



*Gianluca Bagnoni*

# IMPIANTO DI RETE PER L'AMPLIAMENTO 132 kV DELLA CABINA PRIMARIA TRESIGALLO

COSTRUZIONE 3° STALLO LINEA IN CAVO  
UBICATO NEL COMUNE DI TRESIGNANA(FE)

PROCEDURA AUTORIZZATIVA (Atto e/o Decreto Regionale o Provinciale) N° - DEL -

## PROGETTO DEFINITIVO

		<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	
A	6.5.2025	111	013	093	Emissione per autorizzazioni
REVISIONE	DATA	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
RICHIEDENTE  <b>SOLAR PV 18 s.r.l.</b> Piazza Castello, 19 20121 - Milano (MI)  FIRMA PER BENESTARE _____					TIPOLOGIA IMPIANTO CAPOFILA / POTENZA IN IMMISSIONE <b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO</b> POTENZA IN IMMISSIONE 21,00 MW  IMPIANTO <b>CP 132/15 kV TRESIGALLO</b>
INGEGNERIA & COSTRUZIONI  <b>BRULLI</b> IL DIRETTORE E RESPONSABILE TECNICO <b>trasmissione</b> _____					TITOLO  <b>RELAZIONE DI CALCOLO OPERE IN C.A.</b>
GESTORE RETE ELETTRICA  FIRMA PER BENESTARE _____					LIVELLO PROG. <b>P D</b>
					CODICE RINTRACCIABILITA' 392211454
					TIPO DOCUMENTO <b>D 7</b>
					N° ELABORATO 508418A
					FOGLIO / DI 0 / 229
NOME FILE <b>T R S - 3 2 5 - A</b>					
SCALA -					
FORMATO A4					

lavoro:

**PROGETTO DI POTENZIAMENTO DELLA CABINA PRIMARIA  
DI ENEL DISTRIBUZIONE S.p.A. IN LOCALITA' TRESIGALLO**

luogo:

**PROVINCIA DI FERRARA  
Località Tresigallo – Comune Tresignana (FE)**

data:

**Maggio 2025**

contenuto:

**RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE DEI MANUFATTI  
AFFERENTI AL POTENZIAMENTO DELLA CABINA PRIMARIA**

committente:

**Brulli Service Srl Unipersonale  
Via Meuccio Ruini, 2  
42124- Reggio Emilia (RE)**

tecnico:

PROGETTO STRUTTURE  
**PAOLO DELMONTE Ingegnere  
Via D.F. Cecati,13/B  
42123 Reggio Emilia (RE)**



Elaborato **1A-RC**

## INDICE

<b>A. DESCRIZIONE DEL CONTESTO AMBIENTALE</b>	4
A.1 DEFINIZIONE AZIONE SISMICA	5
A.2 DEFINIZIONE CARICHI NEVE E VENTO	7
A.3 CRITERI DI VERIFICA AGLI S.L. INDAGATI IN PRESENZA DI AZIONE SISMICA	7
<b>B. DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE</b>	8
<b>C. NORME DI RIFERIMENTO COGENTI</b>	9
<b>D. DESCRIZIONE DEI MATERIALI</b>	10
<b>E. PROGETTAZIONE DELLE OPERE DI NUOVA REALIZZAZIONE</b>	12
E.1 MANUFATTO 1A – TRASFORMATORE DI CORRENTE	12
E.1.1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA	12
E.1.2 AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE	12
E.1.3 CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE	14
E.1.4 COMBINAZIONI DELLE AZIONI	14
E.1.5 METODO DI ANALISI	20
E.1.6 RISULTATI DELL'ANALISI	23
E.2 MANUFATTO 1B – TRASFORMATORE DI TENSIONE CAPACITIVO	39
E.2.1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA	39
E.2.2 AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE	40
E.2.3 CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE	41
E.2.4 COMBINAZIONI DELLE AZIONI	42
E.2.5 METODO DI ANALISI	47
E.2.6 RISULTATI DELL'ANALISI	50
E.3 MANUFATTO 2 - TERMINALE CAVO E SCARICATORE DI TENSIONE	71
E.3.1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA	71
E.3.2 AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE	72
E.3.3 CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE	75
E.3.4 COMBINAZIONI DELLE AZIONI	75
E.3.5 METODO DI ANALISI	82
E.3.6 RISULTATI DELL'ANALISI	85
E.4 MANUFATTO 3 – INTERRUTTORE TRIPOLARE	105
E.4.1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA	105
E.4.2 AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE	106
E.4.3 CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE	107
E.4.4 COMBINAZIONI DELLE AZIONI	107
E.4.5 METODO DI ANALISI	113
E.4.6 RISULTATI DELL'ANALISI	115
E.5 MANUFATTO 4 – SEZIONATORE ORIZZONTALE CON LAME DI TERRA	128
E.5.1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA	128
E.5.2 AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE	128
E.5.3 CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE	130
E.5.4 COMBINAZIONI DELLE AZIONI	130
E.5.5 METODO DI ANALISI	141
E.5.6 RISULTATI DELL'ANALISI	144
E.6 MANUFATTO 4A - SEZIONATORE CONGIUNTORE	163
E.6.1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA	163
E.6.2 AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE	164
E.6.3 CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE	165
E.6.4 COMBINAZIONI DELLE AZIONI	166
E.6.5 METODO DI ANALISI	177
E.6.6 RISULTATI DELL'ANALISI	180
E.7 MANUFATTO 5A - PALO ILLUMINAZIONE	198
E.7.1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA	198
E.7.2 AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE	199
E.7.3 CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE	200
E.7.4 COMBINAZIONI DELLE AZIONI	201
E.7.5 METODO DI ANALISI	206
E.7.6 RISULTATI DELL'ANALISI	208
E.8 GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI	214

<b>K. CODICE DI CALCOLO .....</b>	<b>214</b>
<b>ALLEGATO 1: DICHIARAZIONE DI AFFIDABILITA' DEL CODICE DI CALCOLO .....</b>	<b>215</b>
<b>ALLEGATO 2: DOCUMENTI DIAGRAMMA DI CARICO .....</b>	<b>219</b>

# 1 ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE

## A. DESCRIZIONE DEL CONTESTO AMBIENTALE

La presente relazione di progettazione strutturale riguarda le fondazioni e le carpenterie metalliche tubolari in elevazione delle seguenti opere:

1. Manuf. 1A Trasformatore di Corrente
2. Manuf. 1B Trasformatore di Tensione Capacitivo
3. Manuf. 2 Terminale cavo e scaricatore di tensione
4. Manuf. 3 Interruttore Tipolare
5. Manuf. 4 Sezionatore Orizzontale con lame di terra
6. Manuf. 4A Sezionatore Congiuntore
7. Manuf. 5A Palo illuminazione

Tali opere sono afferenti al potenziamento della cabina primaria in località Tresigallo, in Comune di Tresignana (FE), alla quota topografica di 1 m s.l.m..

E' esclusa dalla seguente relazione la verifica delle carpenterie, dei collegamenti con le linee e la verifica di ogni altra parte dell'impianto (strutturale o non strutturale) non espressamente menzionata.



**Figura 1 UBICAZIONE**

Ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni”, in ragione delle caratteristiche dell’opera, si assume:

$V_N$ = vita nominale      50 anni      (opere ordinarie)

Classe d’uso      IV      (costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti)

Periodo di riferimento per l’azione sismica  $V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 2.0 = 100$

La struttura sarà progettata con i criteri e le prescrizioni di cui al DM 17/01/2018 e i calcoli di verifica saranno condotti con il metodo semiprobabilistico agli stati limite.

I carichi applicati alle parti in elevazione sono stati forniti da Brulli Trasmissione Srl sotto forma di Diagrammi di carico (vedi allegato TRS-200-A n° 508411A).

L'indagine geognostica di campagna è stata eseguita dal Dott. Geol. Fausto Campioli. Si è proceduto all'esecuzione di n. 3 prove penetrometriche statiche (CPT) spinte a -20m dalla superficie, unitamente ad una prova geofisica superficiale MASW e un test HVSR per la classificazione sismica.

Sotto il profilo geologico il terreno indagato è costituito da argilla e limo, con uno strato di sabbia e sabbia limosa intercalato tra -2.5 e -3.5 m di profondità. L'unica anomalia è rappresentata da un altro strato di sabbia, intercettato solo da CPT 1 tra - 7.0 e - 9.5 m dal piano campagna. Il tetto della prima falda, rilevato nei fori di sondaggio, si è attestato intorno a - 1.3 m dalla superficie.

Il geologo fissa a -1.00 m dal piano campagna la quota d'imposta delle nuove fondazioni così da sfruttare per quanto possibile le prestazioni dell'argilla sovraconsolidata ed evitare scavi in soggezione di falda.

Il geologo dichiara un rischio liquefazione da basso a nullo.

Per il progetto in esame è definita una categoria di suolo D, e una categoria topografica T1 a cui corrispondono i seguenti coefficienti:

- coefficiente di amplificazione stratigrafica  $S_s=1.800$ ;
- coefficiente di amplificazione topografica  $S_T=1.000$ .

Considerate le geometrie degli appoggi e le caratteristiche dei terreni indagati, si conviene di attribuire al volume significativo del terreno coinvolto i seguenti parametri geomeccanici caratteristici, risultanti dall'elaborazione statistica dei dati tra -1 e -10 m:

$\phi'=20^\circ$

$c'=5$  KPa

**$c_u=43$  KPa**

modulo  **$E = 5 \div 10$  MPa**

rapporto di Poisson  **$\nu = 0.2$**

peso di volume  **$\gamma = 20$  kN/m<sup>3</sup>**

#### A.1 DEFINIZIONE AZIONE SISMICA

##### **Azione sismica (punto 3.2 della <2>)**

L'opera è realizzata in area posta in comune di Tresignana (FE), a 1.00 m. s.l.m., in zona sismica 3.

Le coordinate rappresentative dell'area sono:

Latitudine 44°8275 N

Longitudine 11°8962 E

Ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni", in ragione delle caratteristiche dell'opera, si assume:

$V_N$ = vita nominale 50 anni (opere ordinarie)

Classe d'uso IV (costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti)

Periodo di riferimento per l'azione sismica  $V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 2 = 100$

Dalla zonazione sismica si hanno i seguenti dati:

Par.3.2 DM 14/1/2008

☒ Reticolo  
☐ Isole ▼  
☒ Interpolaz. con media pond. (DM '08)  
☐ Interpolaz. con superf. rigata

Lon (°) 11.8962 Lat (°) 44.8275

**SLE**

**SLO**

☒ Auto PVR= 81 % TR= 60 anni  
☒ Auto ag/g = 0.0431 Fo= 2.5446 Tc\*= 0.2841 s

**SLD**

☒ Auto PVR= 63 % TR= 101 anni  
☒ Auto ag/g = 0.0533 Fo= 2.5337 Tc\*= 0.296 s

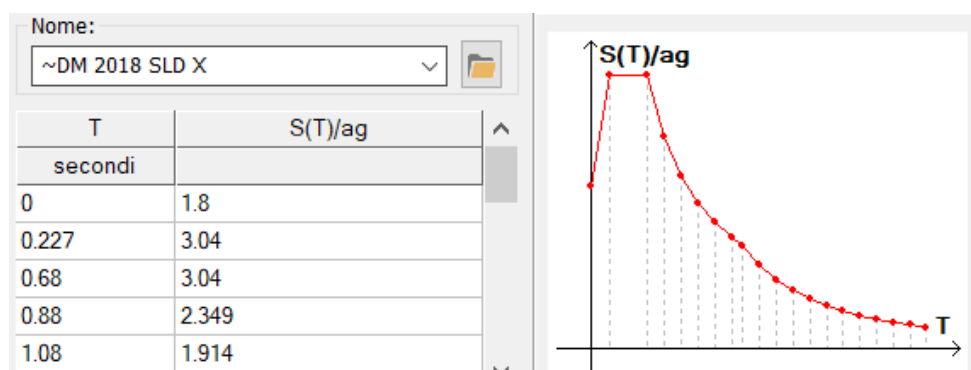
**SLU**

**SLV**

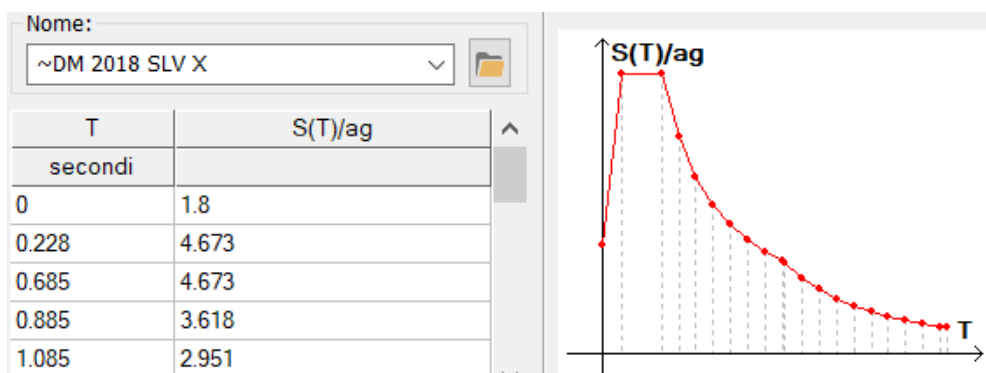
☒ Auto PVR= 10 % TR= 949 anni  
☒ Auto ag/g = 0.1296 Fo= 2.5963 Tc\*= 0.3007 s

☐ SLC

☒ Auto PVR= 5 % TR= 1950 anni  
☒ Auto ag/g = 0.1654 Fo= 2.5815 Tc\*= 0.31 s



**Spettro di progetto SLD**



**Spettro di progetto SLV**

## A.2 DEFINIZIONE CARICHI NEVE E VENTO

### Azione della neve (punto 3.4 della <2>)

La determinazione del carico a neve fa capo ai seguenti parametri:

Zona II

$a_0 = 1 \text{ m slm}$

$a_s = 200 \text{ m slm}$

Per  $a_s < 200 \text{ m}$  si ha:

valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo  $q_{sk}$ :

$q_{sk} = 100 \text{ daN/m}^2$

coefficiente di forma della copertura  $\mu_i$ :

Per  $\alpha \leq 30^\circ \Rightarrow \mu_i = 0.8$

coefficiente di esposizione  $C_E$ :

$C_E = 1.0$

Essendo topograficamente riparata

coefficiente termico  $C_T$ :

$C_T = 1$

Il carico da neve sulla copertura  $q_s$  è quindi valutata nella misura di:

$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_T = 0.8 \cdot 100 \cdot 1.0 \cdot 1 = 80 \text{ daN/m}^2$

### Azione del vento (punto 3.3 della <2>)

La determinazione del carico a vento fa capo ai seguenti parametri:

zona 2;

$v_{b0} = 25 \text{ m/s}$

$a_0 = 750 \text{ m slm}$

$a_s = 1 \text{ m slm}$

Per  $a_s < a_0 \text{ m}$  si ha:

$v_b = v_{b0} \cdot C_a = 25 \cdot 1 = 25 \text{ m/s}$

$v_r = v_b \cdot C_r = 25 \text{ m/s}$

$C_r = 0.75 \cdot (1 - 0.2 \cdot \ln[-\ln(1 - 1/T_R)]) = 1.0$

pressione cinetica di riferimento  $q_b$ :

$q_r = 1/2 \cdot \rho \cdot v_r^2 = 1/2 \cdot 1.25 \cdot 25^2 = 39 \text{ daN/m}^2$

classe di rugosità del terreno D;

categoria di esposizione del sito II:  $K_r = 0.19$

$z_0 = 0.05 \text{ m}$

$z_{min} = 4 \text{ m}$

coefficiente di esposizione  $c_e$ :

$c_e(6.00) = 0.19^2 \cdot \ln(6.00/0.05) \cdot [7 + \ln(6.00/0.05)] = 2.04$

## A.3 CRITERI DI VERIFICA AGLI S.L. INDAGATI IN PRESENZA DI AZIONE SISMICA

Sono stati indagati i seguenti Stati limite:

SLU STR delle strutture di fondazione

SLU GEO delle strutture di fondazione

SLE freq., rare e quasi perm delle strutture di fondazione.



## **B. DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE**

Trattasi del progetto delle opere di fondazione afferenti al potenziamento della cabina primaria di Tresigallo, sita in comune di Tresignana (FE). Nello specifico, la presente relazione riguarda i seguenti manufatti:

### **1. MANUFATTO 1A – TRASFORMATORE DI CORRENTE**

Trattasi di nuova realizzazione di fondazione in cemento armato alla quale sono fissati tre piedritti tubolari Ø219.1 spessore 5.9mm, che sostengono le apparecchiature. La soletta ha pianta rettangolare di lati pari a 600cm per 150cm, e spessore pari a 60cm. La quota d'intradosso della fondazione è fissata a -80cm dal piano campagna. La quota d'imposta di -100cm dal piano campagna è raggiunta previa stesura di uno strato di magrone di 20cm.

### **2. MANUFATTO 1B – TRASFORMATORE DI TENSIONE CAPACITIVO**

Trattasi di nuova realizzazione di fondazione in cemento armato alla quale sono fissati tre piedritti che sostengono le apparecchiature. La soletta ha pianta rettangolare di lati pari a 600cm per 150cm, e spessore pari a 60cm. La quota d'intradosso della fondazione è fissata a -80cm dal piano campagna. La quota d'imposta di -100cm dal piano campagna è raggiunta previa stesura di uno strato di magrone di 20cm.

### **3. MANUFATTO 2 – TERMINALE CAVO E SCARICATORE DI TENSIONE**

Trattasi di nuova realizzazione di fondazione in cemento armato alla quale sono fissati tre piedritti verticali che sostengono le apparecchiature. La soletta ha pianta rettangolare di lati pari a 650cm per 250cm, e spessore pari a 30cm. La quota d'imposta della fondazione è fissata a -230cm dal piano campagna.

### **4. MANUFATTO 3 – INTERRUTTORE TRIPOLARE**

Trattasi di nuova realizzazione di fondazione in cemento armato alla quale sono fissati tre piedritti reticolari, che sostengono le apparecchiature. La soletta ha pianta rettangolare di lati pari a 620cm per 250cm, e spessore pari a 30cm. La quota d'intradosso della fondazione è fissata a -30cm dal piano campagna. La quota d'imposta di -100cm dal piano campagna è raggiunta previa stesura di uno strato di magrone di 70cm.

### **5. MANUFATTO 4 – SEZIONATORE ORIZZONTALE CON LAME DI TERRA**

Trattasi di nuova realizzazione di fondazione in cemento armato alla quale sono fissati tre piedritti verticali che sostengono le apparecchiature. La soletta ha pianta rettangolare di lati pari a 480cm per 200cm, e spessore pari a 40cm. La quota d'intradosso della fondazione è fissata a -40cm dal piano campagna. La quota d'imposta di -100cm dal piano campagna è raggiunta previa stesura di uno strato di magrone di 60cm.

### **6. MANUFATTO 4A – SEZIONATORE CONGIUNTORE**

Trattasi di nuova realizzazione di fondazione in cemento armato alla quale sono fissati due piedritti verticali che sostengono le apparecchiature. La soletta ha pianta rettangolare di lati pari a 500cm per 280cm, e spessore pari a 40cm. La quota d'intradosso della fondazione è fissata a -40cm dal piano campagna. La quota d'imposta di -100cm dal piano campagna è raggiunta previa stesura di uno strato di magrone di 60cm.

## 7. MANUFATTO 5A – PALO ILLUMINAZIONE

Trattasi di nuova realizzazione di fondazione in cemento armato alla quale è fissato un palo d'illuminazione. Il plinto ha base rettangolare di lati 120cm e 190cm e altezza complessiva di 150cm. La quota d'imposta del plinto è fissata a -1.50m dal piano campagna.

## MANUFATTO 5 – ARMADIO SMISTAMENTO CAVI

E' inoltre prevista la realizzazione di un basamento scatolare in c.a. le cui dimensioni in pianta sono pari a 80cmx40cm, con pareti laterali aventi altezza pari a 30cm. La struttura sostiene un armadio per smistamento cavi di peso complessivo stimato in 100 daN. Tale opera è da ritenersi priva di rilevanza per la pubblica incolumità ai fini sismici, in quanto ricadente al punto A.4.2 "Strutture di sostegno per dispositivi di telecomunicazione, illuminazione, torri faro, segnaletica stradale (quali pali, tralicci), pale eoliche, isolate e non ancorate agli edifici, aventi altezza massima  $\leq 15$  m (L1)" dell'elenco A dell'allegato 1 della Delibera di Giunta Regionale Emilia-Romagna n. 2272/2016.

Oltre alle necessarie verifiche degli elementi strutturali agli SLU prescritti dalle normative, saranno condotte le verifiche agli SLE relativamente a danneggiamenti locali che possano ridurre la durabilità della struttura, la sua efficienza o il suo aspetto, a spostamenti e deformazioni che possano limitare l'uso della costruzione o compromettere l'efficienza e l'aspetto di elementi non strutturali.

Per le modellazioni è stato utilizzato il solutore agli Elementi Finiti Xfinest (elaborato da CEAS Centro di Analisi Strutturale, viale Giustiniano 10 - 20129 Milano), con interfaccia CMP, versione 35.0.0.9 (prodotto da CAIREPRO s.c. via Gandhi, 1 - 42100 Reggio Emilia). Dalla valutazione della documentazione fornita dal produttore, contenente la descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, si ritiene di giudicare il software affidabile e idoneo al caso specifico .

## **C. NORME DI RIFERIMENTO COGENTI**

Il quadro normativo tecnico, assunto quale riferimento cogente nello sviluppo della progettazione strutturale è il seguente:

- <1> D.P.R. n. 380 06/06/2001 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia"
- <2> D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni"
- <3> Circolare n. 7 del 21/01/2019 "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. del 17/01/2018"
- <4> UNI EN 206-1: 2006 "Classi di esposizione ambientale per il calcestruzzo"

Nel progetto in esame non è stato fatto uso di norme o documenti tecnici ad integrazione del quadro normativo assunto quale cogente.

#### D. DESCRIZIONE DEI MATERIALI

La scelta dei materiali è finalizzata a garantire la necessaria durabilità delle caratteristiche fisiche e meccaniche per tutta la vita utile prevista per la struttura.

##### CEMENTO ARMATO – PARTI ESPOSTE

La realizzazione delle opere in cemento armato deve effettuarsi con i seguenti materiali:

- ☐ Calcestruzzo classe C32/40
- ☐ Acciaio in barre tonde ad aderenza migliorata B450C controllato in cantiere

Si definisce una classe di esposizione ambientale XC4 corrispondente ad un ambiente di esposizione ciclicamente bagnato ed asciutto.

Rapporto A/C max= 0.5

Contenuto minimo di cemento 340 daN/m<sup>3</sup>

Rck minimo (N/mm<sup>2</sup>) C32/40

Copriferro minimo NTC2018(mm) 35+10=45

Condizioni ambientali Aggressive

Tabella C4.1.IV - Copriferri minimi in mm

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
C <sub>min</sub>	C <sub>0</sub>	ambiente	C<C <sub>0</sub>	C <sub>min</sub> >C<C <sub>0</sub>	C<C <sub>0</sub>	C <sub>min</sub> >C<C <sub>0</sub>	C<C <sub>0</sub>	C <sub>min</sub> >C<C <sub>0</sub>	C<C <sub>0</sub>	C <sub>min</sub> >C<C <sub>0</sub>
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Tolleranza di posa (mm)

10

##### CEMENTO ARMATO – FONDAZIONE

La realizzazione delle opere in cemento armato deve effettuarsi con i seguenti materiali:

- ☐ Calcestruzzo classe C25/30
- ☐ Acciaio in barre tonde ad aderenza migliorata B450C controllato in cantiere

Si definisce una classe di esposizione ambientale XC2 corrispondente ad un ambiente di esposizione bagnato, raramente asciutto.

Rapporto A/C max= 0.6

Contenuto minimo di cemento 300 daN/m<sup>3</sup>

Rck minimo (N/mm<sup>2</sup>) C25/30

Copriferro minimo NTC2018 (mm) 25+10=35

Condizioni ambientali Ordinarie

Tabella C4.1.IV - Copriferri minimi in mm

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
C <sub>min</sub>	C <sub>0</sub>	ambiente	C<C <sub>0</sub>	C <sub>min</sub> >C<C <sub>0</sub>	C<C <sub>0</sub>	C <sub>min</sub> >C<C <sub>0</sub>	C<C <sub>0</sub>	C <sub>min</sub> >C<C <sub>0</sub>	C<C <sub>0</sub>	C <sub>min</sub> >C<C <sub>0</sub>
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Tolleranza di posa (mm)

10

**ACCIAIO**

Per le opere in acciaio di nuova realizzazione (profilati, IPE, HE, UPN, tondi, piatti e piastrame), si sono considerate le seguenti caratteristiche:

□ Acciaio S 275JR

Per le opere in acciaio di nuova realizzazione (tubolari, lamiere), si sono considerate le seguenti caratteristiche:

□ Acciaio S 235

**Classe di esecuzione**

**EXC3**

**Protezione dalla corrosione**

**Zincatura elettrolitica (UNI EN ISO 14713:2010)**

**BARRE FILETTATE**

Per le barre filettate si sono considerate le seguenti caratteristiche:

□ Barre filettate – vite classe 8.8 – dado classe 8

**CALCESTRUZZO CLASSE C25/30**

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione

$f_{ck}=250 \text{ daN/cm}^2$

Resistenza caratteristica cubica a compressione

$R_{ck}=300 \text{ daN/cm}^2$

Resistenza media a trazione

$f_{ctm}=26 \text{ daN/cm}^2$

Resistenza caratteristica a trazione

$f_{ctk}=18.2 \text{ daN/cm}^2$

Valore medio modulo di elasticità normale

$E=314758 \text{ daN/cm}^2$

Valore medio modulo di elasticità tangenziale

$G=131149 \text{ daN/cm}^2$

**CALCESTRUZZO CLASSE C32/40**

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione

$f_{ck}=320 \text{ daN/cm}^2$

Resistenza caratteristica cubica a compressione

$R_{ck}=400 \text{ daN/cm}^2$

Resistenza media a trazione

$f_{ctm}=30 \text{ daN/cm}^2$

Resistenza caratteristica a trazione

$f_{ctk}=21 \text{ daN/cm}^2$

Valore medio modulo di elasticità normale

$E=333458 \text{ daN/cm}^2$

Valore medio modulo di elasticità tangenziale

$G=138940 \text{ daN/cm}^2$

**ACCIAIO B450C**

Tensione caratteristica di rottura

$f_{tk}=5400 \text{ daN/cm}^2$

Tensione caratteristica di snervamento

$f_{yk}=4500 \text{ daN/cm}^2$

Valore medio modulo di elasticità normale

$E=2000000 \text{ daN/cm}^2$

Valore medio modulo di elasticità tangenziale

$G=769231 \text{ daN/cm}^2$

**ACCIAIO S275**

Tensione caratteristica di sverramento

$f_{yk}=2750 \text{ daN/cm}^2$

Tensione caratteristica di rottura a trazione

$f_{tk}=4300 \text{ daN/cm}^2$

Modulo elastico

$E=2100000 \text{ daN/cm}^2$

**ACCIAIO S235**

Tensione caratteristica di sverramento

$f_{yk}=2350 \text{ daN/cm}^2$

Tensione caratteristica di rottura a trazione

$f_{tk}=3600 \text{ daN/cm}^2$

Modulo elastico

$E=2100000 \text{ daN/cm}^2$

**BARRE FILETTATE – VITE CLASSE 8.8 – DADO CLASSE 8**

Tensione di snervamento

$f_{yb}=6490 \text{ daN/cm}^2$

Tensione di rottura

$f_{tb}=8000 \text{ daN/cm}^2$

Resistenza di progetto a trazione  
Resistenza di progetto a taglio

$f_{d,N} = 5600 \text{ daN/cm}^2$   
 $f_{d,V} = 3690 \text{ daN/cm}^2$

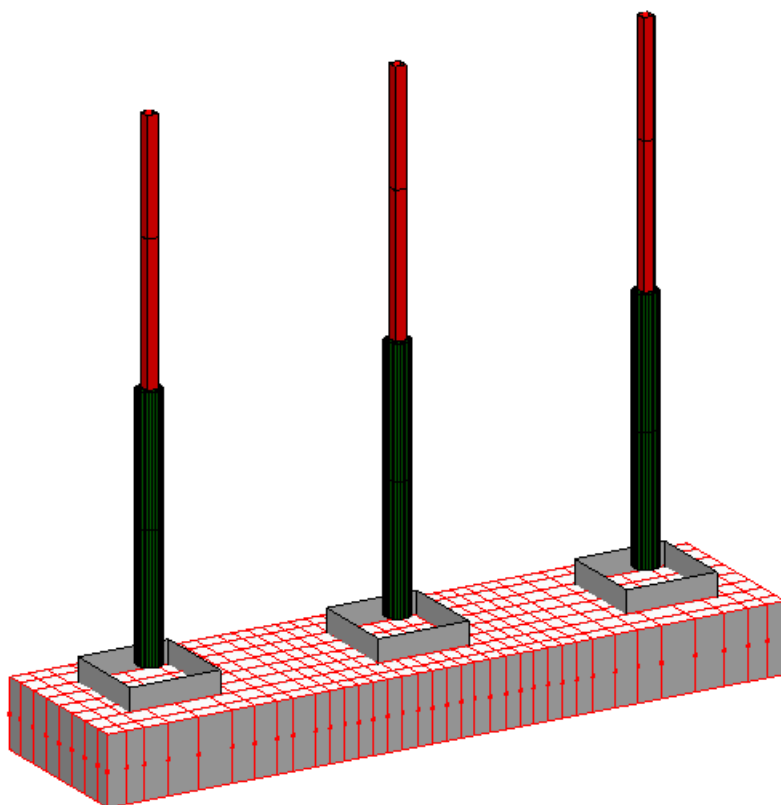
## **E. PROGETTAZIONE DELLE OPERE DI NUOVA REALIZZAZIONE**

### **E.1 MANUFATTO 1A – TRASFORMATORE DI CORRENTE**

#### **E.1.1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA**

Trattasi di nuova realizzazione di fondazione in cemento armato alla quale sono fissati tre piedritti tubolari Ø219.1 spessore 5.9mm, che sostengono le apparecchiature. La soletta ha pianta rettangolare di lati pari a 600cm per 150cm, e spessore pari a 60cm. La quota d'intradosso della fondazione è fissata a -80cm dal piano campagna. La quota d'imposta di -100cm dal piano campagna è raggiunta previa stesura di uno strato di magrone di 20cm.

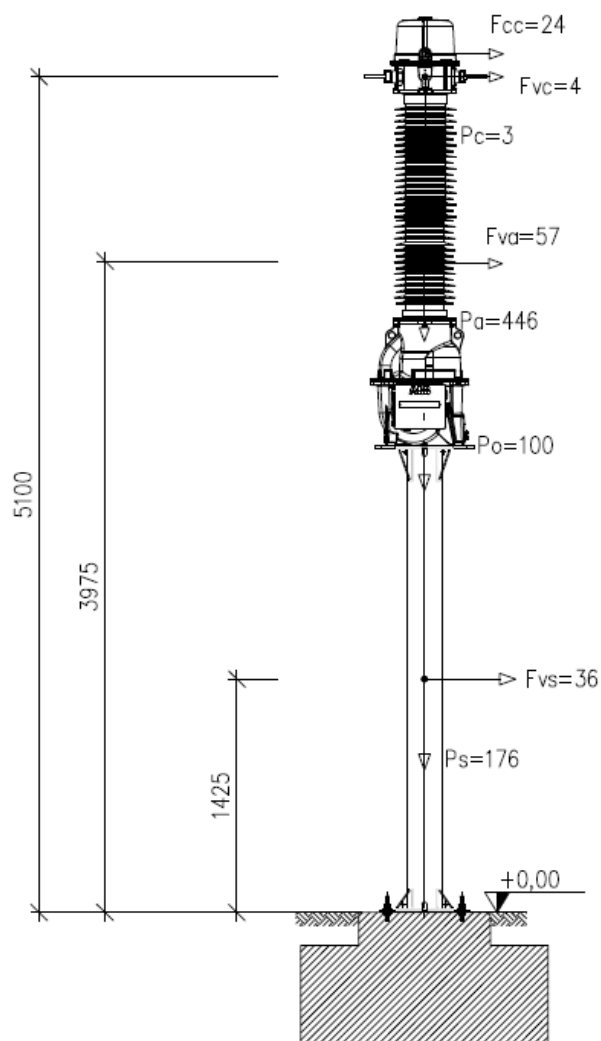
#### **E.1.2 AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE**



Il modello è sottoposto alle seguenti condizioni di carico

Nome	CdC	mltX	mltY	mltZ	Tipo	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$	$\Psi_{2s}$	$\phi$
peso proprio	1	0	0	-1	Permanente (St)	1	1	1	1	1
sovraccarico permanente platea	2	0	0	0	Permanente non strutt (St)	1	1	1	1	1
peso sostegni e apparecchiature	3	0	0	0	Permanente non strutt (St)	1	1	1	1	1
sforzo elettrodinamico 1	4	0	0	0	Generico (St)	1	1	1	1	1
sforzo elettrodinamico 2	5	0	0	0	Generico (St)	1	1	1	1	1
sforzo elettrodinamico 3	6	0	0	0	Generico (St)	1	1	1	1	1
operatore 1	7	0	0	0	Abitazioni Uffici (St)	0.7	0.5	0.3	0.3	1
operatore 2	8	0	0	0	Abitazioni Uffici (St)	0.7	0.5	0.3	0.3	1
operatore 3	9	0	0	0	Abitazioni Uffici (St)	0.7	0.5	0.3	0.3	1
vento X	10	0	0	0	Vento (St)	0.6	0.2	0	0	0
vento Y	11	0	0	0	Vento (St)	0.6	0.2	0	0	0
sovr. acc. platea	12	0	0	0	Abitazioni Uffici (St)	0.7	0.5	0.3	0.3	1
Sisma SLO X	13	1	0	0	Sisma SLE X (StEq)					
Sisma SLO Y	14	0	1	0	Sisma SLE Y (StEq)					
Sisma SLD X	15	1	0	0	Sisma SLE X (StEq)					
Sisma SLD Y	16	0	1	0	Sisma SLE Y (StEq)					
Sisma SLV X	17	1	0	0	Sisma SLU X (StEq)					
Sisma SLV Y	18	0	1	0	Sisma SLU Y (StEq)					

Il manufatto in oggetto è caratterizzato dai seguenti carichi:



### E.1.3 CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE

L'analisi strutturale è stata svolta su un modello di elementi finiti sottoposto ad analisi statica equivalente, nel quale l'azione sismica è definita riferendosi allo spettro di progetto, assumendo un fattore di comportamento  $q$ .

Il modello della struttura è tridimensionale per rappresentare in modo adeguato le effettive distribuzioni spaziali di massa, rigidezza e resistenza.

Nel caso in esame è possibile trascurare l'azione sismica verticale (par. 7.2.1 delle <2>).

L'analisi sismica della struttura sarà effettuata con una analisi lineare statica equivalente.

Si assume  $q=1$

Sono stati indagati i seguenti Stati limite:

SLU STR sulle strutture di fondazione.

SLU GEO sulle strutture di fondazione.

SLE freq, rare e quasi perm sulle strutture di fondazione.

### E.1.4 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Di seguito sono indicate le principali combinazioni delle azioni in relazione agli SLU e SLE indagati.

#### SOLLECITAZIONI DI INVILUPPO SU ELEMENTI BEAM - TRUSS

Per ciascuna Condizione di Carico di Involuppo vengono riportate le sollecitazioni di ciascun elemento tipo Beam/Truss

Beam/Truss = Numero dell'Elemento Beam-Truss

T = Tipo di entità: B = Beam, T = TRUSS

X = Coordinata del punto di involuppo

N = Sforzo assiale (positivo se di trazione)

T12 = Taglio agente nel piano locale 12

T13 = Taglio agente nel piano locale 13

MT = Momento Torcente

M12 = Momento agente nel piano locale 12

M13 = Momento agente nel piano locale 13

Wink2 = Pressione per travi alla Winkler nel piano 12

Wink3 = Pressione per travi alla Winkler nel piano 13

QWink2 = Carico per travi alla Winkler nel piano 12

QWink3 = Carico per travi alla Winkler nel piano 13

I simboli S1, S2, S3, S4 indicano la "sigma combinata" e si riferiscono al calcolo della tensione fittizia valutata in ipotesi di linearità del comportamento del materiale e resistenza indefinita, la cui massimizzazione individua la più probabile verifica peggiore a pressoflessione, valutata con la formula (sigma positiva indica trazione)

$$\sigma_{comb} = \frac{N}{A} \pm \frac{M_{12}}{W_{12}} \pm \frac{M_{13}}{W_{13}}$$

(W sono i moduli di resistenza) sui quattro spigoli del rettangolo ideale con moduli di resistenza pari a quelli della sezione base dell'asta.

Sono di seguito elencati i dati dei seguenti involuppi:

#### ~SL18 STR SLV

Descrizione involuppo "~SL18 STR SLV"

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involuppo automatiche

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Involuppo	~SL18 STR SLV_1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL18 STR SLV_2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL18 STR SLV_3	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL18 SLU Sism. Orizz. 1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL18 SLU Sism. Orizz. 2	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli involuppi contenuti nell'involuppo "~SL18 STR SLV"

Descrizione involuppo "~SL18 STR SLV\_1":

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0	1.5

CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0	1.5
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-0.9	0.9
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-0.9	0.9
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0	1.5

Descrizione inviluppo “~SL18 STR SLV 2”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
-------------------	----------------------	-----------	--------	----------	----------

CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0	1.05
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0	1.05
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0	1.05
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-1.5	1.5
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-1.5	1.5
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0	1.05

Descrizione inviluppo “~SL18 STR SLV 3”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
-------------------	----------------------	-----------	--------	----------	----------

CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0	1.05
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0	1.05
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0	1.05
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-0.9	0.9
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-0.9	0.9
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0	1.05

Descrizione inviluppo “~SL18 SLU Sism. Orizz. 1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
-------------------	----------------------	-----------	--------	----------	----------

CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		1	1
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 5StEq	Sisma SLV X	Var.non Contemp.	4	-1	1
CdC elem. 6StEq	Sisma SLV Y	Var.non Contemp.	5	-0.3	0.3

Descrizione inviluppo “~SL18 SLU Sism. Orizz. 2”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
-------------------	----------------------	-----------	--------	----------	----------

CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		1	1
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 5StEq	Sisma SLV X	Var.non Contemp.	4	-0.3	0.3
CdC elem. 6StEq	Sisma SLV Y	Var.non Contemp.	5	-1	1

SOLLECITAZIONI DI INVILUPPO SU ELEMENTI TIPO SHELL

Per ciascuna Condizione di Carico di Inviluppo vengono riportate le sollecitazioni inviluppate di ciascun elemento tipo Shell

- Shell = Numero dell'Elemento Shell
- CdC = Condizione di Carico di Inviluppo
- N22 = Forza Normale Membranale in direzione asse locale 2
- N33 = Forza Normale Membranale in direzione asse locale 3
- N23 = Forza Tagliante Membranale agenti sulle facce perpendicolari agli assi locali 2 e 3
- M22 = Momento Flettente agente nel piano locale 12
- M33 = Momento Flettente agente nel piano locale 13
- M23 = Momento Torcente agente sulle facce perpendicolari agli assi locali 2 e 3
- Q2 = Forza di taglio fuori piano agente nel piano locale 12
- Q3 = Forza di taglio fuori piano agente nel piano locale 13



W = Reazione di Winkler

Dr = Momento di Drilling

I simboli S1, S2, S3, S4 indicano la “sigma combinata” e si riferiscono al calcolo della tensione fittizia valutata in ipotesi di linearità del comportamento del materiale e resistenza indefinita, la cui massimizzazione individua la più probabile verifica peggiore a pressoflessione, valutata con la formula (sigma positiva indica trazione)

$$\sigma_{comb} = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W}$$

(W è il modulo di resistenza) sul bordo inferiore (S1) e superiore (S2) della sezione rettangolare dello shell (di base 1 m e altezza pari allo spessore dello shell) ortogonale all’asse locale 2 (il bordo inferiore è posto dalla parte dei valori negativi dell’asse locale 1); S3 ed S4 sono relativi alla sezione ortogonale all’asse locale 3.

Sono di seguito elencati i dati dei seguenti involucri:

~SL18 GEO

~SL18 SLE caratt.

~SL18 SLE freq.

~SL18 SLE q.perm.

~SL18 STR SLV

Descrizione involucro “~SL18 GEO”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involucro automatiche

n°CdC o Involucro	Nome CdC o Involucro	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Involucro	~SL18 GEO_1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involucro	~SL18 GEO_2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involucro	~SL18 GEO_3	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involucro	~SL18 SLU Sism. Orizz._1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involucro	~SL18 SLU Sism. Orizz._2	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli involucri contenuti nell’involucro “~SL18 GEO”

Descrizione involucro “~SL18 GEO 1”:

n°CdC o Involucro	Nome CdC o Involucro	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0	1.5
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0	1.5
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-0.9	0.9
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-0.9	0.9
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0	1.5

Descrizione involucro “~SL18 GEO 2”:

n°CdC o Involucro	Nome CdC o Involucro	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0	1.05
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0	1.05
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0	1.05
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-1.5	1.5
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-1.5	1.5
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0	1.05

Descrizione involucro “~SL18 GEO 3”:

n°CdC o Involucro	Nome CdC o Involucro	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0	1.05
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0	1.05
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0	1.05
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-0.9	0.9
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-0.9	0.9
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0	1.05

Descrizione involucro “~SL18 SLU Sism. Orizz. 1”:

n°CdC o Involucro	Nome CdC o Involucro	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		0.8	1

CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		1	1
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 5StEq	Sisma SLV X	Var.non Contemp.	4	-1	1
CdC elem. 6StEq	Sisma SLV Y	Var.non Contemp.	5	-0.3	0.3
Descrizione inviluppo “~SL18 SLU Sism. Orizz. 2”:					
n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		1	1
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 5StEq	Sisma SLV X	Var.non Contemp.	4	-0.3	0.3
CdC elem. 6StEq	Sisma SLV Y	Var.non Contemp.	5	-1	1
Descrizione inviluppo “~SL18 SLE caratt. 2”:					
Agisce su tutte le entità del modello.					
Condizioni di inviluppo automatiche					
n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 SLE caratt. 1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLE caratt. 2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLE caratt. 3	Perm.non Contemp.	1	1	1
Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo “~SL18 SLE caratt.”					
Descrizione inviluppo “~SL18 SLE caratt. 1”:					
n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		1	1
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		1	1
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		1	1
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		1	1
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-0.6	0.6
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-0.6	0.6
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		1	1
Descrizione inviluppo “~SL18 SLE caratt. 2”:					
n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		1	1
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0.7	0.7
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0.7	0.7
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0.7	0.7
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-1	1
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-1	1
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0.7	0.7
Descrizione inviluppo “~SL18 SLE caratt. 3”:					
n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		1	1
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0.7	0.7
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0.7	0.7
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0.7	0.7
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-0.6	0.6
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-0.6	0.6

CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0.7	0.7
Descrizione inviluppo “~SL18 SLE freq.”					
Agisce su tutte le entità del modello.					
Condizioni di inviluppo automatiche					
n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 SLE freq._1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLE freq._2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLE freq._3	Perm.non Contemp.	1	1	1
Descrizione degli inviluppi contenuti nell’inviluppo “~SL18 SLE freq.”					
Descrizione inviluppo “~SL18 SLE freq. 1”:					
n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		1	1
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0.5	0.5
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0.5	0.5
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0.5	0.5
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-0	0
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-0	0
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0.5	0.5
Descrizione inviluppo “~SL18 SLE freq. 2”:					
n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		1	1
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-0.2	0.2
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-0.2	0.2
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0.3	0.3
Descrizione inviluppo “~SL18 SLE freq. 3”:					
n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		1	1
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-0	0
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-0	0
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0.3	0.3
Descrizione inviluppo “~SL18 SLE q.perm.”					
Agisce su tutte le entità del modello.					
Condizioni di inviluppo automatiche					
n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		1	1
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-0	0
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-0	0
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0.3	0.3
Descrizione inviluppo “~SL18 STR SLV”					
Agisce su tutte le entità del modello.					
Condizioni di inviluppo automatiche					
n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 STR SLV_1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 STR SLV_2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 STR SLV_3	Perm.non Contemp.	1	1	1

Inviluppo	~SL18 SLU Sism. Orizz. 1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLU Sism. Orizz. 2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo "~SL18 STR SLV"					
Descrizione inviluppo "~SL18 STR SLV 1":					
n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0	1.5
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0	1.5
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-0.9	0.9
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-0.9	0.9
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0	1.5
Descrizione inviluppo "~SL18 STR SLV 2":					
n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0	1.05
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0	1.05
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0	1.05
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-1.5	1.5
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-1.5	1.5
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0	1.05
Descrizione inviluppo "~SL18 STR SLV 3":					
n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0	1.05
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0	1.05
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0	1.05
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-0.9	0.9
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-0.9	0.9
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0	1.05
Descrizione inviluppo "~SL18 SLU Sism. Orizz. 1":					
n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		1	1
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 5StEq	Sisma SLV X	Var.non Contemp.	4	-1	1
CdC elem. 6StEq	Sisma SLV Y	Var.non Contemp.	5	-0.3	0.3
Descrizione inviluppo "~SL18 SLU Sism. Orizz. 2":					
n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		1	1
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 5StEq	Sisma SLV X	Var.non Contemp.	4	-0.3	0.3

CdC elem. 6StEq	Sisma SLV Y	Var.non Contemp.	5	-1	1
-----------------	-------------	------------------	---	----	---

### E.1.5 METODO DI ANALISI

L'analisi strutturale è stata svolta su un modello di elementi finiti sottoposto ad analisi statica equivalente, nel quale l'azione sismica è definita riferendosi allo spettro di progetto, assumendo un fattore di comportamento  $q$ .

