4	12

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

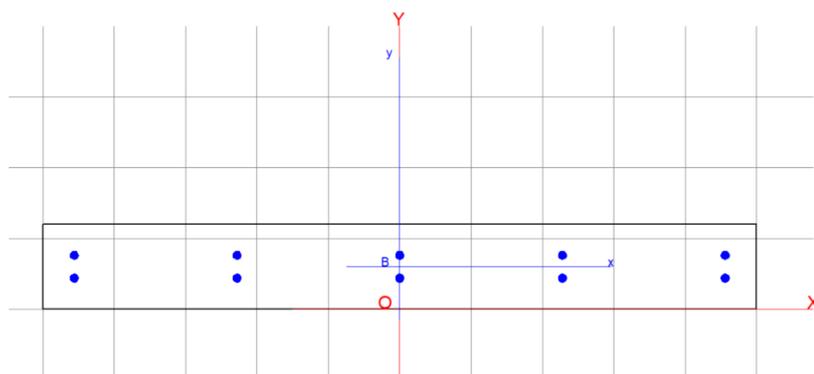
N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
--------	--------------	--------------	---------	---

1	1	4	3	12
2	2	3	3	12

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	-420	0	10	0
2	-6770	90	0	0	0
3	4679	-20	0	0	0


**RISULTATI DEL CALCOLO**
**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	2.0 cm

**VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0	-420	0	0	-1617	0	3.85	11.3(1.2)
2	S	-6770	90	0	-6743	1352	0	15.02	11.3(1.2)
3	S	4679	-20	0	4704	-1789	0	89.46	5.7(1.9)

**METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
--------	---

x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00145	0.426	-50.0	0.0	-0.00052	-45.6	4.4	-0.00196	45.6	7.6
2	0.00122	0.383	50.0	12.0	-0.00062	45.6	7.6	-0.00196	-45.6	4.4
3	0.00161	0.451	-50.0	0.0	-0.00046	-45.6	4.4	-0.00196	45.6	7.6

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000448146	0.001449413	0.426	0.972
2	0.000000000	0.000417389	-0.003793011	0.383	0.919
3	0.000000000	-0.000468736	0.001605896	0.451	1.000

#### METODO SLU - VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [ $<0.02$ ]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm <sup>2</sup> ]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	10	6323	7.6	100.0	0.0149	0.0
2	S	0	0	7.6	100.0	0.0000	0.0
3	S	0	6768	7.6	100.0	0.0149	0.4

### Verifica a taglio

#### Verifica a taglio senza armatura a taglio

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Rck                    35 MPa

fck                    29.05 MPa

$\gamma_c$                     1.5

h                      120 mm

d                      82 mm

bw                    1000 mm

As                    5                     $\Phi$                     12.0

$1+(200/d)^{0,5}$                     2.562

k                      2.000

Asl                    565 mmq

Asl/(bw · d)                    0.0069

$\rho_1$                     0.007

$v_{\min}$                     0.534

$v_{\min} \cdot b_w \cdot d$                     43752

$V_{Rd}$                     53.4 KN                    >                     $V_{Ed}$                     VERIFICATO

senza considerare il contributo dello sforzo assiale

## 12 EFFETTI DELLA NON LINEARITA' GEOMETRICA

### Effetti delle non linearità geometriche

Le non linearità geometriche sono prese in conto attraverso il fattore  $\theta$  che, in assenza di più accurate determinazioni, può essere definito come:

$$\theta = \frac{P \cdot d_{ER}}{V \cdot h} \quad [7.3.3]$$

dove:

$P$  è il carico verticale totale dovuto all'orizzontamento in esame e alla struttura ad esso sovrastante;

$d_{ER}$  è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano allo *SLV*, ottenuto come differenza tra lo spostamento orizzontale dell'orizzontamento considerato e lo spostamento orizzontale dell'orizzontamento immediatamente sottostante, entrambi valutati come indicato al § 7.3.3.3;

$V$  è la forza orizzontale totale in corrispondenza dell'orizzontamento in esame, derivante dall'analisi lineare con fattore di comportamento  $q$ ;

$h$  è la distanza tra l'orizzontamento in esame e quello immediatamente sottostante.

Gli effetti delle non linearità geometriche:

- possono essere trascurati, quando  $\theta$  è minore di 0,1;
- possono essere presi in conto incrementando gli effetti dell'azione sismica orizzontale di un fattore pari a  $1/(1-\theta)$ , quando  $\theta$  è compreso tra 0,1 e 0,2;
- devono essere valutati attraverso un'analisi non lineare, quando  $\theta$  è compreso tra 0,2 e 0,3.

Il fattore  $\theta$  non può comunque superare il valore 0,3.

Dal modello di calcolo si ottengono le forze  $P$  e  $V$  agenti in corrispondenza dell'orizzontamento:

TABLE: Element Forces - Frames					TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	P	P tot	Frame	Station	OutputCase	V2	V3	V2 tot	V3 tot
Text	m	Text	KN	KN	Text	m	Text	KN	KN	KN	KN
1	3.2	G1+G2	-46.89	-585.116	1	3.2	SISMA X	13.124	0.522	130.462	127.614
2	3.2	G1+G2	-77.541		1	3.2	SISMA Y	1.123	13.966		
3	3.2	G1+G2	-46.89		2	3.2	SISMA X	12.175	0.439		
4	3.2	G1+G2	-74.503		2	3.2	SISMA Y	4.64E-08	16.159		
5	3.2	G1+G2	-106.186		3	3.2	SISMA X	13.124	0.522		
6	3.2	G1+G2	-74.503		3	3.2	SISMA Y	1.123	13.966		
7	3.2	G1+G2	-43.026		4	3.2	SISMA X	15.594	0.018		
8	3.2	G1+G2	-72.551		4	3.2	SISMA Y	1.211	12.421		
9	3.2	G1+G2	-43.026		5	3.2	SISMA X	15.136	0.016		
					5	3.2	SISMA Y	5.1E-09	15.06		
					6	3.2	SISMA X	15.594	0.018		
					6	3.2	SISMA Y	1.211	12.421		
					7	3.2	SISMA X	13.33	0.506		
					7	3.2	SISMA Y	0.958	12.866		
					8	3.2	SISMA X	12.471	0.423		
					8	3.2	SISMA Y	2.57E-08	14.919		
					9	3.2	SISMA X	13.33	0.506		
					9	3.2	SISMA Y	0.958	12.866		

### 7.3.3.3 VALUTAZIONE DEGLI SPOSTAMENTI DELLA STRUTTURA

Gli spostamenti  $d_E$  sotto l'azione sismica di progetto relativa allo *SLV* si ottengono moltiplicando per il fattore di duttilità in spostamento  $\mu_d$  i valori  $d_{E0}$  ottenuti dall'analisi lineare, dinamica o statica, secondo l'espressione seguente:

$$d_E = \pm \mu_d \cdot d_{E0} \quad [7.3.8]$$

Dove :

$$\begin{aligned} \mu_d &= q && \text{se } T_1 \geq T_c \\ \mu_d &= 1 + (q - 1) \cdot \frac{T_c}{T_1} && \text{se } T_1 < T_c \end{aligned} \quad [7.3.9]$$

In ogni caso  $\mu_d \leq 5q - 4$ .

Dal modello di calcolo si ottengono i seguenti spostamenti:

q=	3.3
Tc =	0.4542
T1 =	0.2159
$\mu_d$ =	5.84

**TABLE: Joint Displacements**

Joint Text	OutputCase Text	CaseType Text	StepType Text	U1 m	U1		U1d	
					max	min	max	min
2	SISMA X	LinRespSpec	Max	0.00234	0.00234	0.000000	0.01368	0.00000
2	SISMA Y	LinRespSpec	Max	0.000178				
4	SISMA X	LinRespSpec	Max	0.002293				
4	SISMA Y	LinRespSpec	Max	4.27E-13				
6	SISMA X	LinRespSpec	Max	0.00234				
6	SISMA Y	LinRespSpec	Max	0.000178				
8	SISMA X	LinRespSpec	Max	0.002343				
8	SISMA Y	LinRespSpec	Max	0.000178				
12	SISMA X	LinRespSpec	Max	0.002343				
12	SISMA Y	LinRespSpec	Max	0.000178				
14	SISMA X	LinRespSpec	Max	0.00234				
14	SISMA Y	LinRespSpec	Max	0.000179				
16	SISMA X	LinRespSpec	Max	0.002292				
16	SISMA Y	LinRespSpec	Max	2.7E-13				
18	SISMA X	LinRespSpec	Max	0.00234				
18	SISMA Y	LinRespSpec	Max	0.000179				

**TABLE: Joint Displacements**

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U2	U2		U2d	
					max	min	max	min
2	SISMA X	LinRespSpri Max		0.000064	0.00241	0.00000	0.014070	0.000014
2	SISMA Y	LinRespSpri Max		0.002409				
4	SISMA X	LinRespSpri Max		0.000064				
4	SISMA Y	LinRespSpri Max		0.00241				
6	SISMA X	LinRespSpri Max		0.000064				
6	SISMA Y	LinRespSpri Max		0.002409				
8	SISMA X	LinRespSpri Max		2.32E-06				
8	SISMA Y	LinRespSpri Max		0.002241				
12	SISMA X	LinRespSpri Max		2.32E-06				
12	SISMA Y	LinRespSpri Max		0.002241				
14	SISMA X	LinRespSpri Max		0.000062				
14	SISMA Y	LinRespSpri Max		0.002224				
16	SISMA X	LinRespSpri Max		0.000062				
16	SISMA Y	LinRespSpri Max		0.002225				
18	SISMA X	LinRespSpri Max		0.000062				
18	SISMA Y	LinRespSpri Max		0.002224				

**Effetti della non linearità geometrica**

P=	585.116	KN		
V2=	130.462	KN		
V3=	127.614	KN		
U1d =	0.013679	m		
U2d =	0.01407	m		
h=	3.2	m		
$\theta_1 =$	0.019	$\leq$	0.1	trascurare
$\theta_2 =$	0.020	$\leq$	0.1	trascurare

## 13 VERIFICA STATO LIMITE DI DEFORMABILITA'

### 13.1 Travi 30x40 interne

Travi e solai					
Per travi e solai con luci non superiori a 10 m è possibile omettere la verifica delle inflessioni come sopra riportata, ritenendola implicitamente soddisfatta, se il rapporto l/h tra luce e altezza rispetta la limitazione					
$\frac{l}{h} \leq K \left[ 11 + \frac{0.015 f_{ck}}{\rho + \rho'} \right] \left[ \frac{500 A_{s,eff}}{f_{yk} A_{s,calc}} \right] \quad [C4.1.4]$					
dove $f_{ck}$ e $f_{yk}$ sono espressi in MPa, $\rho$ e $\rho'$ sono i rapporti tra armatura tesa e compressa, rispettivamente, $A_{s,eff}$ ed $A_{s,calc}$ sono, rispettivamente, l'armatura tesa effettivamente presente nella sezione più sollecitata e l'armatura di progetto nella stessa sezione, e K è un coefficiente correttivo, che dipende dallo schema strutturale.					
altezza trave	h=	400	mm	condizione di validità ≤ 10 m OK	
base trave	b=	300	mm		
luce trave	L=	7300	mm		
calcestruzzo	Rck	35	MPa		
	fck	28	MPa		
	fyk	450	MPa		
area cls	Ac =	120000	mmq		
armat. Tesa	As,tesa =	4	Φ	16.0	⇒ 804.25 mmq
armat. Comp	As,compressa =	4	Φ	16.0	⇒ 804.25 mmq
armat. Tesa sez +soll	As,eff =	4	Φ	16.0	⇒ 804.25 mmq
armat. Di progetto sez + soll	As,calc =	4	Φ	16.0	⇒ 1608.495 mmq
		4	Φ	16.0	⇒ mmq
	K=	1			
	ρ =	0.0067			
	ρ' =	0.0067			
	λ =	18.25			
	λ lim =	23.52			
[C4.1.4]	λ ≤ λ lim	verificato	⇒	verifica inflessione soddisfatta	

### 13.2 Travi 30x40 bordo

Travi e solai						
Per travi e solai con luci non superiori a 10 m è possibile omettere la verifica delle inflessioni come sopra riportata, ritenendola implicitamente soddisfatta, se il rapporto l/h tra luce e altezza rispetta la limitazione						
$\frac{l}{h} \leq K \left[ 11 + \frac{0.015 f_{ck}}{\rho + \rho'} \right] \left[ \frac{500 A_{s,eff}}{f_{yk} A_{s,calc}} \right]$				[C4.1.4]		
dove $f_{ck}$ e $f_{yk}$ sono espressi in MPa, $\rho$ e $\rho'$ sono i rapporti tra armatura tesa e compressa, rispettivamente, $A_{s,eff}$ ed $A_{s,calc}$ sono, rispettivamente, l'armatura tesa effettivamente presente nella sezione più sollecitata e l'armatura di progetto nella stessa sezione, e K è un coefficiente correttivo, che dipende dallo schema strutturale.						
altezza trave	h=	400	mm			
base trave	b=	300	mm		condizione di validità	
luce trave	L=	7300	mm	≤	10 m	OK
calcestruzzo	Rck	35	MPa			
	fck	28	MPa			
acciaio	fyk	450	MPa			
area cls	Ac =	120000	mmq			
armat. Tesa	As,tesa =	4	Φ	16.0	⇒	804.25 mmq
armat. Comp	As,compressa =	4	Φ	14.0	⇒	615.75 mmq
armat. Tesa sez +soll	As,eff =	4	Φ	16.0	⇒	804.25 mmq
armat. Di progetto sez + soll	As,calc =	4	Φ	16.0	⇒	1420 mmq
		4	Φ	14.0	⇒	mmq
	K=	1				
	ρ =	0.0067				
	ρ' =	0.0051				
	λ =	18.25				
	λ lim =	29.26				
[C4.1.4]	λ ≤ λ lim	verificato	⇒	verifica inflessione soddisfatta		

## 14 VERIFICA AGLI SLE

Per le costruzioni ricadenti in classe d'uso III e IV si deve verificare che gli spostamenti interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SLO siano inferiori a  $2/3 \cdot 0.01$  h e quindi:

$d_r < 2/3 \cdot 0.01$  h, essendo  $d_r$  lo spostamento di interpiano ed h l'altezza del piano.

Si riportano di seguito le verifiche degli spostamenti orizzontali lungo X (U1) e lungo Y (U2) effettuate per le combinazioni di carico Sisma-SLEX e Sisma-SLEY.

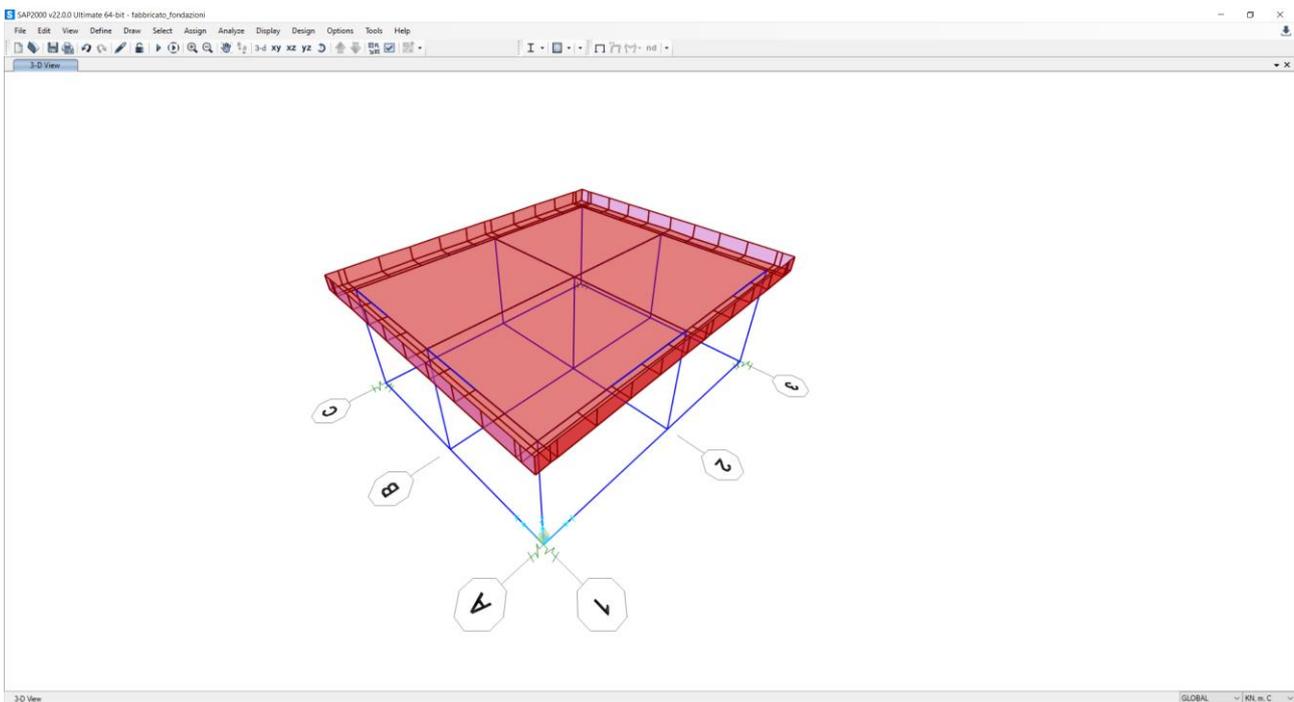
TABLE: Joint Displacements								
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U1 (m)		H	$\delta$
Text	Text	Text	Text	m	max	min	m	m
2	SISMA_SLE X	LinRespSpec	Max	0.002875	0.002878	0.000000	3.40	0.023
2	SISMA_SLE Y	LinRespSpec	Max	0.000219	OK	OK		
4	SISMA_SLE X	LinRespSpec	Max	0.002817				
4	SISMA_SLE Y	LinRespSpec	Max	2E-13				
6	SISMA_SLE X	LinRespSpec	Max	0.002875				
6	SISMA_SLE Y	LinRespSpec	Max	0.000219				
8	SISMA_SLE X	LinRespSpec	Max	0.002878				
8	SISMA_SLE Y	LinRespSpec	Max	0.000219				
12	SISMA_SLE X	LinRespSpec	Max	0.002878				
12	SISMA_SLE Y	LinRespSpec	Max	0.000219				
14	SISMA_SLE X	LinRespSpec	Max	0.002875				
14	SISMA_SLE Y	LinRespSpec	Max	0.00022				
16	SISMA_SLE X	LinRespSpec	Max	0.002816				
16	SISMA_SLE Y	LinRespSpec	Max	1.44E-13				
18	SISMA_SLE X	LinRespSpec	Max	0.002875				
18	SISMA_SLE Y	LinRespSpec	Max	0.00022				

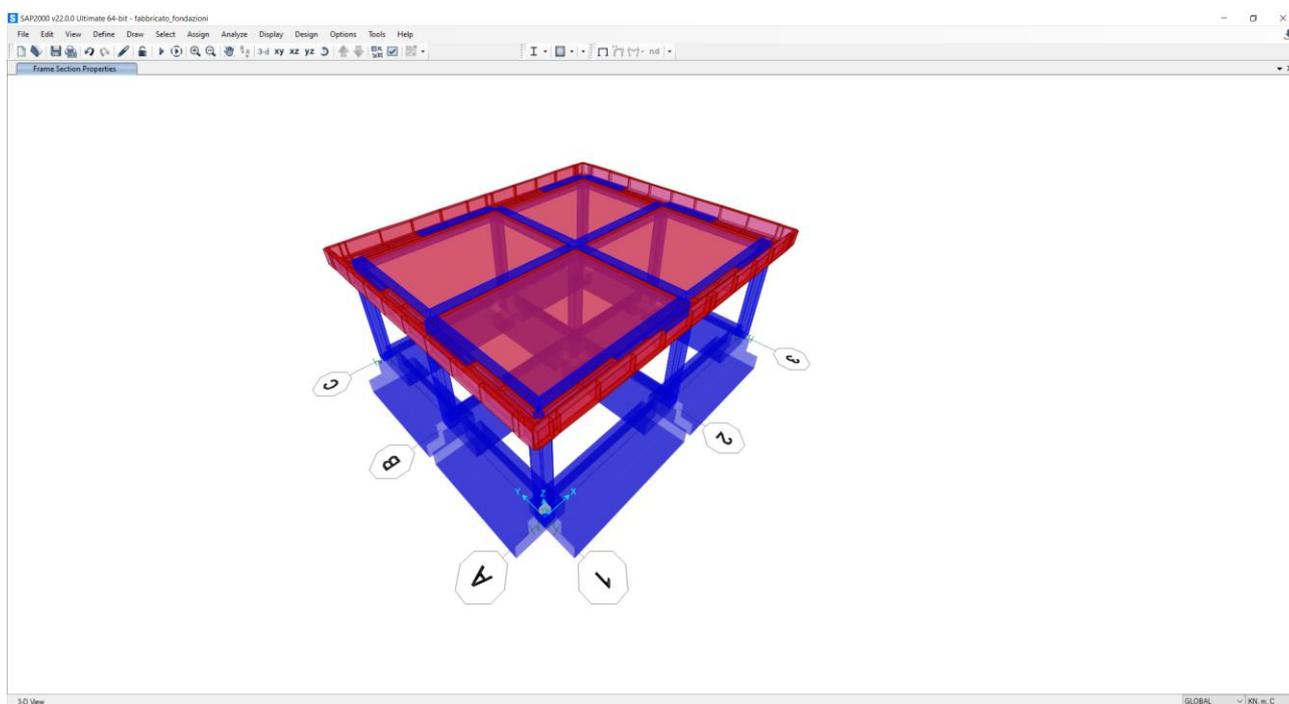
TABLE: Joint Displacements					U2 (m)		H	$\delta$
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U2	max	min	m	m
Text	Text	Text	Text	m				
2	SISMA_SLE X	LinRespSpec	Max	0.000079	0.0030	0.0000	3.40	0.034
2	SISMA_SLE Y	LinRespSpec	Max	0.002959	OK	OK		
4	SISMA_SLE X	LinRespSpec	Max	0.000079				
4	SISMA_SLE Y	LinRespSpec	Max	0.002961				
6	SISMA_SLE X	LinRespSpec	Max	0.000079				
6	SISMA_SLE Y	LinRespSpec	Max	0.002959				
8	SISMA_SLE X	LinRespSpec	Max	2.84E-06				
8	SISMA_SLE Y	LinRespSpec	Max	0.002753				
12	SISMA_SLE X	LinRespSpec	Max	2.84E-06				
12	SISMA_SLE Y	LinRespSpec	Max	0.002753				
14	SISMA_SLE X	LinRespSpec	Max	0.000077				
14	SISMA_SLE Y	LinRespSpec	Max	0.002732				
16	SISMA_SLE X	LinRespSpec	Max	0.000076				
16	SISMA_SLE Y	LinRespSpec	Max	0.002734				
18	SISMA_SLE X	LinRespSpec	Max	0.000077				
18	SISMA_SLE Y	LinRespSpec	Max	0.002732				

## 15 MODELLAZIONE TRAVI ROVESCE DI FONDAZIONE

Le sollecitazioni sulle travi rovesce di fondazione sono state determinate con l'ausilio del codice di calcolo automatico SAP2000 utilizzando il modello di calcolo implementato a partire da quello utilizzato per il dimensionamento e la verifica delle strutture in elevazione. In particolare le travi di fondazione sono state modellate utilizzando elementi *frame* ai quali sono state assegnate molle verticali con una costante elastica  $K_s = 15000 \text{ KN/m}^3$  per simulare il terreno alla Winkler.

Si riporta di seguito il modello di calcolo.





Si riportano di seguito le sollecitazioni agenti sulla soletta di fondo ottenute dall'analisi.