#### RISULTANTE DEI CARICHI APPLICATI

Vengono di seguito indicate le risultanti dei carichi applicati nelle CdC elementari statiche:

CdC = Condizione di Carico Elementare

Descrizione = Descrizione tipologia CdC

Fx, Fy, Fz = forza risultante dai carichi applicati e dai pesi propri della CdC

Mx, My, Mz = momento calcolato rispetto all'origine e risultante dai carichi applicati e dai pesi propri della CdC

Fase = viene indicato (se presente) la fase a cui la CdC appartiene

CdC	Descrizione	Fx (daN)	Fy (daN)	Fz (daN)	Mx (daNcm)	My (daNcm)	Mz (daNcm)	Fase
1	peso proprio	0.	0.	-18830.463	-25826700.	1318132.41	0.	
2	sovr. permanente platea	0.	0.	-5674.4000	-9811512.0	397208.006	0.	
3	peso sostegni e apparecchiature	0.	0.	-3750.0000	-6487500.0	262500.008	0.	
4	sforzo elettrodinamico 1	0.	48.0000000	0.	-24480.000	0.	3360.00010	
5	sforzo elettrodinamico 2	0.	48.0000000	0.	-24480.000	0.	3360.00010	
6	sforzo elettrodinamico 3	0.	48.0000000	0.	-24480.000	0.	3360.00010	
7	operatore 1	0.	0.	-200.00000	-302000.00	14000.0004	0.	
8	operatore 2	0.	0.	-200.00000	-346000.00	14000.0004	0.	
9	operatore 3	0.	0.	-200.00000	-390000.00	14000.0004	0.	
10	vento X	582.000000	0.	0.	0.	178965.000	-1006860.0	
11	vento Y	0.	582.000000	0.	-178965.00	0.	40740.0012	
12	sovr. accidentale platea	0.	0.	-7200.0000	-12456000.	504000.010	0.	
13	Sisma SLO X	854.308349	0.	0.	0.	303523.278	-1477953.4	
14	Sisma SLO Y	0.	854.308349	0.	-303523.28	0.	59801.5862	
15	Sisma SLD X	701.249710	0.	0.	0.	249143.779	-1213162.0	
16	Sisma SLD Y	0.	701.249710	0.	-249143.78	0.	49087.4812	
17	Sisma SLV X	2621.03418	0.	0.	0.	931215.160	-4534389.1	
18	Sisma SLV Y	0.	2621.03418	0.	-931215.16	0.	183472.398	

#### ANALISI SISMICA LINEARE

Di seguito vengono indicati i parametri dell'analisi sismica.

Parametri del DM 17/01/2018:

Categoria suolo di fondazione: D

Categoria Topografica: T1

Coeff.smorzam.equivalente  $\alpha$ : 5 %

Fattore di struttura  $q_x, q_y$  per sismi in dir.x e y (orizzontali) e  $q_z$  (verticali): 1, 1, 1.5

Classe di duttilità Struttura non dissipativa

Coefficiente eccentricità accidentale centro di massa: 0.05

La massa propria degli elementi strutturali è inclusa nelle analisi sismiche.

Periodi fondamentali e dati per analisi statica equivalente

Coefficiente Lambda  $\lambda$ : 1

Quota di riferimento fondazioni: 0 cm

Periodi fondamentali:

periodo fondamentale direzione x: 0.4 s

periodo fondamentale direzione y: 0.4 s

periodo fondamentale direzione z: 0 s

Fattore di struttura per Sisma in Direzione X

Fattore di struttura per spettri SLV

Il valore di  $q_x$  è stato imposto a  $q_x = 1$ .

Il valore di  $q_{0,x}$  è stato imposto a  $q_{0,x} = 1.5$ .

Fattore di struttura per spettri SLD

Il valore del fattore di struttura per gli spettri SLD è stato imposto a  $q_x = 1.5$ .

Fattore di struttura per Sisma in Direzione Y

Fattore di struttura per spettri SLV

Il valore di  $q_y$  è stato imposto a  $q_y = 1$ .

Il valore di  $q_{0,y}$  è stato imposto a  $q_{0,y} = 1.5$ .

Fattore di struttura per spettri SLD

Il valore del fattore di struttura per gli spettri SLD è stato imposto a  $q_y = 1.5$ .

Parametri per calcolo spettri di risposta

Per il calcolo degli spettri di risposta secondo il §3.2 dei DM 17/01/2018 - DM 14/01/2008 sono stati utilizzati i seguenti parametri, ove:

$P_{VR}$  probabilità di superamento nel periodo di ritorno

$T_R$  periodo di ritorno

$a_g/g$  accelerazione orizzontale massima del suolo

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

$T_C^*$  valore base per calcolo del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

S coefficiente di amplificazione stratigrafica e topografica ( $S_S \cdot S_T$ )  
 $T_B$  periodo di inizio tratto ad accelerazione costante dello spettro  
 $T_C$  periodo di inizio tratto a velocità costante dello spettro;  
 $T_D$  periodo di inizio tratto a spostamento costante dello spettro  
 Collocazione del sito: Longitudine = 11.8962°, Latitudine = 44.8275°

#### SLO:

$P_{VR} = 81\%$ ,  $T_R = 60$  anni,  $ag/g = 0.0431$ ,  $F_o = 2.5446$ ,  $T_c^* = 0.2841$  s  
 $S = 1.8$ ,  $T_B = 0.222088$  s,  $T_C = 0.666263$  s,  $T_D = 1.7724$  s

#### SLD:

$P_{VR} = 63\%$ ,  $T_R = 101$  anni,  $ag/g = 0.0533$ ,  $F_o = 2.5337$ ,  $T_c^* = 0.296$  s  
 $S = 1.8$ ,  $T_B = 0.226691$  s,  $T_C = 0.680074$  s,  $T_D = 1.8132$  s

#### SLV:

$P_{VR} = 10\%$ ,  $T_R = 949$  anni,  $ag/g = 0.1296$ ,  $F_o = 2.5963$ ,  $T_c^* = 0.3007$  s  
 $S = 1.8$ ,  $T_B = 0.228484$  s,  $T_C = 0.685451$  s,  $T_D = 2.1184$  s

Spettri di risposta utilizzati

Spettro per Punti ~DM 2018 SLV Y

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.8
2	0.228	4.673
3	0.685	4.673
4	0.885	3.618
5	1.085	2.951
6	1.285	2.492
7	1.485	2.156
8	1.685	1.901
9	1.885	1.699
10	2.085	1.536

11	2.118	1.512
12	2.318	1.263
13	2.518	1.07
14	2.718	0.918
15	2.918	0.797
16	3.118	0.698
17	3.318	0.616
18	3.518	0.548
19	3.718	0.491
20	3.918	0.442
21	4	0.424

Spettro per Punti ~DM 2018 SLV X

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.8
2	0.228	4.673
3	0.685	4.673
4	0.885	3.618
5	1.085	2.951
6	1.285	2.492
7	1.485	2.156
8	1.685	1.901
9	1.885	1.699
10	2.085	1.536

11	2.118	1.512
12	2.318	1.263
13	2.518	1.07
14	2.718	0.918
15	2.918	0.797
16	3.118	0.698
17	3.318	0.616
18	3.518	0.548
19	3.718	0.491
20	3.918	0.442
21	4	0.424

Spettro per Punti ~DM 2018 SLD Y

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.8
2	0.227	3.04
3	0.68	3.04
4	0.88	2.349
5	1.08	1.914
6	1.28	1.615
7	1.48	1.397
8	1.68	1.231
9	1.813	1.14

10	2.013	0.925
11	2.213	0.765
12	2.413	0.644
13	2.613	0.549
14	2.813	0.474
15	3.013	0.413
16	3.213	0.363
17	3.413	0.322
18	3.613	0.287
19	3.813	0.258
20	4	0.234

Spettro per Punti ~DM 2018 SLD X

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.8
2	0.227	3.04
3	0.68	3.04
4	0.88	2.349
5	1.08	1.914
6	1.28	1.615
7	1.48	1.397
8	1.68	1.231
9	1.813	1.14

10	2.013	0.925
11	2.213	0.765
12	2.413	0.644
13	2.613	0.549
14	2.813	0.474
15	3.013	0.413
16	3.213	0.363
17	3.413	0.322
18	3.613	0.287
19	3.813	0.258
20	4	0.234

Spettro per Punti ~DM 2018 SLO Y

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.8
2	0.222	4.58
3	0.666	4.58
4	0.866	3.523
5	1.066	2.862
6	1.266	2.41
7	1.466	2.081
8	1.666	1.831

9	1.772	1.722
10	1.972	1.39
11	2.172	1.146
12	2.372	0.961
13	2.572	0.817
14	2.772	0.704
15	2.972	0.612
16	3.172	0.537
17	3.372	0.476

18	3.572	0.424
19	3.772	0.38

Spettro per Punti ~DM2018 SLO X

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.8
2	0.222	4.58
3	0.666	4.58
4	0.866	3.523
5	1.066	2.862
6	1.266	2.41
7	1.466	2.081
8	1.666	1.831
9	1.772	1.722
10	1.972	1.39

20	3.972	0.343
21	4	0.338

11	2.172	1.146
12	2.372	0.961
13	2.572	0.817
14	2.772	0.704
15	2.972	0.612
16	3.172	0.537
17	3.372	0.476
18	3.572	0.424
19	3.772	0.38
20	3.972	0.343
21	4	0.338

Periodi fondamentali e  $T_C$  utilizzati nelle verifiche

Nell'esecuzione delle verifiche, qualora queste li richiedano, i periodi  $T_C$  degli spettri utilizzati sono indicati di seguito. I periodi fondamentali sono quelli determinati con analisi modale o, in mancanza di questa, quelli inseriti per analisi statica equivalente.

Periodi fondamentali:

$T_{1x}$ ,  $T_{1y}$ ,  $T_{1z}$  (per sisma in dir. x,y,z): 0.4 s, 0.4 s, 0 s

Spettri SLV:

periodo  $T_C$  per sismi x,y: 0.685451 s

periodo  $T_C$  per sismi z: 0.15 s

Spettri SLD:

periodo  $T_C$  per sismi x,y: 0.680074 s

Moltiplicatori calcolo automatico Forze

Di seguito sono elencati i moltiplicatori delle CdC elementari per il calcolo automatico delle forze:

CdC = n. Condizione di Carico Elementare

Coeff.SLE= moltiplicatori per lo Stato Limite d'Esercizio

Coeff.SLU= moltiplicatori per lo Stato Limite Ultimo

X, Y, Z = coefficienti di direzionalità

CdC	Coeff.SLE	Coeff.SLU	X	Y	Z
1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1
7	0.3	0.3	1	1	1
8	0.3	0.3	1	1	1
9	0.3	0.3	1	1	1
10	0	0	1	1	1
11	0	0	1	1	1
12	0.3	0.3	1	1	1

Dati analisi sismica statica equivalente

Quota di riferimento delle fondazioni: 0 cm

Tabella spettri di risposta per ogni CdC statica equivalente:

$a_g/g$  = accelerazione di picco del suolo a meno dell'accel. di gravità g

$S_d(T_1)$  = valore dello spettro di risposta calcolato in  $T_1$  (periodo fondamentale)

CdC StEq	Spettro	$S_d(T_1)/a_g$	$a_g/g$	$S_d(T_1)/a_g$
1	~DM2018 SLO X	4.58	0.0431	0.197398
	Sottotipo: SLO			
2	~DM 2018 SLO Y	4.58	0.0431	0.197398
	Sottotipo: SLO			
3	~DM 2018 SLD X	3.04	0.0533	0.162032
	Sottotipo: SLD			
4	~DM 2018 SLD Y	3.04	0.0533	0.162032
	Sottotipo: SLD			
5	~DM 2018 SLV X	4.673	0.1296	0.605621
	Sottotipo: SLV			
6	~DM 2018 SLV Y	4.673	0.1296	0.605621
	Sottotipo: SLV			

## E.1.6 RISULTATI DELL'ANALISI

### DEFORMATE E SOLLECITAZIONI

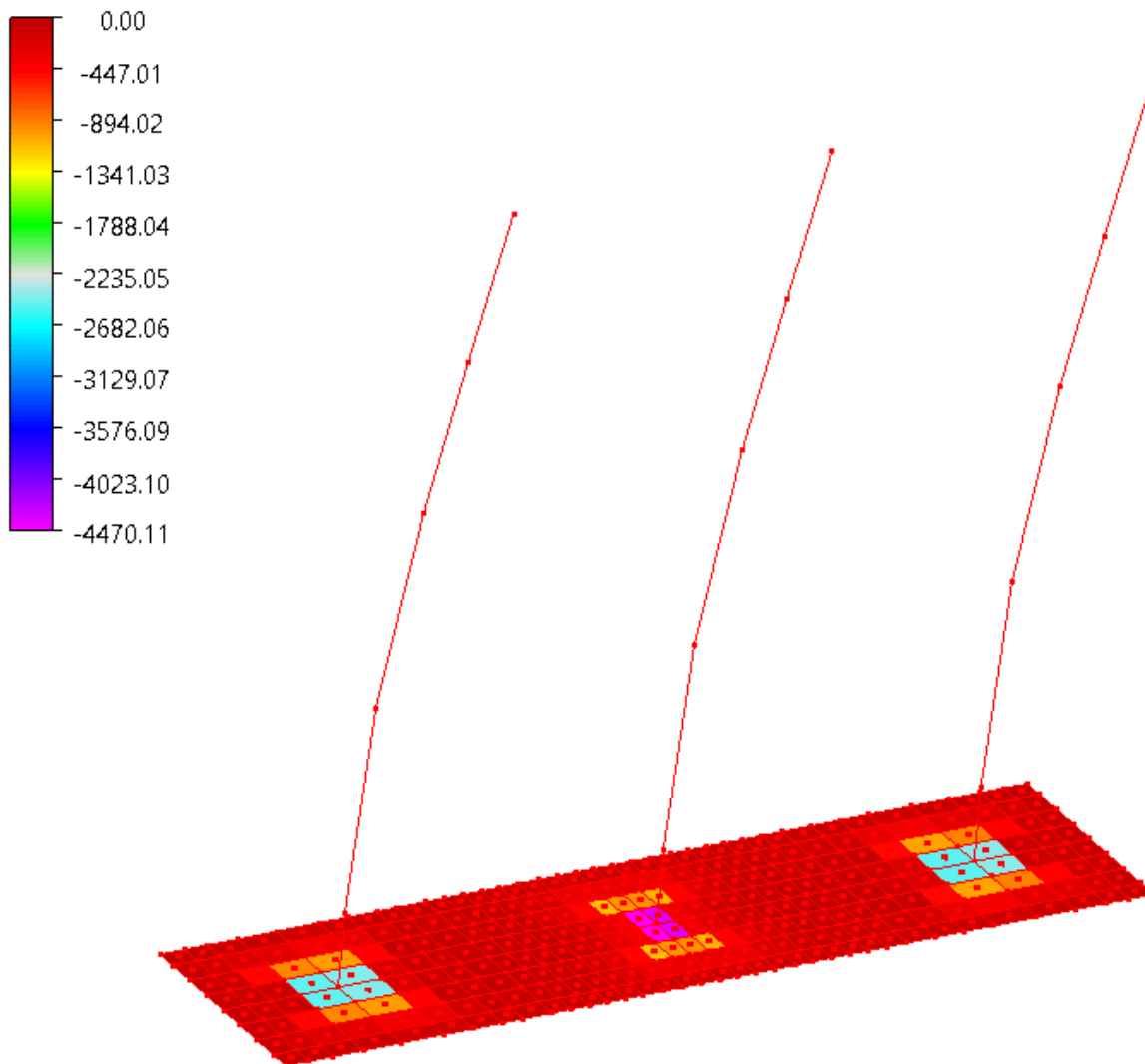
Si riportano inoltre i momenti di Wood in estradosso ed intradosso, calcolati per la verifica della piastra di fondazione.

---

Inviluppo ~SL18 STR SLV

CdC di Inviluppo M22 min

M22 di Wood che tende l'estradosso (daNcm/cm)



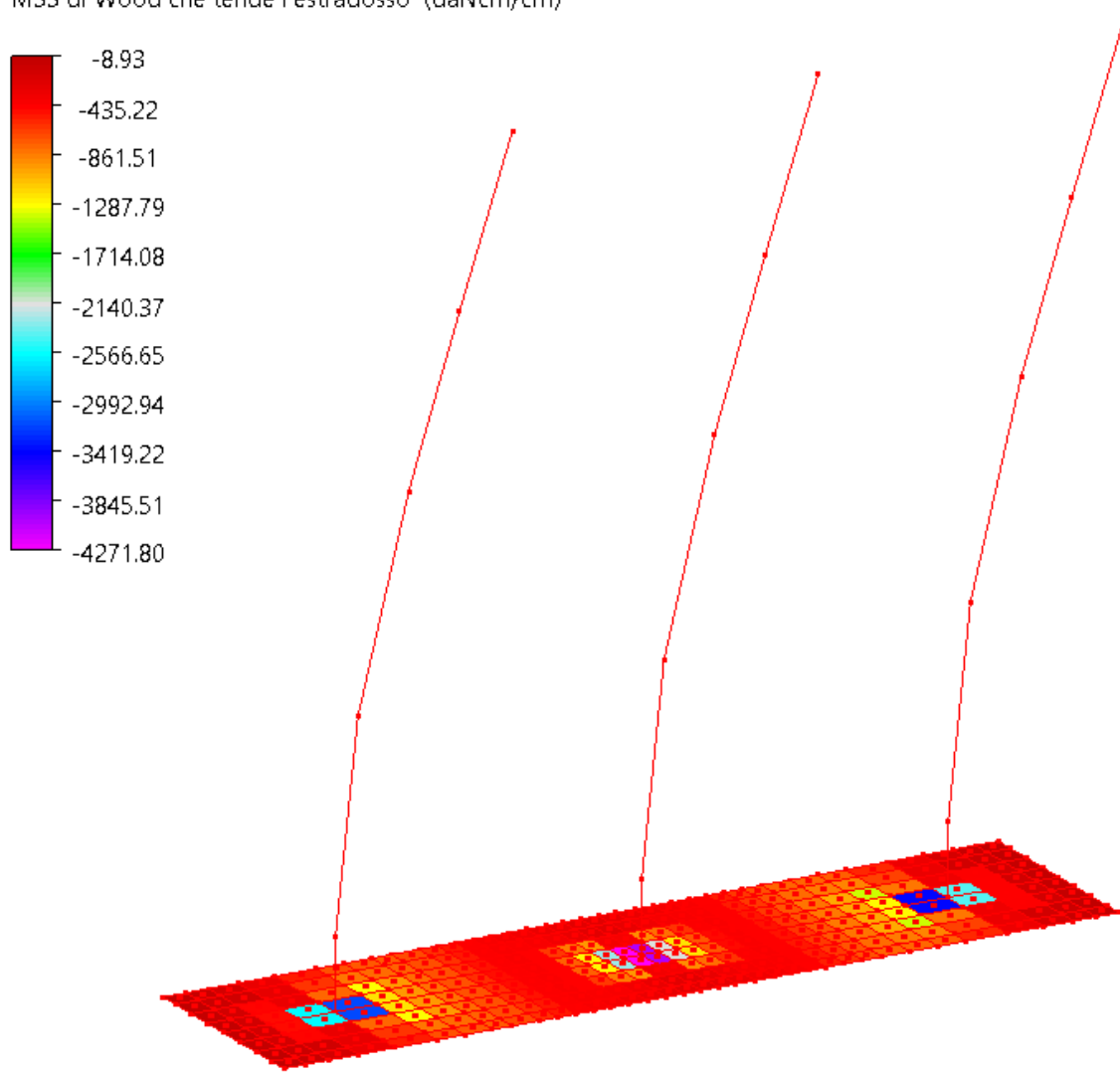
**INVILUPPO STR SLV Momento di Wood estradosso M22min**



Inviluppo ~SL18 STR SLV

CdC di Inviluppo M33 min

M33 di Wood che tende l'estradosso (daNcm/cm)

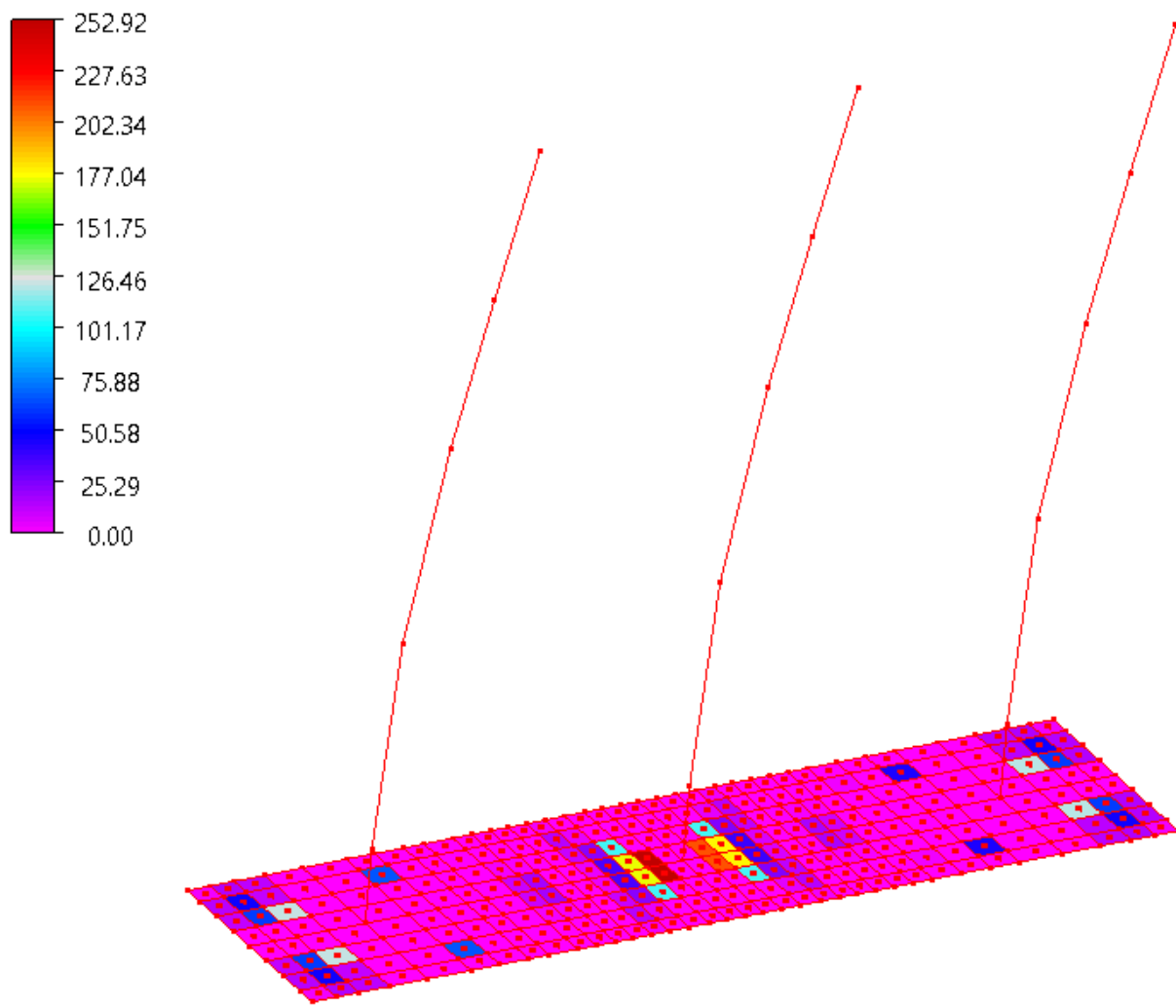


INVILUPPO STR SLV Momento di Wood estradosso M33min

Inviluppo ~SL18 STR SLV

CdC di Inviluppo M22 min

M22 di Wood che tende l'intradosso (daNcm/cm)

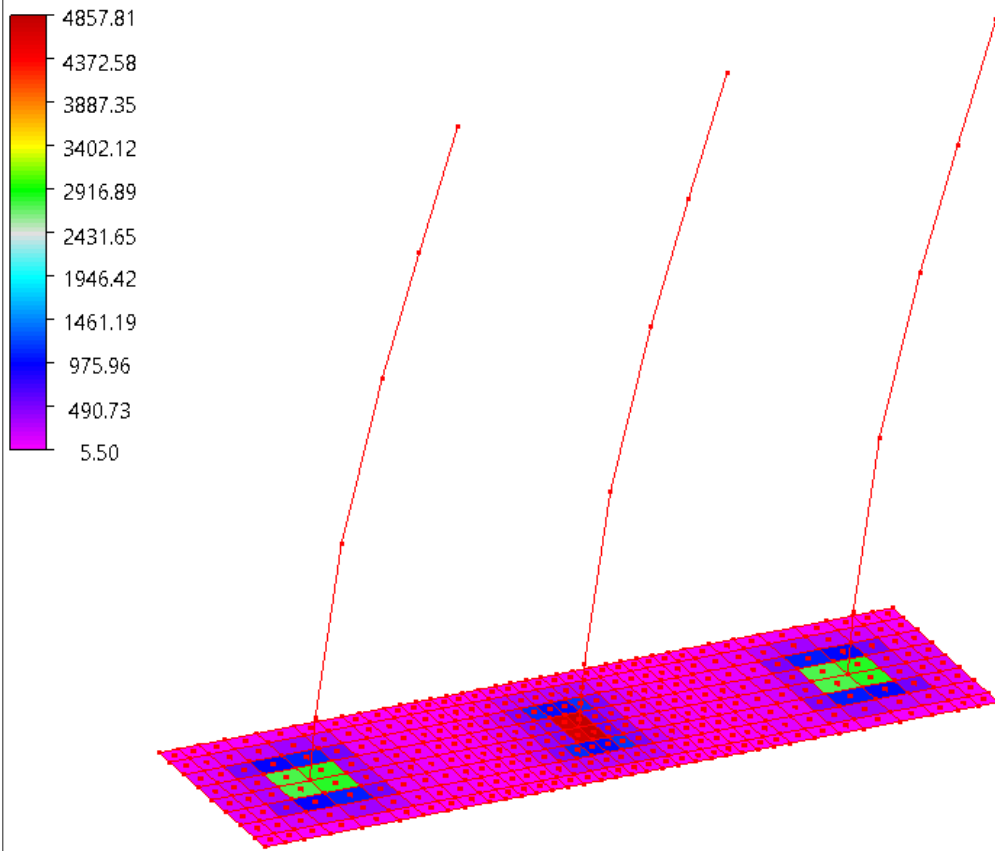


INVILUPPO STR SLV Momento di Wood intradosso M22min

Inviluppo ~SL18 STR SLV

CdC di Inviluppo M22 max

M22 di Wood che tende l'intradosso (daNcm/cm)

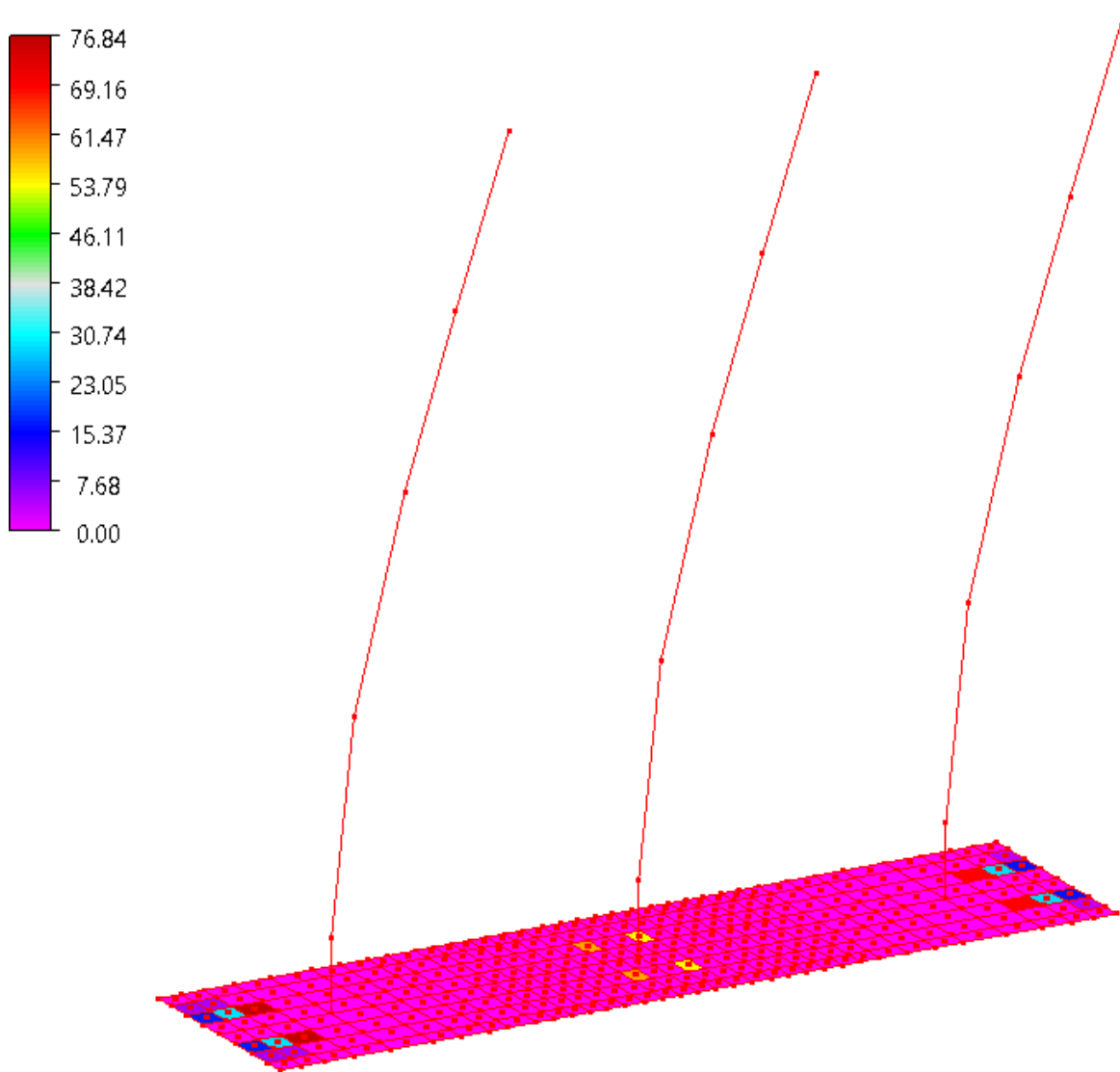


**INVILUPPO STR SLV Momento di Wood intradosso M22max**

Inviluppo ~SL18 STR SLV

CdC di Inviluppo M33 min

M33 di Wood che tende l'intradosso (daNcm/cm)

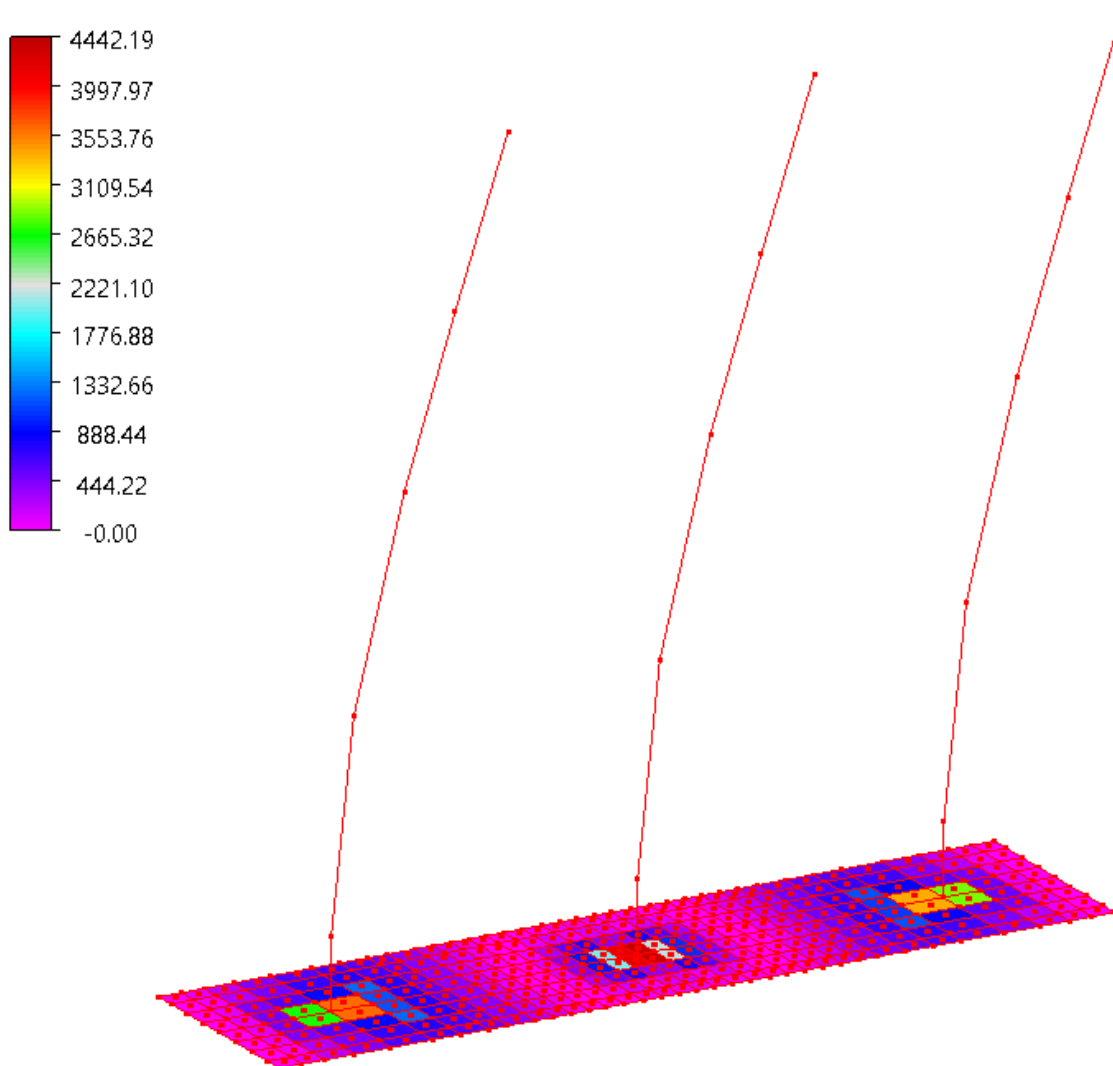


INVILUPPO STR SLV Momento di Wood intradosso M33min

Inviluppo ~SL18 STR SLV

CdC di Inviluppo M33 max

M33 di Wood che tende l'intradosso (daNcm/cm)



INVILUPPO STR SLV Momento di Wood intradosso M33max

## VERIFICHE STR SOLETTA DI FONDAZIONE

Progettazione-verifica "piastra base"

Set Involuppi di Verifica: "~SL18"

CoprifE2 = 5.2 cm, CoprifE3 = 6.6 cm, CoprifI2 = 5.2 cm, CoprifI3 = 6.6 cm

Min. As Tesa = 0.1 %Area Calcestruzzo

Min.As Secondaria = 20 %Area Arm. PrincipaleTesa

Min.As in assoluto = 0 cm<sup>2</sup>/m

IDs = 4

K1 = Asse +X K2 = 0 a = 0°

La verifica delle aree di armature minime degli shell agisce sul gruppo di selezione "~\$piastra base"

Verifica S.L.U.

**Tipo Verifica:** SLU (DM 17/01/2018)

Descrizione Materiali:

Resistenza di calcolo a trazione e compressione per SLU:

ID Materiale	Nome materiale	fd a Trazione (daN/cm <sup>2</sup> )	fd a Compressione (daN/cm <sup>2</sup> )
n.1	ClS C25/30	0	141.667
n.4	B450C	3913.04	3913.04

Unità di misura: aree = cm<sup>2</sup>/m, lunghezze = cm, momenti = daNcm/m

Tipo Min-Max

n°Shell	IDc	cx	cy	cz	sp	A3i	A3e
	M22i	M22e	M33i	M33e	A2i	A2e	
	CoeffM22i	CoeffM22e	CoeffM33i	CoeffM33e			

Area di armatura minima richiesta sulla fibra I2								
797	1	2.5	1435	-50	60			
	8246.7	-8962.02	57589.3	-56531.4	6	6	6	6
	0.00625627		0.00679894		0.0433419	0.0425457		
Area di armatura minima richiesta sulla fibra I2								
800	1	2.5	1410	-50	60			
	7954.16	-9293.24	62386.8	-75232.5	6	6	6	6
	0.00603434		0.00705022		0.0469525	0.0566202		
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E2								
797	1	2.5	1435	-50	60			
	8246.7	-8962.02	57589.3	-56531.4	6	6	6	6
	0.00625627		0.00679894		0.0433419	0.0425457		
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E2								
800	1	2.5	1410	-50	60			
	7954.16	-9293.24	62386.8	-75232.5	6	6	6	6
	0.00603434		0.00705022		0.0469525	0.0566202		
Area di armatura minima richiesta sulla fibra I3								
797	1	2.5	1435	-50	60			
	8246.7	-8962.02	57589.3	-56531.4	6	6	6	6
	0.00625627		0.00679894		0.0433419	0.0425457		
Area di armatura minima richiesta sulla fibra I3								
800	1	2.5	1410	-50	60			
	7954.16	-9293.24	62386.8	-75232.5	6	6	6	6
	0.00603434		0.00705022		0.0469525	0.0566202		
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E3								
797	1	2.5	1435	-50	60			
	8246.7	-8962.02	57589.3	-56531.4	6	6	6	6
	0.00625627		0.00679894		0.0433419	0.0425457		
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E3								
800	1	2.5	1410	-50	60			
	7954.16	-9293.24	62386.8	-75232.5	6	6	6	6
	0.00603434		0.00705022		0.0469525	0.0566202		
Max in val.ass. M22i (mom.Wood che tende I2)								
611	1	80	1236.25	-50	60			
	485781	-435010	444219	-400559	6	6	6	6
	0.368532	0.330016	0.334321	0.301462				
Max in val.ass. M22i (mom.Wood che tende I2)								
614	1	60	1236.25	-50	60			
	485781	-435010	444219	-400559	6	6	6	6
	0.368532	0.330016	0.334321	0.301462				
Max in val.ass. M22e (mom.Wood che tende E2)								
615	1	80	1223.75	-50	60			
	473780	-447011	417598	-427180	6	6	6	6
	0.359428	0.33912	0.314286	0.321497				
Max in val.ass. M22e (mom.Wood che tende E2)								
618	1	60	1223.75	-50	60			
	473780	-447011	417598	-427180	6	6	6	6
	0.359428	0.33912	0.314286	0.321497				
Max in val.ass. M33i (mom.Wood che tende I3)								
611	1	80	1236.25	-50	60			
	485781	-435010	444219	-400559	6	6	6	6
	0.368532	0.330016	0.334321	0.301462				
Max in val.ass. M33i (mom.Wood che tende I3)								
614	1	60	1236.25	-50	60			
	485781	-435010	444219	-400559	6	6	6	6
	0.368532	0.330016	0.334321	0.301462				
Max in val.ass. M33e (mom.Wood che tende E3)								
615	1	80	1223.75	-50	60			
	473780	-447011	417598	-427180	6	6	6	6
	0.359428	0.33912	0.314286	0.321497				
Max in val.ass. M33e (mom.Wood che tende E3)								
618	1	60	1223.75	-50	60			
	473780	-447011	417598	-427180	6	6	6	6
	0.359428	0.33912	0.314286	0.321497				
Max Coeff.M per M22i (mom.Wood che tende I2)								
611	1	80	1236.25	-50	60			
	485781	-435010	444219	-400559	6	6	6	6
	0.368532	0.330016	0.334321	0.301462				
Max Coeff.M per M22i (mom.Wood che tende I2)								
614	1	60	1236.25	-50	60			
	485781	-435010	444219	-400559	6	6	6	6
	0.368532	0.330016	0.334321	0.301462				
Max Coeff.M per M22e (mom.Wood che tende E2)								
615	1	80	1223.75	-50	60			
	473780	-447011	417598	-427180	6	6	6	6
	0.359428	0.33912	0.314286	0.321497				
Max Coeff.M per M22e (mom.Wood che tende E2)								
618	1	60	1223.75	-50	60			
	473780	-447011	417598	-427180	6	6	6	6

0.359428 0.33912 0.314286 0.321497  
Max Coeff.M per M33i (mom.Wood che tende I3)  
611 1 80 1236.25 -50 60  
485781 -435010 444219 -400559 6 6 6 6  
0.368532 0.330016 0.334321 0.301462  
Max Coeff.M per M33i (mom.Wood che tende I3)  
614 1 60 1236.25 -50 60  
485781 -435010 444219 -400559 6 6 6 6  
0.368532 0.330016 0.334321 0.301462  
Max Coeff.M per M33e (mom.Wood che tende E3)  
615 1 80 1223.75 -50 60  
473780 -447011 417598 -427180 6 6 6 6  
0.359428 0.33912 0.314286 0.321497  
Max Coeff.M per M33e (mom.Wood che tende E3)  
618 1 60 1223.75 -50 60  
473780 -447011 417598 -427180 6 6 6 6  
0.359428 0.33912 0.314286 0.321497

Verifica S.L.E. COMBINAZIONE RARA

**Tipo Verifica:** Stati Limite d'Esercizio (DM 17/01/2018)

Descrizione Materiali:

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (daN/cm <sup>2</sup> )	Sigma Amm. Compressione (daN/cm <sup>2</sup> )
n.1	Cls C25/30	0	150
n.4	B450C	3600	-

Unità di misura: aree = cm<sup>2</sup>/m, lunghezze = cm, tensioni= daN/cm<sup>2</sup>, momenti = daNcm/m

Tipo Min-Max n°Shell		IDc	cx	cy	cz	sp	A3i	A3e			
M22i	M22e	M33i	M33e	A2i	A2e	A3i	A3e				
sc2i	sc2e	sc3i	sc3e	ss2i	ss2e	ss3i	ss3e				
Area di armatura minima richiesta sulla fibra I2											
797	1	2.5	1435	-50	60						
1285.34	-2035.65	14972.9	-12663.4	6	6	6	6				
-0.0524586		-0.0830811		-0.647805	-0.547884	4.1429	6.56131	49.605	41.9536		
Area di armatura minima richiesta sulla fibra I2											
800	1	2.5	1410	-50	60						
1328.63	-2344.84	11620.4	-23404.2	6	6	6	6				
-0.0542257		-0.0957004		-0.502758	-1.01259	4.28246	7.55791	38.4982	77.5378		
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E2											
797	1	2.5	1435	-50	60						
1285.34	-2035.65	14972.9	-12663.4	6	6	6	6				
-0.0524586		-0.0830811		-0.647805	-0.547884	4.1429	6.56131	49.605	41.9536		
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E2											
800	1	2.5	1410	-50	60						
1328.63	-2344.84	11620.4	-23404.2	6	6	6	6				
-0.0542257		-0.0957004		-0.502758	-1.01259	4.28246	7.55791	38.4982	77.5378		
Area di armatura minima richiesta sulla fibra I3											
797	1	2.5	1435	-50	60						
1285.34	-2035.65	14972.9	-12663.4	6	6	6	6				
-0.0524586		-0.0830811		-0.647805	-0.547884	4.1429	6.56131	49.605	41.9536		
Area di armatura minima richiesta sulla fibra I3											
800	1	2.5	1410	-50	60						
1328.63	-2344.84	11620.4	-23404.2	6	6	6	6				
-0.0542257		-0.0957004		-0.502758	-1.01259	4.28246	7.55791	38.4982	77.5378		
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E3											
797	1	2.5	1435	-50	60						
1285.34	-2035.65	14972.9	-12663.4	6	6	6	6				
-0.0524586		-0.0830811		-0.647805	-0.547884	4.1429	6.56131	49.605	41.9536		
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E3											
800	1	2.5	1410	-50	60						
1328.63	-2344.84	11620.4	-23404.2	6	6	6	6				
-0.0542257		-0.0957004		-0.502758	-1.01259	4.28246	7.55791	38.4982	77.5378		
Max in val.ass. M22i (mom.Wood che tende I2)											
611	1	80	1236.25	-50	60						
112406	-59608.1	111901	-67549.8	6	6	6	6				
-4.58762	-2.43279	-4.84143	-2.92255	362.306	192.129	370.727	223.791				
Max in val.ass. M22i (mom.Wood che tende I2)											
614	1	60	1236.25	-50	60						
112406	-59608.1	111901	-67549.8	6	6	6	6				
-4.58762	-2.43279	-4.84143	-2.92255	362.306	192.129	370.727	223.791				
Max in val.ass. M22e (mom.Wood che tende E2)											
615	1	80	1223.75	-50	60						
100405	-71608.8	85280.5	-94170.8	6	6	6	6				
-4.09783	-2.92258	-3.68967	-4.07432	323.625	230.81	282.533	311.986				
Max in val.ass. M22e (mom.Wood che tende E2)											
618	1	60	1223.75	-50	60						