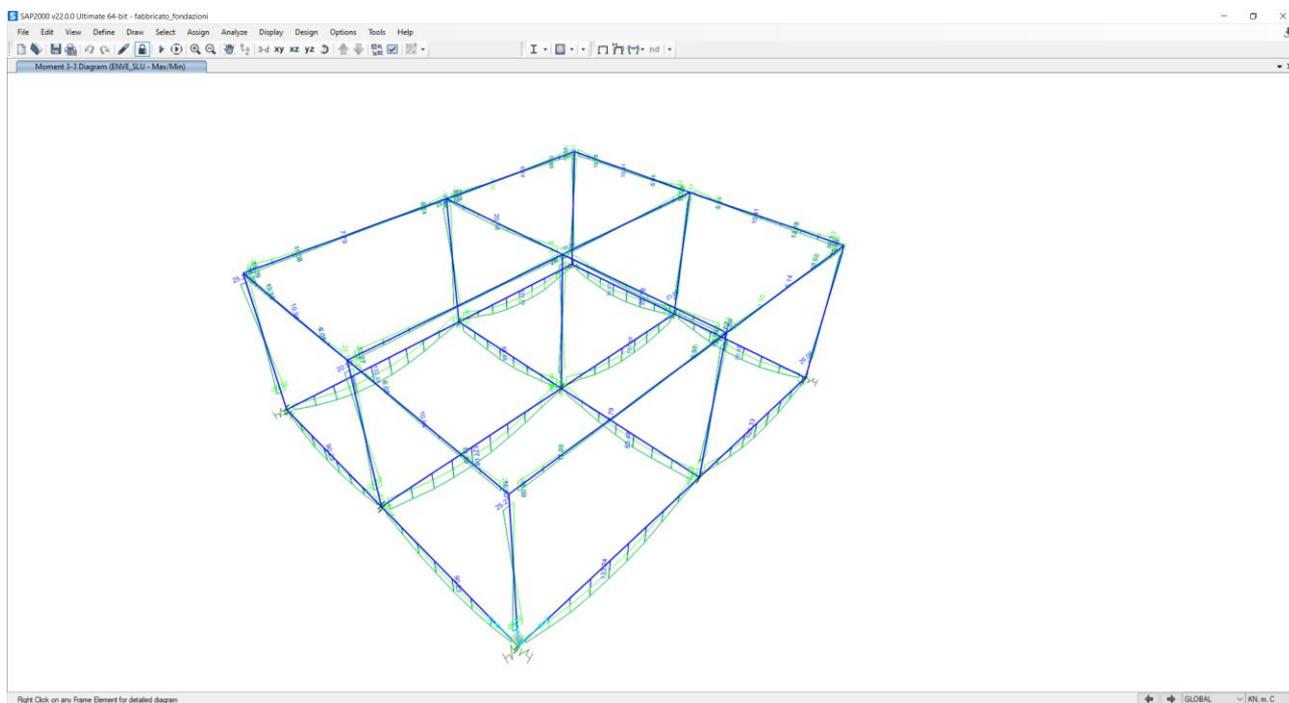


Figura 32 – Momento flettente  $M_{33}$  - combinazione ENVE-SLU

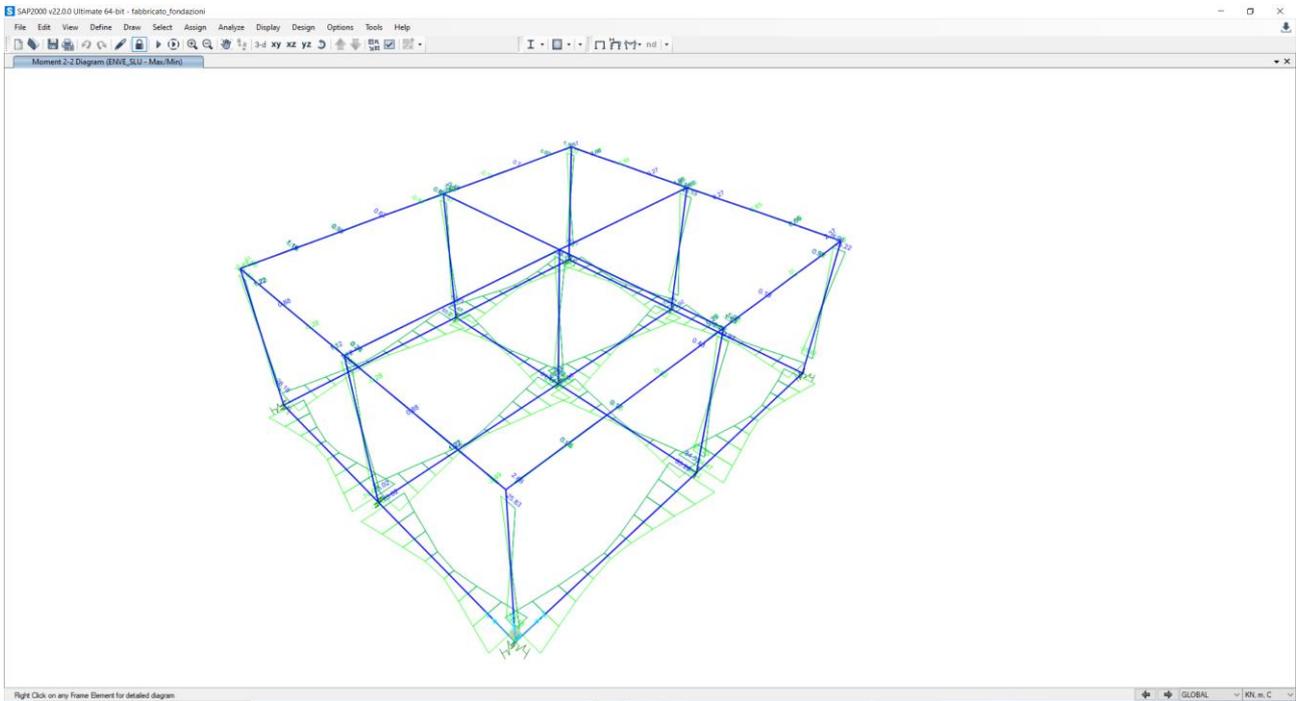


Figura 33 – Momento flettente  $M_{22}$  - combinazione ENVE-SLU

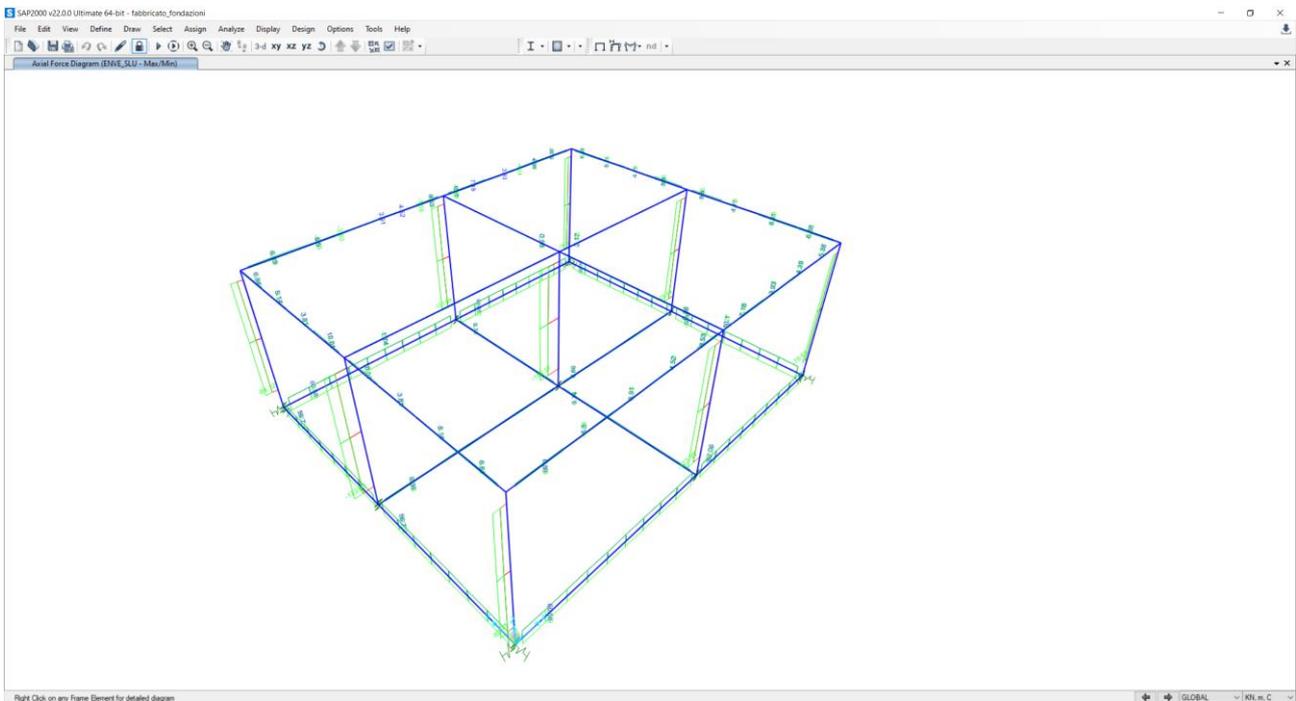


Figura 34 – Sforzo assiale  $N$  - combinazione ENVE-SLU

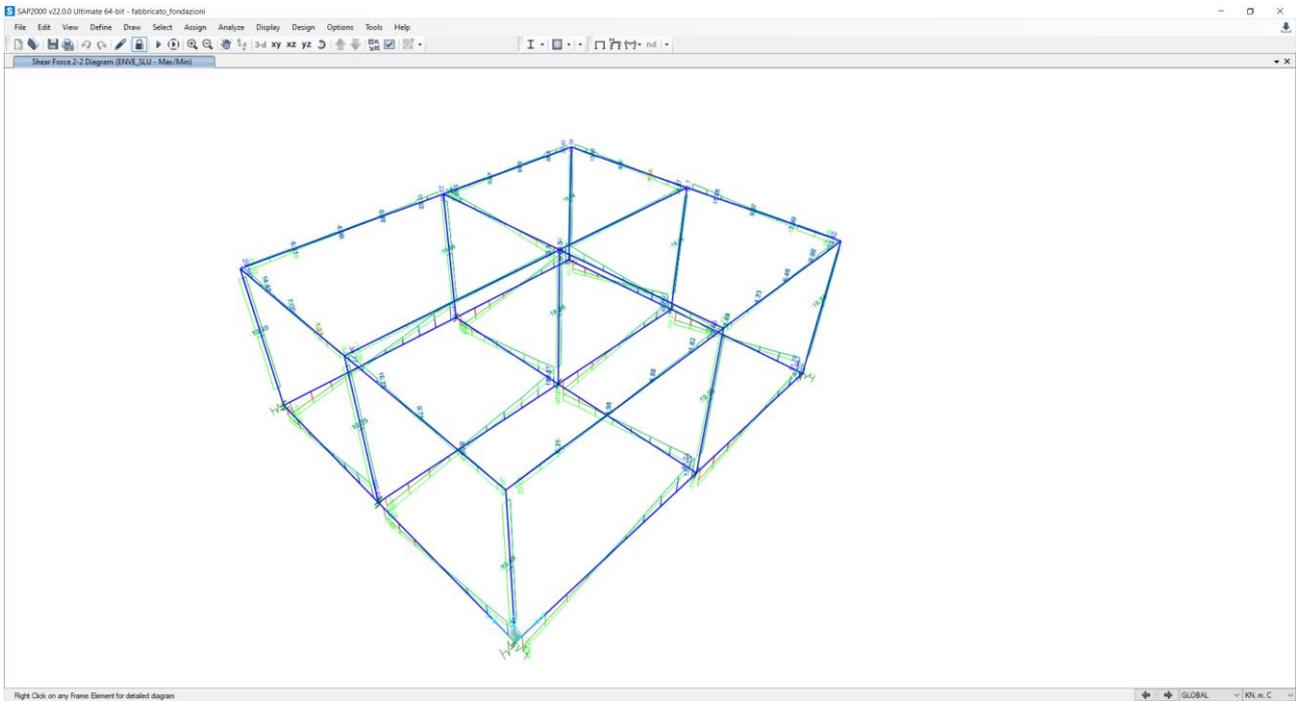


Figura 35 – Taglio V22 - combinazione ENVE-SLU

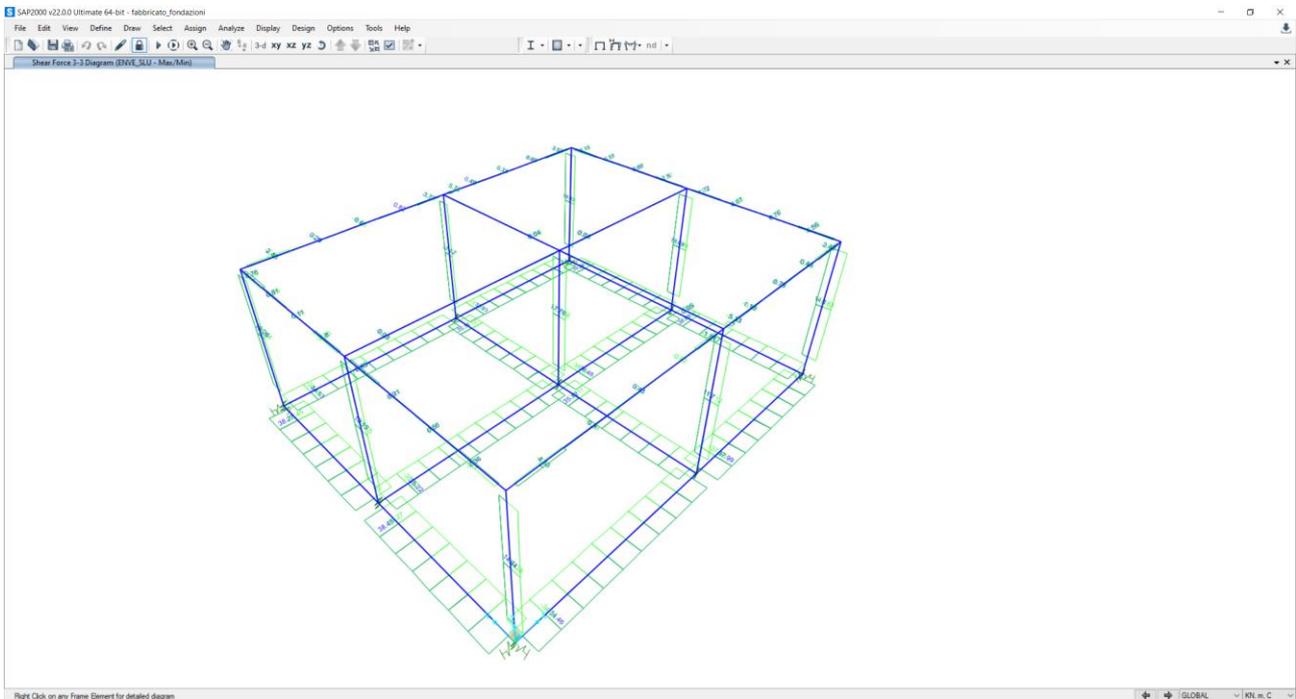


Figura 36 – Taglio V33 - combinazione ENVE-SLU

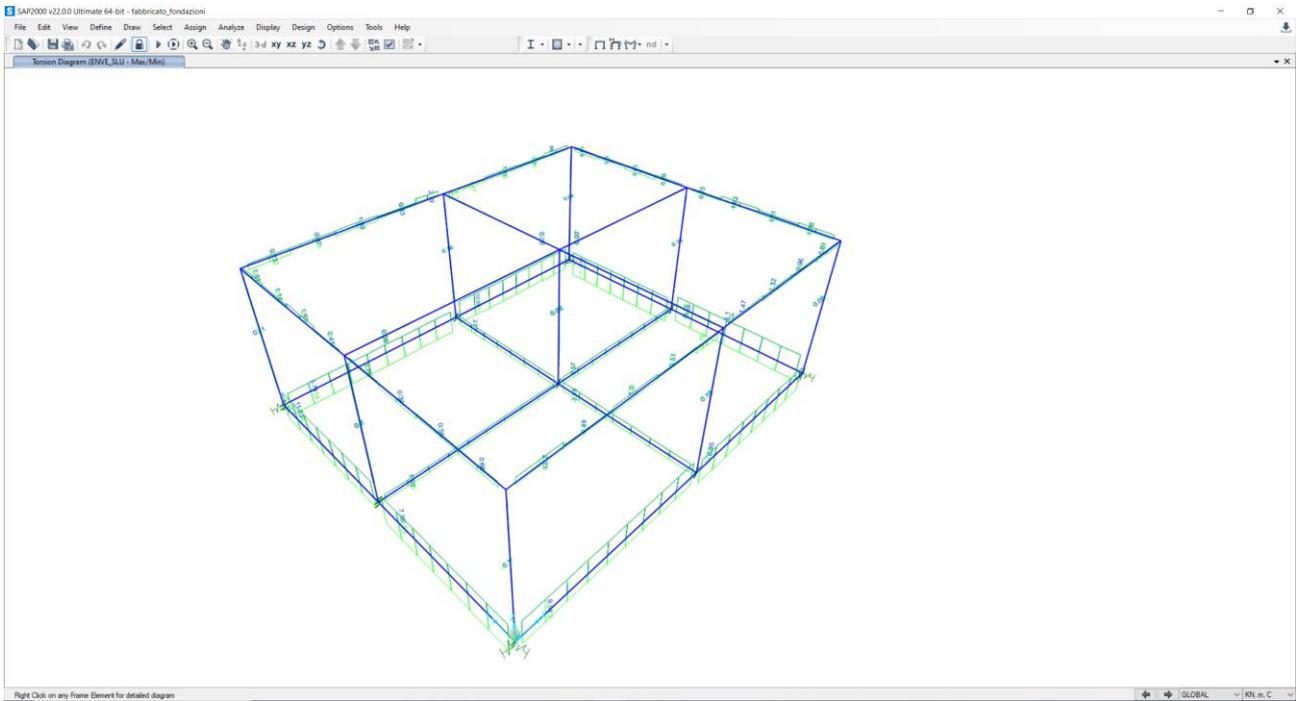


Figura 37 – Momento torcente - combinazione ENVE-SLU

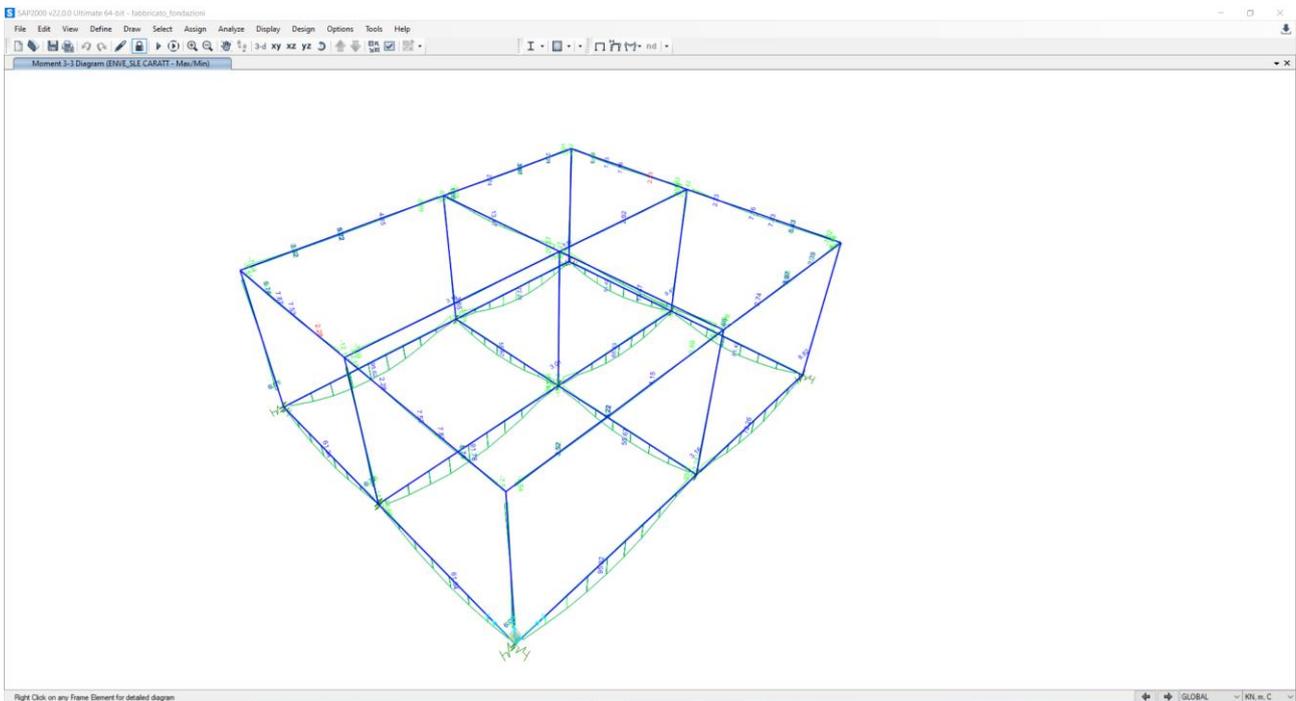


Figura 38 – Momento flettente M33 - combinazione ENVE-SLE CARATTERISTICA