	100405	-71608.8	85280.5	-94170.8	6	6	6	6
	-4.09783	-2.92258	-3.68967	-4.07432	323.625	230.81	282.533	311.986
Max in val.ass. M33i (mom.Wood che tende I3)								
611	1	80	1236.25	-50	60			
	112406	-59608.1	111901	-67549.8	6	6	6	6
	-4.58762	-2.43279	-4.84143	-2.92255	362.306	192.129	370.727	223.791
Max in val.ass. M33i (mom.Wood che tende I3)								
614	1	60	1236.25	-50	60			
	112406	-59608.1	111901	-67549.8	6	6	6	6
	-4.58762	-2.43279	-4.84143	-2.92255	362.306	192.129	370.727	223.791
Max in val.ass. M33e (mom.Wood che tende E3)								
615	1	80	1223.75	-50	60			
	100405	-71608.8	85280.5	-94170.8	6	6	6	6
	-4.09783	-2.92258	-3.68967	-4.07432	323.625	230.81	282.533	311.986
Max in val.ass. M33e (mom.Wood che tende E3)								
618	1	60	1223.75	-50	60			
	100405	-71608.8	85280.5	-94170.8	6	6	6	6
	-4.09783	-2.92258	-3.68967	-4.07432	323.625	230.81	282.533	311.986
Min Tensione Cls per Mom. M22i (mom.Wood che tende I2)								
611	1	80	1236.25	-50	60			
	112406	-59608.1	111901	-67549.8	6	6	6	6
	-4.58762	-2.43279	-4.84143	-2.92255	362.306	192.129	370.727	223.791
Min Tensione Cls per Mom. M22i (mom.Wood che tende I2)								
614	1	60	1236.25	-50	60			
	112406	-59608.1	111901	-67549.8	6	6	6	6
	-4.58762	-2.43279	-4.84143	-2.92255	362.306	192.129	370.727	223.791
Min Tensione Cls per Mom. M22e (mom.Wood che tende E2)								
615	1	80	1223.75	-50	60			
	100405	-71608.8	85280.5	-94170.8	6	6	6	6
	-4.09783	-2.92258	-3.68967	-4.07432	323.625	230.81	282.533	311.986
Min Tensione Cls per Mom. M22e (mom.Wood che tende E2)								
618	1	60	1223.75	-50	60			
	100405	-71608.8	85280.5	-94170.8	6	6	6	6
	-4.09783	-2.92258	-3.68967	-4.07432	323.625	230.81	282.533	311.986
Min Tensione Cls per Mom. M33i (mom.Wood che tende I3)								
611	1	80	1236.25	-50	60			
	112406	-59608.1	111901	-67549.8	6	6	6	6
	-4.58762	-2.43279	-4.84143	-2.92255	362.306	192.129	370.727	223.791
Min Tensione Cls per Mom. M33i (mom.Wood che tende I3)								
614	1	60	1236.25	-50	60			
	112406	-59608.1	111901	-67549.8	6	6	6	6
	-4.58762	-2.43279	-4.84143	-2.92255	362.306	192.129	370.727	223.791
Min Tensione Cls per Mom. M33e (mom.Wood che tende E3)								
615	1	80	1223.75	-50	60			
	100405	-71608.8	85280.5	-94170.8	6	6	6	6
	-4.09783	-2.92258	-3.68967	-4.07432	323.625	230.81	282.533	311.986
Min Tensione Cls per Mom. M33e (mom.Wood che tende E3)								
618	1	60	1223.75	-50	60			
	100405	-71608.8	85280.5	-94170.8	6	6	6	6
	-4.09783	-2.92258	-3.68967	-4.07432	323.625	230.81	282.533	311.986
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra I2								
611	1	80	1236.25	-50	60			
	112406	-59608.1	111901	-67549.8	6	6	6	6
	-4.58762	-2.43279	-4.84143	-2.92255	362.306	192.129	370.727	223.791
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra I2								
614	1	60	1236.25	-50	60			
	112406	-59608.1	111901	-67549.8	6	6	6	6
	-4.58762	-2.43279	-4.84143	-2.92255	362.306	192.129	370.727	223.791
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra E2								
615	1	80	1223.75	-50	60			
	100405	-71608.8	85280.5	-94170.8	6	6	6	6
	-4.09783	-2.92258	-3.68967	-4.07432	323.625	230.81	282.533	311.986
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra E2								
618	1	60	1223.75	-50	60			
	100405	-71608.8	85280.5	-94170.8	6	6	6	6
	-4.09783	-2.92258	-3.68967	-4.07432	323.625	230.81	282.533	311.986
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra I3								
611	1	80	1236.25	-50	60			
	112406	-59608.1	111901	-67549.8	6	6	6	6
	-4.58762	-2.43279	-4.84143	-2.92255	362.306	192.129	370.727	223.791
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra I3								
614	1	60	1236.25	-50	60			
	112406	-59608.1	111901	-67549.8	6	6	6	6
	-4.58762	-2.43279	-4.84143	-2.92255	362.306	192.129	370.727	223.791
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra E3								
615	1	80	1223.75	-50	60			
	100405	-71608.8	85280.5	-94170.8	6	6	6	6
	-4.09783	-2.92258	-3.68967	-4.07432	323.625	230.81	282.533	311.986
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra E3								



618 1 60 1223.75 -50 60  
100405 -71608.8 85280.5 -94170.8 6 6 6 6  
-4.09783 -2.92258 -3.68967 -4.07432 323.625 230.81 282.533 311.986

Verifica S.L.E. COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

**Tipo Verifica:** Stati Limite d'Esercizio (DM 17/01/2018)

Descrizione Materiali:

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (daN/cm <sup>2</sup> )	Sigma Amm. Compressione (daN/cm <sup>2</sup> )
n.1	ClS C25/30	0	112.5
n.4	B450C	-	-

Unità di misura: aree = cm<sup>2</sup>/m, lunghezze = cm, tensioni= daN/cm<sup>2</sup>, momenti = daNcm/m

Tipo Min-Max

n°Shell	IDc	cx	cy	cz	sp	A3i	A3e			
	M22i	M22e	M33i	M33e	A2i	A2e	A3i	A3e		
	sc2i	sc2e	sc3i	sc3e	ss2i	ss2e	ss3i	ss3e		
Area di armatura minima richiesta sulla fibra I2										
797	1	2.5	1435	-50	60					
	779.067	-423.096	4955.8	-2612.84	6	6	6	6		
	-0.0317962		-0.0172679		-0.214413	-0.113045	2.51109	1.36372	16.4185	8.65627
Area di armatura minima richiesta sulla fibra I2										
800	1	2.5	1410	-50	60					
	912.052	-794.807	0	-10930.8	6	6	6	6		
	-0.0372237		-0.0324385		0	-0.472922	2.93973	2.56182	-1.74124	36.2135
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E2										
797	1	2.5	1435	-50	60					
	779.067	-423.096	4955.8	-2612.84	6	6	6	6		
	-0.0317962		-0.0172679		-0.214413	-0.113045	2.51109	1.36372	16.4185	8.65627
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E2										
800	1	2.5	1410	-50	60					
	912.052	-794.807	0	-10930.8	6	6	6	6		
	-0.0372237		-0.0324385		0	-0.472922	2.93973	2.56182	-1.74124	36.2135
Area di armatura minima richiesta sulla fibra I3										
797	1	2.5	1435	-50	60					
	779.067	-423.096	4955.8	-2612.84	6	6	6	6		
	-0.0317962		-0.0172679		-0.214413	-0.113045	2.51109	1.36372	16.4185	8.65627
Area di armatura minima richiesta sulla fibra I3										
800	1	2.5	1410	-50	60					
	912.052	-794.807	0	-10930.8	6	6	6	6		
	-0.0372237		-0.0324385		0	-0.472922	2.93973	2.56182	-1.74124	36.2135
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E3										
797	1	2.5	1435	-50	60					
	779.067	-423.096	4955.8	-2612.84	6	6	6	6		
	-0.0317962		-0.0172679		-0.214413	-0.113045	2.51109	1.36372	16.4185	8.65627
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E3										
800	1	2.5	1410	-50	60					
	912.052	-794.807	0	-10930.8	6	6	6	6		
	-0.0372237		-0.0324385		0	-0.472922	2.93973	2.56182	-1.74124	36.2135
Max in val.ass. M22i (mom.Wood che tende I2)										
615	1	80	1223.75	-50	60					
	33931.7	0	20020.5	-18834	6	6	6	6		
	-1.38486	0	-0.86619	-0.814854	109.369	-8.42368	66.3275	62.3966		
Max in val.ass. M22i (mom.Wood che tende I2)										
618	1	60	1223.75	-50	60					
	33931.7	0	20020.5	-18834	6	6	6	6		
	-1.38486	0	-0.86619	-0.814854	109.369	-8.42368	66.3275	62.3966		
Max in val.ass. M22e (mom.Wood che tende E2)										
783	1	20	1198.13	-50	60					
	4136	-1991.12	0	-19396.3	6	6	6	6		
	-0.168803	-0.0812637	0		-0.839184	13.3312	6.41777	-3.08978	64.2595	
Max in val.ass. M33i (mom.Wood che tende I3)										
611	1	80	1236.25	-50	60					
	32345.9	0	41131.9	0	6	6	6	6		
	-1.32014	0	-1.77958	0	104.258	-8.03001	136.269	-6.5522		
Max in val.ass. M33i (mom.Wood che tende I3)										
614	1	60	1236.25	-50	60					
	32345.9	0	41131.9	0	6	6	6	6		
	-1.32014	0	-1.77958	0	104.258	-8.03001	136.269	-6.5522		
Max in val.ass. M33e (mom.Wood che tende E3)										
563	1	80	1326.5	-50	60					
	3048.96	0	0	-26812.7	6	0	6	6		
	-0.129816	0	0	-1.16006	9.8146	0	-4.27119	88.8301		
Max in val.ass. M33e (mom.Wood che tende E3)										
566	1	60	1326.5	-50	60					
	3048.96	0	0	-26812.7	6	0	6	6		
	-0.129816	0	0	-1.16006	9.8146	0	-4.27119	88.8301		

Min Tensione Cls per Mom. M22i (mom.Wood che tende I2)									
615	1	80	1223.75	-50	60				
	33931.7	0	20020.5	-18834	6	6	6	6	
	-1.38486	0	-0.86619	-0.814854	109.369	-8.42368	66.3275	62.3966	
Min Tensione Cls per Mom. M22i (mom.Wood che tende I2)									
618	1	60	1223.75	-50	60				
	33931.7	0	20020.5	-18834	6	6	6	6	
	-1.38486	0	-0.86619	-0.814854	109.369	-8.42368	66.3275	62.3966	
Min Tensione Cls per Mom. M22e (mom.Wood che tende E2)									
783	1	20	1198.13	-50	60				
	4136	-1991.12	0	-19396.3	6	6	6	6	
	-0.168803	-0.0812637	0	-0.839184	13.3312	6.41777	-3.08978	64.2595	
Min Tensione Cls per Mom. M33i (mom.Wood che tende I3)									
611	1	80	1236.25	-50	60				
	32345.9	0	41131.9	0	6	6	6	6	
	-1.32014	0	-1.77958	0	104.258	-8.03001	136.269	-6.5522	
Min Tensione Cls per Mom. M33i (mom.Wood che tende I3)									
614	1	60	1236.25	-50	60				
	32345.9	0	41131.9	0	6	6	6	6	
	-1.32014	0	-1.77958	0	104.258	-8.03001	136.269	-6.5522	
Min Tensione Cls per Mom. M33e (mom.Wood che tende E3)									
563	1	80	1326.5	-50	60				
	3048.96	0	0	-26812.7	6	0	6	6	
	-0.129816	0	0	-1.16006	9.8146	0	-4.27119	88.8301	
Min Tensione Cls per Mom. M33e (mom.Wood che tende E3)									
566	1	60	1326.5	-50	60				
	3048.96	0	0	-26812.7	6	0	6	6	
	-0.129816	0	0	-1.16006	9.8146	0	-4.27119	88.8301	
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra I2									
615	1	80	1223.75	-50	60				
	33931.7	0	20020.5	-18834	6	6	6	6	
	-1.38486	0	-0.86619	-0.814854	109.369	-8.42368	66.3275	62.3966	
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra I2									
618	1	60	1223.75	-50	60				
	33931.7	0	20020.5	-18834	6	6	6	6	
	-1.38486	0	-0.86619	-0.814854	109.369	-8.42368	66.3275	62.3966	
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra E2									
615	1	80	1223.75	-50	60				
	33931.7	0	20020.5	-18834	6	6	6	6	
	-1.38486	0	-0.86619	-0.814854	109.369	-8.42368	66.3275	62.3966	
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra E2									
618	1	60	1223.75	-50	60				
	33931.7	0	20020.5	-18834	6	6	6	6	
	-1.38486	0	-0.86619	-0.814854	109.369	-8.42368	66.3275	62.3966	
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra I3									
611	1	80	1236.25	-50	60				
	32345.9	0	41131.9	0	6	6	6	6	
	-1.32014	0	-1.77958	0	104.258	-8.03001	136.269	-6.5522	
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra I3									
614	1	60	1236.25	-50	60				
	32345.9	0	41131.9	0	6	6	6	6	
	-1.32014	0	-1.77958	0	104.258	-8.03001	136.269	-6.5522	
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra E3									
563	1	80	1326.5	-50	60				
	3048.96	0	0	-26812.7	6	0	6	6	
	-0.129816	0	0	-1.16006	9.8146	0	-4.27119	88.8301	
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra E3									
566	1	60	1326.5	-50	60				
	3048.96	0	0	-26812.7	6	0	6	6	
	-0.129816	0	0	-1.16006	9.8146	0	-4.27119	88.8301	

## VERIFICA PIASTRA DI BASE

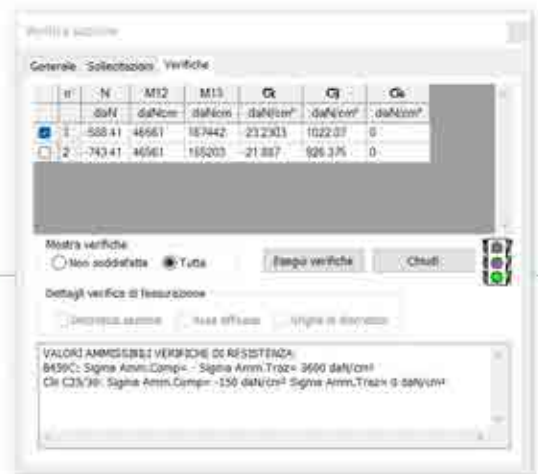
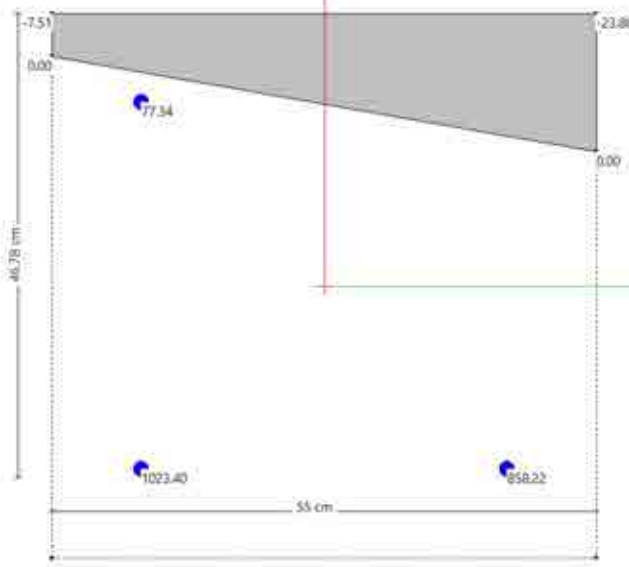
-----  
 -Collegamento: C1 - nodo base  
 -----

-----  
 Valori massimi di sollecitazione rilevati per l'involuppo Beam\Truss ~SL18 STR SLV  
 -----

Tipo	n°Asta	Tipo asta	X (cm)	N (daN)	T12 (daN)	T13 (daN)	MT ( daNcm)	M13 ( daNcm)	M12 ( daNcm)
N min	186	Beam	0.00	-1202.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N max	186	Beam	0.00	-588.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T12 min	186	Beam	0.00	-713.41	-436.84	0.00	0.00	0.00	-155203.
T12 max	186	Beam	0.00	-713.41	436.84	0.00	0.00	0.00	155202.5

T13 min	186	Beam	0.00	-713.41	0.00	-436.84	0.00	-155203.	0.00
T13 max	186	Beam	0.00	-713.41	0.00	460.84	0.00	167442.5	0.00
M13 min	186	Beam	0.00	-713.41	0.00	-436.84	0.00	-155203.	0.00
M13 max	186	Beam	0.00	-713.41	0.00	460.84	0.00	167442.5	0.00
M12 min	186	Beam	0.00	-713.41	-436.84	0.00	0.00	0.00	-155203.
M12 max	186	Beam	0.00	-713.41	436.84	0.00	0.00	0.00	155202.5
S1 min	186	Beam	0.00	-743.41	131.05	-436.84	0.00	-155203.	46560.76
S1 max	186	Beam	0.00	-588.41	-131.05	460.84	0.00	167442.5	-46560.8
S2 min	186	Beam	0.00	-743.41	131.05	460.84	0.00	167442.5	46560.76
S2 max	186	Beam	0.00	-588.41	-131.05	-436.84	0.00	-155203.	-46560.8
S3 min	186	Beam	0.00	-743.41	-131.05	460.84	0.00	167442.5	-46560.8
S3 max	186	Beam	0.00	-588.41	131.05	-436.84	0.00	-155203.	46560.76
S4 min	186	Beam	0.00	-743.41	-131.05	-436.84	0.00	-155203.	-46560.8
S4 max	186	Beam	0.00	-588.41	131.05	460.84	0.00	167442.5	46560.76

Sezione: piastra base [ Rettangolare 55x55 cm] - Armatura 1  
M13 = 167442.00 daNcm M12 46561.000 daNcm N = -588.4100 daN  
Coordinate Asse Neutro: P11(27.5 cm, 13.4931 cm) - P12(-27.5 cm, 23.0959 cm)  
P10 app/N Baricentro delle polig: X = 0.0000000 cm Y = 0.0000000 cm  
Unità di misura Tensioni: (daN/cm²)



$$\sigma_c = 23.88 \text{ daN/cm}^2 < f_{cd} = 141.7 \text{ daN/cm}^2$$

#### Verifica ancoraggio tirafondo M18

$$N = 1023 \text{ daN/cm}^2 \cdot 1.92 (A_{res}) = 1964 \text{ daN}$$

Per C25/30 si ha:

$$f_{ctk} = 18 \text{ daN/cm}^2$$

in zona tesa:

$$f_{bk} = 2.25 \eta_1 \eta_2 f_{ctk} = 2.25 \cdot 0.7 \cdot 1 \cdot 18 = 28.4 \text{ daN/cm}^2$$

$$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c = 28.4 / 1.5 = 18.9 \text{ daN/cm}^2$$

lunghezza tirafondo:

$$(L-R) + 20 \cdot \Phi = (56-5) + 20 \cdot 1.8 = 87 \text{ cm}$$

Quindi si ha:

$$\tau = 1964 / (\pi \cdot 1.8 \cdot 87) = 4.00 \text{ daN/cm}^2 < f_{bd} = 18.9 \text{ daN/cm}^2$$

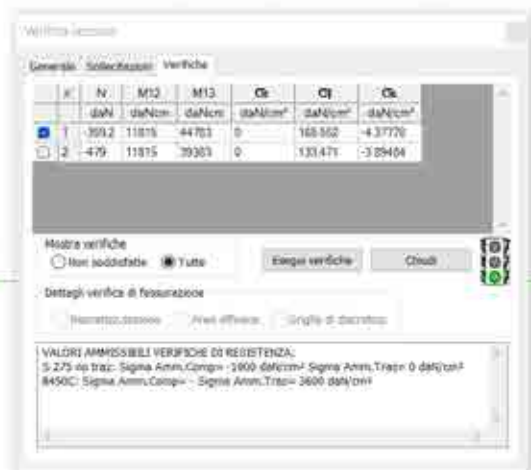
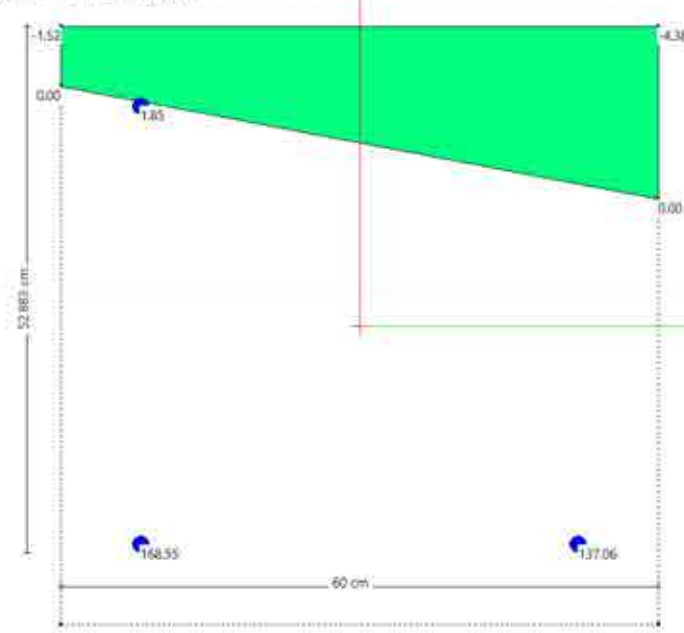
-----  
-Collegamento: C2 - nodo sommità  
-----

-----  
Valori massimi di sollecitazione rilevati per l'involuppo Beam\Truss ~SL18 STR SLV  
-----

Tipo	n°Asta	Tipo asta	X (cm)	N (daN)	T12 (daN)	T13 (daN)	MT ( daNcm)	M13 ( daNcm)	M12 ( daNcm)
N min	147	Beam	142.50	-823.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N max	147	Beam	142.50	-359.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T12 min	147	Beam	142.50	-449.00	-375.93	0.00	0.00	0.00	39383.25
T12 max	147	Beam	142.50	-449.00	375.93	0.00	0.00	0.00	-39383.3
T13 min	147	Beam	142.50	-449.00	0.00	-399.93	0.00	44783.25	0.00

T13 max	147	Beam	142.50	-449.00	0.00	375.93	0.00	-39383.3	0.00
M13 min	147	Beam	142.50	-449.00	0.00	375.93	0.00	-39383.3	0.00
M13 max	147	Beam	142.50	-449.00	0.00	-399.93	0.00	44783.25	0.00
M12 min	147	Beam	142.50	-449.00	375.93	0.00	0.00	0.00	-39383.3
M12 max	147	Beam	142.50	-449.00	-375.93	0.00	0.00	0.00	39383.25
S1 min	147	Beam	142.50	-479.00	-112.78	375.93	0.00	-39383.3	11814.98
S1 max	147	Beam	142.50	-359.20	112.78	-399.93	0.00	44783.25	-11815.0
S2 min	147	Beam	142.50	-479.00	-112.78	-399.93	0.00	44783.25	11814.98
S2 max	147	Beam	142.50	-359.20	112.78	375.93	0.00	-39383.3	-11815.0
S3 min	147	Beam	142.50	-479.00	112.78	-399.93	0.00	44783.25	-11815.0
S3 max	147	Beam	142.50	-359.20	-112.78	375.93	0.00	-39383.3	11814.98
S4 min	147	Beam	142.50	-479.00	112.78	375.93	0.00	-39383.3	-11815.0
S4 max	147	Beam	142.50	-359.20	-112.78	-399.93	0.00	44783.25	11814.98

Sezione piastra sommità [ Rettangolare 60x60 cm ] - Armatura 1  
M13 = 44783.000 daNcm M12 11815.000 daNcm N = -359.2000 daN  
Coordinate Asse Neutro: Pt1(39 cm, 12.6672 cm) - Pt2(-39 cm, 24.0006 cm)  
Pto appi.N Baricentro delle polig.: X= 0.0000000 cm Y= 0.0000000 cm  
Unità di misura Tensioni: (daN/cm²)



Si adottano 4 bulloni M20 8.8

Sollecitazione di taglio sul singolo bullone:

$$F_{v,Ed} = 400 / (n_b) = 400 / 4 = 100 \text{ daN} < F_{v,Rd}$$

Resistenza di calcolo a taglio del bullone

$$F_{v,Rd} = 0,6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 0,6 \cdot 8000 \cdot 2,45 / 1,25 = 9408 \text{ daN}$$

Resistenza di calcolo a rifollamento (si considera lo spessore  $t=1.5 \text{ cm}$ )

$$F_{b,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t / \gamma_{M2} = 2,5 \cdot 0,78 \cdot 4300 \cdot 2,0 \cdot 1,5 / 1,25 = 20124 \text{ daN} \quad T_b < F_{v,Rd}$$

Sollecitazione di trazione sul singolo bullone:

$$F_{t,Ed} = 168 \cdot 2,45 = 413 \text{ daN} < F_{t,Rd}$$

Resistenza di calcolo a trazione del bullone

$$F_{t,Rd} = 0,9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 0,9 \cdot 8000 \cdot 2,45 / 1,25 = 14112 \text{ daN}$$

Verifica della piastra a punzonamento

$$B_{b,Rd} = 0,6 \cdot \pi \cdot f_{tk} \cdot d_m \cdot t_p / \gamma_{M2} = 0,6 \cdot 3,141 \cdot 4300 \cdot 2,8 \cdot 1,5 / 1,25 = 13614 \text{ daN}$$

Nel caso di compresenza di trazione e taglio, deve risultare:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 F_{t,Rd}} \leq 1$$

$$100 / 9408 + 413 / (1,4 \cdot 13614) = 0,03$$

Verifica della piastra spessore  $1.5 \text{ cm}$ .

$$M = 7641 \text{ daNcm}$$

$$\sigma = 7641 / (22 \cdot 1,5^2 / 6) = 1019 \text{ daN/cm}^2 < 2750 / 1,05 = 2619 \text{ daN/cm}^2$$

## VERIFICHE STR SOSTEGNO METALLICO

Verifiche T.A.-S.L.E.

Significato dei parametri:

Mat: indica il numero del materiale a cui la verifica fa riferimento

Ver: indica la condizione di carico elementare di appartenenza delle sollecitazioni di verifica. Se la verifica è stata generata da un involuppo assume il seguente significato:

- 1 involuppo che determina lo sforzo normale massimo negativo
- 2 involuppo che determina lo sforzo normale massimo positivo
- 3 involuppo che determina il taglio 1-2 massimo negativo
- 4 involuppo che determina il taglio 1-2 massimo positivo
- 5 involuppo che determina il taglio 1-3 massimo negativo
- 6 involuppo che determina il taglio 1-3 massimo positivo
- 7 involuppo che determina il momento torcente massimo negativo
- 8 involuppo che determina il momento torcente massimo positivo
- 9 involuppo che determina il momento flettente 1-2 massimo negativo
- 10 involuppo che determina il momento flettente 1-2 massimo positivo
- 11 involuppo che determina il momento flettente 1-3 massimo negativo
- 12 involuppo che determina il momento flettente 1-3 massimo positivo
- 17 involuppo che determina S1 massimo negativo
- 18 involuppo che determina S1 massimo positivo
- 19 involuppo che determina S2 massimo negativo
- 20 involuppo che determina S2 massimo positivo
- 21 involuppo che determina S3 massimo negativo
- 22 involuppo che determina S3 massimo positivo
- 23 involuppo che determina S4 massimo negativo
- 24 involuppo che determina S4 massimo positivo

I simboli S1, S2, S3, S4 indicano la “sigma combinata” e si riferiscono al calcolo della tensione fittizia valutata in ipotesi di linearità del comportamento del materiale e resistenza indefinita, la cui massimizzazione individua la più probabile verifica peggiore a pressoflessione, valutata con la formula (sigma positiva indica trazione)

$$\sigma_{id} = \frac{N}{A} \pm \frac{M_{12}}{W_{12}} \pm \frac{M_{13}}{W_{13}}$$

(W sono i moduli di resistenza) sui quattro spigoli del rettangolo ideale con moduli di resistenza pari a quelli della sezione base dell’asta.

Dist: indica la distanza dal punto di inizio beam della sezione verificata

Sollecitazioni di verifica:

N = sforzo normale agente in direzione dell’asse locale 1

V<sub>12</sub>, V<sub>13</sub> = tagli agenti in direzione 2 e 3

M<sub>12</sub>, M<sub>13</sub> = momenti agenti nei piani 12 e 13

MT = momento torcente

ArmNM = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a pressoflessione deviata, seguito dalla posizione delle barre al positivo e al negativo; le verifiche vengono svolte con le posizioni inferiori o uguali alle posizioni al positivo e maggiori o uguali al negativo.

ArmT = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a taglio, seguito dal numero del tratto di staffatura

ArmNMT = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a pressoflessione deviata e taglio, seguito dalla posizione delle barre al positivo, al negativo e dal tratto di staffatura

d<sub>2</sub>, d<sub>3</sub> = altezze utili per verifiche a taglio agente in direzione 2 e 3

b<sub>w2</sub>, b<sub>w3</sub> = larghezze utili per verifiche a taglio agente in direzione 2 e 3

n<sub>st2</sub>, n<sub>st3</sub> = numero braccia utili per le verifiche a taglio V12 e V13 agenti in direzione 2 e 3 rispettivamente.

corr. = armatura longitudinale corrente

Pos = posizione delle barre longitudinali di armatura

smax, smin: indicano le tensioni massime ottenute dalla verifica a tenso-pressoflessione deviata.

CoeffV12, CoeffV13: indicano i coefficienti di sfruttamento a taglio in direzione 2 e 3. CoeffV12 è dato dal rapporto tra il taglio di calcolo V12 agente in direzione 2 e la resistenza a taglio Vr12 in direzione 2.

All’inizio di una riga, nelle tabelle con i risultati delle verifiche, possono comparire i seguenti simboli:

VT = verifica a taglio a Tensioni Ammissibili

AM = verifica delle armature minime richieste per il contenimento della fessurazione: A<sub>s,min</sub> è l’armatura minima richiesta ai sensi della UNI EN 1992-1-1:2005 (§7.3.2), A<sub>s,disp</sub> è l’armatura disponibile nella zona tesa.

Qualora non siano presenti armature nell’area tesa il calcolo viene eseguito traslando l’asse neutro parallelamente a se stesso fino a raggiungere la prima barra disponibile, e riaggiornando i valori. In tal caso i valori in tabella sono accompagnati da un “^”.

VF = verifica di formazione delle fessure: s<sub>max</sub> è la massima tensione di trazione (su sezione non fessurata) del materiale di calcestruzzo con ID pari a MatCls. Vengono riportati solo i valori di trazione delle tensioni (se presenti).

VD = verifica di decompressione: s<sub>max</sub> è la massima tensione di trazione (su sezione non fessurata) del materiale di calcestruzzo con ID pari a MatCls. Vengono riportati solo i valori di trazione delle tensioni (se presenti).

VA = verifica di apertura delle fessure: w è l’apertura della fessura. Il gruppo di esigenza ed il valore ammissibile utilizzati sono quelli del materiale di riferimento della sottosezione (armatura), ed il tipo di armatura (sensibile/poco sensibile) è quello del materiale delle barre di armatura della sottosezione (se è presente almeno una barra sensibile viene considerata questa come tipo di armatura nella verifica). Nella colonna IDc/TArm, IDc è l’ID del materiale calcestruzzo di riferimento della sottosezione, TArm è il tipo di armatura utilizzato nella verifica di apertura delle fessure (0 = armatura sensibile, 1 = armatura poco sensibile);

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte

Per le verifiche a SLE il gruppo di esigenza (livello di aggressività dell’ambiente) utilizzato è riportato nella descrizione delle caratteristiche dei materiali.

Verifica di Resistenza “~PressoFless.Acciaio SLE rare”

**Tipo Verifica:** Stati Limite d’Esercizio (DM 17/01/2018)

Combinazione di Carico: rara

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;

Set Involuppo di Verifica utilizzato: “~SL18”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: ~**ACCIAIO**

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (daN/cm²)	Sigma Amm. Compressione (daN/cm²)
n.6	S 275	1900	1900

Beam n.186 - Sezione “Ø219.1 spessore 5.9 [Circolare Ø22 s0.59 cm]”

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): -1.22747e-15 cm; 9.81974e-16 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Verifiche a tenso-presso flessione deviata:

Mat	Ver	Dist (cm)	N (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	ArmNM	s <sub>max</sub> (daN/cm²)	s <sub>min</sub> (daN/cm²)
6	5	0.00	-713.41	0.00	42067.50	0 (0,0)	187.79	-223.90
6	19	0.00	-783.41	0.00	42067.50	0 (0,0)	186.02	-225.67

Verifica di Resistenza “~PressoFless.Acciaio SLE q.perm”

**Tipo Verifica:** Stati Limite d'Esercizio (DM 17/01/2018)

Combinazione di Carico: quasi permanente

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;

Set Involuppo di Verifica utilizzato: “~SL18”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: ~**ACCIAIO**

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (daN/cm²)	Sigma Amm. Compressione (daN/cm²)
n.6	S 275	1900	1900

Beam n.186 - Sezione “Ø219.1 spessore 5.9 [Circolare Ø22 s0.59 cm]”

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): -1.22747e-15 cm; 9.81974e-16 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Verifiche a tenso-presso flessione deviata:

Mat	Ver	Dist (cm)	N (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	ArmNM	s <sub>max</sub> (daN/cm²)	s <sub>min</sub> (daN/cm²)
6	5	0.00	-713.41	0.00	12240.00	0 (0,0)	41.84	-77.95
6	19	0.00	-743.41	0.00	12240.00	0 (0,0)	41.08	-78.70

Verifiche S.L.U. acciaio

Significato dei parametri:

Ver: assume il seguente significato:

- 1 inviluppo che determina lo sforzo normale massimo negativo
- 2 inviluppo che determina lo sforzo normale massimo positivo
- 3 inviluppo che determina il taglio 1-2 massimo negativo
- 4 inviluppo che determina il taglio 1-2 massimo positivo
- 5 inviluppo che determina il taglio 1-3 massimo negativo
- 6 inviluppo che determina il taglio 1-3 massimo positivo
- 7 inviluppo che determina il momento torcente massimo negativo
- 8 inviluppo che determina il momento torcente massimo positivo
- 9 inviluppo che determina il momento flettente 1-2 massimo negativo
- 10 inviluppo che determina il momento flettente 1-2 massimo positivo
- 11 inviluppo che determina il momento flettente 1-3 massimo negativo
- 12 inviluppo che determina il momento flettente 1-3 massimo positivo
- 17 inviluppo che determina S1 massimo negativo
- 18 inviluppo che determina S1 massimo positivo
- 19 inviluppo che determina S2 massimo negativo
- 20 inviluppo che determina S2 massimo positivo
- 21 inviluppo che determina S3 massimo negativo
- 22 inviluppo che determina S3 massimo positivo
- 23 inviluppo che determina S4 massimo negativo
- 24 inviluppo che determina S4 massimo positivo

I simboli S1, S2, S3, S4 indicano la “sigma combinata” e si riferiscono al calcolo della tensione fittizia valutata in ipotesi di linearità del comportamento del materiale e resistenza indefinita, la cui massimizzazione individua la più probabile verifica peggiore a pressoflessione, valutata con la formula (sigma positiva indica trazione)

$$\sigma_{id} = \frac{N}{A} \pm \frac{M_{12}}{W_{12}} \pm \frac{M_{13}}{W_{13}}$$

(W sono i moduli di resistenza) sui quattro spigoli del rettangolo ideale con moduli di resistenza pari a quelli della sezione base dell'asta.

Dist: indica la distanza dal punto di inizio beam della sezione verificata

Sollecitazioni di verifica:

N = sforzo normale agente in direzione dell'asse locale 1

V<sub>12</sub>, V<sub>13</sub> = tagli agenti in direzione 2 e 3

M<sub>12</sub>, M<sub>13</sub> = momenti agenti nei piani 12 e 13

MT = momento torcente

Le verifiche di resistenza e instabilità seguono le indicazioni per il calcolo agli stati limite ultimi del paragrafo 4.2 del DM 17/01/2018 e del cap.6 di EN1993-1-1:2005.

In base alla classe della sezione (par.4.2.3.1 DM2018) si adotta la seguente metodologia di verifica:

Sezioni compatte: Classi 1-2, verifica plastica

Sezioni moderatamente snelle: Classe 3, verifica elastica

Sezioni snelle: Classe 4, non verificate; possono essere forzate ad essere considerate come sezioni di classe 3, con conseguente verifica elastica.

Le sezioni snelle sono soggette a fenomeni di imbozzamento locali, pertanto devono essere effettuate analisi locali sui singoli elementi costituenti la sezione (EN 1993-1-5), tali verifiche non sono eseguite in automatico da CMP.

VERIFICHE DI RESISTENZA:

ArmNMT = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica di resistenza a pressoflessione deviata, taglio e torsione

CoeffRes = coeff.di sfruttamento di resistenza pari, per le classi 1 e 2, al massimo tra CoeffMN, CoeffV e CoeffT, mentre per le classi 3 e 4 è calcolato come rapporto tensionale elastico (eq.4.2.4 par.4.2.4.1.2 DM2018 e par.6.2.1(5) EC3).

CoeffMN = coeff. di sfruttamento di resistenza a pressoflessione deviata (par.4.2.4.1.2 DM2018 e par.6.2.1(5,7) EC3)

CoeffV = coeff. di sfruttamento di resistenza a taglio (par.4.2.4.1.2 DM2018 e par.6.2.6 EC3); le verifiche di resistenza al taglio sono differenziate tra il caso di sezioni di classe 1 e 2, per le quali coeffV è calcolato come la somma del rapporto tra taglio agente e resistente in direzione 2 e 3, e le sezioni di classe 3 e 4, per le quali coeffV è calcolato come rapporto tensionale.

CoeffT = coefficiente di sfruttamento di resistenza a torsione (par. 4.2.4.1.2 DM2018 e par.6.2.7 EC3)

Classe = classificazione della sezione (par.4.2.3.1 DM2018)

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte (CoeffMN>1, CoeffV>1, CoeffT>1)

VERIFICHE DI INSTABILITÀ:

Per le verifiche di instabilità si usa sempre la sezione base.

CoeffN = coefficiente di sfruttamento d'instabilità a compressione (par.4.2.4.1.3.1 DM2018 e par.6.3.1 EC3)

CoeffNM12, CoeffNM13 = coefficiente di sfruttamento d'instabilità flessotorsionale piano 12 e 13 (par.4.2.4.1.3.2 DM2018 ed eq.6.61 e 6.62 par.6.3.3 EC3); per i fattori di interazione viene applicato l'Annex B dell'EC3.

Classe = classificazione della sezione (par.4.2.3.1 DM2018)

Lr1f = lunghezza di riferimento per le verifiche di instabilità su cui si valuta la forma del diagramma del momento sia per il piano di sbandamento 12 e sia 13.

Per il momento Mcr del par.4.2.4.1.3.2 DM2018 (e par.6.3 EC3), poiché non è specificato come calcolarlo, si è adottato il metodo del par.4.3 del BS 5950-1:2000.

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte (CoeffN>1, CoeffNM12>1, CoeffNM13>1)

Verifica di Resistenza “~PressoFless.Acciaio SLU”

**Tipo Verifica:** verifiche allo stato limite ultimo secondo il DM 17/01/2018.

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;

Set Inviluppo di Verifica utilizzato: “~SL18”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: ~**ACCIAIO**

Resistenza materiali per sezioni di Classe 1-2-3-4 per verifiche SLU (t = spessore sezione)

ID Materiale	Nome materiale	fy (t<40mm) (daN/cm²)	fy (t>40mm) (daN/cm²)	g <sub>M0</sub>
n.6	S 275	2750	2550	1.05

Il CoeffV, per le sezioni di classe 1 e 2 e differenti da tubolari e a doppio T è valutato anche con il rapporto tensionale tangenziale elastico.

Beam n.147 - Sezione “Ø219.1 spessore 5.9 [Circolare Ø22 s0.59 cm]”

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Ver	Dist (cm)	N (daN)	V12 (daN)	V13 (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	MT (daNcm)	ArmNMT
		CoeffRes	CoeffMN	CoeffV	CoeffT	Classe		
Massimo CoeffT:								
1	0.00	-880.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
0.0085	0.0085	0.0000	0.0000	1				

Beam n.186 - Sezione “Ø219.1 spessore 5.9 [Circolare Ø22 s0.59 cm]”

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Ver	Dist (cm)	N (daN)	V12 (daN)	V13 (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	MT (daNcm)	ArmNMT
		CoeffRes	CoeffMN	CoeffV	CoeffT	Classe		
Massimo CoeffMN:								
19	0.00	-743.41	-131.05	-460.84	46560.76	167442.53	0.00	0
0.2528	0.2528	0.0156	0.0000	1				

Massimo CoeffV:								
18	0.00	-588.41	131.05	-460.84	-46560.76	167442.53	0.00	0
0.2517	0.2517	0.0156	0.0000	1				

Massimo CoeffRes:								
19	0.00	-743.41	-131.05	-460.84	46560.76	167442.53	0.00	0
0.2528	0.2528	0.0156	0.0000	1				

Verifica di Instabilità “~PressoFless.Acciaio SLU”

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;

Set Inviluppo di Verifica utilizzato: “~SL18”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: ~**ACCIAIO**

Resistenza materiali per instabilità delle membrature a SLU (con t spessore sezione)

ID Materiale	Nome materiale	fy (t<40mm) (daN/cm²)	fy (t>40mm) (daN/cm²)	g <sub>M1</sub>
--------------	----------------	--------------------------	--------------------------	-----------------

ID Materiale	Nome materiale	$f_y$ (t<40mm) (daN/cm <sup>2</sup> )	$f_y$ (t>40mm) (daN/cm <sup>2</sup> )	$g_{M1}$
n.6	S 275	2750	2550	1.05

Beam n.186 - Sezione "Ø219.1 spessore 5.9 [Circolare Ø22 s0.59 cm]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Parametri per verifica di Stabilità:

Curva instabilità sbandamento piano 12: Sezione in acciaio Curva a

Curva instabilità sbandamento piano 13: Sezione in acciaio Curva a

Lunghezza di riferimento dell'asta LRif: 285 cm

Coefficiente per stabilità distorsionale (solo verifiche Steel World-EN15512)  $c_{db}$ : 1

**NOTA:** nelle parti del testo dedicate all'indicazione della presenza o meno di ritegni per lo sbandamento, se un ritegno è stato individuato in modo automatico da CMP compare anche la scritta "(A)":

Descrizione	Piano 1-2	Piano 1-3	Svergolamento
Coefficienti di vincolo	2	2	1
Lunghezze effettive aste	285 cm	285 cm	285 cm
Lunghezze libere di inflessione	570 cm	570 cm	285 cm
Ritegno per lo sbandamento inizio Beam (nodo 3549)	presente	presente	presente
Ritegno per lo sbandamento fine Beam (nodo 3034)	assente	assente	assente

Snellezza sbandamento piano 12: 75.59

Snellezza sbandamento piano 13: 75.59

Ver	Dist (cm)	N (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	CoeffN	CoeffNM12	CoeffNM13	Classe
Massimo CoeffN:								
1	71.25	-1202.43	0.00	0.00	0.0154	0.0154	0.0154	1
Massimo CoeffNM13:								
19	71.25	-743.41	46560.76	167442.53	0.0095	0.1536	0.2013	1
Massimo CoeffNM12:								
9	71.25	-713.41	-155202.53		0.00	0.0092	0.1601	0.0997 1

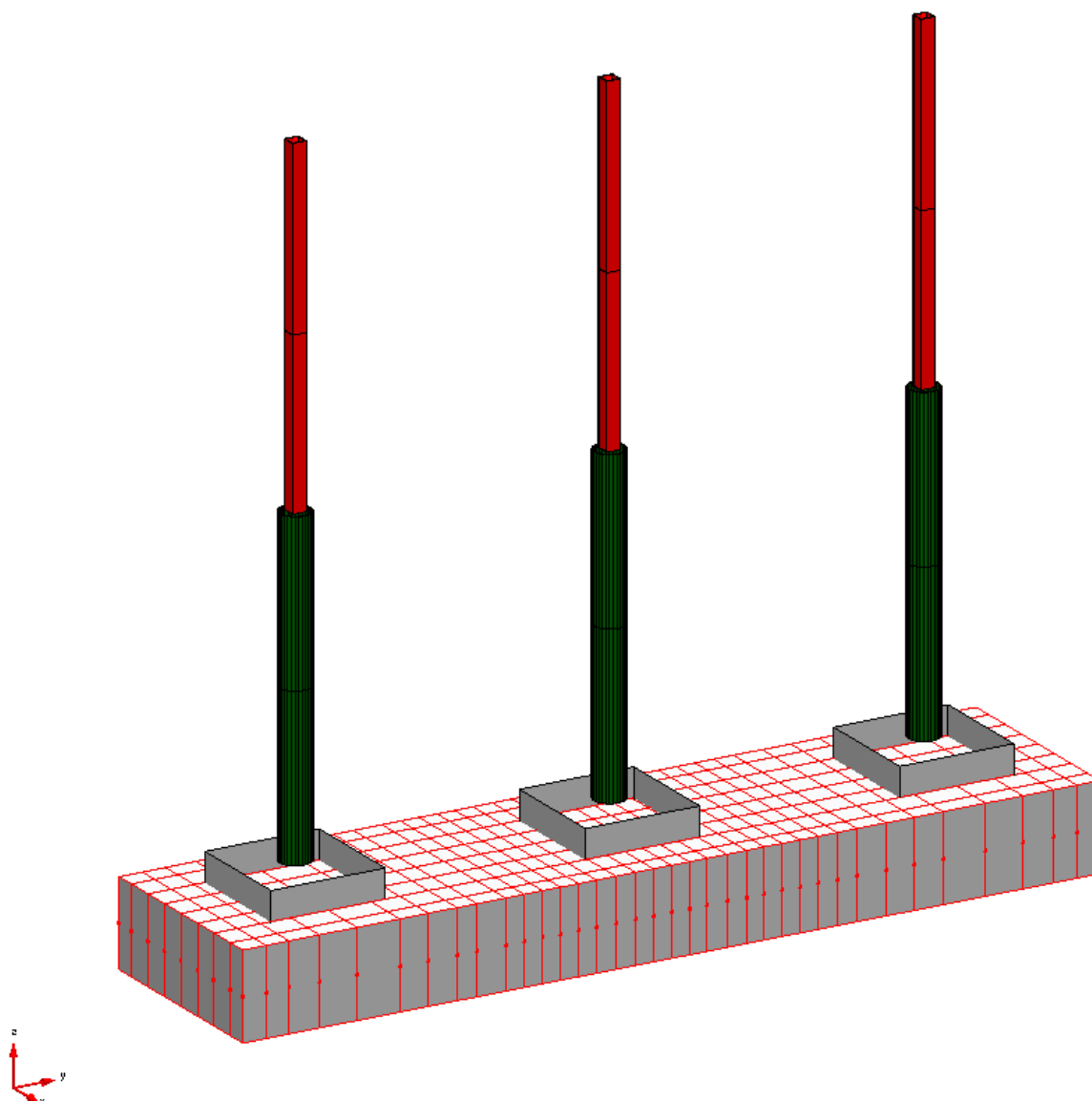
## E.2 MANUFATTO 1B – TRASFORMATORE DI TENSIONE CAPACITIVO

### E.2.1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Trattasi di nuova realizzazione di fondazione in cemento armato alla quale sono fissati tre piedritti che sostengono le apparecchiature. La soletta ha pianta rettangolare di lati pari a 600cm per 150cm, e spessore pari a 60cm. La quota d'intradosso della fondazione è fissata a -80cm dal piano campagna. La quota d'imposta di -100cm dal piano campagna è raggiunta previa stesura di uno strato di magrone di 20cm.



## E.2.2 AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE

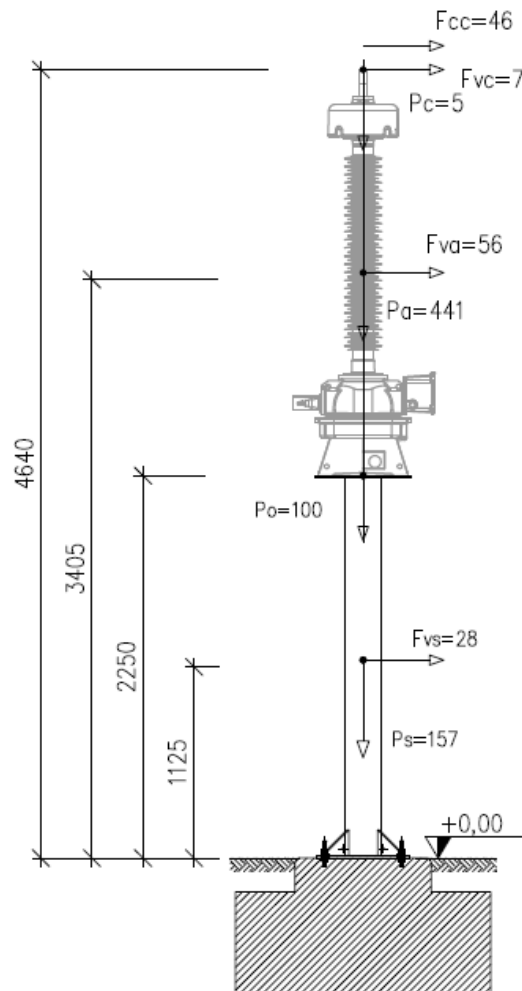


Il modello è sottoposto alle seguenti condizioni di carico

Nome	CdC	mltX	mltY	mltZ	Tipo	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$	$\Psi_{2s}$	$\phi$
peso proprio	1	0	0	-1	Permanente (St)	1	1	1	1	1
sovraccarico permanente platea	2	0	0	0	Permanente non strutt (St)	1	1	1	1	1
peso sostegni e apparecchiature	3	0	0	0	Permanente non strutt (St)	1	1	1	1	1
sforzo elettrodinamico 1	4	0	0	0	Generico (St)	1	1	1	1	1
sforzo elettrodinamico 2	5	0	0	0	Generico (St)	1	1	1	1	1
sforzo elettrodinamico 3	6	0	0	0	Generico (St)	1	1	1	1	1
operatore 1	7	0	0	0	Abitazioni Uffici (St)	0.7	0.5	0.3	0.3	1
operatore 2	8	0	0	0	Abitazioni Uffici (St)	0.7	0.5	0.3	0.3	1
operatore 3	9	0	0	0	Abitazioni Uffici (St)	0.7	0.5	0.3	0.3	1
vento X	10	0	0	0	Vento (St)	0.6	0.2	0	0	0
vento Y	11	0	0	0	Vento (St)	0.6	0.2	0	0	0
sovr. acc. platea	12	0	0	0	Abitazioni Uffici (St)	0.7	0.5	0.3	0.3	1
Sisma SLO X	13	1	0	0	Sisma SLE X (StEq)					
Sisma SLO Y	14	0	1	0	Sisma SLE Y (StEq)					
Sisma SLD X	15	1	0	0	Sisma SLE X (StEq)					
Sisma SLD Y	16	0	1	0	Sisma SLE Y (StEq)					
Sisma SLV X	17	1	0	0	Sisma SLU X (StEq)					

Nome	CdC	mltX	mltY	mltZ	Tipo	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$	$\Psi_{2s}$	$\phi$
Sisma SLV Y	18	0	1	0	Sisma SLU Y (StEq)					

Il manufatto in oggetto è caratterizzato dai seguenti carichi:



### E.2.3 CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE

L'analisi strutturale è stata svolta su un modello di elementi finiti sottoposto ad analisi statica equivalente, nel quale l'azione sismica è definita riferendosi allo spettro di progetto, assumendo un fattore di comportamento  $q$ .

Il modello della struttura è tridimensionale per rappresentare in modo adeguato le effettive distribuzioni spaziali di massa, rigidità e resistenza.

Nel caso in esame è possibile trascurare l'azione sismica verticale (par. 7.2.1 delle <2>).

L'analisi sismica della struttura sarà effettuata con una analisi lineare statica equivalente.

Si assume  $q=1$

Sono stati indagati i seguenti Stati limite:

SLU STR sulle strutture di fondazione.

SLU GEO sulle strutture di fondazione.

SLE freq, rare e quasi perm sulle strutture di fondazione.

## E.2.4 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Di seguito sono indicate le principali combinazioni delle azioni in relazione agli SLU e SLE indagati.

### SOLLECITAZIONI DI INVILUPPO SU ELEMENTI BEAM - TRUSS

Per ciascuna Condizione di Carico di Inviluppo vengono riportate le sollecitazioni di ciascun elemento tipo Beam/Truss

Beam/Truss = Numero dell'Elemento Beam-Truss

T = Tipo di entità: B = Beam, T = TRUSS

X = Coordinata del punto di inviluppo

N = Sforzo assiale (positivo se di trazione)

T12 = Taglio agente nel piano locale 12

T13 = Taglio agente nel piano locale 13

MT = Momento Torcente

M12 = Momento agente nel piano locale 12

M13 = Momento agente nel piano locale 13

Wink2 = Pressione per travi alla Winkler nel piano 12

Wink3 = Pressione per travi alla Winkler nel piano 13

QWink2 = Carico per travi alla Winkler nel piano 12

QWink3 = Carico per travi alla Winkler nel piano 13

I simboli S1, S2, S3, S4 indicano la "sigma combinata" e si riferiscono al calcolo della tensione fittizia valutata in ipotesi di linearità del comportamento del materiale e resistenza indefinita, la cui massimizzazione individua la più probabile verifica peggiore a pressoflessione, valutata con la formula (sigma positiva indica trazione)

$$\sigma_{comb} = \frac{N}{A} \pm \frac{M_{12}}{W_{12}} \pm \frac{M_{13}}{W_{13}}$$

(W sono i moduli di resistenza) sui quattro spigoli del rettangolo ideale con moduli di resistenza pari a quelli della sezione base dell'asta.

Sono di seguito elencati i dati dei seguenti inviluppi:

#### ~SL18 STR SLV

Descrizione inviluppo "~SL18 STR SLV"

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 STR SLV_1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 STR SLV_2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 STR SLV_3	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLU Sism. Orizz._1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLU Sism. Orizz._2	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo "~SL18 STR SLV"

Descrizione inviluppo "~SL18 STR SLV\_1":

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0	1.5
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0	1.5
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-0.9	0.9
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-0.9	0.9
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0	1.5

Descrizione inviluppo "~SL18 STR SLV\_2":

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0	1.05
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0	1.05
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0	1.05
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-1.5	1.5
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-1.5	1.5
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0	1.05

Descrizione inviluppo "~SL18 STR SLV\_3":

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1.5

CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0	1.05
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0	1.05
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0	1.05
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-0.9	0.9
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-0.9	0.9
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0	1.05

Descrizione involucro “~SL18 SLU Sism. Orizz. 1”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
-------------------	----------------------	-----------	--------	----------	----------

CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		1	1
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 5StEq	Sisma SLV X	Var.non Contemp.	4	-1	1
CdC elem. 6StEq	Sisma SLV Y	Var.non Contemp.	5	-0.3	0.3

Descrizione involucro “~SL18 SLU Sism. Orizz. 2”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
-------------------	----------------------	-----------	--------	----------	----------

CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		1	1
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 5StEq	Sisma SLV X	Var.non Contemp.	4	-0.3	0.3
CdC elem. 6StEq	Sisma SLV Y	Var.non Contemp.	5	-1	1

#### SOLLECITAZIONI DI INVILUPPO SU ELEMENTI TIPO SHELL

Per ciascuna Condizione di Carico di Involuppo vengono riportate le sollecitazioni involuppate di ciascun elemento tipo Shell

Shell = Numero dell'Elemento Shell  
 CdC = Condizione di Carico di Involuppo  
 N22 = Forza Normale Membranale in direzione asse locale 2  
 N33 = Forza Normale Membranale in direzione asse locale 3  
 N23 = Forza Tagliante Membranale agenti sulle facce perpendicolari agli assi locali 2 e 3  
 M22 = Momento Flettente agente nel piano locale 12  
 M33 = Momento Flettente agente nel piano locale 13  
 M23 = Momento Torcente agente sulle facce perpendicolari agli assi locali 2 e 3  
 Q2 = Forza di taglio fuori piano agente nel piano locale 12  
 Q3 = Forza di taglio fuori piano agente nel piano locale 13  
 W = Reazione di Winkler  
 Dr = Momento di Drilling

I simboli S1, S2, S3, S4 indicano la “sigma combinata” e si riferiscono al calcolo della tensione fittizia valutata in ipotesi di linearità del comportamento del materiale e resistenza indefinita, la cui massimizzazione individua la più probabile verifica peggiore a pressoflessione, valutata con la formula (sigma positiva indica trazione)

$$\sigma_{comb} = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W}$$

(W è il modulo di resistenza) sul bordo inferiore (S1) e superiore (S2) della sezione rettangolare dello shell (di base 1 m e altezza pari allo spessore dello shell) ortogonale all'asse locale 2 (il bordo inferiore è posto dalla parte dei valori negativi dell'asse locale 1); S3 ed S4 sono relativi alla sezione ortogonale all'asse locale 3.

Sono di seguito elencati i dati dei seguenti involuppi:

**~SL18 GEO**

**~SL18 SLE caratt.**

**~SL18 SLE freq.**

**~SL18 SLE q.perm.**

**~SL18 STR SLV**

Descrizione involucro “~SL18 GEO”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involucro automatiche

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Involuppo	~SL18 GEO_1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL18 GEO_2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL18 GEO_3	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL18 SLU Sism. Orizz._1	Perm.non Contemp.	1	1	1

Inviluppo	~SL18 SLU Sism. Orizz. 2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Descrizione degli involucri contenuti nell'involuppo "~SL18 GEO"					
Descrizione involuppo "~SL18 GEO 1":					
n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0	1.5
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0	1.5
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-0.9	0.9
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-0.9	0.9
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0	1.5
Descrizione involuppo "~SL18 GEO 2":					
n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0	1.05
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0	1.05
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0	1.05
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-1.5	1.5
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-1.5	1.5
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0	1.05
Descrizione involuppo "~SL18 GEO 3":					
n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0	1.05
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0	1.05
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0	1.05
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-0.9	0.9
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-0.9	0.9
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0	1.05
Descrizione involuppo "~SL18 SLU Sism. Orizz. 1":					
n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		1	1
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 5StEq	Sisma SLV X	Var.non Contemp.	4	-1	1
CdC elem. 6StEq	Sisma SLV Y	Var.non Contemp.	5	-0.3	0.3
Descrizione involuppo "~SL18 SLU Sism. Orizz. 2":					
n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		1	1
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 5StEq	Sisma SLV X	Var.non Contemp.	4	-0.3	0.3
CdC elem. 6StEq	Sisma SLV Y	Var.non Contemp.	5	-1	1

Descrizione involucro “~SL18 SLE caratt.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involucro automatiche

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Involuppo	~SL18 SLE caratt._1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL18 SLE caratt._2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL18 SLE caratt._3	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli involuppi contenuti nell'involuppo “~SL18 SLE caratt.”

Descrizione involucro “~SL18 SLE caratt. 1”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		1	1
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		1	1
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		1	1
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		1	1
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-0.6	0.6
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-0.6	0.6
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		1	1

Descrizione involucro “~SL18 SLE caratt. 2”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		1	1
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0.7	0.7
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0.7	0.7
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0.7	0.7
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-1	1
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-1	1
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0.7	0.7

Descrizione involucro “~SL18 SLE caratt. 3”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		1	1
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0.7	0.7
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0.7	0.7
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0.7	0.7
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-0.6	0.6
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-0.6	0.6
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0.7	0.7

Descrizione involucro “~SL18 SLE freq.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involucro automatiche

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Involuppo	~SL18 SLE freq._1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL18 SLE freq._2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL18 SLE freq._3	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli involuppi contenuti nell'involuppo “~SL18 SLE freq.”

Descrizione involucro “~SL18 SLE freq. 1”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		1	1
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0.5	0.5
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0.5	0.5
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0.5	0.5
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-0	0
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-0	0
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0.5	0.5

Descrizione involucro “~SL18 SLE freq. 2”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		1	1
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-0.2	0.2
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-0.2	0.2
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0.3	0.3

Descrizione inviluppo “~SL18 SLE freq. 3”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		1	1
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-0	0
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-0	0
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0.3	0.3

Descrizione inviluppo “~SL18 SLE q.perm.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		1	1
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-0	0
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-0	0
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0.3	0.3

Descrizione inviluppo “~SL18 STR SLV”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 STR SLV_1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 STR SLV_2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 STR SLV_3	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLU Sism. Orizz._1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLU Sism. Orizz._2	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell’inviluppo “~SL18 STR SLV”

Descrizione inviluppo “~SL18 STR SLV 1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0	1.5
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0	1.5
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-0.9	0.9
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-0.9	0.9
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0	1.5

Descrizione inviluppo “~SL18 STR SLV 2”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		0	1.5

CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0	1.05
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0	1.05
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0	1.05
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-1.5	1.5
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-1.5	1.5
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0	1.05

Descrizione inviluppo “~SL18 STR SLV 3”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0	1.05
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0	1.05
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0	1.05
CdC elem. 10St	vento X	Var.non Contemp.	3	-0.9	0.9
CdC elem. 11St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-0.9	0.9
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0	1.05

Descrizione inviluppo “~SL18 SLU Sism. Orizz. 1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		1	1
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 5StEq	Sisma SLV X	Var.non Contemp.	4	-1	1
CdC elem. 6StEq	Sisma SLV Y	Var.non Contemp.	5	-0.3	0.3

Descrizione inviluppo “~SL18 SLU Sism. Orizz. 2”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sovraccarico permanente platea	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		1	1
CdC elem. 7St	operatore 1	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 8St	operatore 2	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 9St	operatore 3	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 12St	sovr. acc. platea	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 5StEq	Sisma SLV X	Var.non Contemp.	4	-0.3	0.3
CdC elem. 6StEq	Sisma SLV Y	Var.non Contemp.	5	-1	1

## E.2.5 METODO DI ANALISI

L’analisi strutturale è stata svolta su un modello di elementi finiti sottoposto ad analisi statica equivalente, nel quale l’azione sismica è definita riferendosi allo spettro di progetto, assumendo un fattore di comportamento  $q$ .

### RISULTANTE DEI CARICHI APPLICATI

Vengono di seguito indicate le risultanti dei carichi applicati nelle CdC elementari statiche:

CdC = Condizione di Carico Elementare

Descrizione = Descrizione tipologia CdC

Fx, Fy, Fz = forza risultante dai carichi applicati e dai pesi propri della CdC

Mx, My, Mz = momento calcolato rispetto all’origine e risultante dai carichi applicati e dai pesi propri della CdC

Fase = viene indicato (se presente) la fase a cui la CdC appartiene

CdC	Descrizione	Fx (daN)	Fy (daN)	Fz (daN)	Mx (daNcm)	My (daNcm)	Mz (daNcm)	Fase
1	peso proprio	0.	0.	-16109.393	-19814554.	1127657.54	0.	
2	sovraccarico permanente platea	0.	0.	-2717.0000	-3336259.8	190189.999	0.	



3	peso sostegni e apparecchiature	0.	0.	-1809.0000	-2225070.0	126630.004	0.	
4	sforzo elettrodinamico 1	0.	46.0000000	0.	-21344.000	0.	3220.00010	
5	sforzo elettrodinamico 2	0.	46.0000000	0.	-21344.000	0.	3220.00010	
6	sforzo elettrodinamico 3	0.	46.0000000	0.	-21344.000	0.	3220.00010	
7	operatore 1	0.	0.	-100.00000	-101000.00	7000.00021	0.	
8	operatore 2	0.	0.	-100.00000	-123000.00	7000.00021	0.	
9	operatore 3	0.	0.	-100.00000	-145000.00	7000.00021	0.	
10	vento X	273.000000	0.	0.	0.	76398.0000	-335790.00	
11	vento Y	0.	273.000000	0.	-76398.000	0.	19110.0006	
12	sovr. acc. platea	0.	0.	-3600.0000	-4428000.0	252000.003	0.	
13	Sisma SLO X	405.859148	0.	0.	0.	125302.165	-499206.75	
14	Sisma SLO Y	0.	405.859148	0.	-125302.17	0.	28410.1412	
15	Sisma SLD X	333.145064	0.	0.	0.	102852.919	-409768.43	
16	Sisma SLD Y	0.	333.145064	0.	-102852.92	0.	23320.1552	
17	Sisma SLV X	1245.18355	0.	0.	0.	384429.415	-1531575.8	
18	Sisma SLV Y	0.	1245.18355	0.	-384429.42	0.	87162.8508	

#### ANALISI SISMICA LINEARE

Di seguito vengono indicati i parametri dell'analisi sismica.

Parametri del DM 17/01/2018:

Categoria suolo di fondazione: D

Categoria Topografica: T1

Coeff.smorzam.equivalente  $\alpha$ : 5 %

Fattore di struttura  $q_x, q_y$  per sismi in dir.x e y (orizzontali) e  $q_z$  (verticali): 1, 1, 1.5

Classe di duttilità: Struttura non dissipativa

Coefficiente eccentricità accidentale centro di massa: 0.05

La massa propria degli elementi strutturali è inclusa nelle analisi sismiche.

Periodi fondamentali e dati per analisi statica equivalente

Coefficiente Lambda  $I$ : 1

Quota di riferimento fondazioni: 0 cm

Periodi fondamentali:

periodo fondamentale direzione x: 0.4 s

periodo fondamentale direzione y: 0.4 s

periodo fondamentale direzione z: 0 s

Fattore di struttura per Sisma in Direzione X

Fattore di struttura per spettri SLV

Il valore di  $q_x$  è stato imposto a  $q_x = 1$ .

Il valore di  $q_{0,x}$  è stato imposto a  $q_{0,x} = 1.5$ .

Fattore di struttura per spettri SLD

Il valore del fattore di struttura per gli spettri SLD è stato imposto a  $q_x = 1.5$ .

Fattore di struttura per Sisma in Direzione Y

Fattore di struttura per spettri SLV

Il valore di  $q_y$  è stato imposto a  $q_y = 1$ .

Il valore di  $q_{0,y}$  è stato imposto a  $q_{0,y} = 1.5$ .

Fattore di struttura per spettri SLD

Il valore del fattore di struttura per gli spettri SLD è stato imposto a  $q_y = 1.5$ .

Parametri per calcolo spettri di risposta

Per il calcolo degli spettri di risposta secondo il §3.2 dei DM 17/01/2018 - DM 14/01/2008 sono stati utilizzati i seguenti parametri, ove:

$P_{VR}$  probabilità di superamento nel periodo di ritorno

$T_R$  periodo di ritorno

$a_g/g$  accelerazione orizzontale massima del suolo

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

$T_C^*$  valore base per calcolo del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

$S$  coefficiente di amplificazione stratigrafica e topografica ( $S_s \cdot S_T$ )

$T_B$  periodo di inizio tratto ad accelerazione costante dello spettro

$T_C$  periodo di inizio tratto a velocità costante dello spettro;

$T_D$  periodo di inizio tratto a spostamento costante dello spettro

Collocazione del sito: Longitudine = 11.8962°, Latitudine = 44.8275°

#### SLO:

$P_{VR} = 81\%$ ,  $T_R = 60$  anni,  $a_g/g = 0.0431$ ,  $F_0 = 2.5446$ ,  $T_C^* = 0.2841$  s

$S = 1.8$ ,  $T_B = 0.222088$  s,  $T_C = 0.666263$  s,  $T_D = 1.7724$  s

#### SLD:

$P_{VR} = 63\%$ ,  $T_R = 101$  anni,  $a_g/g = 0.0533$ ,  $F_0 = 2.5337$ ,  $T_C^* = 0.296$  s

$S = 1.8$ ,  $T_B = 0.226691$  s,  $T_C = 0.680074$  s,  $T_D = 1.8132$  s

#### SLV:

$P_{VR} = 10\%$ ,  $T_R = 949$  anni,  $a_g/g = 0.1296$ ,  $F_0 = 2.5963$ ,  $T_C^* = 0.3007$  s

$S = 1.8$ ,  $T_B = 0.228484$  s,  $T_C = 0.685451$  s,  $T_D = 2.1184$  s

Spettri di risposta utilizzati

Spettro per Punti ~DM 2018 SLV Y

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.8
2	0.228	4.673
3	0.685	4.673
4	0.885	3.618
5	1.085	2.951
6	1.285	2.492

7	1.485	2.156
8	1.685	1.901
9	1.885	1.699
10	2.085	1.536
11	2.118	1.512
12	2.318	1.263
13	2.518	1.07
14	2.718	0.918

15	2.918	0.797
16	3.118	0.698
17	3.318	0.616
18	3.518	0.548

Spettro per Punti ~DM 2018 SLV X

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.8
2	0.228	4.673
3	0.685	4.673
4	0.885	3.618
5	1.085	2.951
6	1.285	2.492
7	1.485	2.156
8	1.685	1.901
9	1.885	1.699
10	2.085	1.536

Spettro per Punti ~DM 2018 SLD Y

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.8
2	0.227	3.04
3	0.68	3.04
4	0.88	2.349
5	1.08	1.914
6	1.28	1.615
7	1.48	1.397
8	1.68	1.231
9	1.813	1.14

Spettro per Punti ~DM 2018 SLD X

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.8
2	0.227	3.04
3	0.68	3.04
4	0.88	2.349
5	1.08	1.914
6	1.28	1.615
7	1.48	1.397
8	1.68	1.231
9	1.813	1.14

Spettro per Punti ~DM 2018 SLO Y

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.8
2	0.222	4.58
3	0.666	4.58
4	0.866	3.523
5	1.066	2.862
6	1.266	2.41
7	1.466	2.081
8	1.666	1.831
9	1.772	1.722
10	1.972	1.39

Spettro per Punti ~DM2018 SLO X

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.8
2	0.222	4.58
3	0.666	4.58
4	0.866	3.523
5	1.066	2.862
6	1.266	2.41
7	1.466	2.081
8	1.666	1.831
9	1.772	1.722
10	1.972	1.39

Periodi fondamentali e  $T_C$  utilizzati nelle verifiche

Nell'esecuzione delle verifiche, qualora queste li richiedano, i periodi  $T_C$  degli spettri utilizzati sono indicati di seguito. I periodi fondamentali sono quelli determinati con analisi modale o, in mancanza di questa, quelli inseriti per analisi statica equivalente.

Periodi fondamentali:

$T_{1x}$ ,  $T_{1y}$ ,  $T_{1z}$  (per sisma in dir. x,y,z): 0.4 s, 0.4 s, 0 s

Spettri SLV:

periodo  $T_C$  per sismi x,y: 0.685451 s

19	3.718	0.491
20	3.918	0.442
21	4	0.424

11	2.118	1.512
12	2.318	1.263
13	2.518	1.07
14	2.718	0.918
15	2.918	0.797
16	3.118	0.698
17	3.318	0.616
18	3.518	0.548
19	3.718	0.491
20	3.918	0.442
21	4	0.424

10	2.013	0.925
11	2.213	0.765
12	2.413	0.644
13	2.613	0.549
14	2.813	0.474
15	3.013	0.413
16	3.213	0.363
17	3.413	0.322
18	3.613	0.287
19	3.813	0.258
20	4	0.234

10	2.013	0.925
11	2.213	0.765
12	2.413	0.644
13	2.613	0.549
14	2.813	0.474
15	3.013	0.413
16	3.213	0.363
17	3.413	0.322
18	3.613	0.287
19	3.813	0.258
20	4	0.234

11	2.172	1.146
12	2.372	0.961
13	2.572	0.817
14	2.772	0.704
15	2.972	0.612
16	3.172	0.537
17	3.372	0.476
18	3.572	0.424
19	3.772	0.38
20	3.972	0.343
21	4	0.338

11	2.172	1.146
12	2.372	0.961
13	2.572	0.817
14	2.772	0.704
15	2.972	0.612
16	3.172	0.537
17	3.372	0.476
18	3.572	0.424
19	3.772	0.38
20	3.972	0.343
21	4	0.338

periodo  $T_C$  per sismi z: 0.15 s

Spettri SLD:

periodo  $T_C$  per sismi x,y: 0.680074 s

Moltiplicatori calcolo automatico Forze

Di seguito sono elencati i moltiplicatori delle CdC elementari per il calcolo automatico delle forze:

CdC = n. Condizione di Carico Elementare

Coeff.SLE= moltiplicatori per lo Stato Limite d'Esercizio

Coeff.SLU= moltiplicatori per lo Stato Limite Ultimo

X, Y, Z = coefficienti di direzionalità

CdC	Coeff.SLE	Coeff.SLU	X	Y	Z
1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1
7	0.3	0.3	1	1	1
8	0.3	0.3	1	1	1
9	0.3	0.3	1	1	1
10	0	0	1	1	1
11	0	0	1	1	1
12	0.3	0.3	1	1	1

Dati analisi sismica statica equivalente

Quota di riferimento delle fondazioni: 0 cm

Tabella spettri di risposta per ogni CdC statica equivalente:

$a_g/g$  = accelerazione di picco del suolo a meno dell'accel. di gravità g

$S_d(T1)$  = valore dello spettro di risposta calcolato in T1 (periodo fondamentale)

CdC StEq	Spettro	$S_d(T1)/a_g$	$a_g/g$	$S_d(T1) \square /g$
1	~DM2018 SLO X	4.58	0.0431	0.197398
	Sottotipo: SLO			
2	~DM 2018 SLO Y	4.58	0.0431	0.197398
	Sottotipo: SLO			
3	~DM 2018 SLD X	3.04	0.0533	0.162032
	Sottotipo: SLD			
4	~DM 2018 SLD Y	3.04	0.0533	0.162032
	Sottotipo: SLD			
5	~DM 2018 SLV X	4.673	0.1296	0.605621
	Sottotipo: SLV			
6	~DM 2018 SLV Y	4.673	0.1296	0.605621
	Sottotipo: SLV			

## E.2.6 RISULTATI DELL'ANALISI

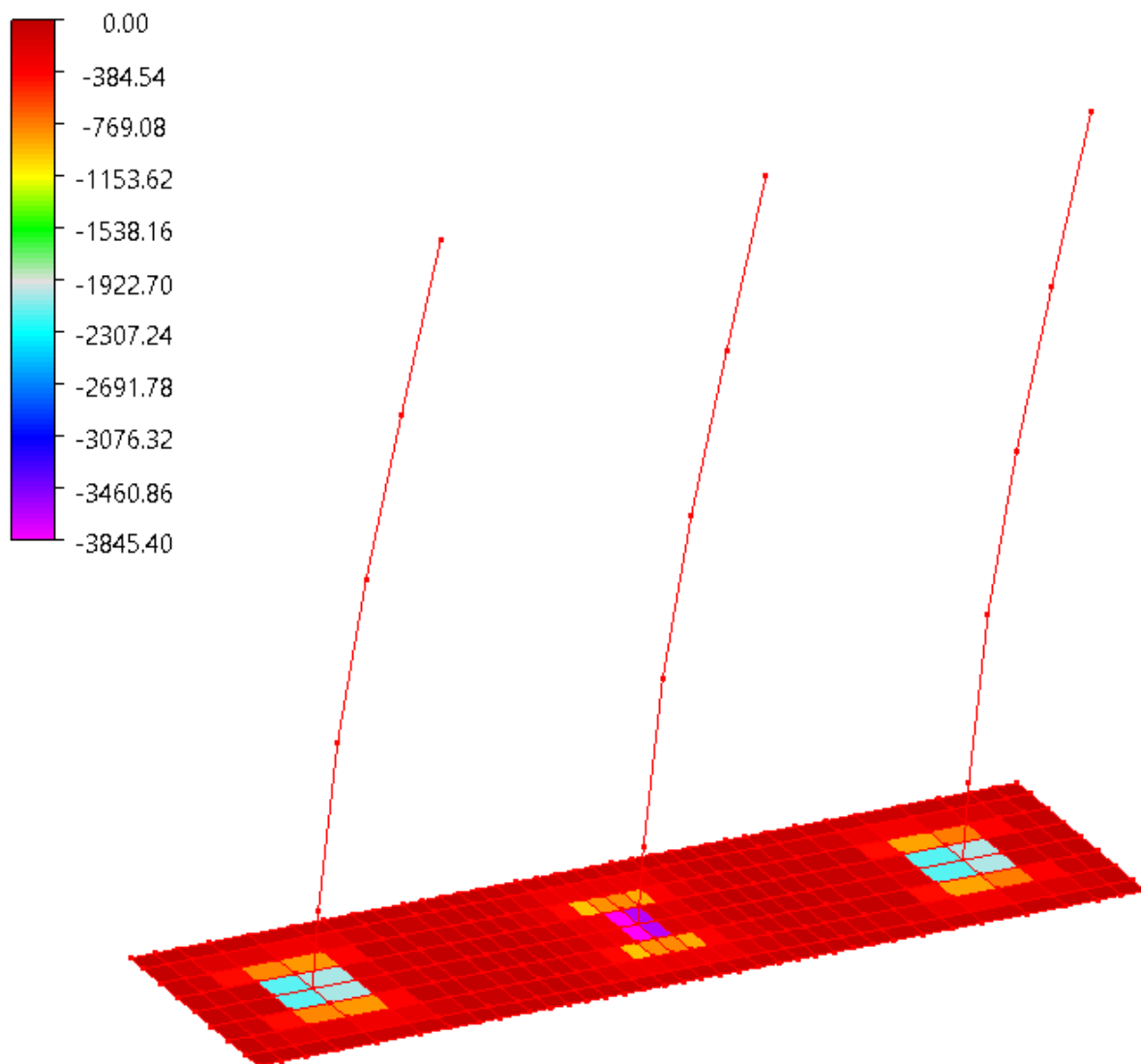
### DEFORMATE E SOLLECITAZIONI

Si riportano inoltre i momenti di Wood in estradosso ed intradosso, calcolati per la verifica della piastra di fondazione.

Inviluppo ~SL18 STR SLV

CdC di Inviluppo M22 min

M22 di Wood che tende l'estradosso (daNcm/cm)

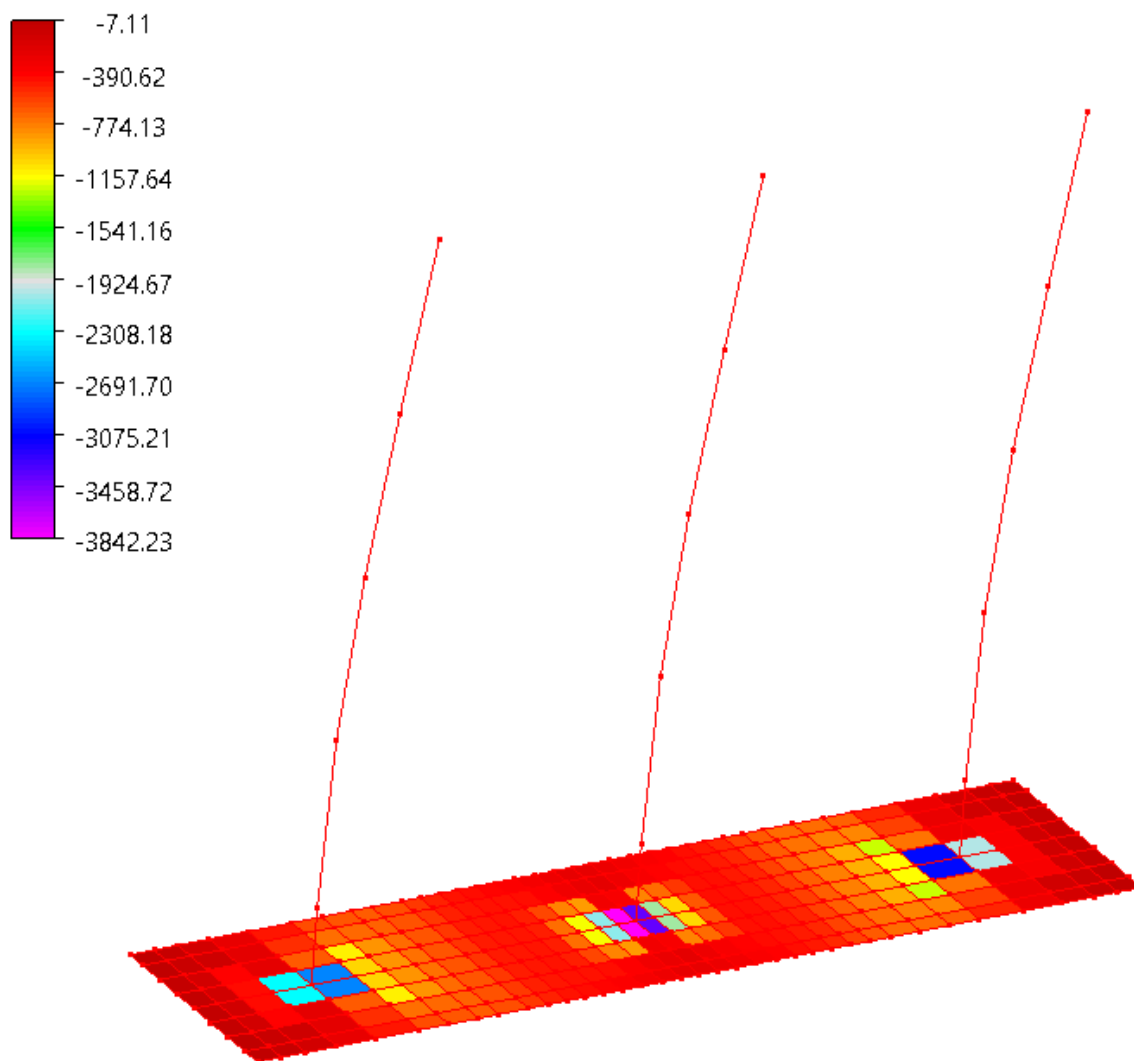


INVILUPPO STR SLV Momento di Wood estradosso M22min

Inviluppo ~SL18 STR SLV

CdC di Inviluppo M33 min

M33 di Wood che tende l'estradosso (daNcm/cm)

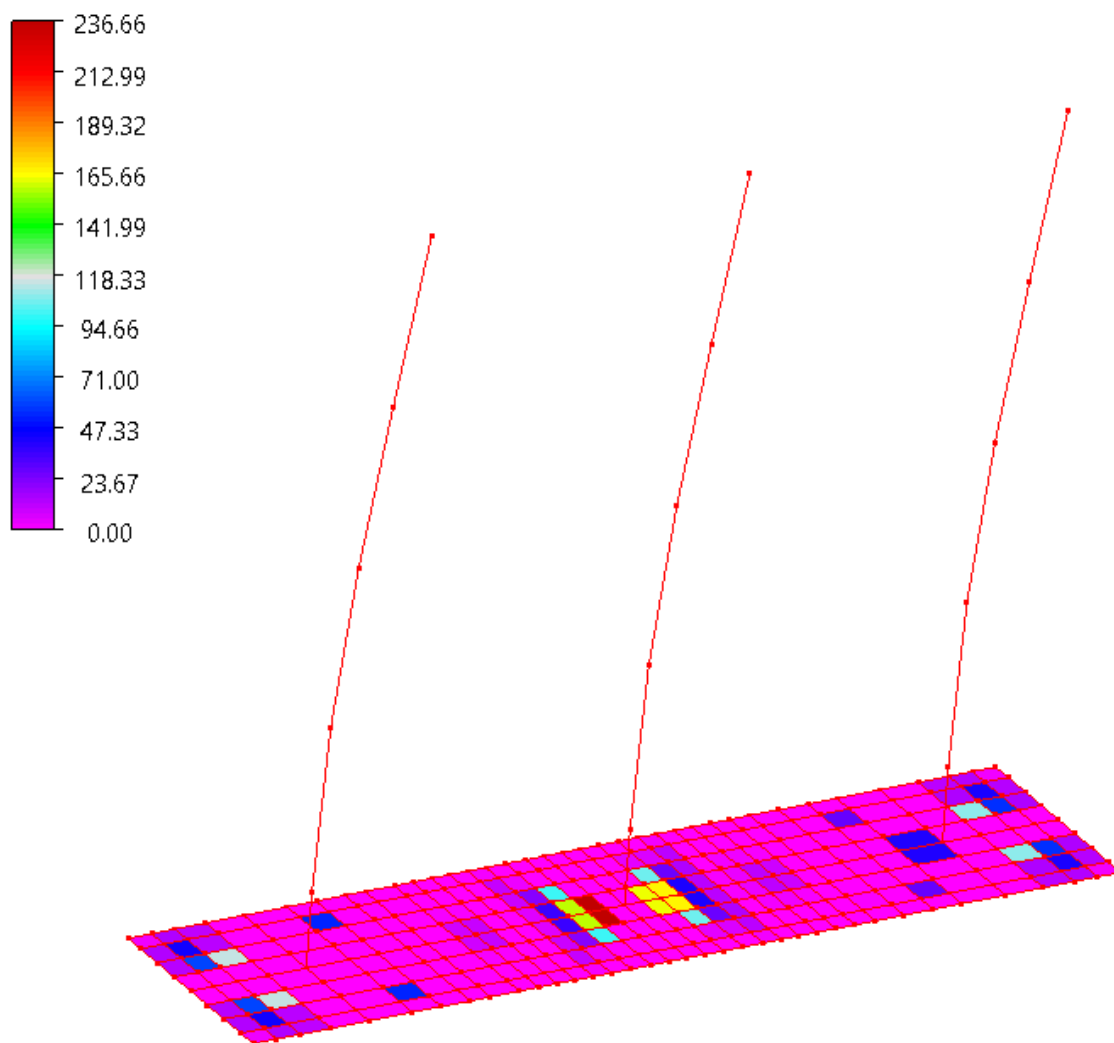


INVILUPPO STR SLV Momento di Wood estradosso M33min

Inviluppo ~SL18 STR SLV

CdC di Inviluppo M22 min

M22 di Wood che tende l'intradosso (daNcm/cm)

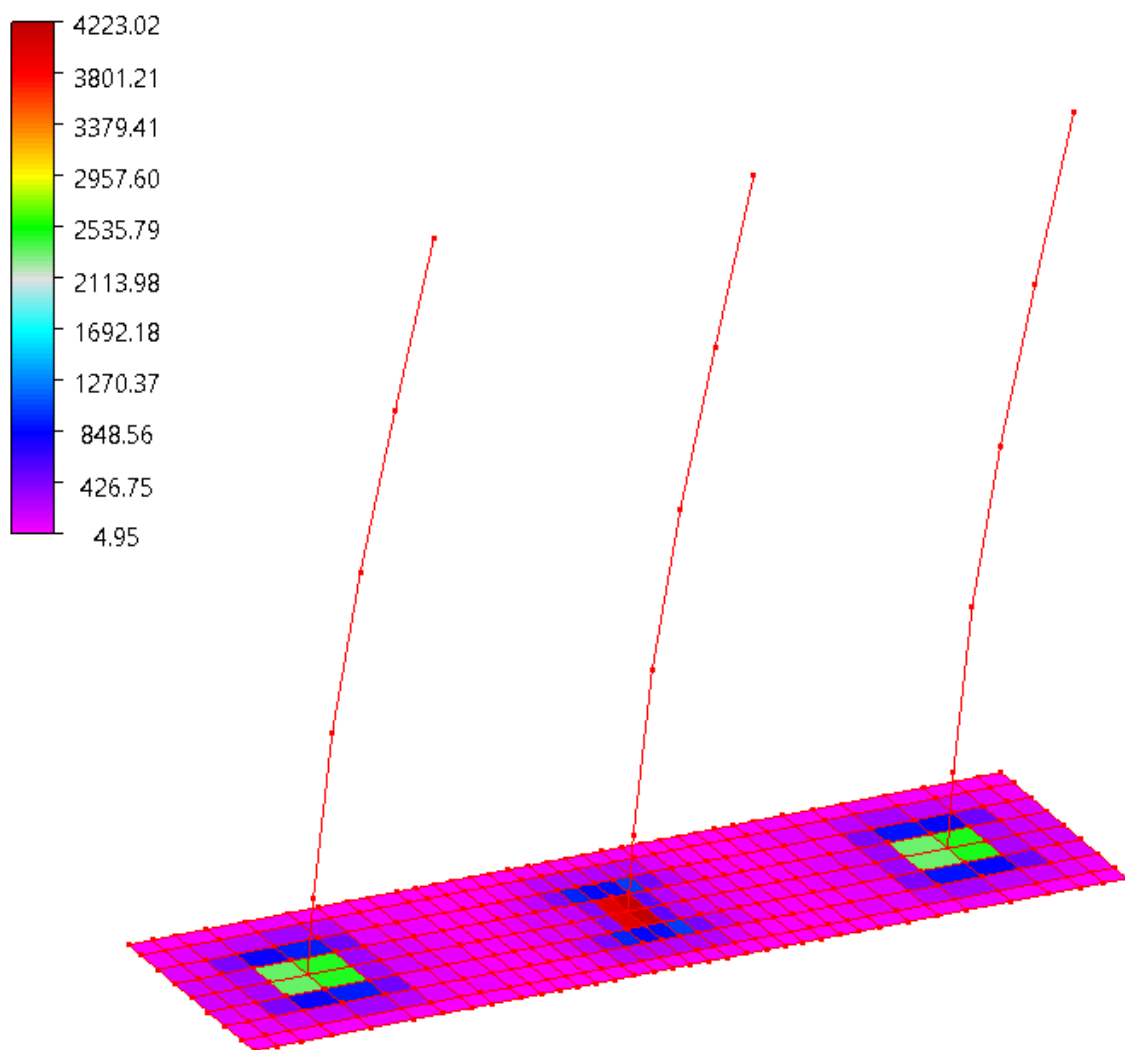


INVILUPPO STR SLV Momento di Wood intradosso M22min

Inviluppo ~SL18 STR SLV

CdC di Inviluppo M22 max

M22 di Wood che tende l'intradosso (daNcm/cm)

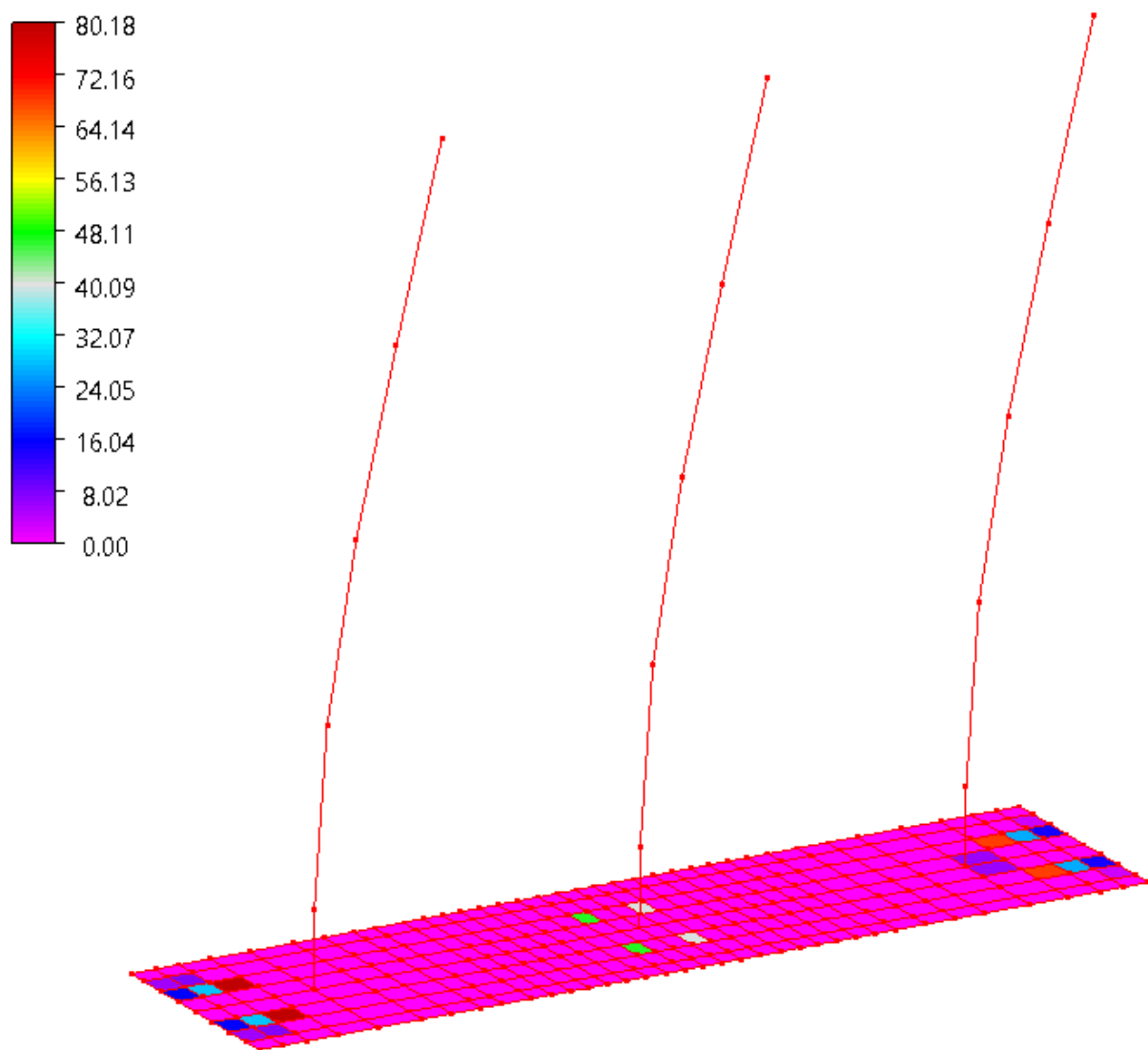


INVILUPPO STR SLV Momento di Wood intradosso M22max

Inviluppo ~SL18 STR SLV

CdC di Inviluppo M33 min

M33 di Wood che tende l'intradosso (daNcm/cm)



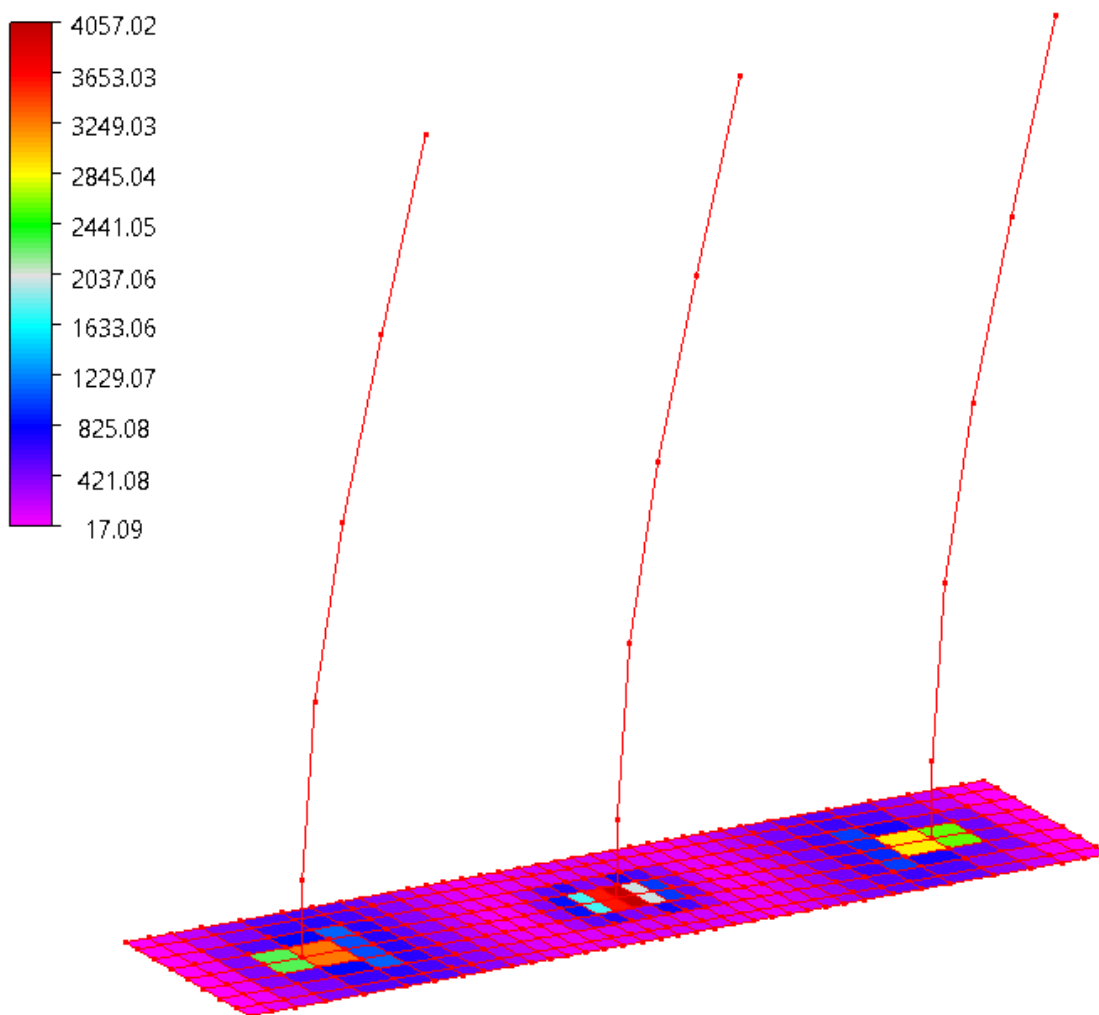
INVILUPPO STR SLV Momento di Wood intradosso M33min



Inviluppo ~SL18 STR SLV

CdC di Inviluppo M33 max

M33 di Wood che tende l'intradosso (daNcm/cm)



**INVILUPPO STR SLV Momento di Wood intradosso M33max**

## VERIFICHE STR SOLETTA DI FONDAZIONE

Progettazione-verifica "piastra base"

Set Involuppi di Verifica: "~SL18"

CoprifE2 = 4.2 cm, CoprifE3 = 5.6 cm, CoprifI2 = 4.2 cm, CoprifI3 = 5.6 cm

Min. As Tesa = 0.1 % Area Calcestruzzo

Min.As Secondaria = 20 % Area Arm. PrincipaleTesa

Min.As in assoluto = 0 cm<sup>2</sup>/m

IDs = 4

K1 = Asse +X K2 = 0 a = 0°

La verifica delle aree di armature minime degli shell agisce sul gruppo di selezione "~\$piastra base"

Verifica S.L.U.