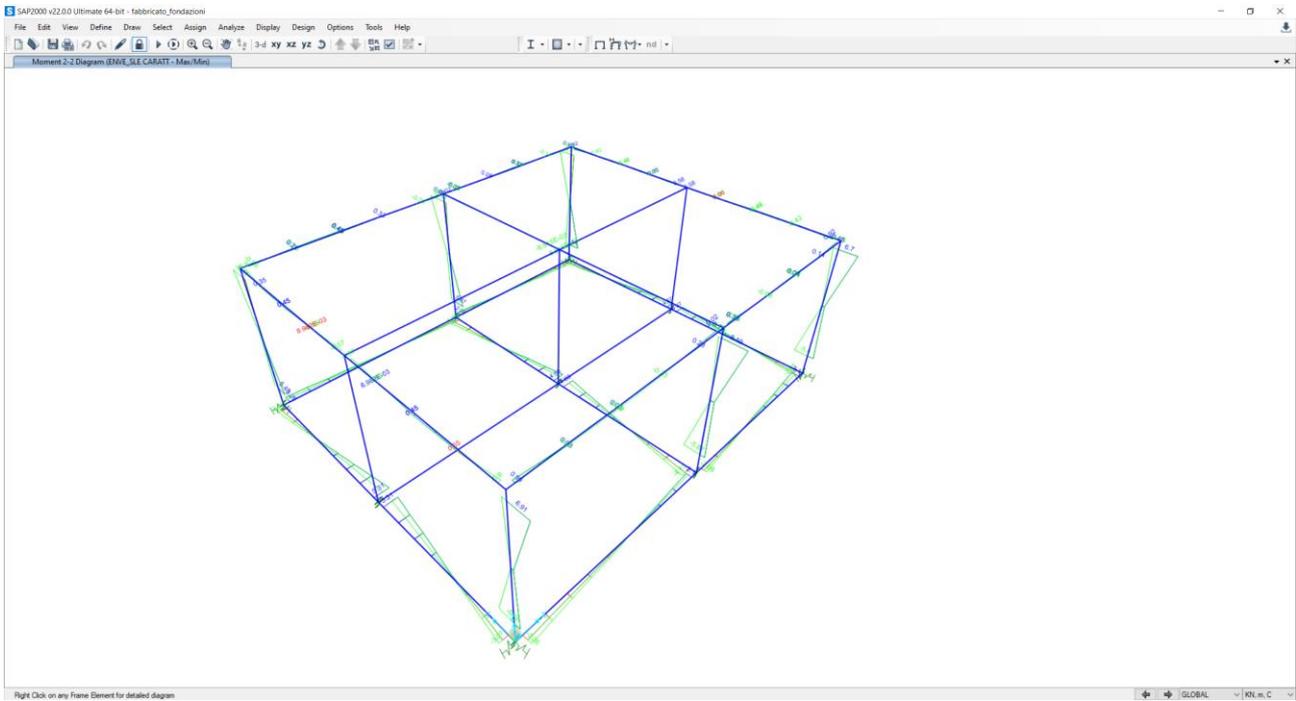


Figura 39 – Momento flettente  $M_{22}$  - combinazione ENVE-SLE CARATTERISTICA

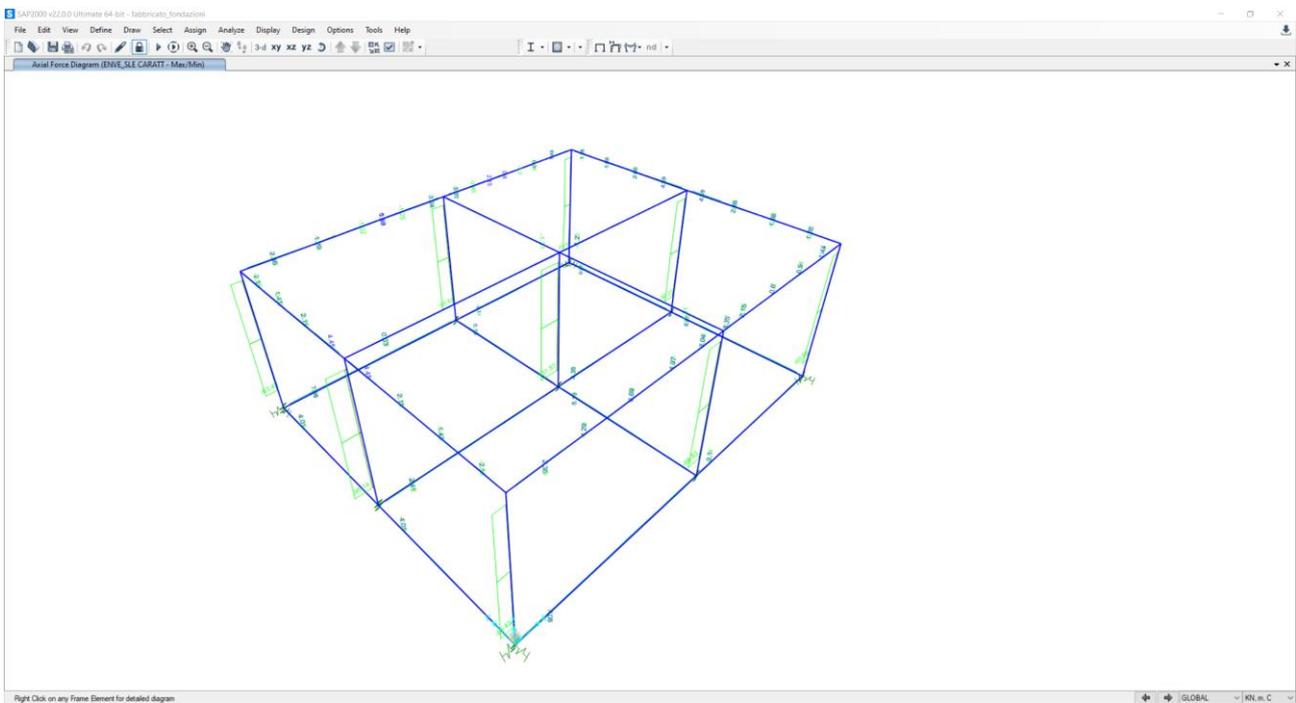


Figura 40 – Sforzo assiale  $N$  - combinazione ENVE-SLE CARATTERISTICA

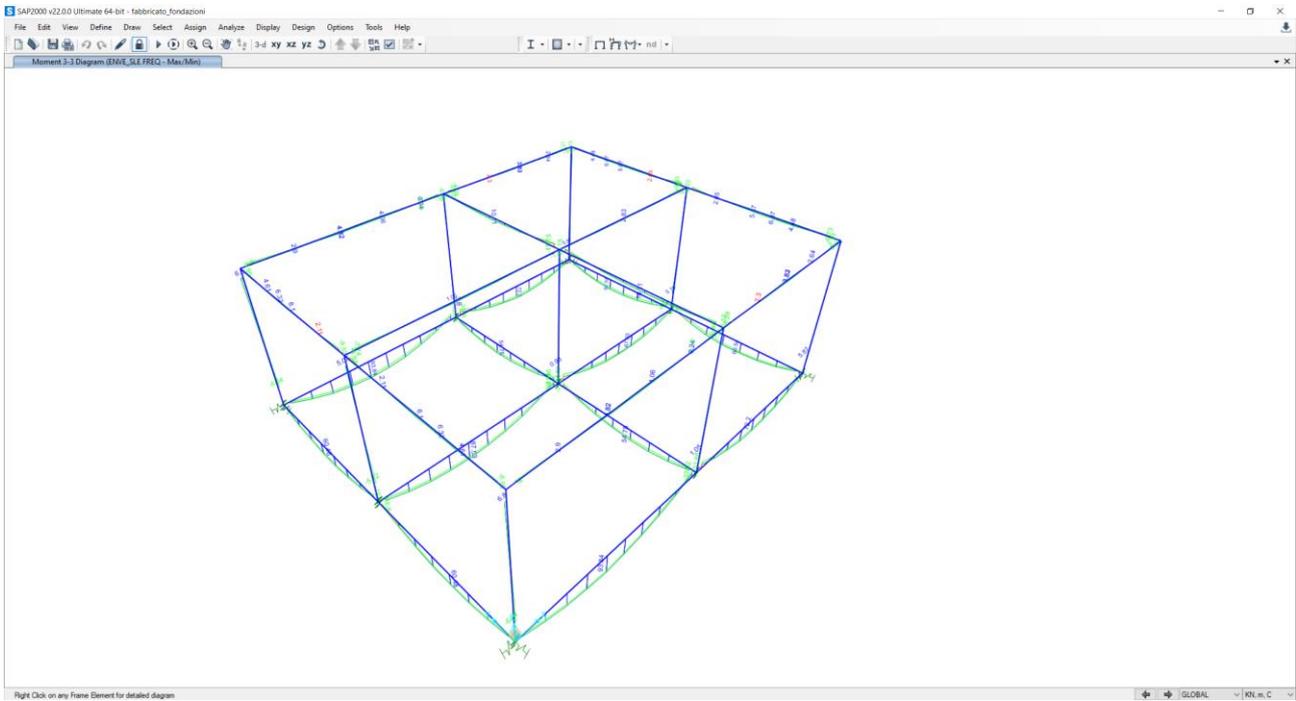


Figura 41 –Momento flettente  $M_{33}$  - combinazione ENVE-SLE FREQUENTE

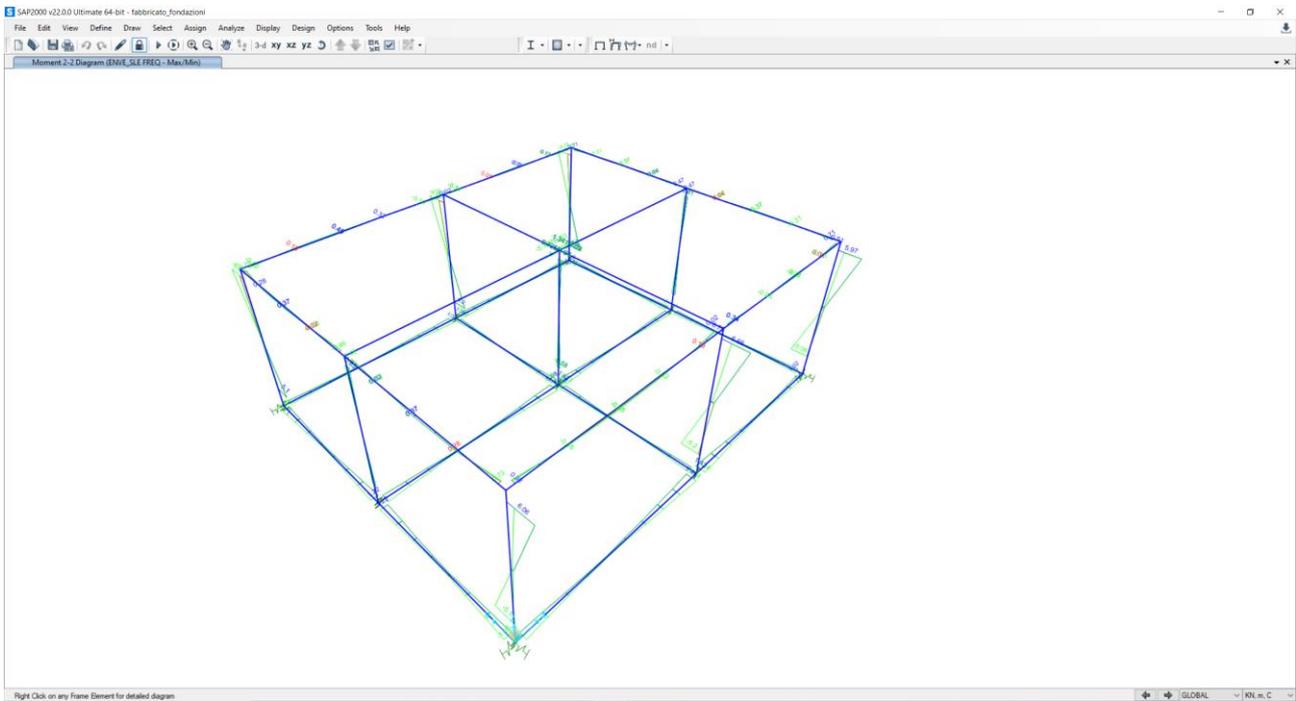


Figura 42 –Momento flettente  $M_{22}$  - combinazione ENVE-SLE FREQUENTE

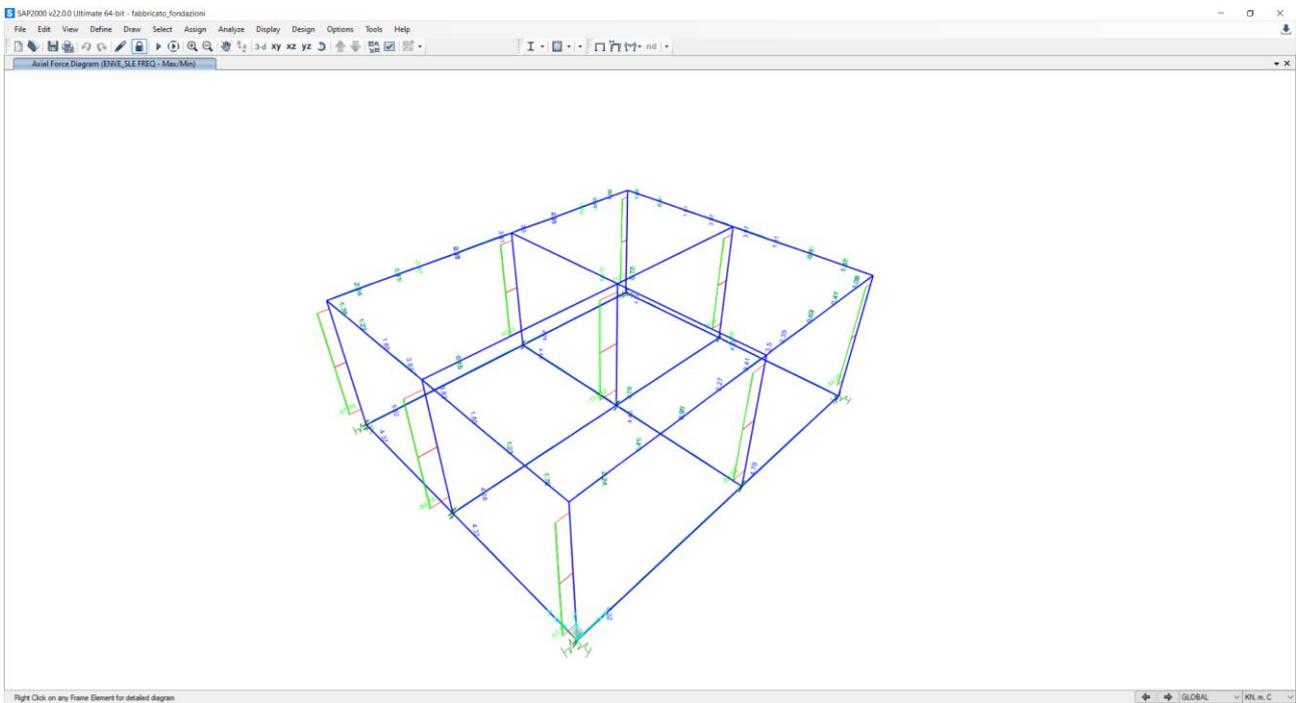


Figura 43 – Sforzo normale  $N$  - combinazione ENVE-SLE FREQUENTE

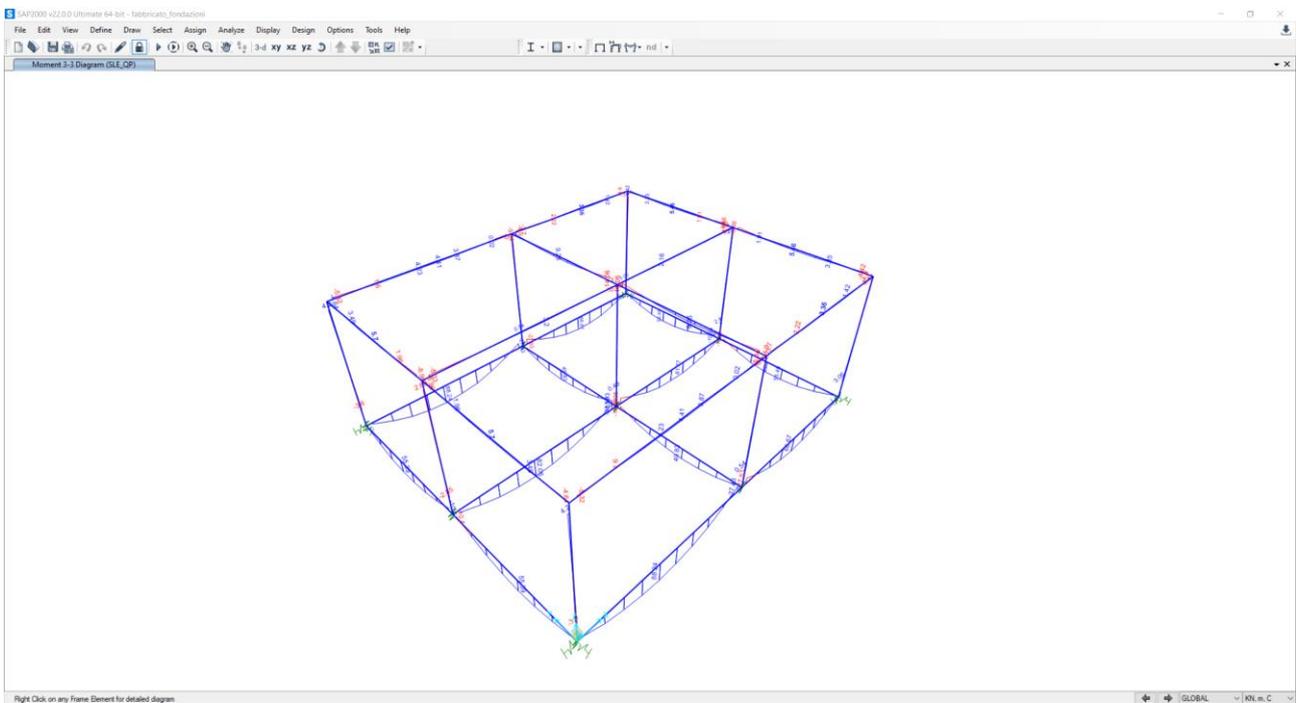


Figura 44 – Momento flettente  $M_{33}$  - combinazione ENVE-SLE QUASI PERMANENTE