**Tipo Verifica:** SLU (DM 17/01/2018)

Descrizione Materiali:

Resistenza di calcolo a trazione e compressione per SLU:

ID Materiale	Nome materiale	fd a Trazione (daN/cm <sup>2</sup> )	fd a Compressione (daN/cm <sup>2</sup> )
n.1	Cls C25/30	0	141.667
n.4	B450C	3913.04	3913.04

Unità di misura: aree = cm<sup>2</sup>/m, lunghezze = cm, momenti = daNcm/m

Tipo Min-Max

n°Shell	IDc	cx	cy	cz	sp	A3i	A3e
M22i	M22e	M33i	M33e	A2i	A2e		
CoeffM22i		CoeffM22e		CoeffM33i		CoeffM33e	

Area di armatura minima richiesta sulla fibra I2

797	1	2.5	1435	-50	60		
	6889.31	-7670.98	50973.3	-50664.7	6	6	6
	0.00523223		0.00582589		0.0385959	0.0383623	
Area di armatura minima richiesta sulla fibra I2							
800	1	2.5	1410	-50	60		
	6605.09	-8074.22	55366.3	-68276.5	6	6	6
	0.00501638		0.00613214		0.0419222	0.0516976	
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E2							
797	1	2.5	1435	-50	60		
	6889.31	-7670.98	50973.3	-50664.7	6	6	6
	0.00523223		0.00582589		0.0385959	0.0383623	
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E2							
800	1	2.5	1410	-50	60		
	6605.09	-8074.22	55366.3	-68276.5	6	6	6
	0.00501638		0.00613214		0.0419222	0.0516976	
Area di armatura minima richiesta sulla fibra I3							
797	1	2.5	1435	-50	60		
	6889.31	-7670.98	50973.3	-50664.7	6	6	6
	0.00523223		0.00582589		0.0385959	0.0383623	
Area di armatura minima richiesta sulla fibra I3							
800	1	2.5	1410	-50	60		
	6605.09	-8074.22	55366.3	-68276.5	6	6	6
	0.00501638		0.00613214		0.0419222	0.0516976	
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E3							
797	1	2.5	1435	-50	60		
	6889.31	-7670.98	50973.3	-50664.7	6	6	6
	0.00523223		0.00582589		0.0385959	0.0383623	
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E3							
800	1	2.5	1410	-50	60		
	6605.09	-8074.22	55366.3	-68276.5	6	6	6
	0.00501638		0.00613214		0.0419222	0.0516976	
Max in val.ass. M22i (mom.Wood che tende I2)							
611	1	80	1236.25	-50	60		
	422302	-363441	405702	-337329	6	6	6
	0.320727	0.276023	0.307189	0.255418			
Max in val.ass. M22i (mom.Wood che tende I2)							
614	1	60	1236.25	-50	60		
	422302	-363441	405702	-337329	6	6	6
	0.320727	0.276023	0.307189	0.255418			
Max in val.ass. M22e (mom.Wood che tende E2)							
615	1	80	1223.75	-50	60		
	401200	-384540	358783	-384223	6	6	6
	0.3047	0.292047	0.271663	0.290926			
Max in val.ass. M22e (mom.Wood che tende E2)							
618	1	60	1223.75	-50	60		
	401200	-384540	358783	-384223	6	6	6
	0.3047	0.292047	0.271663	0.290926			
Max in val.ass. M33i (mom.Wood che tende I3)							
611	1	80	1236.25	-50	60		
	422302	-363441	405702	-337329	6	6	6
	0.320727	0.276023	0.307189	0.255418			
Max in val.ass. M33i (mom.Wood che tende I3)							
614	1	60	1236.25	-50	60		
	422302	-363441	405702	-337329	6	6	6
	0.320727	0.276023	0.307189	0.255418			
Max in val.ass. M33e (mom.Wood che tende E3)							
615	1	80	1223.75	-50	60		
	401200	-384540	358783	-384223	6	6	6
	0.3047	0.292047	0.271663	0.290926			
Max in val.ass. M33e (mom.Wood che tende E3)							
618	1	60	1223.75	-50	60		
	401200	-384540	358783	-384223	6	6	6
	0.3047	0.292047	0.271663	0.290926			
Max Coeff.M per M22i (mom.Wood che tende I2)							
611	1	80	1236.25	-50	60		
	422302	-363441	405702	-337329	6	6	6
	0.320727	0.276023	0.307189	0.255418			
Max Coeff.M per M22i (mom.Wood che tende I2)							
614	1	60	1236.25	-50	60		
	422302	-363441	405702	-337329	6	6	6
	0.320727	0.276023	0.307189	0.255418			
Max Coeff.M per M22e (mom.Wood che tende E2)							
615	1	80	1223.75	-50	60		
	401200	-384540	358783	-384223	6	6	6
	0.3047	0.292047	0.271663	0.290926			
Max Coeff.M per M22e (mom.Wood che tende E2)							
618	1	60	1223.75	-50	60		
	401200	-384540	358783	-384223	6	6	6
	0.3047	0.292047	0.271663	0.290926			

Max Coeff.M per M33i (mom.Wood che tende I3)

611 1 80 1236.25 -50 60  
422302 -363441 405702 -337329 6 6 6 6  
0.320727 0.276023 0.307189 0.255418

Max Coeff.M per M33i (mom.Wood che tende I3)

614 1 60 1236.25 -50 60  
422302 -363441 405702 -337329 6 6 6 6  
0.320727 0.276023 0.307189 0.255418

Max Coeff.M per M33e (mom.Wood che tende E3)

615 1 80 1223.75 -50 60  
401200 -384540 358783 -384223 6 6 6 6  
0.3047 0.292047 0.271663 0.290926

Max Coeff.M per M33e (mom.Wood che tende E3)

618 1 60 1223.75 -50 60  
401200 -384540 358783 -384223 6 6 6 6  
0.3047 0.292047 0.271663 0.290926

Verifica S.L.E. COMBINAZIONE RARA

**Tipo Verifica:** Stati Limite d'Esercizio (DM 17/01/2018)

Descrizione Materiali:

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (daN/cm²)	Sigma Amm. Compressione (daN/cm²)
n.1	ClS C25/30	0	150
n.4	B450C	3600	-

Unità di misura: aree = cm²/m, lunghezze = cm, tensioni= daN/cm², momenti = daNcm/m

Tipo Min-Max

n°Shell

	IDc	cx	cy	cz	sp	A3i	A3e		
	M22i	M22e	M33i	M33e	A2i	A2e	A3i	A3e	
	sc2i	sc2e	sc3i	sc3e	ss2i	ss2e	ss3i	ss3e	
Area di armatura minima richiesta sulla fibra I2									
797	1	2.5	1435	-50	60				
	1073.19	-1889.97	15749.7	-13892.6	6	6	6	6	
	-0.0420147		-0.0739912		-0.653599	-0.57653	3.39015	5.97031	51.1694 45.1358
Area di armatura minima richiesta sulla fibra I2									
800	1	2.5	1410	-50	60				
	1336.84	-2273.72	13357.4	-24712.8	6	6	6	6	
	-0.0523365		-0.0890147		-0.554319	-1.02556	4.22301	7.18256	43.3969 80.2896
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E2									
797	1	2.5	1435	-50	60				
	1073.19	-1889.97	15749.7	-13892.6	6	6	6	6	
	-0.0420147		-0.0739912		-0.653599	-0.57653	3.39015	5.97031	51.1694 45.1358
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E2									
800	1	2.5	1410	-50	60				
	1336.84	-2273.72	13357.4	-24712.8	6	6	6	6	
	-0.0523365		-0.0890147		-0.554319	-1.02556	4.22301	7.18256	43.3969 80.2896
Area di armatura minima richiesta sulla fibra I3									
797	1	2.5	1435	-50	60				
	1073.19	-1889.97	15749.7	-13892.6	6	6	6	6	
	-0.0420147		-0.0739912		-0.653599	-0.57653	3.39015	5.97031	51.1694 45.1358
Area di armatura minima richiesta sulla fibra I3									
800	1	2.5	1410	-50	60				
	1336.84	-2273.72	13357.4	-24712.8	6	6	6	6	
	-0.0523365		-0.0890147		-0.554319	-1.02556	4.22301	7.18256	43.3969 80.2896
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E3									
797	1	2.5	1435	-50	60				
	1073.19	-1889.97	15749.7	-13892.6	6	6	6	6	
	-0.0420147		-0.0739912		-0.653599	-0.57653	3.39015	5.97031	51.1694 45.1358
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E3									
800	1	2.5	1410	-50	60				
	1336.84	-2273.72	13357.4	-24712.8	6	6	6	6	
	-0.0523365		-0.0890147		-0.554319	-1.02556	4.22301	7.18256	43.3969 80.2896
Max in val.ass. M22i (mom.Wood che tende I2)									
611	1	80	1236.25	-50	60				
	110294	-49461.1	128695	-59099.5	6	6	6	6	
	-4.31795	-1.93637	-5.34072	-2.45257	348.414	156.245	418.118	192.009	
Max in val.ass. M22i (mom.Wood che tende I2)									
614	1	60	1236.25	-50	60				
	110294	-49461.1	128695	-59099.5	6	6	6	6	
	-4.31795	-1.93637	-5.34072	-2.45257	348.414	156.245	418.118	192.009	
Max in val.ass. M22e (mom.Wood che tende E2)									
615	1	80	1223.75	-50	60				
	89194.9	-70560.3	81779.6	-106015	6	6	6	6	
	-3.49193	-2.76239	-3.39377	-4.39952	281.762	222.896	265.694	344.433	
Max in val.ass. M22e (mom.Wood che tende E2)									
618	1	60	1223.75	-50	60				
	89194.9	-70560.3	81779.6	-106015	6	6	6	6	

	-3.49193	-2.76239	-3.39377	-4.39952	281.762	222.896	265.694	344.433
Max in val.ass. M33i (mom.Wood che tende I3)								
611	1	80	1236.25	-50	60			
	110294	-49461.1	128695	-59099.5	6	6	6	6
	-4.31795	-1.93637	-5.34072	-2.45257	348.414	156.245	418.118	192.009
Max in val.ass. M33i (mom.Wood che tende I3)								
614	1	60	1236.25	-50	60			
	110294	-49461.1	128695	-59099.5	6	6	6	6
	-4.31795	-1.93637	-5.34072	-2.45257	348.414	156.245	418.118	192.009
Max in val.ass. M33e (mom.Wood che tende E3)								
615	1	80	1223.75	-50	60			
	89194.9	-70560.3	81779.6	-106015	6	6	6	6
	-3.49193	-2.76239	-3.39377	-4.39952	281.762	222.896	265.694	344.433
Max in val.ass. M33e (mom.Wood che tende E3)								
618	1	60	1223.75	-50	60			
	89194.9	-70560.3	81779.6	-106015	6	6	6	6
	-3.49193	-2.76239	-3.39377	-4.39952	281.762	222.896	265.694	344.433
Min Tensione Cls per Mom. M22i (mom.Wood che tende I2)								
611	1	80	1236.25	-50	60			
	110294	-49461.1	128695	-59099.5	6	6	6	6
	-4.31795	-1.93637	-5.34072	-2.45257	348.414	156.245	418.118	192.009
Min Tensione Cls per Mom. M22i (mom.Wood che tende I2)								
614	1	60	1236.25	-50	60			
	110294	-49461.1	128695	-59099.5	6	6	6	6
	-4.31795	-1.93637	-5.34072	-2.45257	348.414	156.245	418.118	192.009
Min Tensione Cls per Mom. M22e (mom.Wood che tende E2)								
615	1	80	1223.75	-50	60			
	89194.9	-70560.3	81779.6	-106015	6	6	6	6
	-3.49193	-2.76239	-3.39377	-4.39952	281.762	222.896	265.694	344.433
Min Tensione Cls per Mom. M22e (mom.Wood che tende E2)								
618	1	60	1223.75	-50	60			
	89194.9	-70560.3	81779.6	-106015	6	6	6	6
	-3.49193	-2.76239	-3.39377	-4.39952	281.762	222.896	265.694	344.433
Min Tensione Cls per Mom. M33i (mom.Wood che tende I3)								
611	1	80	1236.25	-50	60			
	110294	-49461.1	128695	-59099.5	6	6	6	6
	-4.31795	-1.93637	-5.34072	-2.45257	348.414	156.245	418.118	192.009
Min Tensione Cls per Mom. M33i (mom.Wood che tende I3)								
614	1	60	1236.25	-50	60			
	110294	-49461.1	128695	-59099.5	6	6	6	6
	-4.31795	-1.93637	-5.34072	-2.45257	348.414	156.245	418.118	192.009
Min Tensione Cls per Mom. M33e (mom.Wood che tende E3)								
615	1	80	1223.75	-50	60			
	89194.9	-70560.3	81779.6	-106015	6	6	6	6
	-3.49193	-2.76239	-3.39377	-4.39952	281.762	222.896	265.694	344.433
Min Tensione Cls per Mom. M33e (mom.Wood che tende E3)								
618	1	60	1223.75	-50	60			
	89194.9	-70560.3	81779.6	-106015	6	6	6	6
	-3.49193	-2.76239	-3.39377	-4.39952	281.762	222.896	265.694	344.433
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra I2								
611	1	80	1236.25	-50	60			
	110294	-49461.1	128695	-59099.5	6	6	6	6
	-4.31795	-1.93637	-5.34072	-2.45257	348.414	156.245	418.118	192.009
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra I2								
614	1	60	1236.25	-50	60			
	110294	-49461.1	128695	-59099.5	6	6	6	6
	-4.31795	-1.93637	-5.34072	-2.45257	348.414	156.245	418.118	192.009
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra E2								
615	1	80	1223.75	-50	60			
	89194.9	-70560.3	81779.6	-106015	6	6	6	6
	-3.49193	-2.76239	-3.39377	-4.39952	281.762	222.896	265.694	344.433
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra E2								
618	1	60	1223.75	-50	60			
	89194.9	-70560.3	81779.6	-106015	6	6	6	6
	-3.49193	-2.76239	-3.39377	-4.39952	281.762	222.896	265.694	344.433
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra I3								
611	1	80	1236.25	-50	60			
	110294	-49461.1	128695	-59099.5	6	6	6	6
	-4.31795	-1.93637	-5.34072	-2.45257	348.414	156.245	418.118	192.009
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra I3								
614	1	60	1236.25	-50	60			
	110294	-49461.1	128695	-59099.5	6	6	6	6
	-4.31795	-1.93637	-5.34072	-2.45257	348.414	156.245	418.118	192.009
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra E3								
615	1	80	1223.75	-50	60			
	89194.9	-70560.3	81779.6	-106015	6	6	6	6
	-3.49193	-2.76239	-3.39377	-4.39952	281.762	222.896	265.694	344.433
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra E3								
618	1	60	1223.75	-50	60			

89194.9 -70560.3 81779.6 -106015 6 6 6 6  
-3.49193 -2.76239 -3.39377 -4.39952 281.762 222.896 265.694 344.433

Verifica S.L.E. COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

**Tipo Verifica:** Stati Limite d'Esercizio (DM 17/01/2018)

Descrizione Materiali:

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (daN/cm <sup>2</sup> )	Sigma Amm. Compressione (daN/cm <sup>2</sup> )
n.1	ClS C25/30	0	112.5
n.4	B450C	-	-

Unità di misura: aree = cm<sup>2</sup>/m, lunghezze = cm, tensioni= daN/cm<sup>2</sup>, momenti = daNcm/m

Tipo Min-Max										
n°Shell	IDc	cx	cy	cz	sp					
	M22i	M22e	M33i	M33e	A2i	A2e	A3i	A3e		
	sc2i	sc2e	sc3i	sc3e	ss2i	ss2e	ss3i	ss3e		
Area di armatura minima richiesta sulla fibra I2										
797	1	2.5	1435	-50	60					
	769.857	-492.91	7037.78	-5168.95	6	6	6	6		
	-0.0301394		-0.0192971		-0.292061	-0.214507	2.43194	1.55708	22.8651	16.7935
Area di armatura minima richiesta sulla fibra I2										
800	1	2.5	1410	-50	60					
	1227.54	-928.537	2895.78	-13862.6	6	6	6	6		
	-0.0480573		-0.0363517		-0.120172	-0.575285	3.87772	2.9332	9.40811	45.0383
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E2										
797	1	2.5	1435	-50	60					
	769.857	-492.91	7037.78	-5168.95	6	6	6	6		
	-0.0301394		-0.0192971		-0.292061	-0.214507	2.43194	1.55708	22.8651	16.7935
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E2										
800	1	2.5	1410	-50	60					
	1227.54	-928.537	2895.78	-13862.6	6	6	6	6		
	-0.0480573		-0.0363517		-0.120172	-0.575285	3.87772	2.9332	9.40811	45.0383
Area di armatura minima richiesta sulla fibra I3										
797	1	2.5	1435	-50	60					
	769.857	-492.91	7037.78	-5168.95	6	6	6	6		
	-0.0301394		-0.0192971		-0.292061	-0.214507	2.43194	1.55708	22.8651	16.7935
Area di armatura minima richiesta sulla fibra I3										
800	1	2.5	1410	-50	60					
	1227.54	-928.537	2895.78	-13862.6	6	6	6	6		
	-0.0480573		-0.0363517		-0.120172	-0.575285	3.87772	2.9332	9.40811	45.0383
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E3										
797	1	2.5	1435	-50	60					
	769.857	-492.91	7037.78	-5168.95	6	6	6	6		
	-0.0301394		-0.0192971		-0.292061	-0.214507	2.43194	1.55708	22.8651	16.7935
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E3										
800	1	2.5	1410	-50	60					
	1227.54	-928.537	2895.78	-13862.6	6	6	6	6		
	-0.0480573		-0.0363517		-0.120172	-0.575285	3.87772	2.9332	9.40811	45.0383
Max in val.ass. M22i (mom.Wood che tende I2)										
611	1	80	1236.25	-50	60					
	40916.4	0	67158.6	0	6	6	6	6		
	-1.60185	0	-2.78702	0	129.253	-12.4905	218.192	-15.0408		
Max in val.ass. M22i (mom.Wood che tende I2)										
614	1	60	1236.25	-50	60					
	40916.4	0	67158.6	0	6	6	6	6		
	-1.60185	0	-2.78702	0	129.253	-12.4905	218.192	-15.0408		
Max in val.ass. M22e (mom.Wood che tende E2)										
621	1	40	1211.25	-50	60					
	10392.8	-4639.96	12192	-20927.8	6	6	6	6		
	-0.40687	-0.181651	-0.505957	-0.868483	32.8302	14.6574	39.6107	67.9924		
Max in val.ass. M33i (mom.Wood che tende I3)										
611	1	80	1236.25	-50	60					
	40916.4	0	67158.6	0	6	6	6	6		
	-1.60185	0	-2.78702	0	129.253	-12.4905	218.192	-15.0408		
Max in val.ass. M33i (mom.Wood che tende I3)										
614	1	60	1236.25	-50	60					
	40916.4	0	67158.6	0	6	6	6	6		
	-1.60185	0	-2.78702	0	129.253	-12.4905	218.192	-15.0408		
Max in val.ass. M33e (mom.Wood che tende E3)										
615	1	80	1223.75	-50	60					
	39418.5	-1750.18	25628.3	-44777.7	6	6	6	6		
	-1.54321	-0.0685183		-1.06355	-1.85823	124.521	-12.0333	83.2641	145.479	
Max in val.ass. M33e (mom.Wood che tende E3)										
618	1	60	1223.75	-50	60					
	39418.5	-1750.17	25628.3	-44777.7	6	6	6	6		
	-1.54321	-0.0685183		-1.06355	-1.85823	124.521	-12.0333	83.2641	145.479	
Min Tensione Cls per Mom. M22i (mom.Wood che tende I2)										

611	1	80	1236.25	-50	60			
	40916.4	0	67158.6	0	6	6	6	
	-1.60185	0	-2.78702	0	129.253	-12.4905	218.192	-15.0408
Min Tensione Cls per Mom. M22i (mom.Wood che tende I2)								
614	1	60	1236.25	-50	60			
	40916.4	0	67158.6	0	6	6	6	
	-1.60185	0	-2.78702	0	129.253	-12.4905	218.192	-15.0408
Min Tensione Cls per Mom. M22e (mom.Wood che tende E2)								
621	1	40	1211.25	-50	60			
	10392.8	-4639.96	12192	-20927.8	6	6	6	6
	-0.40687	-0.181651	-0.505957	-0.868483	32.8302	14.6574	39.6107	67.9924
Min Tensione Cls per Mom. M33i (mom.Wood che tende I3)								
611	1	80	1236.25	-50	60			
	40916.4	0	67158.6	0	6	6	6	6
	-1.60185	0	-2.78702	0	129.253	-12.4905	218.192	-15.0408
Min Tensione Cls per Mom. M33i (mom.Wood che tende I3)								
614	1	60	1236.25	-50	60			
	40916.4	0	67158.6	0	6	6	6	6
	-1.60185	0	-2.78702	0	129.253	-12.4905	218.192	-15.0408
Min Tensione Cls per Mom. M33e (mom.Wood che tende E3)								
615	1	80	1223.75	-50	60			
	39418.5	-1750.18	25628.3	-44777.7	6	6	6	6
	-1.54321	-0.0685183		-1.06355	-1.85823	124.521	-12.0333	83.2641 145.479
Min Tensione Cls per Mom. M33e (mom.Wood che tende E3)								
618	1	60	1223.75	-50	60			
	39418.5	-1750.17	25628.3	-44777.7	6	6	6	6
	-1.54321	-0.0685183		-1.06355	-1.85823	124.521	-12.0333	83.2641 145.479
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra I2								
611	1	80	1236.25	-50	60			
	40916.4	0	67158.6	0	6	6	6	6
	-1.60185	0	-2.78702	0	129.253	-12.4905	218.192	-15.0408
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra I2								
614	1	60	1236.25	-50	60			
	40916.4	0	67158.6	0	6	6	6	6
	-1.60185	0	-2.78702	0	129.253	-12.4905	218.192	-15.0408
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra E2								
621	1	40	1211.25	-50	60			
	10392.8	-4639.96	12192	-20927.8	6	6	6	6
	-0.40687	-0.181651	-0.505957	-0.868483	32.8302	14.6574	39.6107	67.9924
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra I3								
611	1	80	1236.25	-50	60			
	40916.4	0	67158.6	0	6	6	6	6
	-1.60185	0	-2.78702	0	129.253	-12.4905	218.192	-15.0408
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra I3								
614	1	60	1236.25	-50	60			
	40916.4	0	67158.6	0	6	6	6	6
	-1.60185	0	-2.78702	0	129.253	-12.4905	218.192	-15.0408
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra E3								
615	1	80	1223.75	-50	60			
	39418.5	-1750.18	25628.3	-44777.7	6	6	6	6
	-1.54321	-0.0685183		-1.06355	-1.85823	124.521	-12.0333	83.2641 145.479
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra E3								
618	1	60	1223.75	-50	60			
	39418.5	-1750.17	25628.3	-44777.7	6	6	6	6
	-1.54321	-0.0685183		-1.06355	-1.85823	124.521	-12.0333	83.2641 145.479

## VERIFICHE STR DADO DI FONDAZIONE

Verifiche T.A.-S.L.E.

Significato dei parametri:

Mat: indica il numero del materiale a cui la verifica fa riferimento

Ver: indica la condizione di carico elementare di appartenenza delle sollecitazioni di verifica. Se la verifica è stata generata da un involuppo assume il seguente significato:

- 1 involuppo che determina lo sforzo normale massimo negativo
- 2 involuppo che determina lo sforzo normale massimo positivo
- 3 involuppo che determina il taglio 1-2 massimo negativo
- 4 involuppo che determina il taglio 1-2 massimo positivo
- 5 involuppo che determina il taglio 1-3 massimo negativo
- 6 involuppo che determina il taglio 1-3 massimo positivo
- 7 involuppo che determina il momento torcente massimo negativo
- 8 involuppo che determina il momento torcente massimo positivo
- 9 involuppo che determina il momento flettente 1-2 massimo negativo
- 10 involuppo che determina il momento flettente 1-2 massimo positivo
- 11 involuppo che determina il momento flettente 1-3 massimo negativo
- 12 involuppo che determina il momento flettente 1-3 massimo positivo
- 17 involuppo che determina S1 massimo negativo

18 involuppo che determina S1 massimo positivo  
 19 involuppo che determina S2 massimo negativo  
 20 involuppo che determina S2 massimo positivo  
 21 involuppo che determina S3 massimo negativo  
 22 involuppo che determina S3 massimo positivo  
 23 involuppo che determina S4 massimo negativo  
 24 involuppo che determina S4 massimo positivo  
 I simboli S1, S2, S3, S4 indicano la “sigma combinata” e si riferiscono al calcolo della tensione fittizia valutata in ipotesi di linearità del comportamento del materiale e resistenza indefinita, la cui massimizzazione individua la più probabile verifica peggiore a pressoflessione, valutata con la formula (sigma positiva indica trazione)

$$\sigma_{id} = \frac{N}{A} \pm \frac{M_{12}}{W_{12}} \pm \frac{M_{13}}{W_{13}}$$

(W sono i moduli di resistenza) sui quattro spigoli del rettangolo ideale con moduli di resistenza pari a quelli della sezione base dell’asta.

Dist: indica la distanza dal punto di inizio beam della sezione verificata

Sollecitazioni di verifica:

N = sforzo normale agente in direzione dell’asse locale 1

V<sub>12</sub>, V<sub>13</sub> = tagli agenti in direzione 2 e 3

M<sub>12</sub>, M<sub>13</sub> = momenti agenti nei piani 12 e 13

MT = momento torcente

ArmNM = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a pressoflessione deviata, seguito dalla posizione delle barre al positivo e al negativo; le verifiche vengono svolte con le posizioni inferiori o uguali alle posizioni al positivo e maggiori o uguali al negativo.

ArmT = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a taglio, seguito dal numero del tratto di staffatura

ArmNMT = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a pressoflessione deviata e taglio, seguito dalla posizione delle barre al positivo, al negativo e dal tratto di staffatura

d<sub>2</sub>, d<sub>3</sub> = altezze utili per verifiche a taglio agente in direzione 2 e 3

b<sub>w2</sub>, b<sub>w3</sub> = larghezze utili per verifiche a taglio agente in direzione 2 e 3

n<sub>st2</sub>, n<sub>st3</sub> = numero braccia utili per le verifiche a taglio V12 e V13 agenti in direzione 2 e 3 rispettivamente.

corr. = armatura longitudinale corrente

Pos = posizione delle barre longitudinali di armatura

smax, smin: indicano le tensioni massime ottenute dalla verifica a tenso-pressoflessione deviata.

CoeffV12, CoeffV13: indicano i coefficienti di sfruttamento a taglio in direzione 2 e 3. CoeffV12 è dato dal rapporto tra il taglio di calcolo V12 agente in direzione 2 e la resistenza a taglio Vr12 in direzione 2.

All’inizio di una riga, nelle tabelle con i risultati delle verifiche, possono comparire i seguenti simboli:

VT = verifica a taglio a Tensioni Ammissibili

AM = verifica delle armature minime richieste per il contenimento della fessurazione: A<sub>s,min</sub> è l’armatura minima richiesta ai sensi della UNI EN 1992-1-1:2005 (§7.3.2), A<sub>s,disp</sub> è l’armatura disponibile nella zona tesa.

Qualora non siano presenti armature nell’area tesa il calcolo viene eseguito traslando l’asse neutro parallelamente a se stesso fino a raggiungere la prima barra disponibile, e riaggiornando i valori. In tal caso i valori in tabella sono accompagnati da un “^”.

VF = verifica di formazione delle fessure: s<sub>max</sub> è la massima tensione di trazione (su sezione non fessurata) del materiale di calcestruzzo con ID pari a MatCls. Vengono riportati solo i valori di trazione delle tensioni (se presenti).

VD = verifica di decompressione: s<sub>max</sub> è la massima tensione di trazione (su sezione non fessurata) del materiale di calcestruzzo con ID pari a MatCls. Vengono riportati solo i valori di trazione delle tensioni (se presenti).

VA = verifica di apertura delle fessure: w è l’apertura della fessura. Il gruppo di esigenza ed il valore ammissibile utilizzati sono quelli del materiale di riferimento della sottosezione (armatura), ed il tipo di armatura (sensibile/poco sensibile) è quello del materiale delle barre di armatura della sottosezione (se è presente almeno una barra sensibile viene considerata questa come tipo di armatura nella verifica). Nella colonna IDc/TArm, IDc è l’ID del materiale calcestruzzo di riferimento della sottosezione, TArm è il tipo di armatura utilizzato nella verifica di apertura delle fessure (0 = armatura sensibile, 1 = armatura poco sensibile);

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte

Per le verifiche a SLE il gruppo di esigenza (livello di aggressività dell’ambiente) utilizzato è riportato nella descrizione delle caratteristiche dei materiali.

Verifica di Resistenza “~PressoFless.CA SLE rare”

**Tipo Verifica:** Stati Limite d’Esercizio (DM 17/01/2018)

Combinazione di Carico: rara

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;

Set Involuppo di Verifica utilizzato: “~SL18”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: ~PILASTRI C.A.

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (daN/cm²)	Sigma Amm. Compressione (daN/cm²)
n.1	Cls C25/30	0	150
n.4	B450C	3600	-
n.14	fittizio peso zero	0	150

Beam n.48 - Sezione “dado 80x80 [Rettangolare 80x80 cm]”

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull’asta:

- Armatura tipo 1 fino a fine asta

Descrizione Armatura tipo 1:

Armatura longitudinale: 12Ø10 (Pos.1, corr.)

d<sub>2</sub> = 76 cm, b<sub>w2</sub> = 80 cm, d<sub>3</sub> = 76 cm, b<sub>w3</sub> = 80 cm

Armatura trasversale tratto di staffatura n°1:

staffa con n<sub>st2</sub> = 2, n<sub>st3</sub> = 2, Ø 10 a passo 15 cm

Verifiche a tenso-presso flessione deviata:

Mat	Ver	Dist (cm)	N (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	ArmNM	s <sub>max</sub> (daN/cm²)	s <sub>min</sub> (daN/cm²)
-----	-----	--------------	------------	----------------	----------------	-------	-------------------------------	-------------------------------

4	5	50.00	-672.80	0.00	46810.00	1 (1,-1)	85.93	-17.41
4	18	50.00	-672.80	-25466.00	21344.00	1 (1,-1)	39.28	-19.07
1	5	50.00	-672.80	0.00	46810.00	1 (1,-1)	0.00	-1.54

Verifica di Resistenza-Fessurazione “~PressoFless.CA SLE q.perm”

**Tipo Verifica:** Stati Limite d’Esercizio (DM 17/01/2018)

Combinazione di Carico: quasi permanente

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;

Set Involuppo di Verifica utilizzato: “~SL18”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: **~PILASTRI C.A.**

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (daN/cm <sup>2</sup> )	Sigma Amm. Compressione (daN/cm <sup>2</sup> )
n.1	Cls C25/30	0	112.5
n.4	B450C	-	-
n.14	fittizio peso zero	0	112.5

Parametri per verifiche di fessurazione:

Le verifiche di fessurazione consistono in verifiche di: apertura fessure

E’ stato considerato il caso di azioni di lunga durata o azioni ripetute

Le verifiche di apertura delle fessure mostrate sono solo quelle la cui la massima tensione di trazione nel calcestruzzo (in sezione interamente reagente) supera il valore limite di formazione delle fessure.

La tensione  $\sigma_s$  di cui alla formula (7.9) della UNI EN 1992-1-1:2005 è calcolata come media di tutte le barre tese.

Per ulteriori dettagli sui parametri delle verifiche di fessurazione si veda la descrizione delle caratteristiche dei materiali.

Beam n.48 - Sezione “dado 80x80 [Rettangolare 80x80 cm]”

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull’asta:

- Armatura tipo 1 fino a fine asta

Descrizione Armatura tipo 1:

Armatura longitudinale: 12Ø10 (Pos.1, corr.)

$d_2 = 76$  cm,  $b_{w2} = 80$  cm,  $d_3 = 76$  cm,  $b_{w3} = 80$  cm

Armatura trasversale tratto di staffatura n°1:

staffa con  $n_{st2} = 2$ ,  $n_{st3} = 2$ , Ø 10 a passo 15 cm

Verifiche a tenso-presso flessione deviata:

Mat	Ver	Dist (cm)	N (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	ArmNM	$s_{max}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	$s_{min}$ (daN/cm <sup>2</sup> )
-----	-----	--------------	------------	----------------	----------------	-------	-------------------------------------	-------------------------------------

Verifiche di apertura fessure:

VA:	Ver	Dist (cm)	N (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	ArmNM	w (mm)	IDc/TArm
-----	-----	--------------	------------	----------------	----------------	-------	-----------	----------

4	5	50.00	-672.80	0.00	21344.00	1 (1,-1)	8.94	-6.57
4	19	0.00	-1502.80	0.00	23644.00	1 (1,-1)	0.25	-7.09
1	19	0.00	-1502.80	0.00	23644.00	1 (1,-1)	0.00	-0.50
VA:	1	0.00	-1502.80	0.00	0.00	1 (1,-1)	0.00	1/1

Verifica di Fessurazione “~PressoFless.CA SLE freq.”

**Tipo Verifica:** Stati Limite d’Esercizio (DM 17/01/2018)

Combinazione di Carico: frequente

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;

Set Involuppo di Verifica utilizzato: “~SL18”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: **~PILASTRI C.A.**

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (daN/cm <sup>2</sup> )	Sigma Amm. Compressione (daN/cm <sup>2</sup> )
n.1	Cls C25/30	0	-
n.4	B450C	-	-
n.14	fittizio peso zero	0	-

Parametri per verifiche di fessurazione:

Le verifiche di fessurazione consistono in verifiche di: apertura fessure

E’ stato considerato il caso di azioni di lunga durata o azioni ripetute

Le verifiche di apertura delle fessure mostrate sono solo quelle la cui la massima tensione di trazione nel calcestruzzo (in sezione interamente reagente) supera il valore limite di formazione delle fessure.

La tensione  $\sigma_s$  di cui alla formula (7.9) della UNI EN 1992-1-1:2005 è calcolata come media di tutte le barre tese.

Per ulteriori dettagli sui parametri delle verifiche di fessurazione si veda la descrizione delle caratteristiche dei materiali.

Beam n.48 - Sezione “dado 80x80 [Rettangolare 80x80 cm]”

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull’asta:

- Armatura tipo 1 fino a fine asta

Descrizione Armatura tipo 1:

Armatura longitudinale: 12Ø10 (Pos.1, corr.)

$d_2 = 76$  cm,  $b_{w2} = 80$  cm,  $d_3 = 76$  cm,  $b_{w3} = 80$  cm

Armatura trasversale tratto di staffatura n°1:

staffa con  $n_{st2} = 2$ ,  $n_{st3} = 2$ , Ø 10 a passo 15 cm

Verifiche di apertura fessure:

VA:	Ver	Dist (cm)	N (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	ArmNM	w (mm)	IDc/TArm
-----	-----	--------------	------------	----------------	----------------	-------	-----------	----------



VA: 1 0.00 -1522.80 0.00 0.00 1 (1,-1) 0.00 1/1

Verifiche S.L.U. generiche/c.a.

Significato dei parametri:

Ver: assume il seguente significato:

- 1 inviluppo che determina lo sforzo normale massimo negativo
- 2 inviluppo che determina lo sforzo normale massimo positivo
- 3 inviluppo che determina il taglio 1-2 massimo negativo
- 4 inviluppo che determina il taglio 1-2 massimo positivo
- 5 inviluppo che determina il taglio 1-3 massimo negativo
- 6 inviluppo che determina il taglio 1-3 massimo positivo
- 7 inviluppo che determina il momento torcente massimo negativo
- 8 inviluppo che determina il momento torcente massimo positivo
- 9 inviluppo che determina il momento flettente 1-2 massimo negativo
- 10 inviluppo che determina il momento flettente 1-2 massimo positivo
- 11 inviluppo che determina il momento flettente 1-3 massimo negativo
- 12 inviluppo che determina il momento flettente 1-3 massimo positivo
- 17 inviluppo che determina S1 massimo negativo
- 18 inviluppo che determina S1 massimo positivo
- 19 inviluppo che determina S2 massimo negativo
- 20 inviluppo che determina S2 massimo positivo
- 21 inviluppo che determina S3 massimo negativo
- 22 inviluppo che determina S3 massimo positivo
- 23 inviluppo che determina S4 massimo negativo
- 24 inviluppo che determina S4 massimo positivo

I simboli S1, S2, S3, S4 indicano la "sigma combinata" e si riferiscono al calcolo della tensione fittizia valutata in ipotesi di linearità del comportamento del materiale e resistenza indefinita, la cui massimizzazione individua la più probabile verifica peggiore a pressoflessione, valutata con la formula (sigma positiva indica trazione)

$$\sigma_{id} = \frac{N}{A} \pm \frac{M_{12}}{W_{12}} \pm \frac{M_{13}}{W_{13}}$$

(W sono i moduli di resistenza) sui quattro spigoli del rettangolo ideale con moduli di resistenza pari a quelli della sezione base dell'asta.

Dist: indica la distanza dal punto di inizio beam della sezione verificata

Sollecitazioni di verifica:

N = sforzo normale agente in direzione dell'asse locale 1

V<sub>12</sub>, V<sub>13</sub> = tagli agenti in direzione 2 e 3

M<sub>12</sub>, M<sub>13</sub> = momenti agenti nei piani 12 e 13

MT = momento torcente

ArmNM = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a pressoflessione deviata, seguito dalla posizione delle barre al positivo e al negativo; le verifiche vengono svolte con le posizioni inferiori o uguali alle posizioni al positivo e maggiori o uguali al negativo.

ArmT = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a taglio, seguito dal numero del tratto di staffatura

ArmNMT = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a pressoflessione deviata e taglio, seguito dalla posizione delle barre al positivo, al negativo e dal tratto di staffatura

d<sub>2</sub>, d<sub>3</sub> = altezze utili per verifiche a taglio agente in direzione 2 e 3

b<sub>w2</sub>, b<sub>w3</sub> = larghezze utili per verifiche a taglio agente in direzione 2 e 3

n<sub>st2</sub>, n<sub>st3</sub> = numero braccia utili per le verifiche a taglio V12 e V13 agenti in direzione 2 e 3 rispettivamente.

corr. = armatura longitudinale corrente

Pos = posizione delle barre longitudinali di armatura

CoeffMN: indica il coefficiente di sfruttamento a flessione e sforzo normale; data la terna di sollecitazione N, M12, M13 si definisce coefficiente di sfruttamento il seguente rapporto (con il pedice "r" sono indicati i valori di resistenza ultimi):

$$\text{CoeffMN} = \frac{N}{N_r} = \frac{M_{12}}{M_{r12}} = \frac{M_{13}}{M_{r13}}$$

CoeffV12, CoeffV13: indicano i coefficienti di sfruttamento a taglio in direzione 2 e 3. CoeffV12 è dato dal rapporto tra il taglio di calcolo V12 agente in direzione 2 e la resistenza a taglio Vr12 in direzione 2. Analogo discorso vale per CoeffV13. Vr12 e Vr13 sono calcolati secondo il par.4.1.2.3.5 DM 17/01/2018. Per i parametri non indicati in questo paragrafo si vedano i parametri delle verifiche a taglio nelle caratteristiche dei materiali.

Tipo: questa colonna contiene eventualmente indicazioni sul tipo di verifica

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte (CoeffMN>1, CoeffV12>1 e CoeffV13>1).

SEZIONI IN C.A: Le sollecitazioni del taglio V12 e V13, per gli inviluppi che determinano il massimo e minimo valore del taglio (ovvero, nelle tabelle che seguono, il parametro Ver assume i valori da 3 a 6), sono state calcolate tramite la gerarchia delle resistenze se accanto al valore del taglio è presente il simbolo "&", applicando i coefficienti  $\gamma_{Rd}$  in tab. 7.2.I del DM 17/01/2018.

Le verifiche di duttilità flessionale sui nodi trave-pilastro sono eseguite secondo la formula [7.4.4] del § 7.4.4.2.1 del DM 17/01/2018 alle estremità dei pilastri. Vengono indicati i valori delle sommatorie dei momenti resistenti delle travi ( $\Sigma M_{b,Rd}$ ) e dei pilastri ( $\Sigma M_{c,Rd}$ ) convergenti nei nodi alle estremità dei pilastri sui relativi piani locali delle aste (12 e 13), e il valore CoeffD, dato dalla seguente formula (per i simboli si veda la formula [7.4.4]):

$$\text{CoeffD} = \gamma_{Rd} \frac{\sum M_{b,Rd}}{\sum M_{c,Rd}}$$

Tali verifiche vengono indicate in tabella tramite il simbolo "D" all'inizio della riga.

Le verifiche alla base dei pilastri del piano terreno vengono eseguite calcolando il coeff. di sfruttamento a flessione semplice e sforzo normale CoeffMN adottando come momento di calcolo il momento resistente della sezione di sommità del pilastro.

Tali verifiche vengono indicate in tabella tramite il simbolo "PT" all'inizio della riga.

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte (CoeffD>1, CoeffMN>1).

Per le verifiche a pressoflessione sui pilastri in c.a. in zona sismica si applicano le limitazioni alle sollecitazioni di compressione indicate al paragrafo 7.4.4.2.1 DM2018.

Verifica di Resistenza “~PressoFless.CA SLU”

**Tipo Verifica:** verifiche allo stato limite ultimo secondo il DM 17/01/2018.

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;

Set Inviluppo di Verifica utilizzato: “~SL18”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: ~PILASTRI C.A.

Resistenza di calcolo a trazione e compressione per SLU:

ID Materiale	Nome materiale	fd a Trazione (daN/cm <sup>2</sup> )	fd a Compressione (daN/cm <sup>2</sup> )
n.1	ClS C25/30	0	141.667
n.4	B450C	3913.04	3913.04
n.14	fittizio peso zero	0	141.667

Per la gerarchia delle resistenze a taglio per le travi  $g_{Rd} = 1.1$ , per i pilastri  $g_{Rd} = 1.1$  (tab. 7.2.I del DM 2018).

Per le verifiche di duttilità flessionale nodi trave-pilastro  $g_{Rd} = 1.3$  (tab. 7.2.I del DM 2018)

Beam n.48 - Sezione “dado 80x80 [Rettangolare 80x80 cm]”

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

- Armatura tipo 1 fino a fine asta

Descrizione Armatura tipo 1:

Armatura longitudinale: 12Ø10 (Pos.1, corr.)

$d_2 = 76$  cm,  $b_{w2} = 80$  cm,  $d_3 = 76$  cm,  $b_{w3} = 80$  cm

Armatura trasversale tratto di staffatura n°1:

staffa con  $n_{st2} = 2$ ,  $n_{st3} = 2$ , Ø 10 a passo 15 cm

Dati per il calcolo della gerarchia delle resistenze:

Descrizione	Piano 1-2	Piano 1-3
Lunghezza campata	50 cm	50 cm
Interruz. campata inizio Beam (nodo 800)	presente	presente
Interruz. campata fine Beam (nodo 3549)	presente	presente

Parametri verifiche a taglio (par.4.1.2.3.5 DM 17/01/2018):

Limitazione ctgJ:  $1 \leq ctgJ \leq 2.5$ ;  $a_c = 1$

Ver	Dist (cm)	N (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	V12 (daN)	V13 (daN)	ArmNMT
	CoeffMN	CoeffV12	CoeffV13	Tipo			

Massimo CoeffMN:

18 40.00 -712.20 -39688.13 154097.75 124.52 -461.06 1 (1,-1,1)

0.0918 0.0018 0.0066

Beam n.49 - Sezione “dado 80x80 [Rettangolare 80x80 cm]”

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

- Armatura tipo 1 fino a fine asta

Descrizione Armatura tipo 1:

Armatura longitudinale: 12Ø10 (Pos.1, corr.)

$d_2 = 76$  cm,  $b_{w2} = 80$  cm,  $d_3 = 76$  cm,  $b_{w3} = 80$  cm

Armatura trasversale tratto di staffatura n°1:

staffa con  $n_{st2} = 2$ ,  $n_{st3} = 2$ , Ø 10 a passo 15 cm

Dati per il calcolo della gerarchia delle resistenze:

Descrizione	Piano 1-2	Piano 1-3
Lunghezza campata	50 cm	50 cm
Interruz. campata inizio Beam (nodo 814)	presente	presente
Interruz. campata fine Beam (nodo 3551)	presente	presente

Parametri verifiche a taglio (par.4.1.2.3.5 DM 17/01/2018):

Limitazione ctgJ:  $1 \leq ctgJ \leq 2.5$ ;  $a_c = 1$

Ver	Dist (cm)	N (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	V12 (daN)	V13 (daN)	ArmNMT
	CoeffMN	CoeffV12	CoeffV13	Tipo			

Massimo CoeffV13:

5 0.00 -1472.80 0.00 172540.20 0.00 -63559.89& 1 (1,-1,1)

0.0845 0.0000 0.9071

Massimo CoefV12:

3 0.00 -1472.80 148896.20 0.00 -63559.91& 0.00 1 (1,-1,1)

0.0677 0.9071 0.0000

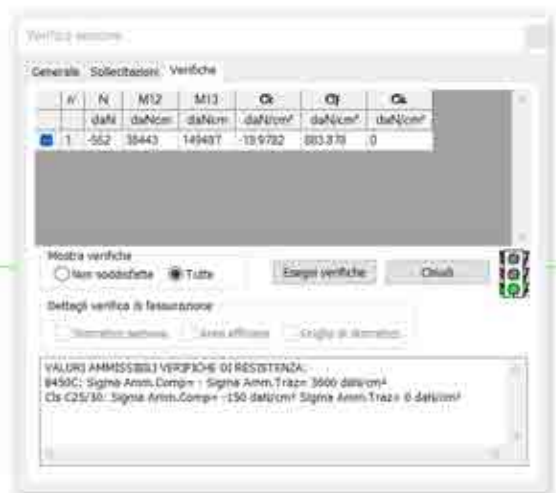
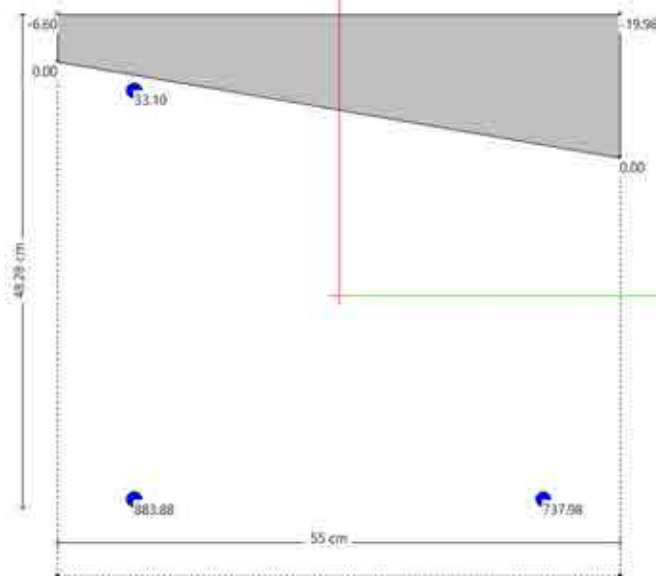
## VERIFICA PIASTRA DI BASE

-----  
-Collegamento: C1 - nodo base  
-----

-----  
Valori massimi di sollecitazione rilevati per l'inviluppo Beam\Truss ~SL18 STR SLV  
-----

Tipo	n°Asta	Tipo asta	X (cm)	N (daN)	T12 (daN)	T13 (daN)	MT (daNcm)	M13 (daNcm)	M12 (daNcm)
N min	186	Beam	0.00	-1145.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N max	186	Beam	0.00	-552.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T12 min	186	Beam	0.00	-672.80	-415.06	0.00	0.00	0.00	-128143.1
T12 max	186	Beam	0.00	-672.80	415.06	0.00	0.00	0.00	128143.1
T13 min	186	Beam	0.00	-672.80	0.00	-415.06	0.00	-128143.1	0.00
T13 max	186	Beam	0.00	-672.80	0.00	461.06	0.00	149487.1	0.00
M13 min	186	Beam	0.00	-672.80	0.00	-415.06	0.00	-128143.1	0.00
M13 max	186	Beam	0.00	-672.80	0.00	461.06	0.00	149487.1	0.00
M12 min	186	Beam	0.00	-672.80	-415.06	0.00	0.00	0.00	-128143.1
M12 max	186	Beam	0.00	-672.80	415.06	0.00	0.00	0.00	128143.1
S1 min	186	Beam	0.00	-702.80	124.52	-415.06	0.00	-128143.1	38442.94
S1 max	186	Beam	0.00	-552.20	-124.52	461.06	0.00	149487.1	-38442.94
S2 min	186	Beam	0.00	-702.80	124.52	461.06	0.00	149487.1	38442.94
S2 max	186	Beam	0.00	-552.20	-124.52	-415.06	0.00	-128143.1	-38442.94
S3 min	186	Beam	0.00	-702.80	-124.52	461.06	0.00	149487.1	-38442.94
S3 max	186	Beam	0.00	-552.20	124.52	-415.06	0.00	-128143.1	38442.94
S4 min	186	Beam	0.00	-702.80	-124.52	-415.06	0.00	-128143.1	-38442.94
S4 max	186	Beam	0.00	-552.20	124.52	461.06	0.00	149487.1	38442.94

Sezione: piastra base ( Rettangolare 55x55 cm) - Armatura 1  
M13 = 149487.00 daNcm M12 38443.00 daNcm N = -552.0000 daN  
Coordinate Asse Neutro: Pt1(27.5 cm, 13.4107 cm) - Pt2(-27.5 cm, 22.8422 cm)  
Pto appli N Baricentro delle polig: X= 0.00000000 cm Y= 0.00000000 cm  
Unità di misura Tensioni (daN/cm²)



$$\sigma_c = 19.98 \text{ daN/cm}^2 < f_{cd} = 141.7 \text{ daN/cm}^2$$

#### Verifica ancoraggio tirafondo M18

$$N = 884 \text{ daN/cm}^2 \cdot 1.92 (A_{res}) = 1697 \text{ daN}$$

Per C25/30 si ha:

$$f_{ctk} = 18 \text{ daN/cm}^2$$

in zona tesa:

$$f_{bk} = 2.25 \eta_1 \eta_2 f_{ctk} = 2.25 \cdot 0.7 \cdot 1 \cdot 18 = 28.4 \text{ daN/cm}^2$$

$$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c = 28.4 / 1.5 = 18.9 \text{ daN/cm}^2$$

lunghezza tirafondo:

$$(L-R-A) + 20 \cdot \Phi = (56-5) + 20 \cdot 1.8 = 87 \text{ cm}$$

Quindi si ha:

$$\tau = 1697 / (\pi \cdot 1.8 \cdot 87) = 3.45 \text{ daN/cm}^2 < f_{bd} = 18.9 \text{ daN/cm}^2$$

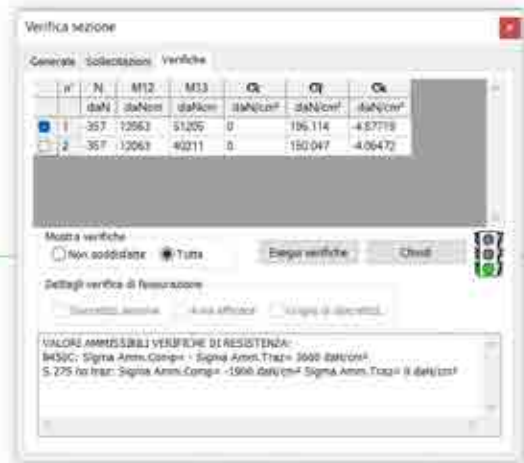
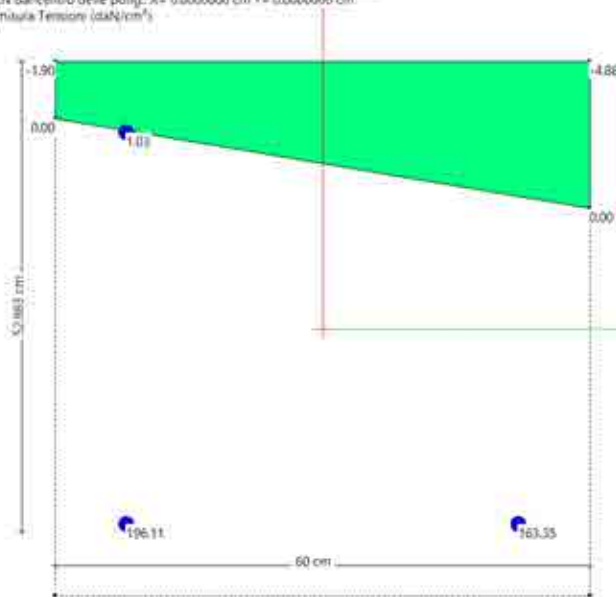
-Collegamento: C2 - nodo sommità

Valori massimi di sollecitazione rilevati per l'involuppo Beam\Truss ~SL18 STR SLV

Tipo	n°Asta	Tipo	X	N	T12	T13	MT	M13	M12
------	--------	------	---	---	-----	-----	----	-----	-----

		asta	(cm)	(daN)	(daN)	(daN)	( daNcm)	( daNcm)	( daNcm)
N min	147	Beam	112.50	-819.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N max	147	Beam	112.50	-356.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T12 min	147	Beam	112.50	-446.00	-366.56	0.00	0.00	0.00	40210.90
T12 max	147	Beam	112.50	-446.00	366.56	0.00	0.00	0.00	-40210.9
T13 min	147	Beam	112.50	-446.00	0.00	-412.56	0.00	51204.90	0.00
T13 max	147	Beam	112.50	-446.00	0.00	366.56	0.00	-40210.9	0.00
M13 min	147	Beam	112.50	-446.00	0.00	366.56	0.00	-40210.9	0.00
M13 max	147	Beam	112.50	-446.00	0.00	-412.56	0.00	51204.90	0.00
M12 min	147	Beam	112.50	-446.00	366.56	0.00	0.00	0.00	-40210.9
M12 max	147	Beam	112.50	-446.00	-366.56	0.00	0.00	0.00	40210.90
S1 min	147	Beam	112.50	-476.00	-109.97	366.56	0.00	-40210.9	12063.27
S1 max	147	Beam	112.50	-356.80	109.97	-412.56	0.00	51204.90	-12063.3
S2 min	147	Beam	112.50	-476.00	-109.97	-412.56	0.00	51204.90	12063.27
S2 max	147	Beam	112.50	-356.80	109.97	366.56	0.00	-40210.9	-12063.3
S3 min	147	Beam	112.50	-476.00	109.97	-412.56	0.00	51204.90	-12063.3
S3 max	147	Beam	112.50	-356.80	-109.97	366.56	0.00	-40210.9	12063.27
S4 min	147	Beam	112.50	-476.00	109.97	366.56	0.00	-40210.9	-12063.3
S4 max	147	Beam	112.50	-356.80	-109.97	-412.56	0.00	51204.90	12063.27

Sezione: piastra sommità (Rettangolare 60x60 cm) - Armatura I  
M13 = 51205.000 daNcm M12 12063.000 daNcm N = -357.0000 daN  
Coordinate Asse Neutro: Pt1(30 cm, 13.4996 cm) - Pt2(30 cm, 23.5763 cm)  
Pto appi.N Baricentro delle polig. X= 0.0000000 cm Y= 0.0000000 cm  
Unità di misura Tensione (daN/cm²)



Si adottano 4 bulloni M20 8.8

Sollecitazione di taglio sul singolo bullone:

$$F_{v,Ed} = 413 / (n_b) = 413 / 4 = 103 \text{ daN} < F_{v,Rd}$$

Resistenza di calcolo a taglio del bullone

$$F_{v,Rd} = 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 0.6 \cdot 8000 \cdot 2.45 / 1.25 = 9408 \text{ daN}$$

Resistenza di calcolo a rifollamento (si considera lo spessore  $t=1.5 \text{ cm}$ )

$$F_{b,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t / \gamma_{M2} = 2.5 \cdot 0.78 \cdot 4300 \cdot 2.0 \cdot 1.5 / 1.25 = 20124 \text{ daN} \quad T_b < F_{v,Rd}$$

Sollecitazione di trazione sul singolo bullone:

$$F_{t,Ed} = 196 \cdot 2.45 = 480 \text{ daN} \text{ daN} < F_{t,Rd}$$

Resistenza di calcolo a trazione del bullone

$$F_{t,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 0.9 \cdot 8000 \cdot 2.45 / 1.25 = 14112 \text{ daN}$$

Verifica della piastra a punzonamento

$$B_{b,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot f_{tk} \cdot d_m \cdot t_p / \gamma_{M2} = 0.6 \cdot 3.141 \cdot 4300 \cdot 2.8 \cdot 1.5 / 1.25 = 13614 \text{ daN}$$

Nel caso di compresenza di trazione e taglio, deve risultare:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 F_{t,Rd}} \leq 1$$

$$103/9408 + 480/(1.4 \cdot 13614) = 0.04$$

Verifica della piastra spessore 1.5 cm.

$$M = 8880 \text{ daNcm}$$

$$\sigma = 8880 / (20 \cdot 1.5^2 / 6) 1184 \text{ daN/cm}^2 < 2750 / 1.05 = 2619 \text{ daN/cm}^2$$

## VERIFICHE STR SOSTEGNO METALLICO

Verifiche T.A.-S.L.E.

Significato dei parametri:

Mat: indica il numero del materiale a cui la verifica fa riferimento

Ver: indica la condizione di carico elementare di appartenenza delle sollecitazioni di verifica. Se la verifica è stata generata da un involucro assume il seguente significato:

- 1 involucro che determina lo sforzo normale massimo negativo
- 2 involucro che determina lo sforzo normale massimo positivo
- 3 involucro che determina il taglio 1-2 massimo negativo
- 4 involucro che determina il taglio 1-2 massimo positivo
- 5 involucro che determina il taglio 1-3 massimo negativo
- 6 involucro che determina il taglio 1-3 massimo positivo
- 7 involucro che determina il momento torcente massimo negativo
- 8 involucro che determina il momento torcente massimo positivo
- 9 involucro che determina il momento flettente 1-2 massimo negativo
- 10 involucro che determina il momento flettente 1-2 massimo positivo
- 11 involucro che determina il momento flettente 1-3 massimo negativo
- 12 involucro che determina il momento flettente 1-3 massimo positivo
- 17 involucro che determina S1 massimo negativo
- 18 involucro che determina S1 massimo positivo
- 19 involucro che determina S2 massimo negativo
- 20 involucro che determina S2 massimo positivo
- 21 involucro che determina S3 massimo negativo
- 22 involucro che determina S3 massimo positivo
- 23 involucro che determina S4 massimo negativo
- 24 involucro che determina S4 massimo positivo

I simboli S1, S2, S3, S4 indicano la "sigma combinata" e si riferiscono al calcolo della tensione fittizia valutata in ipotesi di linearità del comportamento del materiale e resistenza indefinita, la cui massimizzazione individua la più probabile verifica peggiore a pressoflessione, valutata con la formula (sigma positiva indica trazione)

$$\sigma_{id} = \frac{N}{A} \pm \frac{M_{12}}{W_{12}} \pm \frac{M_{13}}{W_{13}}$$

(W sono i moduli di resistenza) sui quattro spigoli del rettangolo ideale con moduli di resistenza pari a quelli della sezione base dell'asta.

Dist: indica la distanza dal punto di inizio beam della sezione verificata

Sollecitazioni di verifica:

- N = sforzo normale agente in direzione dell'asse locale 1
- V<sub>12</sub>, V<sub>13</sub> = tagli agenti in direzione 2 e 3
- M<sub>12</sub>, M<sub>13</sub> = momenti agenti nei piani 12 e 13
- MT = momento torcente

ArmNM = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a pressoflessione deviata, seguito dalla posizione delle barre al positivo e al negativo; le verifiche vengono svolte con le posizioni inferiori o uguali alle posizioni al positivo e maggiori o uguali al negativo.

ArmT = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a taglio, seguito dal numero del tratto di staffatura

ArmNMT = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a pressoflessione deviata e taglio, seguito dalla posizione delle barre al positivo, al negativo e dal tratto di staffatura

d<sub>2</sub>, d<sub>3</sub> = altezze utili per verifiche a taglio agente in direzione 2 e 3

b<sub>w2</sub>, b<sub>w3</sub> = larghezze utili per verifiche a taglio agente in direzione 2 e 3

n<sub>st2</sub>, n<sub>st3</sub> = numero braccia utili per le verifiche a taglio V12 e V13 agenti in direzione 2 e 3 rispettivamente.

corr. = armatura longitudinale corrente

Pos = posizione delle barre longitudinali di armatura

smax, smin: indicano le tensioni massime ottenute dalla verifica a tenso-pressoflessione deviata.

CoeffV12, CoeffV13: indicano i coefficienti di sfruttamento a taglio in direzione 2 e 3. CoeffV12 è dato dal rapporto tra il taglio di calcolo V12 agente in direzione 2 e la resistenza a taglio Vr12 in direzione 2.

All'inizio di una riga, nelle tabelle con i risultati delle verifiche, possono comparire i seguenti simboli:

VT = verifica a taglio a Tensioni Ammissibili

AM = verifica delle armature minime richieste per il contenimento della fessurazione: A<sub>s,min</sub> è l'armatura minima richiesta ai sensi della UNI EN 1992-1-1:2005 (§7.3.2), A<sub>s,disp</sub> è l'armatura disponibile nella zona tesa.

Qualora non siano presenti armature nell'area tesa il calcolo viene eseguito traslando l'asse neutro parallelamente a se stesso fino a raggiungere la prima barra disponibile, e riaggiornando i valori. In tal caso i valori in tabella sono accompagnati da un "^^".

VF = verifica di formazione delle fessure: s<sub>max</sub> è la massima tensione di trazione (su sezione non fessurata) del materiale di calcestruzzo con ID pari a MatCls. Vengono riportati solo i valori di trazione delle tensioni (se presenti).

VD = verifica di decompressione: s<sub>max</sub> è la massima tensione di trazione (su sezione non fessurata) del materiale di calcestruzzo con ID pari a MatCls. Vengono riportati solo i valori di trazione delle tensioni (se presenti).

VA = verifica di apertura delle fessure: w è l'apertura della fessura. Il gruppo di esigenza ed il valore ammissibile utilizzati sono quelli del materiale di riferimento della sottosezione (armatura), ed il tipo di armatura (sensibile/poco sensibile) è quello del materiale delle barre di armatura della sottosezione (se è presente almeno una barra sensibile viene considerata questa come tipo di armatura nella verifica). Nella colonna IDc/TArm, IDc è l'ID del materiale calcestruzzo di riferimento della sottosezione, TArm è il tipo di armatura utilizzato nella verifica di apertura delle fessure (0 = armatura sensibile, 1 = armatura poco sensibile);

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte

Per le verifiche a SLE il gruppo di esigenza (livello di aggressività dell'ambiente) utilizzato è riportato nella descrizione delle caratteristiche dei materiali.

Verifica di Resistenza “~PressoFless.Acciaio SLE rare”

**Tipo Verifica:** Stati Limite d'Esercizio (DM 17/01/2018)

Combinazione di Carico: rara

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;

Set Inviluppo di Verifica utilizzato: “~SL18”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: ~**ACCIAIO**

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (daN/cm²)	Sigma Amm. Compressione (daN/cm²)
n.6	S 275	1900	1900

Beam n.186 - Sezione “colonna d 219.1 sp. 5.9mm [Circolare Ø22 s0.59 cm]”

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): -1.22747e-15 cm; 9.81974e-16 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Verifiche a tenso-presso flessione deviata:

Mat	Ver	Dist (cm)	N (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	ArmNM	S <sub>max</sub> (daN/cm²)	S <sub>min</sub> (daN/cm²)
6	5	0.00	-672.80	0.00	46810.00	0 (0,0)	212.02	-246.08
6	19	0.00	-742.80	0.00	46810.00	0 (0,0)	210.25	-247.85

Verifica di Resistenza “~PressoFless.Acciaio SLE q.perm”

**Tipo Verifica:** Stati Limite d'Esercizio (DM 17/01/2018)

Combinazione di Carico: quasi permanente

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;

Set Inviluppo di Verifica utilizzato: “~SL18”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: ~**ACCIAIO**

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (daN/cm²)	Sigma Amm. Compressione (daN/cm²)
n.6	S 275	1900	1900

Beam n.186 - Sezione “colonna d 219.1 sp. 5.9mm [Circolare Ø22 s0.59 cm]”

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): -1.22747e-15 cm; 9.81974e-16 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Verifiche a tenso-presso flessione deviata:

Mat	Ver	Dist (cm)	N (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	ArmNM	S <sub>max</sub> (daN/cm²)	S <sub>min</sub> (daN/cm²)
6	5	0.00	-672.80	0.00	21344.00	0 (0,0)	87.41	-121.47
6	19	0.00	-702.80	0.00	21344.00	0 (0,0)	86.66	-122.22

Verifiche S.L.U. acciaio

Significato dei parametri:

Ver: assume il seguente significato:

- 1 inviluppo che determina lo sforzo normale massimo negativo
- 2 inviluppo che determina lo sforzo normale massimo positivo
- 3 inviluppo che determina il taglio 1-2 massimo negativo
- 4 inviluppo che determina il taglio 1-2 massimo positivo
- 5 inviluppo che determina il taglio 1-3 massimo negativo
- 6 inviluppo che determina il taglio 1-3 massimo positivo
- 7 inviluppo che determina il momento torcente massimo negativo
- 8 inviluppo che determina il momento torcente massimo positivo
- 9 inviluppo che determina il momento flettente 1-2 massimo negativo
- 10 inviluppo che determina il momento flettente 1-2 massimo positivo
- 11 inviluppo che determina il momento flettente 1-3 massimo negativo
- 12 inviluppo che determina il momento flettente 1-3 massimo positivo
- 17 inviluppo che determina S1 massimo negativo
- 18 inviluppo che determina S1 massimo positivo
- 19 inviluppo che determina S2 massimo negativo
- 20 inviluppo che determina S2 massimo positivo
- 21 inviluppo che determina S3 massimo negativo
- 22 inviluppo che determina S3 massimo positivo
- 23 inviluppo che determina S4 massimo negativo
- 24 inviluppo che determina S4 massimo positivo

I simboli S1, S2, S3, S4 indicano la “sigma combinata” e si riferiscono al calcolo della tensione fittizia valutata in ipotesi di linearità del comportamento del materiale e resistenza indefinita, la cui massimizzazione individua la più probabile verifica peggiore a pressoflessione, valutata con la formula (sigma positiva indica trazione)

$$\sigma_{id} = \frac{N}{A} \pm \frac{M_{12}}{W_{12}} \pm \frac{M_{13}}{W_{13}}$$

(W sono i moduli di resistenza) sui quattro spigoli del rettangolo ideale con moduli di resistenza pari a quelli della sezione base dell'asta.

Dist: indica la distanza dal punto di inizio beam della sezione verificata

Sollecitazioni di verifica:

N = sforzo normale agente in direzione dell'asse locale 1

V<sub>12</sub>, V<sub>13</sub> = tagli agenti in direzione 2 e 3

$M_{12}, M_{13}$  = momenti agenti nei piani 12 e 13

MT = momento torcente

Le verifiche di resistenza e instabilità seguono le indicazioni per il calcolo agli stati limite ultimi del paragrafo 4.2 del DM 17/01/2018 e del cap.6 di EN1993-1-1:2005.

In base alla classe della sezione (par.4.2.3.1 DM2018) si adotta la seguente metodologia di verifica:

Sezioni compatte: Classi 1-2, verifica plastica

Sezioni moderatamente snelle: Classe 3, verifica elastica

Sezioni snelle: Classe 4, non verificate; possono essere forzate ad essere considerate come sezioni di classe 3, con conseguente verifica elastica.

Le sezioni snelle sono soggette a fenomeni di imbozzamento locali, pertanto devono essere effettuate analisi locali sui singoli elementi costituenti la sezione (EN 1993-1-5), tali verifiche non sono eseguite in automatico da CMP.

VERIFICHE DI RESISTENZA:

ArmNMT = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica di resistenza a pressoflessione deviata, taglio e torsione

CoeffRes = coeff.di sfruttamento di resistenza pari, per le classi 1 e 2, al massimo tra CoeffMN, CoeffV e CoeffT, mentre per le classi 3 e 4 è calcolato come rapporto tensionale elastico (eq.4.2.4 par.4.2.4.1.2 DM2018 e par.6.2.1(5) EC3).

CoeffMN = coeff. di sfruttamento di resistenza a pressoflessione deviata (par.4.2.4.1.2 DM2018 e par.6.2.1(5,7) EC3)

CoeffV = coeff. di sfruttamento di resistenza a taglio (par.4.2.4.1.2 DM2018 e par.6.2.6 EC3); le verifiche di resistenza al taglio sono differenziate tra il caso di sezioni di classe 1 e 2, per le quali coeffV è calcolato come la somma del rapporto tra taglio agente e resistente in direzione 2 e 3, e le sezioni di classe 3 e 4, per le quali coeffV è calcolato come rapporto tensionale.

CoeffT = coefficiente di sfruttamento di resistenza a torsione (par. 4.2.4.1.2 DM2018 e par.6.2.7 EC3)

Classe = classificazione della sezione (par.4.2.3.1 DM2018)

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte (CoeffMN>1, CoeffV>1, CoeffT>1)

VERIFICHE DI INSTABILITÀ:

Per le verifiche di instabilità si usa sempre la sezione base.

CoeffN = coefficiente di sfruttamento d'instabilità a compressione (par.4.2.4.1.3.1 DM2018 e par.6.3.1 EC3)

CoeffNM12, CoeffNM13 = coefficiente di sfruttamento d'instabilità flessotorsionale piano 12 e 13 (par.4.2.4.1.3.2 DM2018 ed eq.6.61 e 6.62 par.6.3.3 EC3); per i fattori di interazione viene applicato l'Annex B dell'EC3.

Classe = classificazione della sezione (par.4.2.3.1 DM2018)

Lr1f = lunghezza di riferimento per le verifiche di instabilità su cui si valuta la forma del diagramma del momento sia per il piano di sbandamento 12 e sia 13.

Per il momento Mcr del par.4.2.4.1.3.2 DM2018 (e par.6.3 EC3), poiché non è specificato come calcolarlo, si è adottato il metodo del par.4.3 del BS 5950-1:2000.

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte (CoeffN>1, CoeffNM12>1, CoeffNM13>1)

Verifica di Resistenza “~PressoFless.Acciaio SLU”

**Tipo Verifica:** verifiche allo stato limite ultimo secondo il DM 17/01/2018.

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;

Set Inviluppo di Verifica utilizzato: “~SL18”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: **~ACCIAIO**

Resistenza materiali per sezioni di Classe 1-2-3-4 per verifiche SLU (t = spessore sezione)

ID Materiale	Nome materiale	fy (t<40mm) (daN/cm²)	fy (t>40mm) (daN/cm²)	g <sub>M0</sub>
n.6	S 275	2750	2550	1.05

Il CoeffV, per le sezioni di classe 1 e 2 e differenti da tubolari e a doppio T è valutato anche con il rapporto tensionale tangenziale elastico.

Beam n.147 - Sezione “colonna d 219.1 sp. 5.9mm [Circolare Ø22 s0.59 cm]”

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Ver	Dist (cm)	N (daN)	V12 (daN)	V13 (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	MT (daNcm)	ArmNMT
	CoeffRes	CoeffMN	CoeffV	CoeffT	Classe			
Massimo CoeffT:								
1	0.00	-864.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
0.0084	0.0084	0.0000	0.0000	1				

Beam n.186 - Sezione “colonna d 219.1 sp. 5.9mm [Circolare Ø22 s0.59 cm]”

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Ver	Dist (cm)	N (daN)	V12 (daN)	V13 (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	MT (daNcm)	ArmNMT
	CoeffRes	CoeffMN	CoeffV	CoeffT	Classe			
Massimo CoeffMN:								
19	0.00	-702.80	-124.52	-461.06	38442.94	149487.14	0.00	0
0.2250	0.2250	0.0154	0.0000	1				
Massimo CoeffV:								
18	0.00	-552.20	124.52	-461.06	-38442.94	149487.14	0.00	0
0.2239	0.2239	0.0154	0.0000	1				
Massimo CoeffRes:								
19	0.00	-702.80	-124.52	-461.06	38442.94	149487.14	0.00	0
0.2250	0.2250	0.0154	0.0000	1				

Verifica di Instabilità “~PressoFless.Acciaio SLU”

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;

Set Inviluppo di Verifica utilizzato: “~SL18”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: **~ACCIAIO**

Resistenza materiali per instabilità delle membrature a SLU (con t spessore sezione)

ID Materiale	Nome materiale	fy (t<40mm) (daN/cm <sup>2</sup> )	fy (t>40mm) (daN/cm <sup>2</sup> )	g <sub>M1</sub>
n.6	S 275	2750	2550	1.05

Beam n.186 - Sezione "colonna d 219.1 sp. 5.9mm [Circolare Ø22 s0.59 cm]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Parametri per verifica di Stabilità:

Curva instabilità sbandamento piano 12: Sezione in acciaio Curva a

Curva instabilità sbandamento piano 13: Sezione in acciaio Curva a

Lunghezza di riferimento dell'asta LRif: 225 cm

Coefficiente per stabilità torsionale (solo verifiche Steel World-EN15512)  $c_{db}$ : 1

**NOTA:** nelle parti del testo dedicate all'indicazione della presenza o meno di ritegni per lo sbandamento, se un ritegno è stato individuato in modo automatico da CMP compare anche la scritta "(A)":

Descrizione	Piano 1-2	Piano 1-3	Svergolamento
Coefficienti di vincolo	2	2	1
Lunghezze effettive aste	225 cm	225 cm	225 cm
Lunghezze libere di inflessione	450 cm	450 cm	225 cm
Ritegno per lo sbandamento inizio Beam (nodo 3549)	presente	presente	presente
Ritegno per lo sbandamento fine Beam (nodo 3034)	assente	assente	assente

Snellezza sbandamento piano 12: 59.6763

Snellezza sbandamento piano 13: 59.6763

Ver	Dist (cm)	N (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	CoeffN	CoeffNM12	CoeffNM13	Classe
Massimo CoeffN:								
1	56.25	-1145.24	0.00	0.00	0.0130	0.0130	0.0130	1
Massimo CoeffNM13:								
19	56.25	-702.80	38442.94	149487.14	0.0080	0.1395	0.1856	1
Massimo CoeffNM12:								
19	56.25	-702.80	38442.94	149487.14	0.0080	0.1395	0.1856	1

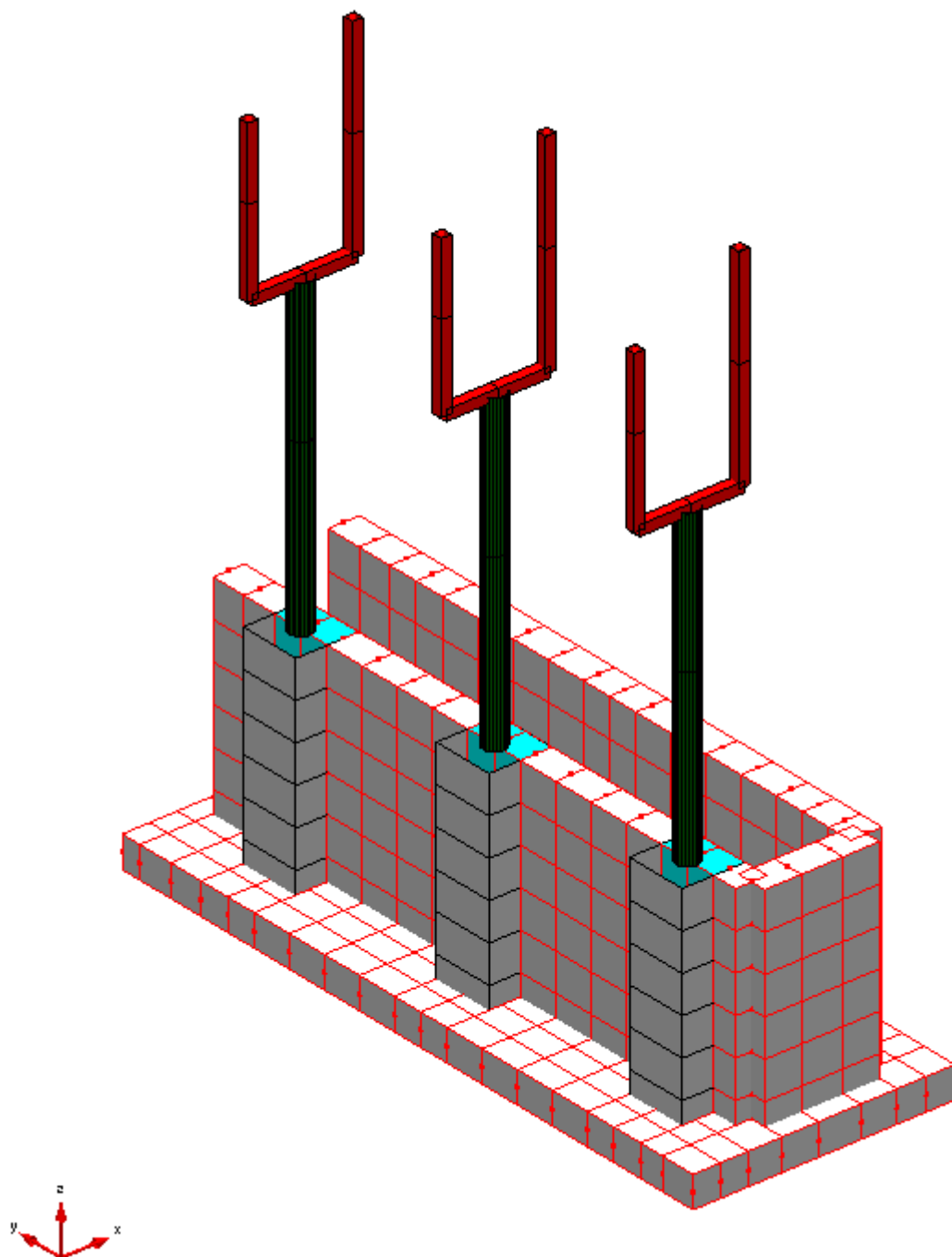
## E.3 MANUFATTO 2 - TERMINALE CAVO E SCARICATORE DI TENSIONE

### E.3.1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Trattasi di nuova realizzazione di fondazione in cemento armato alla quale sono fissati tre piedritti verticali che sostengono le apparecchiature. La soletta ha pianta rettangolare di lati pari a 650cm per 250cm, e spessore pari a 30cm. La quota d'imposta della fondazione è fissata a -230cm dal piano campagna.



### E.3.2 AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE

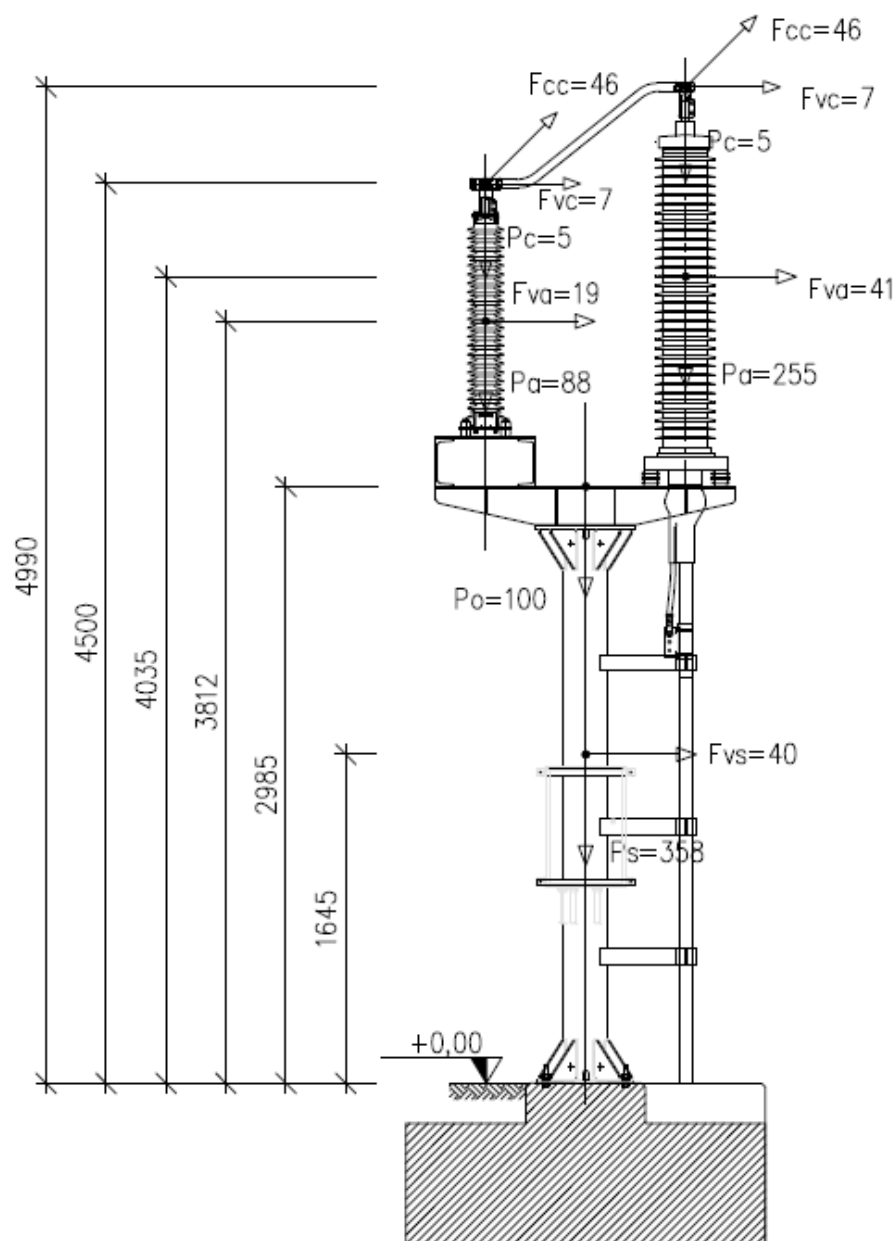


Il modello è sottoposto alle seguenti condizioni di carico

Nome	CdC	mltX	mltY	mltZ	Tipo	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$	$\Psi_{2s}$	$\phi$
pesi propri	1	0	0	-1	Permanente (St)	1	1	1	1	1
peso sostegno	2	0	0	0	Permanente non strutt (St)	1	1	1	1	1
peso apparecchiatura	3	0	0	0	Permanente non strutt (St)	1	1	1	1	1
peso conduttore	4	0	0	0	Permanente non strutt (St)	1	1	1	1	1
spinta terreno	5	0	0	0	Permanente non strutt (St)	1	1	1	1	1
sovracc. accidentale	6	0	0	0	Abitazioni Uffici (St)	0.7	0.5	0.3	0.3	1
vento X	7	0	0	0	Vento (St)	0.6	0.2	0	0	0
vento -X	8	0	0	0	Vento (St)	0.6	0.2	0	0	0

Nome	CdC	mltX	mltY	mltZ	Tipo	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$	$\Psi_{2s}$	$\phi$
vento Y	9	0	0	0	Vento (St)	0.6	0.2	0	0	0
vento -Y	10	0	0	0	Vento (St)	0.6	0.2	0	0	0
sovracc. acc. strada	11	0	0	0	Generico (St)	1	1	1	0	0
add. sisma terreno X	12	0	0	0	Sisma SLU X (St)					
add. sisma terreno -X	13	0	0	0	Sisma SLU X (St)					
add. sisma terreno Y	14	0	0	0	Sisma SLU Y (St)					
sforzo elettrodinamico 1	15	0	0	0	Generico (St)	1	1	1	1	1
sforzo elettrodinamico 2	16	0	0	0	Generico (St)	1	1	1	1	1
Sisma SLO X	17	1	0	0	Sisma SLE X (StEq)					
Sisma SLO Y	18	0	1	0	Sisma SLE Y (StEq)					
Sisma SLD X	19	1	0	0	Sisma SLE X (StEq)					
Sisma SLD Y	20	0	1	0	Sisma SLE Y (StEq)					
Sisma SLV X	21	1	0	0	Sisma SLU X (StEq)					
Sisma SLV Y	22	0	1	0	Sisma SLU Y (StEq)					

Il manufatto in oggetto è caratterizzato dai seguenti carichi:



### Spinta a riposo Terreni (cdc 2)

La quota di imposta della fondazione è, rispetto al piano finito è di **-2.30 m**.

Utilizzando l'approccio 2 (A1, M1 e R3), la spinta attiva del terreno sulle sponde laterali viene determinata adoperando coefficienti parziali del gruppo (M1).

Nell'ambito di terreni incoerenti si prendono in considerazione per le verifiche i seguenti parametri geotecnici del terreno:

$$\phi'_d = 20^\circ$$

Il coefficiente di spinta a riposo vale:

$$k_0 = 1 - \sin \phi = 0.66$$

Per un fronte contro terra di 2.30 m, l'azione di picco vale:

$$q_H = \gamma \cdot k_0 \cdot h = 2000 \cdot 0.66 \cdot 2.30 = 3036 \text{ daN/m}^2$$

La pressione determinata dal carico accidentale corrisponde a:

$$q_{Hacc} = q \cdot k_0 = 2000 \cdot 0.66 = 1159 \text{ daN/m}^2$$

### Carichi Sismici

Si definiscono due condizioni di carico, sisma in direzione x e sisma in direzione y.

Nel computo delle azioni, vengono prese in considerazione le condizioni sismiche nelle direzioni x e y assumendo carichi sismici proporzionali alle masse. A questo scopo, vengono assegnate su quattro nodi (assumendo a favore di sicurezza l'appoggio del trasformatore concentrato su quattro punti), le masse puntuali corrispondenti ad un quarto della massa totale del trasformatore comprensivo di olio.

La struttura è interrata, e dotata di una certa rigidezza complessiva.

Relativamente alle forze causate dalla spinta del terreno per strutture rigide (quali devono essere considerati i muri di sponda della fondazione del trasformatore), si riporta quanto espresso al punto E.9 dell'EC8 parte 5:

*"Nel caso di strutture rigide che sono completamente vincolate, in modo tale che non può svilupparsi nel terreno uno stato di spinta attiva, e per un muro verticale con terrapieno a superficie orizzontale, la forza dinamica dovuta all'incremento di spinta del terreno può essere preso uguale a:*

$$\Delta P_d = \alpha \cdot S \cdot \gamma \cdot H^2$$

dove

$H$  è l'altezza del muro.

*Il punto di applicazione può essere preso a metà dell'altezza."*

Nel caso in studio, secondo le NTC 2018, al paragrafo 7.11.6.2.1, si assume:

$$k_h = \beta_m \cdot a_{max} / g$$

e

$$k_v = \pm 0.5 k_h$$

con  $\beta_m = 1$  per muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, mentre

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_T \cdot a_g$$

con  $a_g$  accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido e  $S_s$  che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica e  $S_T$  dell'amplificazione topografica.

$\gamma$  il peso specifico del terreno.

Nel caso specifico si assume

$$S_s = 1.80$$

e

$$S_T = 1.00$$

Pertanto, per metro lineare di muro perimetrale, risulta:

$$\Delta P_d = a_g \cdot S \cdot \gamma \cdot H^2$$

$$= 0.1296 \times 1.80 \times 2000 \times 2.30 = 1073 \text{ daN/m}^2$$

### E.3.3 CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE

L'analisi strutturale è stata svolta su un modello di elementi finiti sottoposto ad analisi statica equivalente, nel quale l'azione sismica è definita riferendosi allo spettro di progetto, assumendo un fattore di comportamento  $q=1$ .

Il modello della struttura è tridimensionale per rappresentare in modo adeguato le effettive distribuzioni spaziali di massa, rigidezza e resistenza.

Nel caso in esame è possibile trascurare l'azione sismica verticale (par. 7.2.1 delle <2>).

L'analisi sismica della struttura sarà effettuata con una analisi lineare statica equivalente.

Sono stati indagati i seguenti Stati limite:

SLU STR sulle strutture di fondazione.

SLU GEO sulle strutture di fondazione.

SLE freq, rare e quasi perm sulle strutture di fondazione.

### E.3.4 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Di seguito sono indicate le principali combinazioni delle azioni in relazione agli SLU e SLE indagati.

#### SOLLECITAZIONI DI INVILUPPO SU ELEMENTI BEAM - TRUSS

Per ciascuna Condizione di Carico di Involuppo vengono riportate le sollecitazioni di ciascun elemento tipo Beam/Truss

Beam/Truss = Numero dell'Elemento Beam-Truss

T = Tipo di entità: B = Beam, T = TRUSS

X = Coordinata del punto di involuppo

N = Sforzo assiale (positivo se di trazione)

T12 = Taglio agente nel piano locale 12

T13 = Taglio agente nel piano locale 13

MT = Momento Torcente

M12 = Momento agente nel piano locale 12

M13 = Momento agente nel piano locale 13

Wink2 = Pressione per travi alla Winkler nel piano 12

Wink3 = Pressione per travi alla Winkler nel piano 13

QWink2 = Carico per travi alla Winkler nel piano 12

QWink3 = Carico per travi alla Winkler nel piano 13

I simboli S1, S2, S3, S4 indicano la "sigma combinata" e si riferiscono al calcolo della tensione fittizia valutata in ipotesi di linearità del comportamento del materiale e resistenza indefinita, la cui massimizzazione individua la più probabile verifica peggiore a pressoflessione, valutata con la formula (sigma positiva indica trazione)

$$\sigma_{comb} = \frac{N}{A} \pm \frac{M_{12}}{W_{12}} \pm \frac{M_{13}}{W_{13}}$$

(W sono i moduli di resistenza) sui quattro spigoli del rettangolo ideale con moduli di resistenza pari a quelli della sezione base dell'asta.