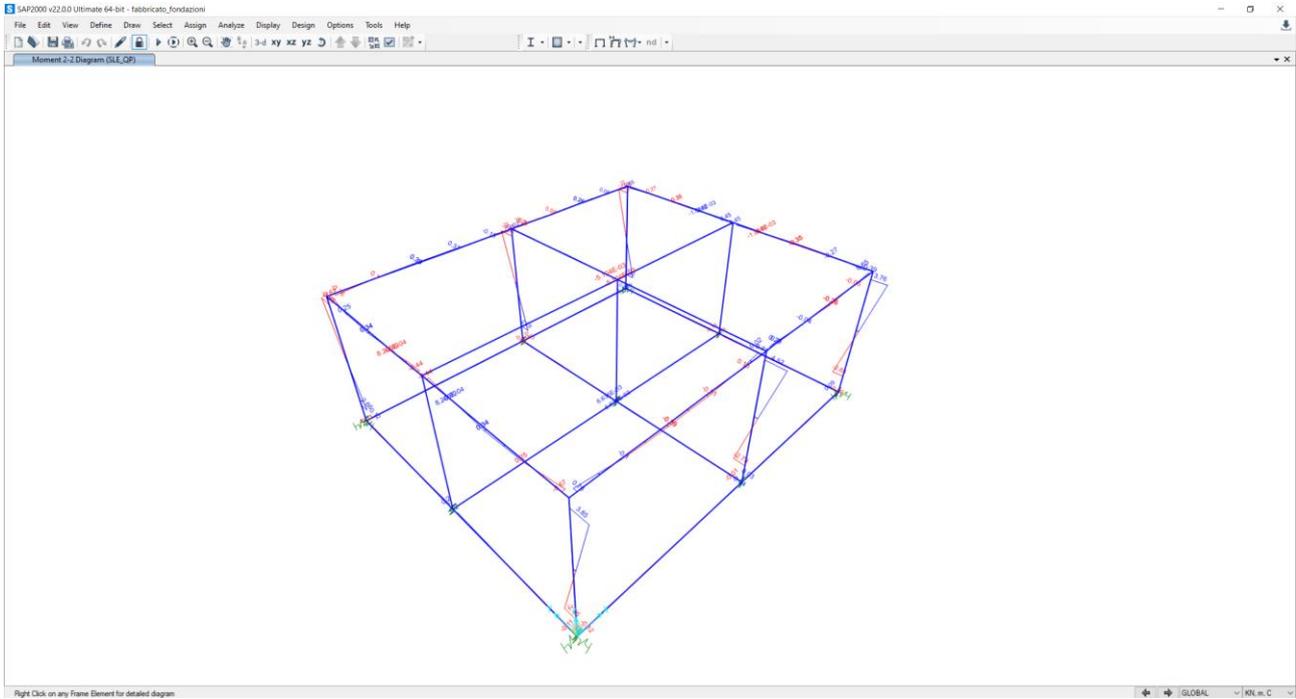


Figura 45 –Momento flettente  $M_{22}$  - combinazione ENVE-SLE QUASI PERMANENTE

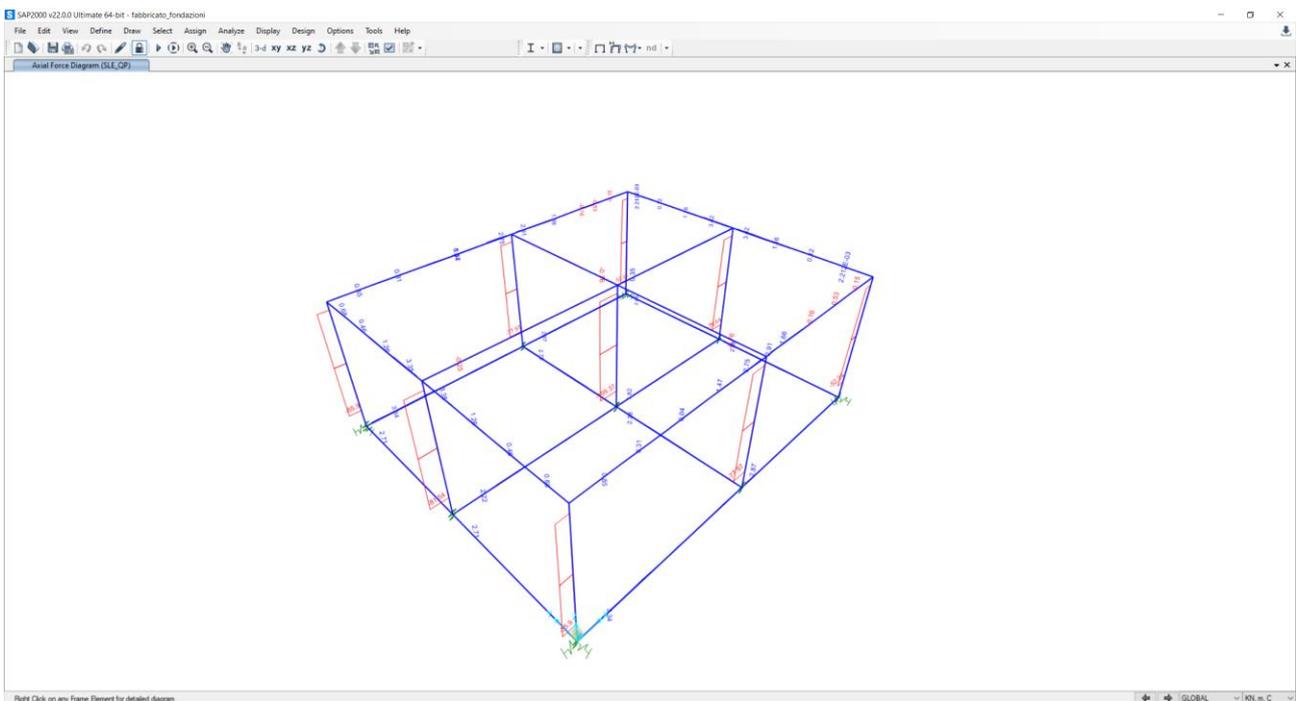


Figura 46 –Sforzo normale  $N$  - combinazione ENVE-SLE QUASI PERMANENTE

## 15.1 Verifica travi rovesce di fondazione

In base ai risultati ottenuti dal modello si effettua di seguito la verifica di resistenza delle travi rovesce.

Di seguito si riportano le sollecitazioni massime con cui si effettuano le verifiche.

COMBO	Frame	OutputCase	P	Mx	My	Vy	Vx
Text	Text	Text	daN	daNm	daNm	daN	daN
1	11	SLU_17	-1237	-907	404	10843	234
2	16	SLU_19	602	-1940	0	10974	0
3	11	SLU_10	-1045	-4985	316	13115	185
4	14	SLU_11	-973	-4786	312	11890	207
5	16	SLU_8	105	-2466	1074	10748	517
6	16	SLU_13	-583	-4673	-1074	10863	517
7	21	SLU_8	-379	-2301	1024	11527	436
8	14	SLU_9	-379	-2301	-1024	11527	436
9	15	SLU_8	61	-2332	1087	11810	470
10	15	SLU_13	-646	-4594	-1087	11913	470
11	11	SLU_18	-3	13324	-81	380	112
12	11	SLU_14	-1180	-5664	192	13078	113

COMBO	Frame	OutputCase	P	Mx	Vy	Mt
Text	Text	Text	daN	daNm	daN	daNm
7	21	SLU_8	-379	-2301	11527	416
8	14	SLU_9	-379	-2301	11527	-416
3	11	SLU_10	-1045	-4985	13115	219
4	14	SLU_11	-973	-4786	11890	-244

COMBO	Frame	OutputCase	P	Mx	My	Vy	Vx
Text	Text	Text	daN	daNm	daNm	daN	daN
1	14	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	-6206	-32	4993	8282	2733
2	14	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	5632	-5473	-4987	9618	2727
3	15	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	-378	1267	2445	10952	1058
4	16	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	146	-5805	-2402	10054	1157
5	16	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	-280	-2034	7994	7852	3848
6	16	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	-83	-3775	-7994	8868	3848
7	22	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	-3304	589	5357	6317	3827
8	23	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	2763	-2173	-7462	7811	3827
9	11	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	-4373	-1329	8528	10229	3446
10	20	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	3704	-4156	-8528	9534	3446
11	11	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	-6058	10542	860	2581	2439

12	15	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	-67	-6900	-2445	7378	1058
----	----	--------------------------	-----	-------	-------	------	------

COMBO	Frame	OutputCase	P	Mx	Vy	Mt
Text	Text	Text	daN	daNm	daN	daNm
7	22	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	-3304	589	6317	1153
8	23	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	2763	-2173	7811	-1153
3	15	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	-378	1267	10952	76
4	16	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	146	-5805	10054	-92

COMBO	Frame	OutputCase	P	Mx	My	Vy	Vx
Text	Text	Text	daN	daNm	daNm	daN	daN
1	11	CARATTERISTICA 1	-708	353	-326	8261	124
2	15	CARATTERISTICA 6	492	1356	0	199	0
3	11	CARATTERISTICA 1	-708	-3510	210	10041	124
4	14	CARATTERISTICA 4	-310	-3224	-122	8911	78
5	25	CARATTERISTICA 1	-513	-1752	488	6956	269
6	24	CARATTERISTICA 1	-513	172	-413	5808	269
7	27	CARATTERISTICA 2	-274	-91	470	7293	225
8	26	CARATTERISTICA 2	-274	676	-285	6835	225
9	22	CARATTERISTICA 1	-364	-1399	531	7439	250
10	24	CARATTERISTICA 1	-513	172	-413	5808	269
11	11	CARATTERISTICA 2	-312	9562	-87	201	123
12	15	CARATTERISTICA 1	-123	-3513	0	9404	0

COMBO	Frame	OutputCase	P	Mx	My	Vy	Vx
Text	Text	Text	daN	daNm	daNm	daN	daN
1	11	SLE_7F	-532	-63	-12	8384	4
2	16	SLE_8F	9	-2327	0	8339	0
3	11	SLE_7F	-532	-3392	4	9918	4
4	14	SLE_7F	-478	-3388	3	8993	3
5	16	SLE_5F	-182	-2886	143	8355	69
6	16	SLE_6F	-182	-2886	-143	8355	69
7	21	SLE_5F	-333	-2745	134	8948	55
8	14	SLE_6F	-333	-2745	-134	8948	55
9	15	SLE_5F	-223	-2798	145	9160	63
10	15	SLE_6F	-223	-2798	-145	9160	63
11	11	SLE_8F	-137	9384	-5	324	4
12	16	SLE_7F	-373	-3482	0	8382	0

COMBO	Frame	OutputCase	P	Mx	My	Vy	Vx
Text	Text	Text	daN	daNm	daNm	daN	daN
1	11	SLE_QP	-334	426	-12	8421	4
2	16	SLE_QP	-182	-2905	0	8360	0

3	11	SLE_QP	-334	-2743	4	9881	4
4	14	SLE_QP	-287	-2753	3	8950	3
5	23	SLE_QP	-271	-1040	20	7473	9
6	22	SLE_QP	-271	331	-11	6655	9
7	21	SLE_QP	-287	-2753	-3	8950	3
8	14	SLE_QP	-287	-2753	3	8950	3
9	22	SLE_QP	-271	-1040	20	7473	9
10	26	SLE_QP	-266	-1004	-16	7458	8
11	11	SLE_QP	-334	8824	-5	287	4
12	16	SLE_QP	-182	-2905	0	8360	0

**DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.**

NOME FILE SEZIONE: trave rovescia

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave di fondazione in combinazione sismica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35
	Resis. compr. di progetto fcd:	158.60 daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	79.30 daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	323080 daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	27.60 daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	168.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	168.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	126.00 daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3600.0 daN/cm <sup>2</sup>	

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C28/35

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-75.0	0.0
2	-75.0	50.0
3	-35.0	50.0
4	-35.0	100.0
5	35.0	100.0
6	35.0	50.0
7	75.0	50.0
8	75.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-68.9	6.1	18
2	-68.9	43.9	18
3	-28.9	43.9	18
4	-28.9	93.9	18
5	28.9	93.9	18
6	28.9	43.9	18
7	68.9	43.9	18
8	68.9	6.1	18
9	-29.0	6.1	18
10	29.0	6.1	18

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	9	10	3	18
2	4	5	3	18
3	2	3	1	18
4	6	7	1	18
5	1	9	1	18
6	10	8	1	18

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	12 mm
Passo staffe:	10.0 cm

#### Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:

N°Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra
1	4	5	10	9
2	1	2	7	8

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-1237	-907	404	10843	234
2	602	-1940	0	10974	0
3	-1045	-4985	316	13115	185
4	-973	-4786	312	11890	207
5	105	-2466	1074	10748	517
6	-583	-4673	-1074	10863	517
7	-379	-2301	1024	11527	436
8	-379	-2301	-1024	11527	436
9	61	-2332	1087	11810	470
10	-646	-4594	-1087	11913	470
11	0	13324	-81	380	112
12	-1180	-5664	192	13078	113

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-708	353	-326
2	492	1356	0
3	-708	-3510	210
4	-310	-3224	-122
5	-513	-1752	488
6	-513	172	-413
7	-274	-91	470
8	-274	676	-285
9	-364	-1399	531
10	-513	172	-413
11	-312	9562	-87
12	-123	-3513	0

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

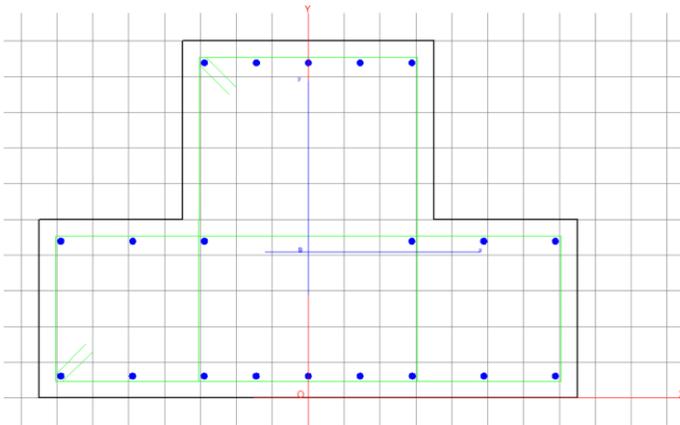
N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-532	-63 (-19638)	-12 (-3741)
2	9	-2327 (-42976)	0 (0)
3	-532	-3392 (-42059)	4 (50)
4	-478	-3388 (-42149)	3 (37)
5	-182	-2886 (-41928)	143 (2078)
6	-182	-2886 (-41928)	-143 (-2078)
7	-333	-2745 (-41622)	134 (2032)
8	-333	-2745 (-41622)	-134 (-2032)
9	-223	-2798 (-41808)	145 (2167)
10	-223	-2798 (-41808)	-145 (-2167)
11	-137	9384 (62092)	-5 (-33)
12	-373	-3482 (-42349)	0 (0)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-334	426 (52883)	-12 (-1490)
2	-182	-2905 (-42598)	0 (0)
3	-334	-2743 (-42248)	4 (62)
4	-287	-2753 (-42351)	3 (46)
5	-271	-1040 (-41264)	20 (794)
6	-271	331 (52362)	-11 (-1740)
7	-287	-2753 (-42351)	-3 (-46)
8	-287	-2753 (-42351)	3 (46)
9	-271	-1040 (-41264)	20 (794)
10	-266	-1004 (-41283)	-16 (-658)
11	-334	8824 (61816)	-5 (-35)
12	-182	-2905 (-42598)	0 (0)



**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.2 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 12.7 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 4.0 cm

**VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-1237	-907	404	-1258	-69446	30216	74.99	33.1(22.0)

2	S	602	-1940	0	588	-70650	0	36.43	28.0(22.0)
3	S	-1045	-4985	316	-1039	-70071	4112	14.01	28.0(22.0)
4	S	-973	-4786	312	-987	-70111	4245	14.60	28.0(22.0)
5	S	105	-2466	1074	105	-69920	30501	28.36	33.1(22.0)
6	S	-583	-4673	-1074	-590	-70055	-16248	14.97	30.5(22.0)
7	S	-379	-2301	1024	-395	-69724	31040	30.24	33.1(22.0)
8	S	-379	-2301	-1024	-395	-69724	-31040	30.24	33.1(22.0)
9	S	61	-2332	1087	87	-69838	32550	29.95	33.1(22.0)
10	S	-646	-4594	-1087	-643	-70031	-16439	15.21	30.5(22.0)
11	S	0	13324	-81	0	109803	-658	8.24	38.2(22.0)
12	S	-1180	-5664	192	-1179	-70079	2649	12.34	28.0(22.0)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.094	75.0	0.0	0.00108	68.9	6.1	-0.03385	-28.9	93.9
2	0.00350	0.063	-75.0	0.0	-0.00010	-68.9	6.1	-0.05184	-28.9	93.9
3	0.00350	0.066	75.0	0.0	0.00007	68.9	6.1	-0.04938	-28.9	93.9
4	0.00350	0.067	75.0	0.0	0.00008	68.9	6.1	-0.04910	-28.9	93.9
5	0.00350	0.095	75.0	0.0	0.00110	68.9	6.1	-0.03352	-28.9	93.9
6	0.00350	0.078	-75.0	0.0	0.00060	-68.9	6.1	-0.04127	28.9	93.9
7	0.00350	0.095	75.0	0.0	0.00112	68.9	6.1	-0.03333	-28.9	93.9
8	0.00350	0.095	-75.0	0.0	0.00112	-68.9	6.1	-0.03333	28.9	93.9
9	0.00350	0.097	75.0	0.0	0.00117	68.9	6.1	-0.03259	-28.9	93.9
10	0.00350	0.078	-75.0	0.0	0.00060	-68.9	6.1	-0.04117	28.9	93.9
11	0.00350	0.128	-35.0	100.0	0.00173	-28.9	93.9	-0.02379	68.9	6.1
12	0.00350	0.064	75.0	0.0	-0.00003	68.9	6.1	-0.05093	-28.9	93.9

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000015111	-0.000381046	0.002366670	0.094	0.700
2	0.000000000	-0.000589399	0.003500000	0.063	0.700
3	0.000002354	-0.000560562	0.003323414	0.066	0.700
4	0.000002656	-0.000557235	0.003300810	0.067	0.700
5	0.000015170	-0.000377504	0.002362221	0.095	0.700
6	-0.000009024	-0.000466828	0.002823208	0.078	0.700
7	0.000015404	-0.000375177	0.002344700	0.095	0.700
8	-0.000015404	-0.000375177	0.002344700	0.095	0.700
9	0.000015962	-0.000366726	0.002302870	0.097	0.700
10	-0.000009110	-0.000465677	0.002816787	0.078	0.700
11	-0.000001755	0.000288692	-0.025430587	0.128	0.700
12	0.000001260	-0.000578234	0.003405523	0.064	0.700

**VERIFICHE A TAGLIO**

Diam. Staffe: 12 mm  
Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
Ved Taglio di progetto [daN] = proiezz. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro  
Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe  
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.  
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.  
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm<sup>2</sup>/m]  
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm<sup>2</sup>/m]  
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d\_max con L=lungh.legat.proietta-  
ta sulla direz. del taglio e d\_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	10825	248193	218572	75.4	133.7	2.500	1.000	1.6	32.9(0.0)
2	S	10974	250531	215710	75.7	134.4	2.500	1.000	1.6	32.4(0.0)
3	S	13114	250882	216113	75.7	134.6	2.500	1.000	2.0	32.4(0.0)
4	S	11889	250929	216167	75.7	134.7	2.500	1.000	1.8	32.4(0.0)
5	S	10719	248182	218595	75.4	133.7	2.500	1.000	1.6	32.9(0.0)
6	S	10871	249362	217033	75.5	134.1	2.500	1.000	1.6	32.6(0.0)
7	S	11499	248168	218636	75.4	133.7	2.500	1.000	1.7	32.9(0.0)
8	S	11535	248168	218636	75.4	133.7	2.500	1.000	1.7	32.9(0.0)
9	S	11778	248148	218771	75.4	133.7	2.500	1.000	1.8	33.0(0.0)
10	S	11920	249357	217043	75.5	134.1	2.500	1.000	1.8	32.6(0.0)
11	S	379	161987	268064	93.8	70.1	2.500	1.000	0.0	32.4(0.0)
12	S	13078	250713	215919	75.7	134.5	2.500	1.000	2.0	32.4(0.0)

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm<sup>2</sup>]  
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm<sup>2</sup>]  
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.8	-35.0	100.0	-50	68.9	6.1	1086	10.2
2	S	1.6	-35.0	100.0	-50	-68.9	6.1	2282	22.9
3	S	3.7	75.0	0.0	-281	-28.9	93.9	1127	12.7
4	S	3.3	-75.0	0.0	-249	28.9	93.9	1105	12.7
5	S	2.4	75.0	0.0	-147	-28.9	93.9	1245	12.7
6	S	0.7	-75.0	50.0	-43	68.9	6.1	1072	10.2
7	S	0.6	75.0	0.0	-31	-68.9	43.9	1421	12.7
8	S	1.3	-35.0	100.0	-51	68.9	6.1	1083	10.2
9	S	2.1	75.0	0.0	-118	-28.9	93.9	1253	12.7
10	S	0.7	-75.0	50.0	-43	68.9	6.1	1072	10.2
11	S	11.5	-35.0	100.0	-432	68.9	6.1	2426	22.9
12	S	3.5	75.0	0.0	-265	14.5	93.9	1050	12.7

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------

1	S	0.0	-75.0	0.0	-17	28.9	93.9	6061	50.9
2	S	2.3	75.0	0.0	-173	14.5	93.9	1050	12.7
3	S	3.3	75.0	0.0	-266	-28.9	93.9	1085	12.7
4	S	3.3	75.0	0.0	-264	-28.9	93.9	1085	12.7
5	S	3.0	75.0	0.0	-221	-28.9	93.9	1118	12.7
6	S	3.0	-75.0	0.0	-221	28.9	93.9	1118	12.7
7	S	2.9	75.0	0.0	-214	-28.9	93.9	1117	12.7
8	S	2.9	-75.0	0.0	-214	28.9	93.9	1117	12.7
9	S	2.9	75.0	0.0	-215	-28.9	93.9	1120	12.7
10	S	2.9	-75.0	0.0	-215	28.9	93.9	1120	12.7
11	S	11.2	-35.0	100.0	-417	68.9	6.1	2314	22.9
12	S	3.4	75.0	0.0	-269	14.5	93.9	1050	12.7

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max*(e\_sm - e\_cm)$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00001	0.00000	0.642	18.0	52	0.00001 (0.00001)	644	0.003 (0.40)	-19638	-3741
2	S	-0.00009	0	0.500	18.0	52	0.00005 (0.00005)	429	0.022 (0.40)	-42976	0
3	S	-0.00014	0	0.500	18.0	52	0.00008 (0.00008)	438	0.035 (0.40)	-42059	50
4	S	-0.00014	0	0.500	18.0	52	0.00008 (0.00008)	438	0.035 (0.40)	-42149	37
5	S	-0.00012	0	0.500	18.0	52	0.00007 (0.00007)	446	0.030 (0.40)	-41928	2078
6	S	-0.00012	0	0.500	18.0	52	0.00007 (0.00007)	446	0.030 (0.40)	-41928	-2078
7	S	-0.00012	0	0.500	18.0	52	0.00006 (0.00006)	445	0.029 (0.40)	-41622	2032
8	S	-0.00012	0	0.500	18.0	52	0.00006 (0.00006)	445	0.029 (0.40)	-41622	-2032
9	S	-0.00012	0	0.500	18.0	52	0.00006 (0.00006)	446	0.029 (0.40)	-41808	2167
10	S	-0.00012	0	0.500	18.0	52	0.00006 (0.00006)	446	0.029 (0.40)	-41808	-2167
11	S	-0.00023	0	0.500	18.0	52	0.00013 (0.00013)	486	0.061 (0.40)	62092	-33
12	S	-0.00014	0	0.500	18.0	52	0.00008 (0.00008)	429	0.035 (0.40)	-42349	0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.5	-35.0	100.0	-26	68.9	6.1	2585	22.9
2	S	2.9	75.0	0.0	-221	14.5	93.9	1050	12.7
3	S	2.7	75.0	0.0	-213	-28.9	93.9	1085	12.7
4	S	2.7	75.0	0.0	-212	-28.9	93.9	1085	12.7
5	S	1.0	75.0	0.0	-84	-28.9	93.9	1085	12.7
6	S	0.4	-35.0	100.0	-21	68.9	6.1	2598	22.9
7	S	2.7	-75.0	0.0	-212	28.9	93.9	1085	12.7
8	S	2.7	75.0	0.0	-212	-28.9	93.9	1085	12.7
9	S	1.0	75.0	0.0	-84	-28.9	93.9	1085	12.7
10	S	1.0	-75.0	0.0	-81	28.9	93.9	1085	12.7
11	S	10.5	-35.0	100.0	-396	68.9	6.1	2314	22.9
12	S	2.9	75.0	0.0	-221	14.5	93.9	1050	12.7

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00001	0	0.500	18.0	52	0.00001 (0.00001)	522	0.004 (0.30)	52883	-1490
2	S	-0.00012	0	0.500	18.0	52	0.00007 (0.00007)	429	0.028 (0.30)	-42598	0
3	S	-0.00011	0	0.500	18.0	52	0.00006 (0.00006)	438	0.028 (0.30)	-42248	62
4	S	-0.00011	0	0.500	18.0	52	0.00006 (0.00006)	438	0.028 (0.30)	-42351	46
5	S	-0.00005	0	0.500	18.0	52	0.00003 (0.00003)	438	0.011 (0.30)	-41264	794
6	S	-0.00001	0	0.500	18.0	52	0.00001 (0.00001)	524	0.003 (0.30)	52362	-1740
7	S	-0.00011	0	0.500	18.0	52	0.00006 (0.00006)	438	0.028 (0.30)	-42351	-46
8	S	-0.00011	0	0.500	18.0	52	0.00006 (0.00006)	438	0.028 (0.30)	-42351	46
9	S	-0.00005	0	0.500	18.0	52	0.00003 (0.00003)	438	0.011 (0.30)	-41264	794
10	S	-0.00004	0	0.500	18.0	52	0.00002 (0.00002)	438	0.011 (0.30)	-41283	-658
11	S	-0.00022	0	0.500	18.0	52	0.00012 (0.00012)	486	0.058 (0.30)	61816	-35
12	S	-0.00012	0	0.500	18.0	52	0.00007 (0.00007)	429	0.028 (0.30)	-42598	0

**DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.**  
**NOME FILE SEZIONE: trave rovescia SLV**

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave di fondazione in combinazione sismica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35
	Resis. compr. di progetto fcd:	158.60 daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	79.30 daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	323080 daN/cm <sup>2</sup>
Resis. media a trazione fctm:	27.60 daN/cm <sup>2</sup>	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C28/35

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-75.0	0.0
2	-75.0	50.0
3	-35.0	50.0

4	-35.0	100.0
5	35.0	100.0
6	35.0	50.0
7	75.0	50.0
8	75.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-68.9	6.1	18
2	-68.9	43.9	18
3	-28.9	43.9	18
4	-28.9	93.9	18
5	28.9	93.9	18
6	28.9	43.9	18
7	68.9	43.9	18
8	68.9	6.1	18
9	-29.0	6.1	18
10	29.0	6.1	18

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	9	10	3	18
2	4	5	3	18
3	2	3	1	18
4	6	7	1	18
5	1	9	1	18
6	10	8	1	18

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	12 mm
Passo staffe:	10.0 cm

#### Indicazione Barre Longitudinali di risolvo per ogni staffa:

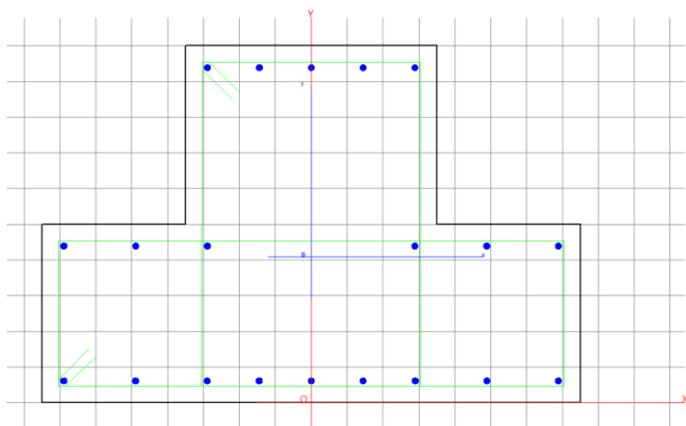
N°Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra
1	4	5	10	9
2	1	2	7	8

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-6206	-32	4993	8282	2733
2	5632	-5473	-4987	9618	2727

3	-378	1267	2445	10952	1058
4	146	-5805	-2402	10054	1157
5	-280	-2034	7994	7852	3848
6	-83	-3775	-7994	8868	3848
7	-3304	589	5357	6317	3827
8	2763	-2173	-7462	7811	3827
9	-4373	-1329	8528	10229	3446
10	3704	-4156	-8528	9534	3446
11	-6058	10542	860	2581	2439
12	-67	-6900	-2445	7378	1058



### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	5.2	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	12.7	cm
Copriferro netto minimo staffe:	4.0	cm

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-6206	-32	4993	-6224	-1648	68990	13.82	28.0(22.0)
2	S	5632	-5473	-4987	5625	-47544	-43476	8.71	22.9(22.0)
3	S	-378	1267	2445	-395	27219	52580	21.52	25.4(22.0)
4	S	146	-5805	-2402	137	-50112	-21026	8.65	28.0(22.0)
5	S	-280	-2034	7994	-282	-19973	77870	9.74	33.1(22.0)
6	S	-83	-3775	-7994	-81	-35268	-74713	9.34	30.5(22.0)
7	S	-3304	589	5357	-3319	6735	65028	12.14	28.0(22.0)
8	S	2763	-2173	-7462	2783	-22906	-79321	10.62	33.1(22.0)
9	S	-4373	-1329	8528	-4376	-12134	75904	8.90	30.5(22.0)
10	S	3704	-4156	-8528	3722	-36688	-74823	8.79	30.5(22.0)
11	S	-6058	10542	860	-6048	78388	6613	7.49	38.2(22.0)
12	S	-67	-6900	-2445	-74	-50517	-17766	7.31	28.0(22.0)

**METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00063	0.242	75.0	50.0	0.00050	68.9	43.9	-0.00196	-68.9	6.1
2	0.00074	0.274	-75.0	0.0	0.00057	-68.9	6.1	-0.00196	28.9	93.9
3	0.00059	0.231	75.0	50.0	0.00043	68.9	43.9	-0.00196	-68.9	6.1
4	0.00055	0.218	-75.0	0.0	0.00039	-68.9	6.1	-0.00196	28.9	93.9
5	0.00073	0.272	75.0	0.0	0.00059	68.9	6.1	-0.00196	-68.9	43.9
6	0.00089	0.313	-75.0	0.0	0.00072	-68.9	6.1	-0.00196	28.9	93.9
7	0.00064	0.246	75.0	50.0	0.00050	68.9	43.9	-0.00196	-68.9	6.1
8	0.00077	0.283	-75.0	0.0	0.00063	-68.9	6.1	-0.00196	68.9	43.9
9	0.00062	0.240	75.0	0.0	0.00050	68.9	6.1	-0.00196	-68.9	43.9
10	0.00090	0.316	-75.0	0.0	0.00073	-68.9	6.1	-0.00196	28.9	93.9
11	0.00077	0.281	35.0	100.0	0.00059	28.9	93.9	-0.00196	-68.9	6.1
12	0.00052	0.210	-75.0	0.0	0.00036	-68.9	6.1	-0.00196	28.9	93.9

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000016795	0.000003758	-0.000822281	0.242	0.743
2	-0.000006747	-0.000021223	0.000231272	0.274	0.782
3	0.000014289	0.000011153	-0.001040056	0.231	0.729
4	-0.000002782	-0.000023573	0.000337398	0.218	0.713
5	0.000017114	-0.000005087	-0.000554016	0.272	0.780
6	-0.000015343	-0.000013354	-0.000259140	0.313	0.831
7	0.000016102	0.000006341	-0.000885727	0.246	0.748
8	-0.000017002	-0.000006427	-0.000502900	0.283	0.794
9	0.000017554	-0.000001125	-0.000697618	0.240	0.740
10	-0.000014974	-0.000013878	-0.000220590	0.316	0.835
11	0.000002425	0.000026303	-0.001949876	0.281	0.791
12	-0.000002327	-0.000023791	0.000344778	0.210	0.702

**VERIFICHE A TAGLIO**

Diam. Staffe:	12 mm
Passo staffe:	10.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved	Taglio di progetto [daN] = proiezz. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.

Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm<sup>2</sup>/m]  
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm<sup>2</sup>/m]  
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d\_max con L=lungh.legat.proietta-  
ta sulla direz. del taglio e d\_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	4476	208126	323714	106.2	79.6	2.500	1.000	0.5	34.6(0.0)
2	S	9992	204785	256669	81.6	101.7	2.500	1.003	1.4	35.7(0.0)
3	S	7573	231825	316190	90.4	104.2	2.500	1.000	1.0	39.7(0.0)
4	S	10120	245734	223125	74.9	133.4	2.500	1.000	1.5	33.9(0.0)
5	S	1451	150933	377902	121.4	50.5	2.500	1.000	0.1	35.4(0.0)
6	S	8725	148745	365194	104.7	57.7	2.500	1.000	0.9	39.6(0.0)
7	S	5875	232305	312524	97.7	96.6	2.500	1.000	0.7	36.3(0.0)
8	S	6342	147348	364874	114.6	52.2	2.500	1.002	0.6	36.2(0.0)
9	S	2785	171381	401887	138.9	50.1	2.500	1.000	0.2	32.9(0.0)
10	S	9008	150331	361005	104.1	58.6	2.500	1.002	1.0	39.4(0.0)
11	S	2794	159251	273636	92.6	69.9	2.500	1.000	0.3	33.6(0.0)
12	S	7446	246146	222031	75.0	133.4	2.500	1.000	1.1	33.6(0.0)

## 15.2 Verifiche geotecniche della trave rovescia

Si effettua di seguito la verifica a scorrimento e carico limite della trave rovescia di fondazione sia in condizioni statiche (SLU-GEO) sia in condizioni sismiche (SLU-SISMICHE) come riportato al punto 6.4.2. dell'NTC 2018.

Le verifiche devono essere effettuate nei confronti dei seguenti stati limite:

SLU di tipo geotecnico (GEO)

- collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
- collasso per scorrimento sul piano di posa;

SLU di tipo sismico (SISMA)

- collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
- collasso per scorrimento sul piano di posa;

Tali verifiche devono essere effettuate applicando la combinazione (A1+M1+R3) di coefficienti parziali prevista dall'Approccio 2.

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Di seguito si riportano le verifiche in condizioni statiche e sismiche dei 4 nodi di base più sollecitati e i rispettivi coefficienti di sicurezza.

	CONDIZIONI STATICHE			
	FS capacità portante	FS scorrimento	FS ribaltamento intorno x	FS ribaltamento intorno y
nodo 1	6.18	7.52	6.2	17.66
nodo 3	5.55	9.26	19.4	15.94
nodo 5	6.18	7.53	6.21	17.69
nodo 7	5.49	9.56	6.48	65.77

	CONDIZIONI SISIMICHE			
	FS capacità portante	FS scorrimento	FS ribaltamento intorno x	FS ribaltamento intorno y
nodo 1	4.99	4.98	3.6	10.45
nodo 3	4.29	5.33	3.58	10.81
nodo 5	4.99	4.98	3.6	10.45
nodo 7	5.17	5.79	4.65	11.96

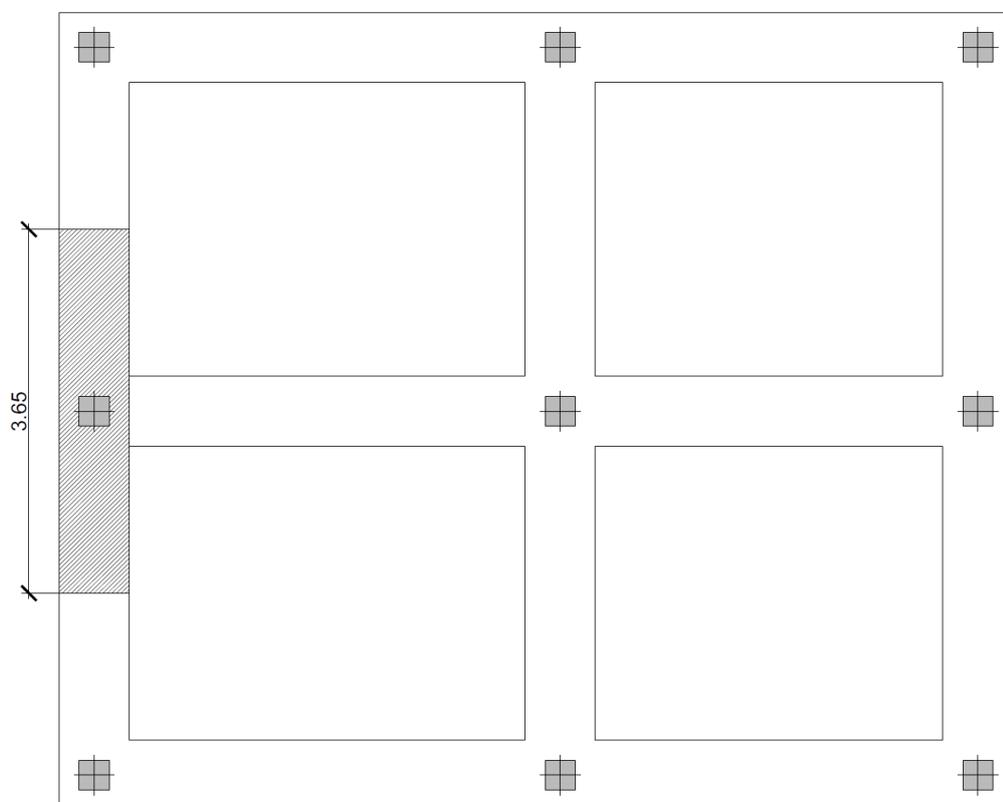
Dai dati risulta che il nodo maggiormente sollecitato è il nodo 3.

Di seguito sono riportate le sollecitazioni utilizzate per le verifiche.

		Joint	OutputCase	F1	F2	F3	M1	M2	M3
		Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
maxF1	KN	3	SLU_11	11.46	0.00	118.32	0.00	14.12	0.00
minF1	KN	3	SLU_6	-14.07	0.00	131.33	0.00	-15.31	0.00
maxF2	KN	3	SLU_13	3.62	3.67	116.87	-6.25	6.31	-0.01
minF2	KN	3	SLU_8	-2.73	-3.67	131.63	6.25	-5.40	0.01
maxF3	KN	3	SLU_2	1.94	0.00	138.77	0.00	-0.74	0.00
minF3	KN	3	SLU_36	-0.97	0.00	85.83	0.00	3.65	0.00
maxM1	KN-m	3	SLU_8	-2.73	-3.67	131.63	6.25	-5.40	0.01
minM1	KN-m	3	SLU_13	3.62	3.67	116.87	-6.25	6.31	-0.01
maxM2	KN-m	3	SLU_15	10.44	0.00	112.48	0.00	14.90	0.00
minM2	KN-m	3	SLU_6	-14.07	0.00	131.33	0.00	-15.31	0.00
maxM3	KN-m	3	SLU_8	-2.73	-3.67	131.63	6.25	-5.40	0.01
minM3	KN-m	3	SLU_13	3.62	3.67	116.87	-6.25	6.31	-0.01

		Joint	OutputCase	F1	F2	F3	M1	M2	M3
		Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
maxF1	KN	3	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	12.56	5.29	91.03	8.89	22.68	0.17
minF1	KN	3	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	-11.80	-5.29	78.44	-8.89	-21.89	-0.17
maxF2	KN	3	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	4.03	16.29	86.63	27.40	7.08	0.30
minF2	KN	3	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	-3.27	-16.29	82.85	-27.40	-6.29	-0.30
maxF3	KN	3	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	12.56	5.29	91.03	8.89	22.68	0.17
minF3	KN	3	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	-11.80	-5.29	78.44	-8.89	-21.89	-0.17
maxM1	KN-m	3	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	4.03	16.29	86.63	27.40	7.08	0.30
minM1	KN-m	3	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	-3.27	-16.29	82.85	-27.40	-6.29	-0.30
maxM2	KN-m	3	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	12.56	5.29	91.03	8.89	22.68	0.17
minM2	KN-m	3	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y	-11.80	-5.29	78.44	-8.89	-21.89	-0.17
maxM3	KN-m	3	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	4.03	16.29	86.63	27.40	7.08	0.30
minM3	KN-m	3	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y	-3.27	-16.29	82.85	-27.40	-6.29	-0.30

Le verifiche sono state svolte considerando una porzione di trave rovescia di lunghezza pari a 3.65 m in corrispondenza di tale nodo.



Nonostante il profilo geotecnico mostra un terreno marnoso arenaceo affiorante, si considera a favore di sicurezza un terreno costituito da alluvioni recenti e attuali caratterizzato dai seguenti parametri:

$\gamma_t$	$c'$	$\phi^\circ$
[kN/mc]	[kPa]	[°]
20÷21	0÷10	30÷35°

Si riportano di seguito le verifiche a ribaltamento, a scorrimento ed a carico limite.

### TRAVE ROVESCIA

**Caratteristiche trave rovescia**

b= 1.50 m  
a= 3.65 m  
h= 0.5 m  
 $\gamma_{cls}$ = 25 KN/mc

**Baggiolo**

a'= 3.65 m  
b'= 0.7 m  
h'= 0.5 m  
n° = 1

**Caratteristiche opera**

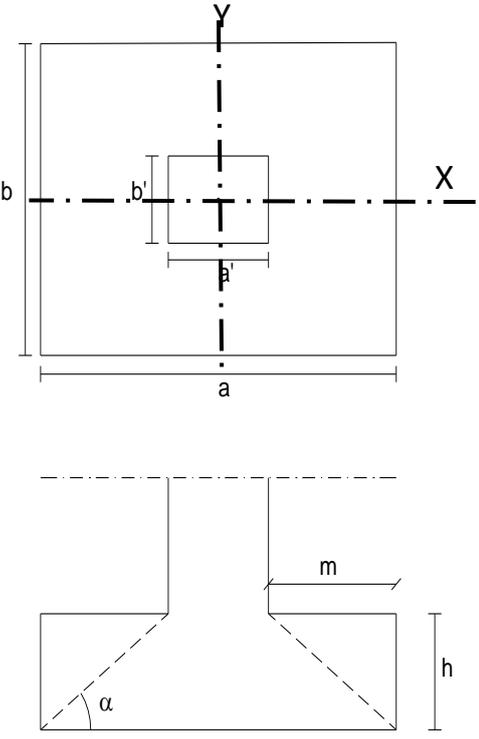
Classe di duttilità= B  
fattore amplificativo= 1.1

**Rinterro**

s= 0.50 m  
 $\gamma$ = 20 KN/mc

**Parametri terreno**

$\gamma$  = 20 KN/mc  
 $\Phi$  = 30 °  
c = 0 KPa  
Zw = 15 m da p.c.



**Carichi di progetto**Peso della trave rovescia  $P = 130 \text{ KN}$ **SCARICHI STRUTTURA IN ELEVAZIONE****Sollecitazioni di progetto SLU STATICHE alla base** $M_x = 6.25 \text{ KNm}$  $M_y = 15.31 \text{ KNm}$  $V_y = 3.67 \text{ KN}$  $V_x = 14.07 \text{ KN}$  $N = 138.77 \text{ KN}$ **Sollecitazioni di progetto SLU SISMICHE alla base** $M_x = 27.40 \text{ KNm}$  $M_y = 22.68 \text{ KNm}$  $V_y = 16.29 \text{ KN}$  $V_x = 12.56 \text{ KN}$  $N = 91.03 \text{ KN}$ **SCARICHI AMPLIFICATI****Sollecitazioni di progetto SLU STATICHE alla base** $M_x = 6.88 \text{ KNm}$  $M_y = 16.84 \text{ KNm}$  $V_y = 4.04 \text{ KN}$  $V_x = 15.48 \text{ KN}$  $N = 152.65 \text{ KN}$ **Sollecitazioni di progetto SLU SISMICHE alla base** $M_x = 30.14 \text{ KNm}$  $M_y = 24.95 \text{ KNm}$  $V_y = 17.92 \text{ KN}$  $V_x = 13.82 \text{ KN}$  $N = 100.13 \text{ KN}$

**INTORNO X****VERIFICA A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI STATICHE****Approccio A1+M1+R3:**

coefficiente azioni permanenti	$\gamma_g =$	<b>1.00</b>
coefficiente azioni variabili	$\gamma_s =$	<b>1.50</b>

Sollecitazioni di progetto :

N	V <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>
KN	KN	KN*m
152.65	4.04	6.88

Sollecitazioni finali sulla plinto :

N <sub>tot</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>xtot</sub>
KN	KN	KN*m
<b>282.2</b>	<b>4.04</b>	<b>10.91</b>

Momento ribaltante **M<sub>R</sub> = 10.91 KN m**Momento stabilizzante **M<sub>S</sub> = 211.67 KN m**FS = M<sub>S</sub>/M<sub>R</sub> = 19.40 **≥ 1.15** **verifica soddisfatta**

**VERIFICA A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE**
**Approccio E+M1+R3::**

coefficiente azioni permanenti	$\gamma_g =$	<b>1.00</b>
coefficiente azioni variabili	$\gamma_s =$	<b>1.50</b>

Sollecitazioni di progetto :

N	V <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>
KN	KN	KN*m
100.13	17.92	30.14

Sollecitazioni finali sulla plinto :

N <sub>tot</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>xtot</sub>
KN	KN	KN*m
<b>229.7</b>	<b>17.919</b>	<b>48.06</b>

 Momento ribaltante **M<sub>R</sub> = 48.06 KN m**

 Momento stabilizzante **M<sub>s</sub> = 172.28 KN m**

 FS = M<sub>s</sub>/M<sub>R</sub> = 3.58 ≥ 1.15 [verifica soddisfatta](#)
**INTORNO Y**
**VERIFICA A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI STATICHE**
**Approccio A1+M1+R3:**

coefficiente azioni permanenti	$\gamma_g =$	<b>1.00</b>
coefficiente azioni variabili	$\gamma_s =$	<b>1.50</b>

Sollecitazioni di progetto :

N	V <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
KN	KN	KN*m
152.6	15.5	16.8

Sollecitazioni finali sulla plinto :

N <sub>tot</sub>	V <sub>x</sub>	M <sub>y</sub> tot
KN	KN	KN*m
<b>282.2</b>	<b>15.477</b>	<b>32.32</b>

 Momento ribaltante **M<sub>R</sub> = 32.32 KN m**

 Momento stabilizzante **M<sub>s</sub> = 515.06 KN m**

 FS = M<sub>s</sub>/M<sub>R</sub> = 15.94 ≥ 1.15 [verifica soddisfatta](#)

**VERIFICA A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE**

**Approccio A1+M1+R3:**

coefficiente azioni permanenti	$\gamma_g =$	1.00
coefficiente azioni variabili	$\gamma_s =$	1.50

Sollecitazioni di progetto :

N	V <sub>x</sub>	My
KN	KN	KN*m
100.13	14	25

Sollecitazioni finali sulla plinto :

N <sub>tot</sub>	V <sub>x</sub>	My <sub>tot</sub>
KN	KN	KN*m
<b>229.7</b>	<b>13.816</b>	<b>38.76</b>

Momento ribaltante  $M_R = 38.76$  KN m

Momento stabilizzante  $M_s = 419.22$  KN m

$FS = M_s/M_R = 10.81 \geq 1.15$  [verifica soddisfatta](#)

**VERIFICA A SCORRIMENTO E CAPACITA' PORTANTE IN CONDIZIONI STATICHE**

**Approccio 2 A1+M1+R3:**

coefficiente azioni permanenti	$\gamma_g =$	1.00
coefficiente azioni variabili	$\gamma_s =$	1.50
coefficiente M1 parametri geotecnici	$\gamma_\phi =$	1.00
coefficiente R3 scorrimento	$\gamma_R =$	1.10
coefficiente R3 capacità portante	$\gamma_{R'} =$	2.30

Sollecitazioni di progetto :

N	V <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	V <sub>x</sub>	My
KN	KN	KN*m	KN	KN*m
152.65	4.04	6.88	15.48	16.84