Sono di seguito elencati i dati dei seguenti involuppi:

#### ~SL18 STR SLV

Descrizione involuppo "~SL18 STR SLV"

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involuppo automatiche

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Involuppo	~SL18 STR SLV_1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL18 STR SLV_2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL18 STR SLV_3	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL18 SLU Sism. Orizz._1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL18 SLU Sism. Orizz._2	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli involuppi contenuti nell'involuppo "~SL18 STR SLV"

Descrizione involuppo "~SL18 STR SLV 1":

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	pesi propri	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	peso sostegno	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	peso apparecchiatura	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	peso conduttore	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 5St	spinta terreno	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 6St	sovracc. accidentale	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	vento X	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 8St	vento -X	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 9St	vento Y	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 10St	vento -Y	Var.non Contemp.	3	0	0.9

CdC elem. 11St	sovracc. acc. strada	Variabile		0	1.5
CdC elem. 15St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 16St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		0	1.5
Descrizione inviluppo “~SL18 STR SLV 2”:					
n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	pesi propri	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	peso sostegno	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	peso apparecchiatura	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	peso conduttore	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 5St	spinta terreno	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 6St	sovracc. accidentale	Variabile		0	1.05
CdC elem. 7St	vento X	Var.non Contemp.	3	0	1.5
CdC elem. 8St	vento -X	Var.non Contemp.	3	0	1.5
CdC elem. 9St	vento Y	Var.non Contemp.	3	0	1.5
CdC elem. 10St	vento -Y	Var.non Contemp.	3	0	1.5
CdC elem. 11St	sovracc. acc. strada	Variabile		0	1.5
CdC elem. 15St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 16St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		0	1.5
Descrizione inviluppo “~SL18 STR SLV 3”:					
n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	pesi propri	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	peso sostegno	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	peso apparecchiatura	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	peso conduttore	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 5St	spinta terreno	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 6St	sovracc. accidentale	Variabile		0	1.05
CdC elem. 7St	vento X	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 8St	vento -X	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 9St	vento Y	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 10St	vento -Y	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 11St	sovracc. acc. strada	Variabile		0	1.5
CdC elem. 15St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 16St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		0	1.5
Descrizione inviluppo “~SL18 SLU Sism. Orizz. 1”:					
n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	pesi propri	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	peso sostegno	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	peso apparecchiatura	Permanente		0.8	1
CdC elem. 4St	peso conduttore	Permanente		0.8	1
CdC elem. 5St	spinta terreno	Permanente		0.8	1
CdC elem. 6St	sovracc. accidentale	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 11St	sovracc. acc. strada	Variabile		0	0
CdC elem. 12St	add. sisma terreno X	Var.non Contemp.	3	1	1
CdC elem. 13St	add. sisma terreno -X	Var.non Contemp.	3	1	1
CdC elem. 14St	add. sisma terreno Y	Var.non Contemp.	4	-0.3	0.3
CdC elem. 15St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 16St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 5StEq	Sisma SLV X	Var.non Contemp.	5	-1	1
CdC elem. 6StEq	Sisma SLV Y	Var.non Contemp.	6	-0.3	0.3
Descrizione inviluppo “~SL18 SLU Sism. Orizz. 2”:					
n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	pesi propri	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	peso sostegno	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	peso apparecchiatura	Permanente		0.8	1
CdC elem. 4St	peso conduttore	Permanente		0.8	1
CdC elem. 5St	spinta terreno	Permanente		0.8	1
CdC elem. 6St	sovracc. accidentale	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 11St	sovracc. acc. strada	Variabile		0	0
CdC elem. 12St	add. sisma terreno X	Var.non Contemp.	3	0.3	0.3
CdC elem. 13St	add. sisma terreno -X	Var.non Contemp.	3	0.3	0.3
CdC elem. 14St	add. sisma terreno Y	Var.non Contemp.	4	-1	1
CdC elem. 15St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 16St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 5StEq	Sisma SLV X	Var.non Contemp.	5	-0.3	0.3
CdC elem. 6StEq	Sisma SLV Y	Var.non Contemp.	6	-1	1

#### SOLLECITAZIONI DI INVILUPPO SU COLLEGAMENTI DI ELEMENTI BEAM - TRUSS

Per ciascuna Condizione di Carico di Inviluppo vengono riportate le sollecitazioni di ciascun collegamento di elementi tipo Beam/Truss

Beam/Truss = Numero dell'Elemento Beam-Truss

T = Tipo di entità: B = Beam, T = TRUSS

X = Coordinata del punto di inviluppo

N = Sforzo assiale (positivo se di trazione, concorde con verso positivo asse 1 del colleg.)

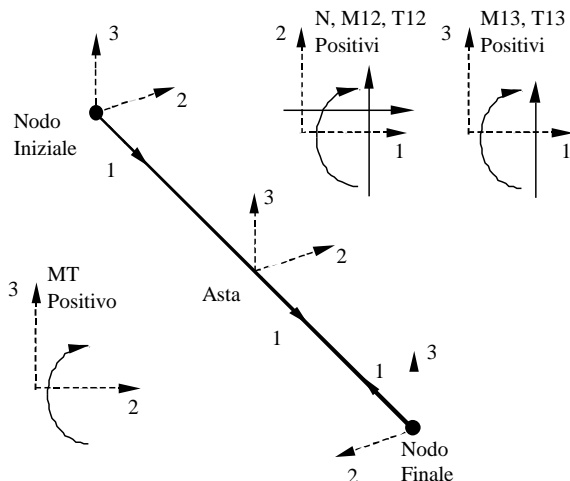
T12 = Taglio agente nel piano locale 12

T13 = Taglio agente nel piano locale 13  
MT = Momento Torcente  
M12 = Momento agente nel piano locale 12  
M13 = Momento agente nel piano locale 13

I simboli S1, S2, S3, S4 indicano la "sigma combinata" e si riferiscono al calcolo della tensione fittizia valutata in ipotesi di linearità del comportamento del materiale e resistenza indefinita, la cui massimizzazione individua la più probabile verifica peggiore a pressoflessione, valutata con la formula (sigma positiva indica trazione)

$$\sigma_{comb} = \frac{N}{A} \pm \frac{M_{12}}{W_{12}} \pm \frac{M_{13}}{W_{13}}$$

(W sono i moduli di resistenza) sui quattro spigoli del rettangolo ideale con moduli di resistenza pari a quelli della sezione dell'asta all'estremità corrispondente al collegamento.



Riferimenti locali dei collegamenti d'estremità di un'asta

Sono di seguito elencati i dati dei seguenti involucri:

#### ~SL18 STR SLV

Descrizione involucro "~SL18 STR SLV"

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involucro automatiche

n°CdC o Involucro	Nome CdC o Involucro	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Involucro	~SL18 STR SLV_1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involucro	~SL18 STR SLV_2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involucro	~SL18 STR SLV_3	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involucro	~SL18 SLU Sism. Orizz._1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involucro	~SL18 SLU Sism. Orizz._2	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli involucri contenuti nell'involucro "~SL18 STR SLV"

Descrizione involucro "~SL18 STR SLV 1":

n°CdC o Involucro	Nome CdC o Involucro	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	pesi propri	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	peso sostegno	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	peso apparecchiatura	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	peso conduttore	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 5St	spinta terreno	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 6St	sovracc. accidentale	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	vento X	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 8St	vento -X	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 9St	vento Y	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 10St	vento -Y	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 11St	sovracc. acc. strada	Variabile		0	1.5
CdC elem. 15St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 16St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		0	1.5

Descrizione involucro "~SL18 STR SLV 2":

n°CdC o Involucro	Nome CdC o Involucro	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	pesi propri	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	peso sostegno	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	peso apparecchiatura	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	peso conduttore	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 5St	spinta terreno	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 6St	sovracc. accidentale	Variabile		0	1.05
CdC elem. 7St	vento X	Var.non Contemp.	3	0	1.5
CdC elem. 8St	vento -X	Var.non Contemp.	3	0	1.5
CdC elem. 9St	vento Y	Var.non Contemp.	3	0	1.5
CdC elem. 10St	vento -Y	Var.non Contemp.	3	0	1.5
CdC elem. 11St	sovracc. acc. strada	Variabile		0	1.5
CdC elem. 15St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		0	1.5

CdC elem. 16St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		0	1.5
Descrizione inviluppo “~SL18 STR SLV 3”:					
n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	pesi propri	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	peso sostegno	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	peso apparecchiatura	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	peso conduttore	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 5St	spinta terreno	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 6St	sovracc. accidentale	Variabile		0	1.05
CdC elem. 7St	vento X	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 8St	vento -X	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 9St	vento Y	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 10St	vento -Y	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 11St	sovracc. acc. strada	Variabile		0	1.5
CdC elem. 15St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 16St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		0	1.5
Descrizione inviluppo “~SL18 SLU Sism. Orizz. 1”:					
n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	pesi propri	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	peso sostegno	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	peso apparecchiatura	Permanente		0.8	1
CdC elem. 4St	peso conduttore	Permanente		0.8	1
CdC elem. 5St	spinta terreno	Permanente		0.8	1
CdC elem. 6St	sovracc. accidentale	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 11St	sovracc. acc. strada	Variabile		0	0
CdC elem. 12St	add. sisma terreno X	Var.non Contemp.	3	1	1
CdC elem. 13St	add. sisma terreno -X	Var.non Contemp.	3	1	1
CdC elem. 14St	add. sisma terreno Y	Var.non Contemp.	4	-0.3	0.3
CdC elem. 15St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 16St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 5StEq	Sisma SLV X	Var.non Contemp.	5	-1	1
CdC elem. 6StEq	Sisma SLV Y	Var.non Contemp.	6	-0.3	0.3
Descrizione inviluppo “~SL18 SLU Sism. Orizz. 2”:					
n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	pesi propri	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	peso sostegno	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	peso apparecchiatura	Permanente		0.8	1
CdC elem. 4St	peso conduttore	Permanente		0.8	1
CdC elem. 5St	spinta terreno	Permanente		0.8	1
CdC elem. 6St	sovracc. accidentale	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 11St	sovracc. acc. strada	Variabile		0	0
CdC elem. 12St	add. sisma terreno X	Var.non Contemp.	3	0.3	0.3
CdC elem. 13St	add. sisma terreno -X	Var.non Contemp.	3	0.3	0.3
CdC elem. 14St	add. sisma terreno Y	Var.non Contemp.	4	-1	1
CdC elem. 15St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 16St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 5StEq	Sisma SLV X	Var.non Contemp.	5	-0.3	0.3
CdC elem. 6StEq	Sisma SLV Y	Var.non Contemp.	6	-1	1

#### SOLLECITAZIONI DI INVILUPPO SU ELEMENTI TIPO SHELL

Per ciascuna Condizione di Carico di Inviluppo vengono riportate le sollecitazioni inviluppate di ciascun elemento tipo Shell

- Shell = Numero dell'Elemento Shell  
 CdC = Condizione di Carico di Inviluppo  
 N22 = Forza Normale Membranale in direzione asse locale 2  
 N33 = Forza Normale Membranale in direzione asse locale 3  
 N23 = Forza Tagliante Membranale agenti sulle facce perpendicolari agli assi locali 2 e 3  
 M22 = Momento Flettente agente nel piano locale 12  
 M33 = Momento Flettente agente nel piano locale 13  
 M23 = Momento Torcente agente sulle facce perpendicolari agli assi locali 2 e 3  
 Q2 = Forza di taglio fuori piano agente nel piano locale 12  
 Q3 = Forza di taglio fuori piano agente nel piano locale 13  
 W = Reazione di Winkler  
 Dr = Momento di Drilling

I simboli S1, S2, S3, S4 indicano la “sigma combinata” e si riferiscono al calcolo della tensione fittizia valutata in ipotesi di linearità del comportamento del materiale e resistenza indefinita, la cui massimizzazione individua la più probabile verifica peggiore a pressoflessione, valutata con la formula (sigma positiva indica trazione)

$$\sigma_{comb} = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W}$$

(W è il modulo di resistenza) sul bordo inferiore (S1) e superiore (S2) della sezione rettangolare dello shell (di base 1 m e altezza pari allo spessore dello shell) ortogonale all'asse locale 2 (il bordo inferiore è posto dalla parte dei valori negativi dell'asse locale 1); S3 ed S4 sono relativi alla sezione ortogonale all'asse locale 3.

Sono di seguito elencati i dati dei seguenti inviluppi:

**~SL18 SLE caratt.**

~SL18 SLE freq.  
~SL18 SLE q.perm.  
~SL18 STR SLV

Descrizione involucro “~SL18 SLE caratt.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involucro automatiche

n°CdC o Involucro	Nome CdC o Involucro	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Involucro	~SL18 SLE caratt._1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involucro	~SL18 SLE caratt._2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involucro	~SL18 SLE caratt._3	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli involucri contenuti nell’involucro “~SL18 SLE caratt.”

Descrizione involucro “~SL18 SLE caratt. 1”:

n°CdC o Involucro	Nome CdC o Involucro	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	pesi propri	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	peso sostegno	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	peso apparecchiatura	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	peso conduttore	Permanente		1	1
CdC elem. 5St	spinta terreno	Permanente		1	1
CdC elem. 6St	sovracc. accidentale	Variabile		1	1
CdC elem. 7St	vento X	Var.non Contemp.	3	0.6	0.6
CdC elem. 8St	vento -X	Var.non Contemp.	3	0.6	0.6
CdC elem. 9St	vento Y	Var.non Contemp.	3	0.6	0.6
CdC elem. 10St	vento -Y	Var.non Contemp.	3	0.6	0.6
CdC elem. 11St	sovracc. acc. strada	Variabile		1	1
CdC elem. 15St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 16St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1

Descrizione involucro “~SL18 SLE caratt. 2”:

n°CdC o Involucro	Nome CdC o Involucro	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	pesi propri	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	peso sostegno	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	peso apparecchiatura	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	peso conduttore	Permanente		1	1
CdC elem. 5St	spinta terreno	Permanente		1	1
CdC elem. 6St	sovracc. accidentale	Variabile		0.7	0.7
CdC elem. 7St	vento X	Var.non Contemp.	3	1	1
CdC elem. 8St	vento -X	Var.non Contemp.	3	1	1
CdC elem. 9St	vento Y	Var.non Contemp.	3	1	1
CdC elem. 10St	vento -Y	Var.non Contemp.	3	1	1
CdC elem. 11St	sovracc. acc. strada	Variabile		1	1
CdC elem. 15St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 16St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1

Descrizione involucro “~SL18 SLE caratt. 3”:

n°CdC o Involucro	Nome CdC o Involucro	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	pesi propri	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	peso sostegno	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	peso apparecchiatura	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	peso conduttore	Permanente		1	1
CdC elem. 5St	spinta terreno	Permanente		1	1
CdC elem. 6St	sovracc. accidentale	Variabile		0.7	0.7
CdC elem. 7St	vento X	Var.non Contemp.	3	0.6	0.6
CdC elem. 8St	vento -X	Var.non Contemp.	3	0.6	0.6
CdC elem. 9St	vento Y	Var.non Contemp.	3	0.6	0.6
CdC elem. 10St	vento -Y	Var.non Contemp.	3	0.6	0.6
CdC elem. 11St	sovracc. acc. strada	Variabile		1	1
CdC elem. 15St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 16St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1

Descrizione involucro “~SL18 SLE freq.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involucro automatiche

n°CdC o Involucro	Nome CdC o Involucro	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Involucro	~SL18 SLE freq._1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involucro	~SL18 SLE freq._2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involucro	~SL18 SLE freq._3	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli involucri contenuti nell’involucro “~SL18 SLE freq.”

Descrizione involucro “~SL18 SLE freq. 1”:

n°CdC o Involucro	Nome CdC o Involucro	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	pesi propri	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	peso sostegno	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	peso apparecchiatura	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	peso conduttore	Permanente		1	1
CdC elem. 5St	spinta terreno	Permanente		1	1
CdC elem. 6St	sovracc. accidentale	Variabile		0.5	0.5
CdC elem. 7St	vento X	Var.non Contemp.	3	0	0



CdC elem. 8St	vento -X	Var.non Contemp.	3	0	0
CdC elem. 9St	vento Y	Var.non Contemp.	3	0	0
CdC elem. 10St	vento -Y	Var.non Contemp.	3	0	0
CdC elem. 11St	sovracc. acc. strada	Variabile		1	1
CdC elem. 15St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 16St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1

Descrizione inviluppo “~SL18 SLE freq. 2”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
-------------------	----------------------	-----------	--------	----------	----------

CdC elem. 1St	pesi propri	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	peso sostegno	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	peso apparecchiatura	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	peso conduttore	Permanente		1	1
CdC elem. 5St	spinta terreno	Permanente		1	1
CdC elem. 6St	sovracc. accidentale	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 7St	vento X	Var.non Contemp.	3	0.2	0.2
CdC elem. 8St	vento -X	Var.non Contemp.	3	0.2	0.2
CdC elem. 9St	vento Y	Var.non Contemp.	3	0.2	0.2
CdC elem. 10St	vento -Y	Var.non Contemp.	3	0.2	0.2
CdC elem. 11St	sovracc. acc. strada	Variabile		1	1
CdC elem. 15St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 16St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1

Descrizione inviluppo “~SL18 SLE freq. 3”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
-------------------	----------------------	-----------	--------	----------	----------

CdC elem. 1St	pesi propri	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	peso sostegno	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	peso apparecchiatura	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	peso conduttore	Permanente		1	1
CdC elem. 5St	spinta terreno	Permanente		1	1
CdC elem. 6St	sovracc. accidentale	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 7St	vento X	Var.non Contemp.	3	0	0
CdC elem. 8St	vento -X	Var.non Contemp.	3	0	0
CdC elem. 9St	vento Y	Var.non Contemp.	3	0	0
CdC elem. 10St	vento -Y	Var.non Contemp.	3	0	0
CdC elem. 11St	sovracc. acc. strada	Variabile		1	1
CdC elem. 15St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 16St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1

Descrizione inviluppo “~SL18 SLE q.perm.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	pesi propri	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	peso sostegno	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	peso apparecchiatura	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	peso conduttore	Permanente		1	1
CdC elem. 5St	spinta terreno	Permanente		1	1
CdC elem. 6St	sovracc. accidentale	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 7St	vento X	Var.non Contemp.	3	0	0
CdC elem. 8St	vento -X	Var.non Contemp.	3	0	0
CdC elem. 9St	vento Y	Var.non Contemp.	3	0	0
CdC elem. 10St	vento -Y	Var.non Contemp.	3	0	0
CdC elem. 11St	sovracc. acc. strada	Variabile		1	1
CdC elem. 15St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 16St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1

Descrizione inviluppo “~SL18 STR SLV”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 STR SLV_1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 STR SLV_2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 STR SLV_3	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLU Sism. Orizz._1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLU Sism. Orizz._2	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo “~SL18 STR SLV”

Descrizione inviluppo “~SL18 STR SLV 1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
-------------------	----------------------	-----------	--------	----------	----------

CdC elem. 1St	pesi propri	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	peso sostegno	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	peso apparecchiatura	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	peso conduttore	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 5St	spinta terreno	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 6St	sovracc. accidentale	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	vento X	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 8St	vento -X	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 9St	vento Y	Var.non Contemp.	3	0	0.9

CdC elem. 10St	vento -Y	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 11St	sovracc. acc. strada	Variabile		0	1.5
CdC elem. 15St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 16St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		0	1.5
Descrizione inviluppo “~SL18 STR SLV 2”:					
n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	pesi propri	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	peso sostegno	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	peso apparecchiatura	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	peso conduttore	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 5St	spinta terreno	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 6St	sovracc. accidentale	Variabile		0	1.05
CdC elem. 7St	vento X	Var.non Contemp.	3	0	1.5
CdC elem. 8St	vento -X	Var.non Contemp.	3	0	1.5
CdC elem. 9St	vento Y	Var.non Contemp.	3	0	1.5
CdC elem. 10St	vento -Y	Var.non Contemp.	3	0	1.5
CdC elem. 11St	sovracc. acc. strada	Variabile		0	1.5
CdC elem. 15St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 16St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		0	1.5
Descrizione inviluppo “~SL18 STR SLV 3”:					
n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	pesi propri	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	peso sostegno	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	peso apparecchiatura	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	peso conduttore	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 5St	spinta terreno	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 6St	sovracc. accidentale	Variabile		0	1.05
CdC elem. 7St	vento X	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 8St	vento -X	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 9St	vento Y	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 10St	vento -Y	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 11St	sovracc. acc. strada	Variabile		0	1.5
CdC elem. 15St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 16St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		0	1.5
Descrizione inviluppo “~SL18 SLU Sism. Orizz. 1”:					
n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	pesi propri	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	peso sostegno	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	peso apparecchiatura	Permanente		0.8	1
CdC elem. 4St	peso conduttore	Permanente		0.8	1
CdC elem. 5St	spinta terreno	Permanente		0.8	1
CdC elem. 6St	sovracc. accidentale	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 11St	sovracc. acc. strada	Variabile		0	0
CdC elem. 12St	add. sisma terreno X	Var.non Contemp.	3	1	1
CdC elem. 13St	add. sisma terreno -X	Var.non Contemp.	3	1	1
CdC elem. 14St	add. sisma terreno Y	Var.non Contemp.	4	-0.3	0.3
CdC elem. 15St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 16St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 5StEq	Sisma SLV X	Var.non Contemp.	5	-1	1
CdC elem. 6StEq	Sisma SLV Y	Var.non Contemp.	6	-0.3	0.3
Descrizione inviluppo “~SL18 SLU Sism. Orizz. 2”:					
n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	pesi propri	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	peso sostegno	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	peso apparecchiatura	Permanente		0.8	1
CdC elem. 4St	peso conduttore	Permanente		0.8	1
CdC elem. 5St	spinta terreno	Permanente		0.8	1
CdC elem. 6St	sovracc. accidentale	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 11St	sovracc. acc. strada	Variabile		0	0
CdC elem. 12St	add. sisma terreno X	Var.non Contemp.	3	0.3	0.3
CdC elem. 13St	add. sisma terreno -X	Var.non Contemp.	3	0.3	0.3
CdC elem. 14St	add. sisma terreno Y	Var.non Contemp.	4	-1	1
CdC elem. 15St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		1	1
CdC elem. 16St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		1	1
CdC elem. 5StEq	Sisma SLV X	Var.non Contemp.	5	-0.3	0.3
CdC elem. 6StEq	Sisma SLV Y	Var.non Contemp.	6	-1	1

### E.3.5 METODO DI ANALISI

L'analisi strutturale è stata svolta su un modello di elementi finiti sottoposto ad analisi statica equivalente, nel quale l'azione sismica è definita riferendosi allo spettro di progetto, assumendo un fattore di comportamento  $q=1$ .

#### RISULTANTE DEI CARICHI APPLICATI

Vengono di seguito indicate le risultanti dei carichi applicati nelle CdC elementari statiche:

CdC = Condizione di Carico Elementare

Descrizione = Descrizione tipologia CdC

Fx, Fy, Fz = forza risultante dai carichi applicati e dai pesi propri della CdC

Mx, My, Mz = momento calcolato rispetto all'origine e risultante dai carichi applicati e dai pesi propri della CdC

Fase = viene indicato (se presente) la fase a cui la CdC appartiene

CdC	Descrizione	Fx (daN)	Fy (daN)	Fz (daN)	Mx (daNcm)	My (daNcm)	Mz (daNcm)	Fase
1	pesi propri	0.	0.	-36327.003	-11388149.	3910500.11	0.	
2	peso sostegno	0.	0.	-1074.0000	-332940.00	53700.0000	0.	
3	peso apparecchiatura	0.	0.	-1029.0000	-318990.00	76500.0000	0.	
4	peso conduttore	0.	0.	-30.000000	-9300.0000	1500.00000	0.	
5	spinta terreno	-4.047e-12	3355.93490	-74749.999	-23816073.	7848749.78	402712.183	
6	sovracc. accidentale	0.	0.	-2705.9999	-926804.97	324719.987	0.	
7	vento X	342.000000	0.	0.	0.	111027.900	-106020.00	
8	vento -X	-342.000000	0.	0.	0.	-111027.90	106020.000	
9	vento Y	0.	342.000000	0.	-111027.90	0.	20400.0000	
10	vento -Y	0.	-342.000000	0.	111027.900	0.	-20400.000	
11	sovracc. acc. strada	16886.1000	3121.79991	0.	335593.490	-1815255.8	-5240012.3	
12	add. sisma terreno X	13726.3525	0.	0.	0.	-1475582.9	-4564012.2	
13	add. sisma terreno -X	-13726.353	0.	0.	0.	1475582.89	4564012.21	
14	add. sisma terreno Y	0.	2537.64493	0.	272796.830	0.	304517.387	
15	sforzo elettrodinamico 1	0.	138.000000	0.	-62100.000	0.	0.	
16	sforzo elettrodinamico 2	0.	138.000000	0.	-68862.000	0.	13800.0000	
17	Sisma SLO X	460.305633	0.	0.	0.	149287.735	-142694.75	
18	Sisma SLO Y	0.	460.305633	0.	-149287.74	0.	30509.1863	
19	Sisma SLD X	377.836869	0.	0.	0.	122541.213	-117129.43	
20	Sisma SLD Y	0.	377.836869	0.	-122541.21	0.	25043.1335	
21	Sisma SLV X	1412.22639	0.	0.	0.	458017.597	-437790.18	
22	Sisma SLV Y	0.	1412.22639	0.	-458017.60	0.	93602.7610	

#### ANALISI SISMICA LINEARE

Di seguito vengono indicati i parametri dell'analisi sismica.

Parametri del DM 17/01/2018:

Categoria suolo di fondazione: D

Categoria Topografica: T1

Coeff.smorzam.equivalente  $\alpha$ : 5 %

Fattore di struttura  $q_x, q_y$  per sismi in dir.x e y (orizzontali) e  $q_z$  (verticali): 1, 1, 1

Classe di duttilità: Struttura non dissipativa

Coefficiente eccentricità accidentale centro di massa: 0.05

La massa propria degli elementi strutturali è inclusa nelle analisi sismiche.

Periodi fondamentali e dati per analisi statica equivalente

Coefficiente Lambda  $I$ : 1

Quota di riferimento fondazioni: 0 cm

Periodi fondamentali:

periodo fondamentale direzione x: 0.4 s

periodo fondamentale direzione y: 0.4 s

periodo fondamentale direzione z: 0 s

Fattore di struttura per Sisma in Direzione X

Fattore di struttura per spettri SLV

Il valore di  $q_x$  è stato imposto a  $q_x = 1$ .

Il valore di  $q_{0,x}$  è stato imposto a  $q_{0,x} = 1.5$ .

Fattore di struttura per spettri SLD

Il valore del fattore di struttura per gli spettri SLD è stato imposto a  $q_x = 1.5$ .

Fattore di struttura per Sisma in Direzione Y

Fattore di struttura per spettri SLV

Il valore di  $q_y$  è stato imposto a  $q_y = 1$ .

Il valore di  $q_{0,y}$  è stato imposto a  $q_{0,y} = 1.5$ .

Fattore di struttura per spettri SLD

Il valore del fattore di struttura per gli spettri SLD è stato imposto a  $q_y = 1.5$ .

Condizioni sismiche statiche

La presente analisi numerica prevede l'esame delle condizioni di carico sismiche statiche elementari; queste condizioni di carico contengono forze statiche inserite manualmente, non calcolate da procedure automatiche, che sono da interpretare come azioni sismiche del tipo indicato

Nome	CdC	Tipo
add. sisma terreno X	12	Sisma SLU X (St)
add. sisma terreno -X	13	Sisma SLU X (St)
add. sisma terreno Y	14	Sisma SLU Y (St)

Parametri per calcolo spettri di risposta

Per il calcolo degli spettri di risposta secondo il §3.2 dei DM 17/01/2018 - DM 14/01/2008 sono stati utilizzati i seguenti parametri, ove:

$P_{VR}$  probabilità di superamento nel periodo di ritorno  
 $T_R$  periodo di ritorno  
 $a_g/g$  accelerazione orizzontale massima del suolo  
 $F_o$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale  
 $T_C^*$  valore base per calcolo del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale  
 $S$  coefficiente di amplificazione stratigrafica e topografica ( $S_S \cdot S_T$ )  
 $T_B$  periodo di inizio tratto ad accelerazione costante dello spettro  
 $T_C$  periodo di inizio tratto a velocità costante dello spettro;  
 $T_D$  periodo di inizio tratto a spostamento costante dello spettro

Collocazione del sito: Longitudine = 11.8962°, Latitudine = 44.8275°

#### SLO:

$P_{VR} = 81\%$ ,  $T_R = 60$  anni,  $a_g/g = 0.0431$ ,  $F_o = 2.5446$ ,  $T_C^* = 0.2841$  s

$S = 1.8$ ,  $T_B = 0.222088$  s,  $T_C = 0.666263$  s,  $T_D = 1.7724$  s

#### SLD:

$P_{VR} = 63\%$ ,  $T_R = 101$  anni,  $a_g/g = 0.0533$ ,  $F_o = 2.5337$ ,  $T_C^* = 0.296$  s

$S = 1.8$ ,  $T_B = 0.226691$  s,  $T_C = 0.680074$  s,  $T_D = 1.8132$  s

#### SLV:

$P_{VR} = 10\%$ ,  $T_R = 949$  anni,  $a_g/g = 0.1296$ ,  $F_o = 2.5963$ ,  $T_C^* = 0.3007$  s

$S = 1.8$ ,  $T_B = 0.228484$  s,  $T_C = 0.685451$  s,  $T_D = 2.1184$  s

Spettri di risposta utilizzati

Spettro per Punti ~DM 2018 SLV Y

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.8
2	0.228	4.673
3	0.685	4.673
4	0.885	3.618
5	1.085	2.951
6	1.285	2.492
7	1.485	2.156
8	1.685	1.901
9	1.885	1.699
10	2.085	1.536

11	2.118	1.512
12	2.318	1.263
13	2.518	1.07
14	2.718	0.918
15	2.918	0.797
16	3.118	0.698
17	3.318	0.616
18	3.518	0.548
19	3.718	0.491
20	3.918	0.442
21	4	0.424

Spettro per Punti ~DM 2018 SLV X

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.8
2	0.228	4.673
3	0.685	4.673
4	0.885	3.618
5	1.085	2.951
6	1.285	2.492
7	1.485	2.156
8	1.685	1.901
9	1.885	1.699
10	2.085	1.536

11	2.118	1.512
12	2.318	1.263
13	2.518	1.07
14	2.718	0.918
15	2.918	0.797
16	3.118	0.698
17	3.318	0.616
18	3.518	0.548
19	3.718	0.491
20	3.918	0.442
21	4	0.424

Spettro per Punti ~DM 2018 SLD Y

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.8
2	0.227	3.04
3	0.68	3.04
4	0.88	2.349
5	1.08	1.914
6	1.28	1.615
7	1.48	1.397
8	1.68	1.231
9	1.813	1.14

10	2.013	0.925
11	2.213	0.765
12	2.413	0.644
13	2.613	0.549
14	2.813	0.474
15	3.013	0.413
16	3.213	0.363
17	3.413	0.322
18	3.613	0.287
19	3.813	0.258
20	4	0.234

Spettro per Punti ~DM 2018 SLD X

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.8
2	0.227	3.04
3	0.68	3.04
4	0.88	2.349
5	1.08	1.914
6	1.28	1.615
7	1.48	1.397
8	1.68	1.231
9	1.813	1.14

10	2.013	0.925
11	2.213	0.765
12	2.413	0.644
13	2.613	0.549
14	2.813	0.474
15	3.013	0.413
16	3.213	0.363
17	3.413	0.322
18	3.613	0.287
19	3.813	0.258
20	4	0.234

Spettro per Punti ~DM 2018 SLO Y

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.8

2	0.222	4.58
3	0.666	4.58
4	0.866	3.523

5	1.066	2.862
6	1.266	2.41
7	1.466	2.081
8	1.666	1.831
9	1.772	1.722
10	1.972	1.39
11	2.172	1.146
12	2.372	0.961
13	2.572	0.817

14	2.772	0.704
15	2.972	0.612
16	3.172	0.537
17	3.372	0.476
18	3.572	0.424
19	3.772	0.38
20	3.972	0.343
21	4	0.338

Spettro per Punti ~DM2018 SLO X

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.8
2	0.222	4.58
3	0.666	4.58
4	0.866	3.523
5	1.066	2.862
6	1.266	2.41
7	1.466	2.081
8	1.666	1.831
9	1.772	1.722
10	1.972	1.39

11	2.172	1.146
12	2.372	0.961
13	2.572	0.817
14	2.772	0.704
15	2.972	0.612
16	3.172	0.537
17	3.372	0.476
18	3.572	0.424
19	3.772	0.38
20	3.972	0.343
21	4	0.338

Periodi fondamentali e  $T_C$  utilizzati nelle verifiche

Nell'esecuzione delle verifiche, qualora queste li richiedano, i periodi  $T_C$  degli spettri utilizzati sono indicati di seguito. I periodi fondamentali sono quelli determinati con analisi modale o, in mancanza di questa, quelli inseriti per analisi statica equivalente.

Periodi fondamentali:

$T_{1x}, T_{1y}, T_{1z}$  (per sisma in dir. x,y,z): 0.4 s, 0.4 s, 0 s

Spettri SLV:

periodo  $T_C$  per sismi x,y: 0.685451 s

periodo  $T_C$  per sismi z: 0.15 s

Spettri SLD:

periodo  $T_C$  per sismi x,y: 0.680074 s

Moltiplicatori calcolo automatico Forze

Di seguito sono elencati i moltiplicatori delle CdC elementari per il calcolo automatico delle forze:

CdC = n. Condizione di Carico Elementare

Coeff. SLE = moltiplicatori per lo Stato Limite d'Esercizio

Coeff. SLU = moltiplicatori per lo Stato Limite Ultimo

X, Y, Z = coefficienti di direzionalità

CdC	Coeff. SLE	Coeff. SLU	X	Y	Z
1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1
6	0.3	0.3	1	1	1
7	0	0	1	1	1
8	0	0	1	1	1
9	0	0	1	1	1
10	0	0	1	1	1
11	0	0	1	1	1
12	0	0	1	1	1
13	0	0	1	1	1
14	0	0	1	1	1
15	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1

Dati analisi sismica statica equivalente

Quota di riferimento delle fondazioni: 0 cm

Tabella spettri di risposta per ogni CdC statica equivalente:

$a_g/g$  = accelerazione di picco del suolo a meno dell'accel. di gravità g

$S_d(T_1)$  = valore dello spettro di risposta calcolato in  $T_1$  (periodo fondamentale)

CdC StEq	Spettro	$S_d(T_1)/a_g$	$a_g/g$	$S_d(T_1) \square /g$
1	~DM2018 SLO X	4.58	0.0431	0.197398
	Sottotipo: SLO			
2	~DM 2018 SLO Y	4.58	0.0431	0.197398
	Sottotipo: SLO			
3	~DM 2018 SLD X	3.04	0.0533	0.162032
	Sottotipo: SLD			
4	~DM 2018 SLD Y	3.04	0.0533	0.162032
	Sottotipo: SLD			

CdC StEq	Spettro	Sd(T1)/ag	ag/g	Sd(T1)□/g
5	~DM 2018 SLV X	4.673	0.1296	0.605621
	Sottotipo: SLV			
6	~DM 2018 SLV Y	4.673	0.1296	0.605621
	Sottotipo: SLV			

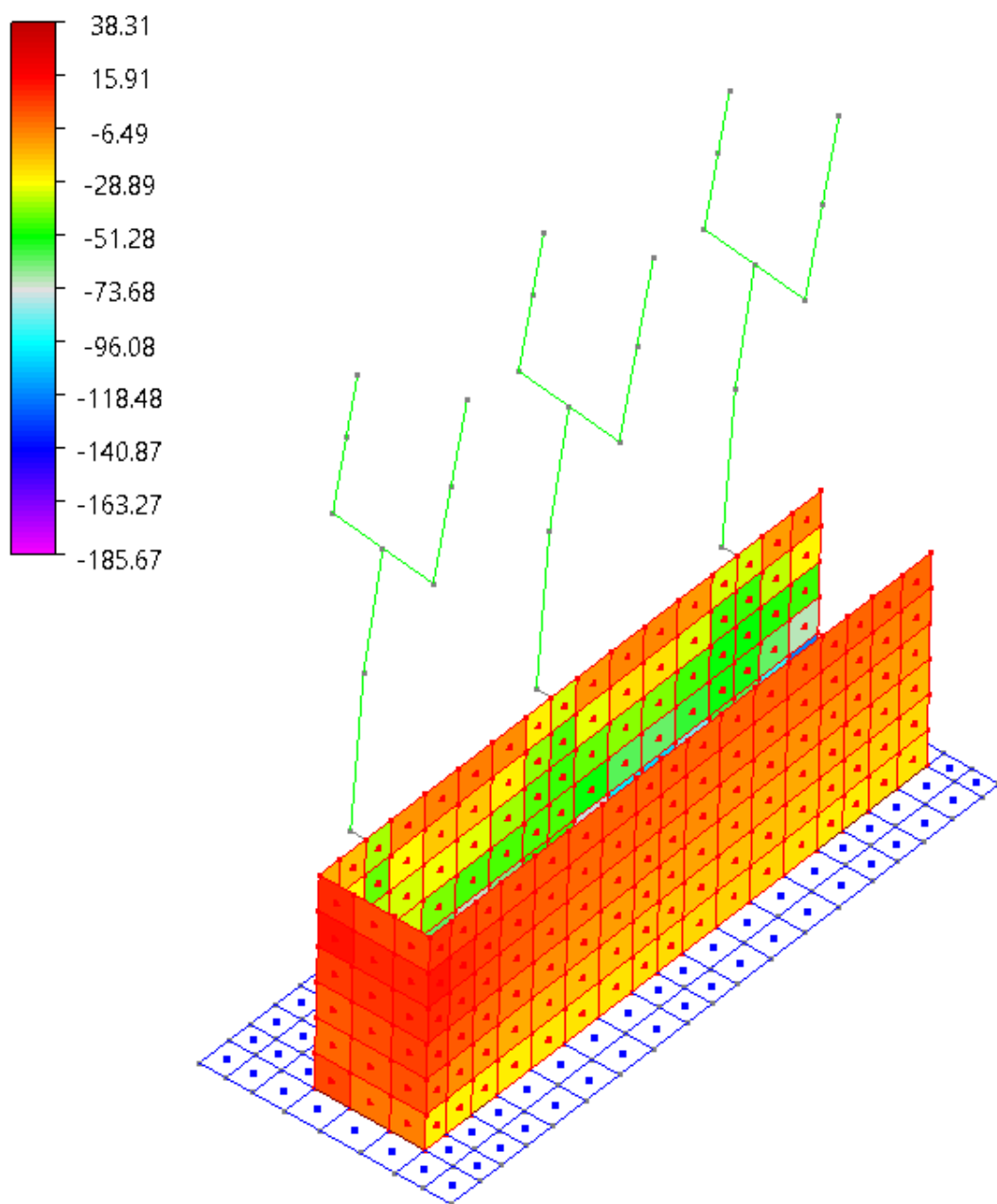
### E.3.6 RISULTATI DELL'ANALISI

#### DEFORMATE E SOLLECITAZIONI

Si riportano inoltre i momenti M33, calcolati per la verifica delle sponde laterali.

CdC Statica vento X

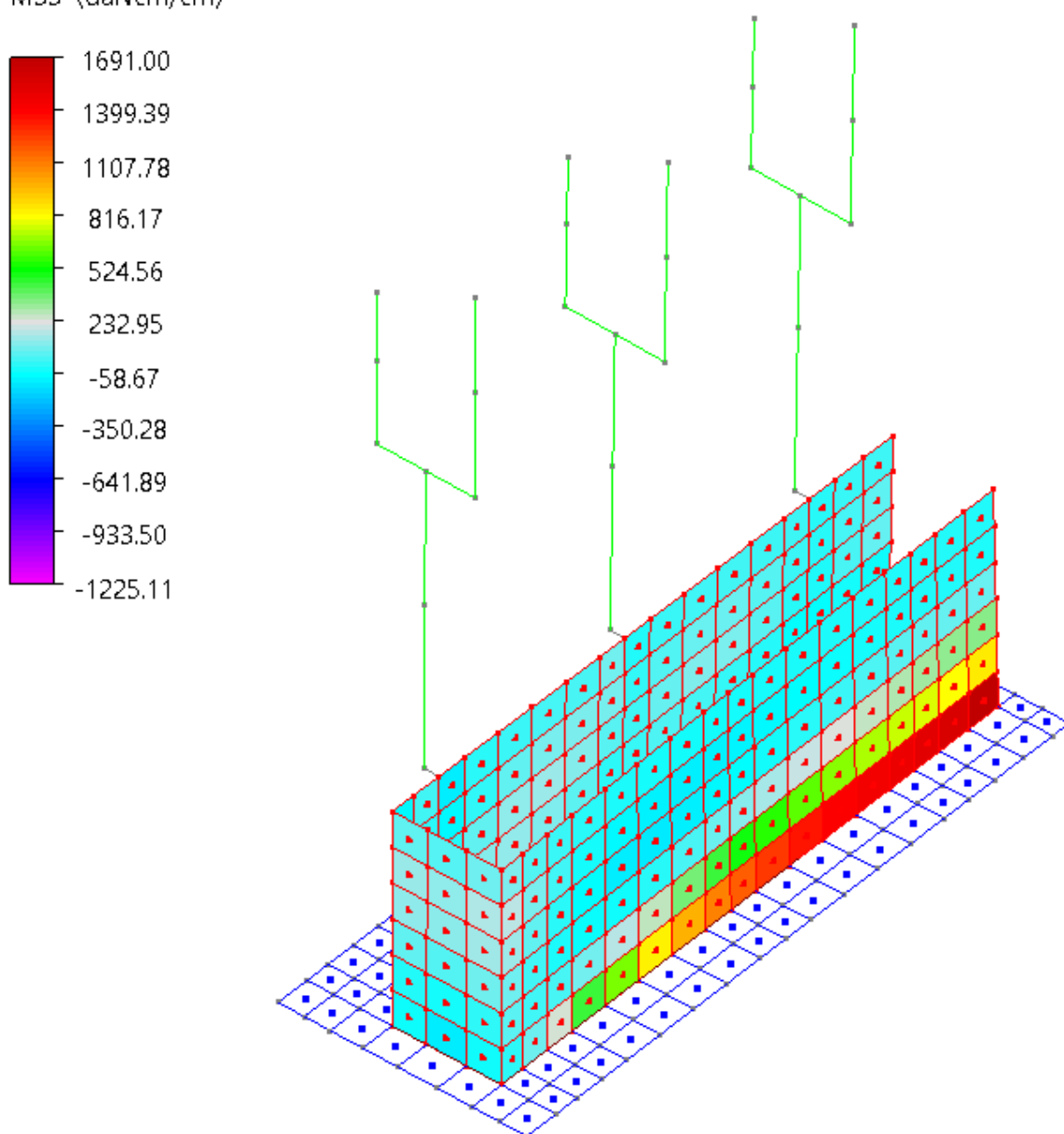
M33 (daNcm/cm)



CDC 7 vento X – SOLLECITAZIONE M33

CdC Statica spinta terreno

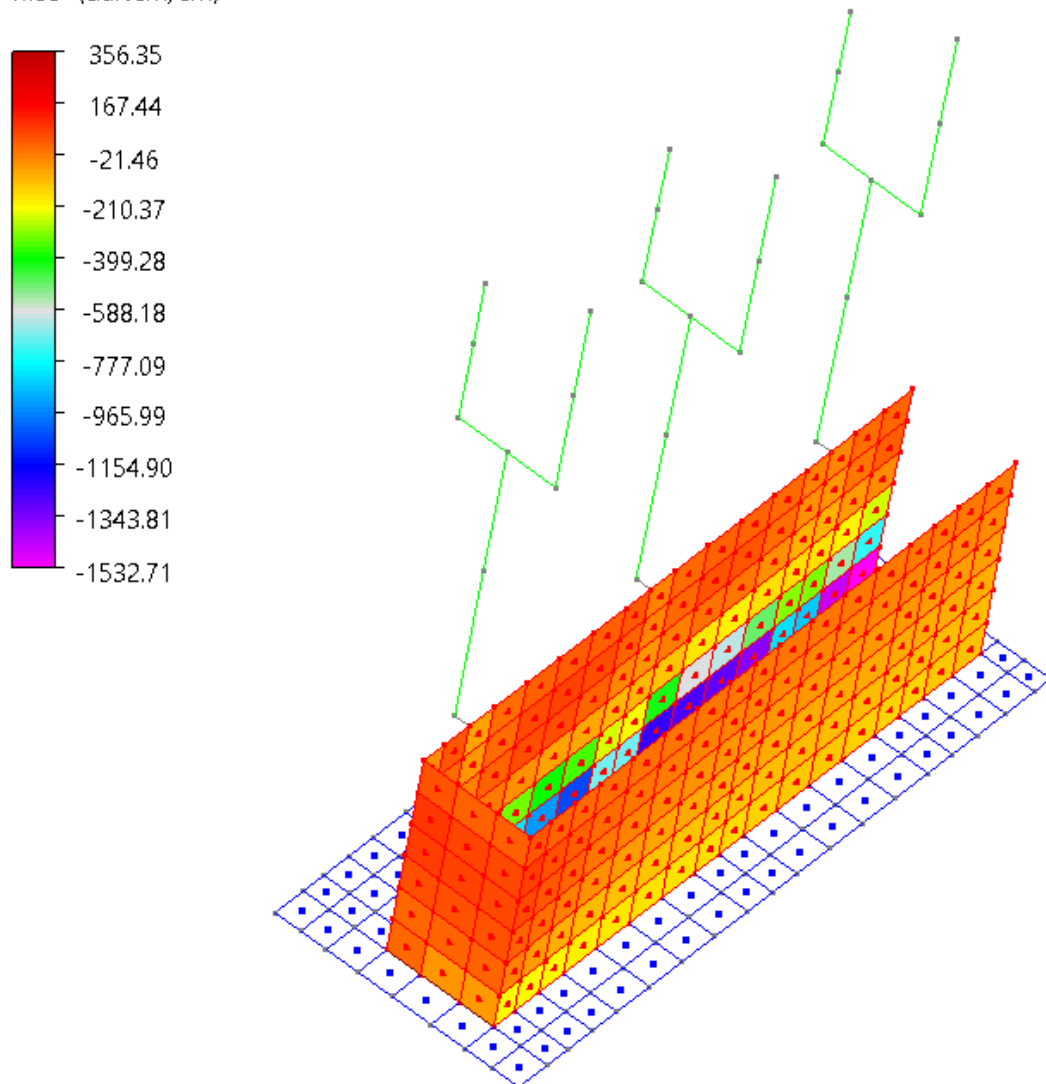
M33 (daNcm/cm)



**CDC 5 spinta Terreno a Riposo – SOLLECITAZIONE M33**

CdC Statica add. sisma terreno X

M33 (daNcm/cm)



**CDC 12 ADD. SISMA TERRENO X – SOLLECITAZIONE M33**

## VERIFICHE SPONDE LATERALI

Verifiche T.A.-S.L.E.