Sollecitazioni finali sul plinto :

N <sub>tot</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>xtot</sub>	V <sub>x</sub>	My <sub>tot</sub>
KN	KN	KN*m	KN	KN*m
<b>282</b>	<b>4.04</b>	<b>10.91</b>	<b>15.48</b>	<b>32.32</b>

$$q_{lim} = c' \cdot N_{c'} \cdot s_{c'} \cdot d_{c'} \cdot i_{c'} \cdot b_{c'} \cdot g_{c'} + q' \cdot N_{q'} \cdot s_{q'} \cdot d_{q'} \cdot i_{q'} \cdot b_{q'} \cdot g_{q'} + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B^* \cdot N_{\gamma'} \cdot s_{\gamma'} \cdot d_{\gamma'} \cdot i_{\gamma'} \cdot b_{\gamma'} \cdot g_{\gamma'}$$

D = Profondità del piano di appoggio

$e_B$  = Eccentricità in direzione B ( $e_B = Mb/N$ )

$e_L$  = Eccentricità in direzione L ( $e_L = MI/N$ ) (per fondazione nastriforme  $e_L = 0$ ;  $L^* = L$ )

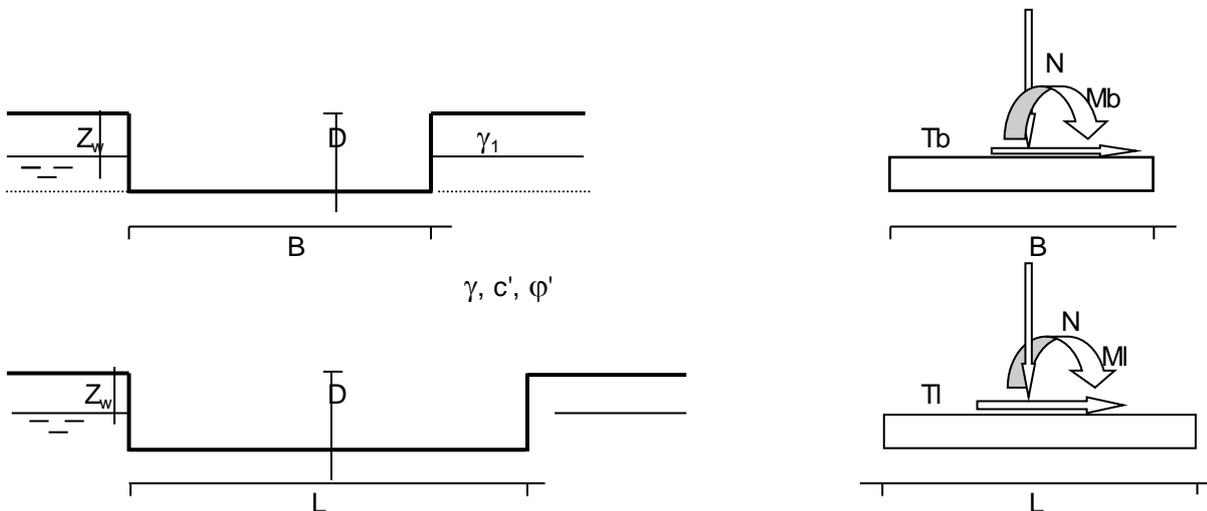
$B^*$  = Larghezza fittizia della fondazione ( $B^* = B - 2 \cdot e_B$ )

$L^*$  = Lunghezza fittizia della fondazione ( $L^* = L - 2 \cdot e_L$ )

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

**coefficienti parziali**

Metodo di calcolo		azioni		proprietà del terreno	
		permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	$c'$
Stato limite ultimo	○	1.00	1.30	1.25	1.25
Tensioni ammissibili	○	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dall'utente	●	1.00	1.00	1.00	1.00



(Per fondazione nastriforme  $L = 100$  m)

B = 1.50 (m)  
L = 3.65 (m)  
D = 1.00 (m)



**AZIONI**

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	282.22	0.00	282.22
Mb [kNm]	10.91	0.00	10.91
Ml [kNm]	32.32	0.00	32.32
Tb [kN]	4.04	0.00	4.04
Tl [kN]	15.48	0.00	15.48
H [kN]	15.99	0.00	15.99

*Peso unità di volume del terreno*

$\gamma_1 = 20.00$  (kN/mc)

$\gamma = 20.00$  (kN/mc)

*Valori caratteristici di resistenza del terreno*

$c' = 0.00$  (kN/mq)

$\varphi' = 30.00$  (°)

*Valori di progetto*

$c' = 0.00$  (kN/mq)

$\varphi' = 30.00$  (°)

*Profondità della falda*

$Z_w = 15.00$  (m)

$e_B = 0.04$  (m)

$e_L = 0.11$  (m)

$B^* = 1.42$  (m)

$L^* = 3.42$  (m)

**q : sovraccarico alla profondità D**

$q = 20.00$  (kN/mq)

**$\gamma$  : peso di volume del terreno di fondazione**

$\gamma = 20.00$  (kN/mc)

**Nc, Nq, Ny : coefficienti di capacità portante**

$$Nq = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \varphi')}$$

$$Nq = 18.40$$

$$Nc = (Nq - 1) / \tan \varphi'$$

$$Nc = 30.14$$

$$Ny = 2 \cdot (Nq + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$Ny = 22.40$$

**Sc, Sq, Sy : fattori di forma**

$$Sc = 1 + B^* Nq / (L^* Nc)$$

$$Sc = 1.25$$

$$Sq = 1 + B^* \tan \varphi' / L^*$$

$$Sq = 1.24$$

$$Sy = 1 - 0.4 \cdot B^* / L^*$$

$$Sy = 0.83$$

**ic, iq, iy : fattori di inclinazione del carico**

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.71 \quad \theta = \arctg(Tb/Tl) = 14.62 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.29 \quad m = 1.32 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^m$$

(m=2 nel caso di fondazione nastriforme e m=(m<sub>b</sub>sin<sup>2</sup>θ+m<sub>l</sub>cos<sup>2</sup>θ) in tutti gli altri casi)

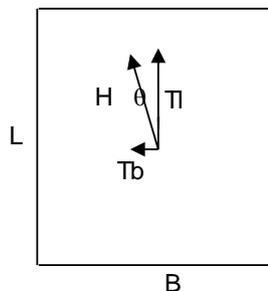
$$i_q = 0.93$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (Nq - 1)$$

$$i_c = 0.92$$

$$i_y = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_y = 0.87$$



**d<sub>c</sub>, d<sub>q</sub>, d<sub>y</sub> : fattori di profondità del piano di appoggio**per  $D/B^* \leq 1$ ;  $d_q = 1 + 2 D \tan\phi' (1 - \sin\phi')^2 / B^*$ per  $D/B^* > 1$ ;  $d_q = 1 + (2 \tan\phi' (1 - \sin\phi')^2) * \arctan(D / B^*)$ 

$$d_q = 1.20$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan\phi')$$

$$d_c = 1.21$$

$$d_y = 1$$

$$d_y = 1.00$$

**b<sub>c</sub>, b<sub>q</sub>, b<sub>y</sub> : fattori di inclinazione base della fondazione**

$$b_q = (1 - \beta_f \tan\phi')^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan\phi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_y = b_q$$

$$b_y = 1.00$$

**g<sub>c</sub>, g<sub>q</sub>, g<sub>y</sub> : fattori di inclinazione piano di campagna**

$$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan\phi')$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_y = g_q$$

$$g_y = 1.00$$

**Carico limite unitario**

$$q_{lim} = 740.36 \quad (\text{kN/m}^2)$$

**Pressione massima agente**

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 57.99 \quad (\text{kN/m}^2)$$

**Coefficiente di sicurezza**

$$F_s = q_{lim} / q = 5.55 > 1 \quad \text{verifica soddisfatta}$$

**VERIFICA A SCORRIMENTO**

$$H_d = 15.99 \quad (\text{kN})$$

$$S_d = N * \tan(\varphi') + c' B^* L^*$$

$$S_d = 162.94 \quad (\text{kN})$$

**Coefficiente di sicurezza allo scorrimento**

$$F_{scorr} = 9.26 > 1 \quad \text{verifica soddisfatta}$$

**VERIFICA A SCORRIMENTO E CAPACITA' PORTANTE IN CONDIZIONI SISMICHE****Approccio 2 E+M1+R3:**

coefficiente azioni permanenti	$\gamma_g =$	<b>1.00</b>
coefficiente azioni variabili	$\gamma_s =$	<b>1.50</b>
coefficiente M1 parametri geotecnici	$\gamma_\phi =$	<b>1.00</b>
coefficiente R3 scorrimento	$\gamma_R =$	<b>1.10</b>
coefficiente R3 capacità portante	$\gamma_R =$	<b>2.30</b>

Sollecitazioni di progetto :

N	Vy	Mx	Vx	My
KN	KN	KN*m	KN	KN*m
100.13	17.92	30.14	13.82	24.95

Sollecitazioni finali sul plinto :

N <sub>tot</sub>	Vy	M <sub>xtot</sub>	Vx	M <sub>y<sub>tot</sub></sub>
KN	KN	KN*m	KN	KN*m
<b>229.71</b>	<b>17.92</b>	<b>48.06</b>	<b>13.82</b>	<b>38.76</b>

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B^* \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

D = Profondità del piano di appoggio

$e_B$  = Eccentricità in direzione B ( $e_B = M_b/N$ )

$e_L$  = Eccentricità in direzione L ( $e_L = M/N$ ) (per fondazione nastriforme  $e_L = 0$ ;  $L^* = L$ )

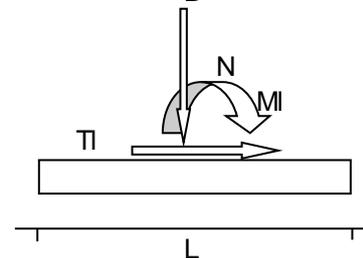
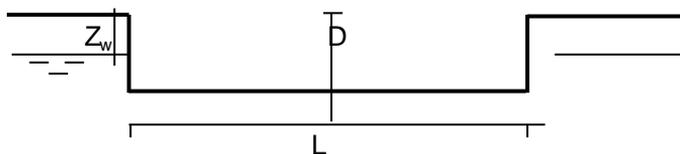
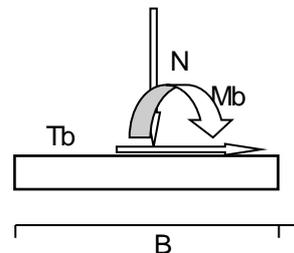
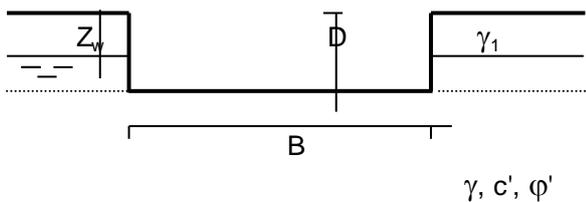
$B^*$  = Larghezza fittizia della fondazione ( $B^* = B - 2 \cdot e_B$ )

$L^*$  = Lunghezza fittizia della fondazione ( $L^* = L - 2 \cdot e_L$ )

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

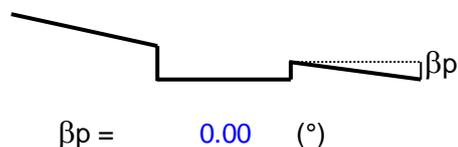
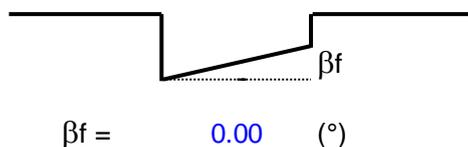
coefficienti parziali

Metodo di calcolo		azioni		proprietà del terreno	
		permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	$c'$
Stato limite ultimo	○	1.00	1.30	1.25	1.25
Tensioni ammissibili	○	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dall'utente	●	1.00	1.00	1.00	1.00



(Per fondazione nastriforme  $L = 100$  m)

B = 1.50 (m)  
L = 3.65 (m)  
D = 1.00 (m)



**AZIONI**

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	229.71	0.00	229.71
Mb [kNm]	48.06	0.00	48.06
Ml [kNm]	38.76	0.00	38.76
Tb [kN]	17.92	0.00	17.92
Tl [kN]	13.82	0.00	13.82
H [kN]	22.63	0.00	22.63

*Peso unità di volume del terreno*

$\gamma_1 = 20.00$  (kN/mc)

$\gamma = 20.00$  (kN/mc)

*Valori caratteristici di resistenza del terreno*

$c' = 0.00$  (kN/mq)

$\varphi' = 30.00$  (°)

*Valori di progetto*

$c' = 0.00$  (kN/mq)

$\varphi' = 30.00$  (°)

*Profondità della falda*

$Z_w = 15.00$  (m)

$e_B = 0.21$  (m)

$e_L = 0.17$  (m)

$B^* = 1.08$  (m)

$L^* = 3.31$  (m)

**q : sovraccarico alla profondità D**

$q = 20.00$  (kN/mq)

**$\gamma$  : peso di volume del terreno di fondazione**

$\gamma = 20.00$  (kN/mc)

**Nc, Nq, Ny : coefficienti di capacità portante**

$$Nq = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \varphi')}$$

$$Nq = 18.40$$

$$Nc = (Nq - 1) / \tan \varphi'$$

$$Nc = 30.14$$

$$Ny = 2 \cdot (Nq + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$Ny = 22.40$$

**sc, sq, sy : fattori di forma**

$$s_c = 1 + B \cdot Nq / (L \cdot Nc)$$

$$s_c = 1.20$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L$$

$$s_q = 1.19$$

$$s_y = 1 - 0.4 \cdot B / L$$

$$s_y = 0.87$$

**ic, iq, iy : fattori di inclinazione del carico**

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.75 \quad \theta = \arctg(Tb/Tl) = 52.37 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.25 \quad m = 1.56 \quad (-)$$

(m=2 nel caso di fondazione nastriforme e  
m=(m<sub>b</sub>sin<sup>2</sup>θ+m<sub>l</sub>cos<sup>2</sup>θ) in tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H / (N + B \cdot L \cdot c' \cotg \varphi'))^m$$

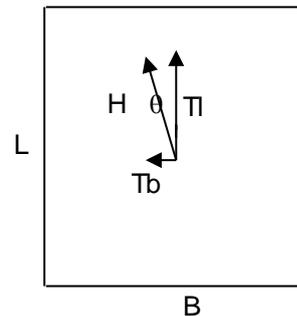
$$i_q = 0.85$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (Nq - 1)$$

$$i_c = 0.84$$

$$i_y = (1 - H / (N + B \cdot L \cdot c' \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_y = 0.77$$



**d<sub>c</sub>, d<sub>q</sub>, d<sub>γ</sub> : fattori di profondità del piano di appoggio**

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan\varphi' (1 - \text{sen}\varphi')^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_q = 1 + (2 \tan\varphi' (1 - \text{sen}\varphi')^2) * \arctan (D / B^*)$$

$$d_q = 1.27$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$d_c = 1.28$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

**b<sub>c</sub>, b<sub>q</sub>, b<sub>γ</sub> : fattori di inclinazione base della fondazione**

$$b_q = (1 - \beta_f \tan\varphi')^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

**g<sub>c</sub>, g<sub>q</sub>, g<sub>γ</sub> : fattori di inclinazione piano di campagna**

$$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1.00$$

**Carico limite unitario**

$$q_{lim} = 632.61 \quad (\text{kN/m}^2)$$

**Pressione massima agente**

$$q = N / B * L *$$

$$q = 64.12 \quad (\text{kN/m}^2)$$

**Coefficiente di sicurezza**

$$F_s = q_{lim} / q = 4.29 > 1 \quad \text{verifica soddisfatta}$$

**VERIFICA A SCORRIMENTO**

$$H_d = 22.63 \quad (\text{kN})$$

$$S_d = N * \tan(\varphi') + c' * B * L *$$

$$S_d = 132.62 \quad (\text{kN})$$

**Coefficiente di sicurezza allo scorrimento**

$$F_{scorr} = 5.33 > 1 \quad \text{verifica soddisfatta}$$