Significato dei parametri:

n°Shell = Numero dello shell interessato dalla verifica

Dir = Direzione locale rispetto cui si esegue la verifica

Mat = Numero del materiale a cui la verifica fa riferimento

N = Forza Normale per unità di larghezza di verifica

M = Momento Flettente per unità di larghezza di verifica

$s_{min}$  = Tensione minima riscontrata per il materiale corrente

$s_{max}$  = Tensione massima riscontrata per il materiale corrente

Nel caso di verifiche di fessurazione, nelle relative tabelle con i risultati delle verifiche, all'inizio di una riga possono comparire uno dei seguenti simboli:

AM = verifica delle armature minime richieste per il contenimento della fessurazione:  $A_{s,min}$  è l'armatura minima richiesta ai sensi della UNI EN 1992-1-1:2005 (§7.3.2),  $A_{s,disp}$  è l'armatura disponibile nella zona tesa.

VF = verifica di formazione delle fessure:  $s_{max}$  è la massima tensione di trazione (su sezione non fessurata) del materiale di calcestruzzo con ID pari a MatCls. Vengono riportati solo i valori di trazione delle tensioni (se presenti).

VD = verifica di decompressione:  $s_{max}$  è la massima tensione di trazione (su sezione non fessurata) del materiale di calcestruzzo con ID pari a MatCls. Vengono riportati solo i valori di trazione delle tensioni (se presenti).

VA = verifica di apertura delle fessure: verifica di apertura delle fessure:  $w$  è l'apertura della fessura. Il gruppo di esigenza ed il valore ammissibile utilizzati sono quelli del materiale calcestruzzo dello shell ed il tipo di armatura (sensibile/poco sensibile) è quello dell'armatura dello shell.



Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte

Per le verifiche a SLE il gruppo di esigenza (livello di aggressività dell'ambiente) utilizzato è riportato nella descrizione delle caratteristiche dei materiali.

Verifica Shell di resistenza “~PressoFless.CA 30cm SLE rare”

**Tipo verifica:** Stati Limite d'Esercizio (DM 17/01/2018)

Combinazione di carico: rara

Set inviluppo di verifica utilizzato: “~SL18”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: **sponde 30cm**

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (daN/cm <sup>2</sup> )	Sigma Amm. Compressione (daN/cm <sup>2</sup> )
n.24	B450C	3600	-
n.41	Cls C32/40	0	192
n.43	Cls C32/40 peso 0	0	192

Descrizione Risultati Verifiche

Valori per spessore shell: 30 cm

Armatura di estradosso: Ø14/20"

Armatura di intradosso: Ø14/20"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(daN/cm)	M(daNcm/cm)	smin(daN/cm <sup>2</sup> )	smax(daN/cm <sup>2</sup> )
2886	3	41	-29.49	-3216.88	-46.21	0.00
2874	3	41	-16.20	1709.22	-24.54	0.00
2886	3	24	-25.89	-3197.61	-56.97	1739.45
2874	3	24	-15.20	1700.88	-32.59	915.53
2893	3	43	-69.85	-1763.59	-23.91	0.00
2973	3	43	-3.17	168.01	-2.38	0.00

Armatura di estradosso: Ø10/20"

Armatura di intradosso: Ø10/20"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(daN/cm)	M(daNcm/cm)	smin(daN/cm <sup>2</sup> )	smax(daN/cm <sup>2</sup> )
2960	2	41	0.17	-1137.61	-20.04	-0.00
2750	2	41	-45.47	1690.22	-28.39	0.00
2948	2	24	-13.29	-1347.12	-23.93	1288.55
2786	2	24	-6.13	1586.56	-5.26	1644.62
2948	2	43	-13.29	-1347.12	-23.47	-0.00
2972	2	43	-21.83	1094.13	-18.71	0.00

Verifica Shell di resistenza-fessurazione “~PressoFless.CA 30cm SLE q.perm”

**Tipo verifica:** Stati Limite d'Esercizio (DM 17/01/2018)

Combinazione di carico: quasi permanente

Set inviluppo di verifica utilizzato: “~SL18”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: **sponde 30cm**

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (daN/cm <sup>2</sup> )	Sigma Amm. Compressione (daN/cm <sup>2</sup> )
n.24	B450C	-	-
n.41	Cls C32/40	0	144
n.43	Cls C32/40 peso 0	0	144

Parametri per verifiche di fessurazione:

Le verifiche di fessurazione consistono in verifiche di: apertura fessure

E' stato considerato il caso di azioni di lunga durata o azioni ripetute

Le verifiche di apertura delle fessure mostrate sono solo quelle la cui la massima tensione di trazione nel calcestruzzo (in sezione interamente reagente) supera il valore limite di formazione delle fessure.

La tensione  $\sigma_s$  di cui alla formula (7.9) della UNI EN 1992-1-1:2005 è calcolata come media di tutte le barre tese.

Per ulteriori dettagli sui parametri delle verifiche di fessurazione si veda la descrizione delle caratteristiche dei materiali.

Descrizione Risultati Verifiche

Valori per spessore shell: 30 cm

Armatura di estradosso: Ø14/20"

Armatura di intradosso: Ø14/20"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(daN/cm)	M(daNcm/cm)	smin(daN/cm <sup>2</sup> )	smax(daN/cm <sup>2</sup> )
2886	3	41	-28.98	-3031.21	-43.52	0.00
2874	3	41	-15.53	1685.23	-24.21	0.00
2886	3	24	-25.37	-3013.45	-55.26	1632.62
2874	3	24	-15.53	1685.23	-33.06	903.83
2893	3	43	-65.94	-1651.72	-22.37	0.00
2972	3	43	-4.66	135.22	-1.86	0.00

Verifiche di apertura fessure:

VA:	n°Shell	Dir	N(daN/cm)	M(daNcm/cm)	w(mm)
VA:	2750	3	-4.69	122.53	0.00

Armatura di estradosso: Ø10/20"

Armatura di intradosso: Ø10/20"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(daN/cm)	M(daNcm/cm)	smin(daN/cm²)	smax(daN/cm²)
2960	2	41	0.03	-1095.18	-19.29	0.00
2750	2	41	-43.67	1620.17	-27.21	0.00
2960	2	24	2.72	-1067.31	13.76	1198.64
2786	2	24	-6.23	1522.29	-5.89	1573.42
2948	2	43	-22.46	-1306.23	-22.47	0.00
2972	2	43	-19.08	1017.34	-17.44	-0.00

Verifiche di apertura fessure:

VA:	n°Shell	Dir	N(daN/cm)	M(daNcm/cm)	w(mm)
VA:	2750	2	-43.67	1620.17	0.00

Verifica Shell di fessurazione “~PressoFless.CA 30cm SLE freq.”

Set involucro di verifica utilizzato: “~SL18”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: **sponde 30cm**

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (daN/cm²)	Sigma Amm. Compressione (daN/cm²)
n.24	B450C	-	-
n.41	Cls C32/40	0	-
n.43	Cls C32/40 peso 0	0	-

Parametri per verifiche di fessurazione:

Le verifiche di fessurazione consistono in verifiche di: apertura fessure

E' stato considerato il caso di azioni di lunga durata o azioni ripetute

Le verifiche di apertura delle fessure mostrate sono solo quelle la cui la massima tensione di trazione nel calcestruzzo (in sezione interamente reagente) supera il valore limite di formazione delle fessure.

La tensione  $\sigma_s$  di cui alla formula (7.9) della UNI EN 1992-1-1:2005 è calcolata come media di tutte le barre tese.

Per ulteriori dettagli sui parametri delle verifiche di fessurazione si veda la descrizione delle caratteristiche dei materiali.

Descrizione Risultati Verifiche

Valori per spessore shell: 30 cm

Armatura di estradosso: Ø14/20"

Armatura di intradosso: Ø14/20"

Verifiche di apertura fessure:

VA:	n°Shell	Dir	N(daN/cm)	M(daNcm/cm)	w(mm)
VA:	2750	3	-4.74	123.39	0.00

Armatura di estradosso: Ø10/20"

Armatura di intradosso: Ø10/20"

Verifiche di apertura fessure:

VA:	n°Shell	Dir	N(daN/cm)	M(daNcm/cm)	w(mm)
VA:	2750	2	-44.00	1632.95	0.00

Verifiche S.L.U.

Verifica per elementi in c.a.

Se non diversamente indicato le verifiche degli elementi in c.a. sono condotte separatamente per le due direzioni d'armatura.

Significato dei parametri per le verifiche a pressoflessione di elementi in c.a.:

n°Shell = Numero dello shell interessato dalla verifica

Dir = Direzione locale rispetto cui si esegue la verifica

N = Forza Normale per unità di larghezza di verifica

M = Momento Flettente per unità di larghezza di verifica

CoeffMN = indica il coefficiente di sfruttamento a flessione e sforzo normale; data la coppia di sollecitazione per unità di larghezza **N, M**, da intendersi come N22, M22 per la direzione 2 e N33 e M33 per la direzione 3, si definisce coefficiente di sfruttamento il seguente rapporto (con il pedice “r” sono indicati i valori di resistenza ultimi):

$$\text{CoeffMN} = \frac{N}{N_r} = \frac{M}{M_r}$$

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte (CoeffMN>1).

Verifica per elementi in c.a. con modello sandwich (UNI EN 1992-2:2005 Annex LL)

Significato dei parametri per le verifiche a pressoflessione di elementi in c.a. secondo la UNI EN 1992-2:2005 Annex LL (modello sandwich):

n°Shell = numero dello shell interessato dalla verifica

N22 = sollecitazione membranale per unità di lunghezza in direzione 2

N33 = sollecitazione membranale per unità di lunghezza in direzione 3

N23 = sollecitazione di taglio nel piano dello shell per unità di lunghezza

M22 = momento flettente per unità di larghezza in direzione 2

M33 = momento flettente per unità di larghezza in direzione 3

M23 = momento torcente per unità di larghezza

Max = coefficiente massimizzato

CoeffS2E = coefficiente di sfruttamento dell'armatura d'estradosso in direzione 2

CoeffS3E = coefficiente di sfruttamento dell'armatura d'estradosso in direzione 3

CoeffCE = coefficiente di sfruttamento del cls d'estradosso

CoeffS2I = coefficiente di sfruttamento dell'armatura d'intradosso in direzione 2

CoeffS3I = coefficiente di sfruttamento dell'armatura d'intradosso in direzione 3

CoeffCI = coefficiente di sfruttamento del cls d'intradosso

CoeffQ = coefficiente di sfruttamento a taglio fuori piano

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte (Coeff>1).

Verifica per elementi in Pannelli di Tavole di Legno Massiccio Incrociato (XLam)

L'analisi e la verifica di pannelli in strati legno massiccio incrociati (XLam) è condotta seguendo le indicazioni contenute in pubblicazioni dell'Istituto per le costruzioni e la tecnologia del legno del Politecnico di Graz, con particolare riferimento ai lavori coordinati dal prof. Gerhard Schickhofer e in documenti dell'Associazione COST / Università Tecnica di Monaco come ad esempio gli atti del convegno "European Conference on Cross Laminated Timber (CLT) - The State-of-the-Art in CLT Research" Graz - May 21-22, 2013.

Le verifiche condotte sono le seguenti:

tenso-presso-flessione: 
$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1 \quad ; \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1 \quad ; \quad \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1 \quad \left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

taglio fuori piano 
$$\frac{\tau_{d, //}}{f_{v,d}} \leq 1$$
 strati con fibratura // alla direzione di riferimento

$$\frac{\tau_{d, \perp}}{f_{v,r,d}} \leq 1$$
 strati con fibratura  $\perp$  alla direzione di riferimento

taglio nel piano 
$$\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} \leq 1 \quad ; \quad \frac{\tau_{T,d}}{f_{T,XLam,d}} \leq 1 \quad ; \quad \frac{\tau_{T,d}}{f_{T,XLam,d}} + \left( \frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} \right)^2 \leq 1$$

taglio combinato 
$$\frac{\tau_d + \tau_{v,d}}{f_{v,d}} \leq 1 \quad ; \quad \frac{\tau_{TM,d}}{f_{v,d}} + \left( \frac{\tau_d + \tau_{v,d}}{f_{v,d}} \right)^2 \leq 1$$

nelle quali:

$\sigma_{t,0,d}$	tensione normale di trazione dovuta all'azione membranale (nella generica direzione);
$\sigma_{c,0,d}$	tensione normale di compressione dovuta all'azione membranale (nella generica direzione);
$\sigma_{m,d}$	tensione normale dovuta all'azione flessionale (nella generica direzione);
$\tau_d$	tensione tangenziale dovuta al taglio fuori piano (nella generica direzione);
$\tau_{v,d}$	tensione tangenziale perpendicolare alla fibratura dovuta al taglio nel piano N23 ed al momento torcente M23;
$\tau_{T,d}$	tensione tangenziale dovuta alla torsione sul piano di incollaggio fra gli strati generata dal taglio nel piano;
$\tau_{TM,d}$	tensione tangenziale dovuta alla torsione sulla singola lamella generata dal momento torcente M23;
$f_{t,0,d}$	resistenza di progetto a trazione del materiale utilizzato nello strato in esame;
$f_{c,0,d}$	resistenza di progetto a compressione del materiale utilizzato nello strato in esame;
$f_{m,d}$	resistenza di progetto a flessione del materiale utilizzato nello strato in esame;
$f_{v,d}$	resistenza di progetto a taglio perpendicolare alla fibratura del materiale utilizzato nello strato in esame;
$f_{v,r,d}$	resistenza di progetto a taglio di rotolamento del materiale utilizzato nello strato in esame;
$f_{v,r,d}$	resistenza di progetto a taglio di rotolamento del materiale utilizzato nello strato in esame
$f_{T,XLam,d}$	resistenza di progetto a torsione dell'unione incollata fra gli strati, determinata considerando un valore caratteristico pari a $f_{T,XLam,k} = 2,5$ N/mm <sup>2</sup> e coefficienti $k_{mod}$ e $g_M$ relativi al legno lamellare incollato;

azioni membranali e flessionali 
$$\sigma_{0,d}(\zeta) = \frac{N_{\xi\xi}}{EA_{\xi}} E_{\xi}(\zeta) \quad ; \quad \sigma_{m,d}(\zeta) = \frac{M_{\xi\xi}}{EJ_{\xi}} E_{\xi}(\zeta) \zeta$$

azioni taglianti fuori piano 
$$\tau_d(\zeta) = \frac{Q_{1\xi} S_{\xi}(\zeta)}{EJ_{\xi} B}$$

forza nel piano per ogni strato: 
$$N23_{i,M23} = \frac{M23}{(GJ_T)_{\xi}} G_i t_i d_i + N23_{i,N23}$$

torsione su ogni lamella di larghezza  $b_i$  
$$TM_i = \frac{M23}{b_i (GJ_T)_{\xi}} G_i J_{Ti}$$

Tensioni tangenziali per effetto combinato di N23 e M23:

$$\tau_{v,d} = \frac{N23_i}{t_i} \quad ; \quad N23_i = N23_{i,N23} + N23_{i,M23}$$

$$\tau_{TM,d} = \frac{TM_i}{W_T}$$

$$\tau_{T,d} = \max \left( \frac{T_{i,i+1}}{W_{P,i,i+1}} \right) \quad ; \quad T_{i,i+1} = T_{i,i+1,N23} + T_{i,i+1,M23}$$

NOTA: la tensione tangenziale negli strati, per effetto di N23i, è considerata costante, in base alle indicazioni dei documenti citati a inizio paragrafo. Per l'azione N23i e per il momento torcente sul nodo incollato T sono implementati vari metodi di calcolo:

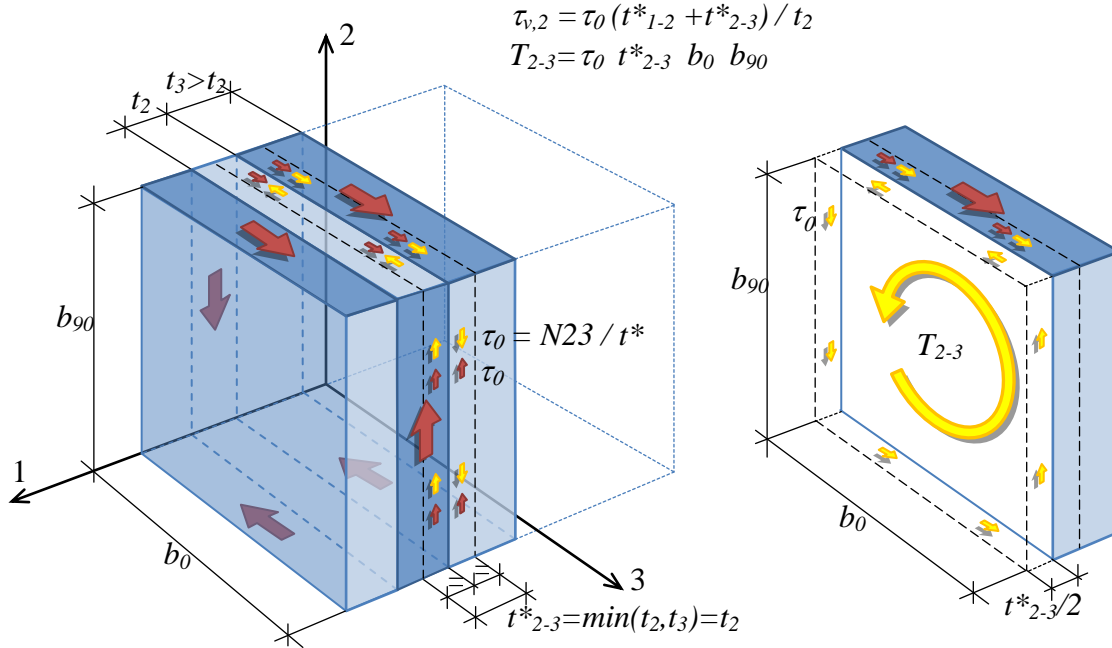
Spessori ideali dei nodi incollati

È il metodo raccomandato dalle pubblicazioni dell'Università di Graz. Consiste nel valutare uno spessore ideale in corrispondenza di ogni nodo incollato fra strati, da intendersi come quello "disponibile" per il meccanismo illustrato in figura, pari allo spessore minimo dei due strati incollati, per gli strati interni e al minimo tra il doppio dello spessore dello strato esterno e il primo strato interno, per la prima e ultima coppia.

$$\tau_{v,d,i} = \frac{N23_{i,N23}}{t_i}; N23_{i,N23} = \tau_0(t^*_{i,i-1} + t^*_{i,i+1}); t^* = \sum_{i=1}^{n-1} t^*_{i,i+1}; \tau_0 = \frac{N23}{t^*}$$

con la convenzione:  $t^*_{1,0} = t^*_{n,n+1} = 0$

con spessori costanti:  $\tau_{v,d,i,max} = 2\tau_0$



Schema di calcolo degli spessori ideali con spessori non costanti (**il pedice 2-3 è da leggere come "azioni agenti sull'interfaccia tra strato n.2 e strato n.3"**)

NOTA: in caso di modulo tangenziale G variabile da strato a strato i valori sono "pesati" con il rispettivo valore di G; ad esempio:  $Gt^*_{i,i+1} = \min(G_i t_i, G_{i+1} t_{i+1})$ .

Semplificato

È spesso adottato nelle approvazioni tecniche europee di materiali commerciali (ETA) e non prevede la presenza di sforzi M23 significativi; il momento torcente sul nodo incollato è valutato in via semplificata come:

$$T = N23 / (n - 1) b_0 b_{90}$$

con n pari al numero di strati con differente orientamento delle lamelle. La tensione tangenziale più tassativa per la verifica viene calcolata come nella formula seguente;

$$\tau_{v,d} = \frac{N23}{As}; As = \min(A_{net,2}, A_{net,3})$$

Spessore netto nella direzione considerata

Il taglio N23 è ripartito sull'area netta di ogni direzione e applicato alla faccia ortogonale alle fibre; il momento torcente T è ricavato per equilibrio.

Momento Mt costante sui nodi incollati

Si ricava il momento torcente sui nodi incollati come nel caso b) e si determinano le azioni N23, ortogonali alle fibre per equilibrio

Significato dei simboli:

$N_{xx}$  azione membranale in direzione x

$M_{xx}$  azione flessionale in direzione x

$Q_{1x}$  azione tagliante fuori piano in direzione x

$N_{23}$  azione tagliante nel piano

$M_{23}$  momento torcente

z coordinata lungo lo spessore del pannello, nulla in corrispondenza del baricentro (con riferimento alla rigidità  $E_i$ ) del pannello

$E(z)$  valore medio del modulo di Young in direzione parallela alla fibratura,  $E_{0,mean}$ , per lo strato alla coordinata z

$GJ_T$  rigidità torsionale del pannello, determinata per ciascuna direzione considerando efficaci i soli strati con fibratura parallela ad essa, riportata alla larghezza unitaria:

$$(GJ_T)_{\xi} = \sum_{\text{strati } i \text{ con fibratura } // \text{ asse } \xi} G_i \left( \frac{t_i d_i^2}{\chi} + \frac{J_{Ti}}{b_i} \right)$$

$W_T$  modulo di resistenza a torsione della sezione della lamella;

$W_P$  modulo di resistenza polare dell'unione incollata, ottenuto dividendo il momento polare d'inerzia per la metà del lato maggiore, quindi:

$$W_{P,i,i+1} = \min(b_i, b_{i+1})(b_i^2 + b_{i+1}^2)/6;$$

Nei tabulati i parametri hanno il seguente significato:

n°Shell = numero dello shell interessato dalla verifica  
 N22 = sollecitazione membranale per unità di lunghezza in direzione 2  
 N33 = sollecitazione membranale per unità di lunghezza in direzione 3  
 N23 = sollecitazione di taglio nel piano dello shell per unità di lunghezza  
 M22 = momento flettente per unità di larghezza in direzione 2  
 M33 = momento flettente per unità di larghezza in direzione 3  
 M23 = momento torcente per unità di larghezza  
 Max = coefficiente massimizzato

CoeffMN2= coefficiente di sfruttamento a pressoflessione in direzione 2, dovuto alle sollecitazioni N22 e M22

CoeffMN3= coefficiente di sfruttamento a pressoflessione in direzione 3, dovuto alle sollecitazioni N33 e M33

CoeffQ12 = coefficiente di sfruttamento a taglio fuori piano in direzione 2, dovuto alla sollecitazione Q12

CoeffQ13 = coefficiente di sfruttamento a taglio fuori piano in direzione 3, dovuto alla sollecitazione Q13

CoeffN23 = coefficiente di sfruttamento a taglio nel piano, dovuto alle sollecitazioni N23 e M23

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte (CoeffMN2>1 o CoeffMN3>1 o CoeffQ12>1 o CoeffQ13>1 o CoeffN23>1).

Verifica Shell di resistenza “~PressoFless.CA 30cm SLU”

**Tipo verifica:** SLU (DM 17/01/2018)

Metodo di verifica: pressoflessione indipendente nei due piani

Set involucro di verifica utilizzato: “~SL18”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: **sponde 30cm**

Resistenza di calcolo a trazione e compressione per SLU:

ID Materiale	Nome materiale	fd a Trazione (daN/cm²)	fd a Compressione (daN/cm²)
n.24	B450C	3913.04	3913.04
n.41	ClS C32/40	0	181.333
n.43	ClS C32/40 peso 0	0	181.333

Descrizione Risultati Verifiche

Valori per spessore shell: 30 cm

Armatura di estradosso: Ø14/20"

Armatura di intradosso: Ø14/20"

n°Shell	Dir	N(daN/cm)	M(daNcm/cm)	CoeffMN
2886	3	-26.47	-4861.55	0.58

Armatura di estradosso: Ø10/20"

Armatura di intradosso: Ø10/20"

n°Shell	Dir	N(daN/cm)	M(daNcm/cm)	CoeffMN
2786	2	-9.29	2374.17	0.52

## VERIFICHE STR SOLETTA DI FONDAZIONE

Progettazione-verifica “soletta base”

Set Involuppi di Verifica: “~SL18”

CoprifE2 = 5.2 cm, CoprifE3 = 6.6 cm, CoprifI2 = 5.2 cm, CoprifI3 = 6.6 cm

Min. As Tesa = 0.1 %Area Calcestruzzo

Min.As Secondaria = 20 %Area Arm. PrincipaleTesa

Min.As in assoluto = 0 cm²/m

IDs = 24

K1 = Asse +X K2 = 0 a = 0°

La verifica delle aree di armature minime degli shell agisce sul gruppo di selezione “soletta base”

Verifica S.L.U.

**Tipo Verifica:** SLU (DM 17/01/2018)

Descrizione Materiali:

Resistenza di calcolo a trazione e compressione per SLU:

ID Materiale	Nome materiale	fd a Trazione (daN/cm²)	fd a Compressione (daN/cm²)
n.24	B450C	3913.04	3913.04
n.41	ClS C32/40	0	181.333

Unità di misura: aree = cm²/m, lunghezze = cm, momenti = daNcm/m

Tipo Min-Max

n°Shell	IDc	cx	cy	cz	sp	A3i	A3e
	M22i	M22e	M33i	M33e	A2i	A2e	
	CoeffM22i		CoeffM22e		CoeffM33i		CoeffM33e
Area di armatura minima richiesta sulla fibra I2							
3043	41	82.5	545	-215	30		
	839998	0	245374	0	9.03541	0	3
	0.998327	0	0.906649	0			0
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E2							
2991	41	48.75	325	-215	30		
	136165	-224511	55324.9	-83075.5	3	3	3
	0.404587	0.667088	0.164387	0.246842			
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E2							
2993	41	48.75	295	-215	30		
	133868	-288569	48598.9	-160659	3	3	3

0.39776 0.857424 0.144401 0.477365

Area di armatura minima richiesta sulla fibra I3

2991 41 48.75 325 -215 30

136165 -224511 55324.9 -83075.5 3 3 3 3

0.404587 0.667088 0.164387 0.246842

Area di armatura minima richiesta sulla fibra I3

2993 41 48.75 295 -215 30

133868 -288569 48598.9 -160659 3 3 3 3

0.39776 0.857424 0.144401 0.477365

Area di armatura minima richiesta sulla fibra E3

2991 41 48.75 325 -215 30

136165 -224511 55324.9 -83075.5 3 3 3 3

0.404587 0.667088 0.164387 0.246842

Area di armatura minima richiesta sulla fibra E3

2993 41 48.75 295 -215 30

133868 -288569 48598.9 -160659 3 3 3 3

0.39776 0.857424 0.144401 0.477365

Max in val.ass. M22i (mom.Wood che tende I2)

3043 41 82.5 545 -215 30

839998 0 245374 0 9.03541 0 3 0

0.998327 0 0.906649 0

Max in val.ass. M22e (mom.Wood che tende E2)

3134 41 48.75 545 -215 30

120248 -304644 38499.4 -156333 3 3 3 3

0.357292 0.905186 0.114393 0.46451

Max in val.ass. M33i (mom.Wood che tende I3)

3043 41 82.5 545 -215 30

839998 0 245374 0 9.03541 0 3 0

0.998327 0 0.906649 0

Max in val.ass. M33e (mom.Wood che tende E3)

2993 41 48.75 295 -215 30

133868 -288569 48598.9 -160659 3 3 3 3

0.39776 0.857424 0.144401 0.477365

Max Coeff.M per M22i (mom.Wood che tende I2)

2999 41 157.5 325 -215 30

330989 0 98847.8 0 3.46951 0 3 0

0.998991 0 0.365239 0

Max Coeff.M per M22e (mom.Wood che tende E2)

3134 41 48.75 545 -215 30

120248 -304644 38499.4 -156333 3 3 3 3

0.357292 0.905186 0.114393 0.46451

Max Coeff.M per M33i (mom.Wood che tende I3)

3043 41 82.5 545 -215 30

839998 0 245374 0 9.03541 0 3 0

0.998327 0 0.906649 0

Max Coeff.M per M33e (mom.Wood che tende E3)

2993 41 48.75 295 -215 30

133868 -288569 48598.9 -160659 3 3 3 3

0.39776 0.857424 0.144401 0.477365

Verifica S.L.E. COMBINAZIONE RARA

**Tipo Verifica:** Stati Limite d'Esercizio (DM 17/01/2018)

Descrizione Materiali:

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (daN/cm <sup>2</sup> )	Sigma Amm. Compressione (daN/cm <sup>2</sup> )
n.24	B450C	3600	-
n.41	ClS C32/40	0	192

Unità di misura: aree = cm<sup>2</sup>/m, lunghezze = cm, tensioni= daN/cm<sup>2</sup>, momenti = daNcm/m

Tipo Min-Max								
n°Shell	IDc	cx	cy	cz	sp			
	M22i	M22e	M33i	M33e	A2i	A2e	A3i	A3e
	sc2i	sc2e	sc3i	sc3e	ss2i	ss2e	ss3i	ss3e
Area di armatura minima richiesta sulla fibra I2								
3043	41	82.5	545	-215	30			
	562211	0	164201	0	9.03541	0	3	0
	-71.9129	0	-35.8522	0	2767.72	0	2486.42	0
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E2								
2991	41	48.75	325	-215	30			
	26368.5	-132963	9669.48	-50536.2	3	3	3	3
	-5.34025	-26.9282	-2.19096	-11.4508	374.124	1886.52	142.973	747.227
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E2								
2993	41	48.75	295	-215	30			
	48873.6	-175329	27858.7	-101948	3	3	3	3
	-9.89806	-35.5083	-6.31237	-23.0998	693.432	2487.62	411.918	1507.4
Area di armatura minima richiesta sulla fibra I3								
2991	41	48.75	325	-215	30			

26368.5 -132963 9669.48 -50536.2 3 3 3 3  
-5.34025 -26.9282 -2.19096 -11.4508 374.124 1886.52 142.973 747.227  
Area di armatura minima richiesta sulla fibra I3  
2993 41 48.75 295 -215 30  
48873.6 -175329 27858.7 -101948 3 3 3 3  
-9.89806 -35.5083 -6.31237 -23.0998 693.432 2487.62 411.918 1507.4  
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E3  
2991 41 48.75 325 -215 30  
26368.5 -132963 9669.48 -50536.2 3 3 3 3  
-5.34025 -26.9282 -2.19096 -11.4508 374.124 1886.52 142.973 747.227  
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E3  
2993 41 48.75 295 -215 30  
48873.6 -175329 27858.7 -101948 3 3 3 3  
-9.89806 -35.5083 -6.31237 -23.0998 693.432 2487.62 411.918 1507.4  
Max in val.ass. M22i (mom.Wood che tende I2)  
3043 41 82.5 545 -215 30  
562211 0 164201 0 9.03541 0 3 0  
-71.9129 0 -35.8522 0 2767.72 0 2486.42 0  
Max in val.ass. M22e (mom.Wood che tende E2)  
3134 41 48.75 545 -215 30  
29762.8 -187684 15669.4 -99275.8 3 3 3 3  
-6.02767 -38.0105 -3.55046 -22.4944 422.283 2662.92 231.688 1467.89  
Max in val.ass. M33i (mom.Wood che tende I3)  
3043 41 82.5 545 -215 30  
562211 0 164201 0 9.03541 0 3 0  
-71.9129 0 -35.8522 0 2767.72 0 2486.42 0  
Max in val.ass. M33e (mom.Wood che tende E3)  
2993 41 48.75 295 -215 30  
48873.6 -175329 27858.7 -101948 3 3 3 3  
-9.89806 -35.5083 -6.31237 -23.0998 693.432 2487.62 411.918 1507.4  
Min Tensione Cls per Mom. M22i (mom.Wood che tende I2)  
3043 41 82.5 545 -215 30  
562211 0 164201 0 9.03541 0 3 0  
-71.9129 0 -35.8522 0 2767.72 0 2486.42 0  
Min Tensione Cls per Mom. M22e (mom.Wood che tende E2)  
3134 41 48.75 545 -215 30  
29762.8 -187684 15669.4 -99275.8 3 3 3 3  
-6.02767 -38.0105 -3.55046 -22.4944 422.283 2662.92 231.688 1467.89  
Min Tensione Cls per Mom. M33i (mom.Wood che tende I3)  
3043 41 82.5 545 -215 30  
562211 0 164201 0 9.03541 0 3 0  
-71.9129 0 -35.8522 0 2767.72 0 2486.42 0  
Min Tensione Cls per Mom. M33e (mom.Wood che tende E3)  
2993 41 48.75 295 -215 30  
48873.6 -175329 27858.7 -101948 3 3 3 3  
-9.89806 -35.5083 -6.31237 -23.0998 693.432 2487.62 411.918 1507.4  
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra I2  
3031 41 82.5 577.5 -215 30  
402544 0 99909.7 0 6.36882 0 3 0  
-58.9029 0 -21.8147 0 2771.93 0 1512.89 0  
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra E2  
3134 41 48.75 545 -215 30  
29762.8 -187684 15669.4 -99275.8 3 3 3 3  
-6.02767 -38.0105 -3.55046 -22.4944 422.283 2662.92 231.688 1467.89  
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra I3  
3043 41 82.5 545 -215 30  
562211 0 164201 0 9.03541 0 3 0  
-71.9129 0 -35.8522 0 2767.72 0 2486.42 0  
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra E3  
2993 41 48.75 295 -215 30  
48873.6 -175329 27858.7 -101948 3 3 3 3  
-9.89806 -35.5083 -6.31237 -23.0998 693.432 2487.62 411.918 1507.4

Verifica S.L.E. COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

**Tipo Verifica:** Stati Limite d'Esercizio (DM 17/01/2018)

Descrizione Materiali:

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (daN/cm <sup>2</sup> )	Sigma Amm. Compressione (daN/cm <sup>2</sup> )
n.24	B450C	-	-
n.41	Cls C32/40	0	144

Unità di misura: aree = cm<sup>2</sup>/m, lunghezze = cm, tensioni= daN/cm<sup>2</sup>, momenti = daNcm/m

Tipo Min-Max n°Shell	IDc M22i sc2i	cx M22e sc2e	cy M33i sc3i	cz M33e sc3e	sp A2i ss2i	A2e ss2e	A3i ss3i	A3e ss3e
-------------------------	---------------------	--------------------	--------------------	--------------------	-------------------	-------------	-------------	-------------

Area di armatura minima richiesta sulla fibra I2

3043	41	82.5	545	-215	30			
	533147	0	155381	0	9.03541	0	3	0
	-68.1953	0	-33.9264	0	2624.64	0	2352.87	0
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E2								
2991	41	48.75	325	-215	30			
	11316.5	-119329	3375.59	-44730.4	3	3	3	3
	-2.29185	-24.167	-0.764857	-10.1352	160.561	1693.07	77.395	661.382
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E2								
2993	41	48.75	295	-215	30			
	38532.2	-161515	26056.6	-95705.9	3	3	3	3
	-7.80368	-32.7106	-5.90402	-21.6855	546.705	2291.62	385.272	1415.1
Area di armatura minima richiesta sulla fibra I3								
2991	41	48.75	325	-215	30			
	11316.5	-119329	3375.59	-44730.4	3	3	3	3
	-2.29185	-24.167	-0.764857	-10.1352	160.561	1693.07	77.395	661.382
Area di armatura minima richiesta sulla fibra I3								
2993	41	48.75	295	-215	30			
	38532.2	-161515	26056.6	-95705.9	3	3	3	3
	-7.80368	-32.7106	-5.90402	-21.6855	546.705	2291.62	385.272	1415.1
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E3								
2991	41	48.75	325	-215	30			
	11316.5	-119329	3375.59	-44730.4	3	3	3	3
	-2.29185	-24.167	-0.764857	-10.1352	160.561	1693.07	77.395	661.382
Area di armatura minima richiesta sulla fibra E3								
2993	41	48.75	295	-215	30			
	38532.2	-161515	26056.6	-95705.9	3	3	3	3
	-7.80368	-32.7106	-5.90402	-21.6855	546.705	2291.62	385.272	1415.1
Max in val.ass. M22i (mom.Wood che tende I2)								
3043	41	82.5	545	-215	30			
	533147	0	155381	0	9.03541	0	3	0
	-68.1953	0	-33.9264	0	2624.64	0	2352.87	0
Max in val.ass. M22e (mom.Wood che tende E2)								
3134	41	48.75	545	-215	30			
	19716.1	-171036	15109.9	-91019.7	3	3	3	3
	-3.99298	-34.6389	-3.42368	-20.6237	279.738	2426.71	223.414	1345.81
Max in val.ass. M33i (mom.Wood che tende I3)								
3043	41	82.5	545	-215	30			
	533147	0	155381	0	9.03541	0	3	0
	-68.1953	0	-33.9264	0	2624.64	0	2352.87	0
Max in val.ass. M33e (mom.Wood che tende E3)								
2993	41	48.75	295	-215	30			
	38532.2	-161515	26056.6	-95705.9	3	3	3	3
	-7.80368	-32.7106	-5.90402	-21.6855	546.705	2291.62	385.272	1415.1
Min Tensione Cls per Mom. M22i (mom.Wood che tende I2)								
3043	41	82.5	545	-215	30			
	533147	0	155381	0	9.03541	0	3	0
	-68.1953	0	-33.9264	0	2624.64	0	2352.87	0
Min Tensione Cls per Mom. M22e (mom.Wood che tende E2)								
3134	41	48.75	545	-215	30			
	19716.1	-171036	15109.9	-91019.7	3	3	3	3
	-3.99298	-34.6389	-3.42368	-20.6237	279.738	2426.71	223.414	1345.81
Min Tensione Cls per Mom. M33i (mom.Wood che tende I3)								
3043	41	82.5	545	-215	30			
	533147	0	155381	0	9.03541	0	3	0
	-68.1953	0	-33.9264	0	2624.64	0	2352.87	0
Min Tensione Cls per Mom. M33e (mom.Wood che tende E3)								
2993	41	48.75	295	-215	30			
	38532.2	-161515	26056.6	-95705.9	3	3	3	3
	-7.80368	-32.7106	-5.90402	-21.6855	546.705	2291.62	385.272	1415.1
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra I2								
3030	41	157.5	640	-215	30			
	199228	0	13436.9	0	3.17531	0	3	0
	-38.7491	0	-2.93385	0	2689.27	0	203.469	0
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra E2								
3134	41	48.75	545	-215	30			
	19716.1	-171036	15109.9	-91019.7	3	3	3	3
	-3.99298	-34.6389	-3.42368	-20.6237	279.738	2426.71	223.414	1345.81
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra I3								
3043	41	82.5	545	-215	30			
	533147	0	155381	0	9.03541	0	3	0
	-68.1953	0	-33.9264	0	2624.64	0	2352.87	0
Max in val ass. Tensione Acciaio sulla fibra E3								
2993	41	48.75	295	-215	30			
	38532.2	-161515	26056.6	-95705.9	3	3	3	3
	-7.80368	-32.7106	-5.90402	-21.6855	546.705	2291.62	385.272	1415.1



## VERIFICHE STR BATOLI

Verifiche T.A.-S.L.E.

Significato dei parametri:

Mat: indica il numero del materiale a cui la verifica fa riferimento

Ver: indica la condizione di carico elementare di appartenenza delle sollecitazioni di verifica. Se la verifica è stata generata da un involuppo assume il seguente significato:

- 1 involuppo che determina lo sforzo normale massimo negativo
- 2 involuppo che determina lo sforzo normale massimo positivo
- 3 involuppo che determina il taglio 1-2 massimo negativo
- 4 involuppo che determina il taglio 1-2 massimo positivo
- 5 involuppo che determina il taglio 1-3 massimo negativo
- 6 involuppo che determina il taglio 1-3 massimo positivo
- 7 involuppo che determina il momento torcente massimo negativo
- 8 involuppo che determina il momento torcente massimo positivo
- 9 involuppo che determina il momento flettente 1-2 massimo negativo
- 10 involuppo che determina il momento flettente 1-2 massimo positivo
- 11 involuppo che determina il momento flettente 1-3 massimo negativo
- 12 involuppo che determina il momento flettente 1-3 massimo positivo
- 17 involuppo che determina S1 massimo negativo
- 18 involuppo che determina S1 massimo positivo
- 19 involuppo che determina S2 massimo negativo
- 20 involuppo che determina S2 massimo positivo
- 21 involuppo che determina S3 massimo negativo
- 22 involuppo che determina S3 massimo positivo
- 23 involuppo che determina S4 massimo negativo
- 24 involuppo che determina S4 massimo positivo

I simboli S1, S2, S3, S4 indicano la “sigma combinata” e si riferiscono al calcolo della tensione fittizia valutata in ipotesi di linearità del comportamento del materiale e resistenza indefinita, la cui massimizzazione individua la più probabile verifica peggiore a pressoflessione, valutata con la formula (sigma positiva indica trazione)

$$\sigma_{id} = \frac{N}{A} \pm \frac{M_{12}}{W_{12}} \pm \frac{M_{13}}{W_{13}}$$

(W sono i moduli di resistenza) sui quattro spigoli del rettangolo ideale con moduli di resistenza pari a quelli della sezione base dell’asta.

Dist: indica la distanza dal punto di inizio beam della sezione verificata

Sollecitazioni di verifica:

N = sforzo normale agente in direzione dell’asse locale 1

V<sub>12</sub>, V<sub>13</sub> = tagli agenti in direzione 2 e 3

M<sub>12</sub>, M<sub>13</sub> = momenti agenti nei piani 12 e 13

MT = momento torcente

ArmNM = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a pressoflessione deviata, seguito dalla posizione delle barre al positivo e al negativo; le verifiche vengono svolte con le posizioni inferiori o uguali alle posizioni al positivo e maggiori o uguali al negativo.

ArmT = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a taglio, seguito dal numero del tratto di staffatura

ArmNMT = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a pressoflessione deviata e taglio, seguito dalla posizione delle barre al positivo, al negativo e dal tratto di staffatura

d<sub>2</sub>, d<sub>3</sub> = altezze utili per verifiche a taglio agente in direzione 2 e 3

b<sub>w2</sub>, b<sub>w3</sub> = larghezze utili per verifiche a taglio agente in direzione 2 e 3

n<sub>st2</sub>, n<sub>st3</sub> = numero braccia utili per le verifiche a taglio V12 e V13 agenti in direzione 2 e 3 rispettivamente.

corr. = armatura longitudinale corrente

Pos = posizione delle barre longitudinali di armatura

smax, smin: indicano le tensioni massime ottenute dalla verifica a tenso-pressoflessione deviata.

CoeffV12, CoeffV13: indicano i coefficienti di sfruttamento a taglio in direzione 2 e 3. CoeffV12 è dato dal rapporto tra il taglio di calcolo V12 agente in direzione 2 e la resistenza a taglio Vr12 in direzione 2.

All’inizio di una riga, nelle tabelle con i risultati delle verifiche, possono comparire i seguenti simboli:

VT = verifica a taglio a Tensioni Ammissibili

AM = verifica delle armature minime richieste per il contenimento della fessurazione: A<sub>s,min</sub> è l’armatura minima richiesta ai sensi della

UNI EN 1992-1-1:2005 (§7.3.2), A<sub>s,disp</sub> è l’armatura disponibile nella zona tesa.

Qualora non siano presenti armature nell’area tesa il calcolo viene eseguito traslando l’asse neutro parallelamente a se stesso fino a raggiungere la prima barra disponibile, e riaggiornando i valori. In tal caso i valori in tabella sono accompagnati da un “^”.

VF = verifica di formazione delle fessure: s<sub>max</sub> è la massima tensione di trazione (su sezione non fessurata) del materiale di calcestruzzo con ID pari a MatCls. Vengono riportati solo i valori di trazione delle tensioni (se presenti).

VD = verifica di decompressione: s<sub>max</sub> è la massima tensione di trazione (su sezione non fessurata) del materiale di calcestruzzo con ID pari a MatCls. Vengono riportati solo i valori di trazione delle tensioni (se presenti).

VA = verifica di apertura delle fessure: w è l’apertura della fessura. Il gruppo di esigenza ed il valore ammissibile utilizzati sono quelli del materiale di riferimento della sottosezione (armatura), ed il tipo di armatura (sensibile/poco sensibile) è quello del materiale delle barre di armatura della sottosezione (se è presente almeno una barra sensibile viene considerata questa come tipo di armatura nella verifica). Nella colonna IDc/TArm, IDc è l’ID del materiale calcestruzzo di riferimento della sottosezione, TArm è il tipo di armatura utilizzato nella verifica di apertura delle fessure (0 = armatura sensibile, 1 = armatura poco sensibile);

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte

Per le verifiche a SLE il gruppo di esigenza (livello di aggressività dell’ambiente) utilizzato è riportato nella descrizione delle caratteristiche dei materiali.

Verifica di Resistenza “~PressoFless.CA SLE rare”

**Tipo Verifica:** Stati Limite d’Esercizio (DM 17/01/2018)

Combinazione di Carico: rara

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;

Set Inviluppo di Verifica utilizzato: “~SL18”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: ~PILASTRI C.A.

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (daN/cm <sup>2</sup> )	Sigma Amm. Compressione (daN/cm <sup>2</sup> )
n.24	B450C	3600	-
n.41	Cls C32/40	0	192

Beam n.91 - Sezione “batolo 60x60 [Rettangolare 60x60 cm]”

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

- Armatura tipo 1 fino a fine asta

Descrizione Armatura tipo 1:

Armatura longitudinale: 8Ø14 (Pos.1, corr.) + 8Ø14 (Pos.-1, corr.)

d<sub>2</sub> = 53.8 cm, b<sub>w2</sub> = 60 cm, d<sub>3</sub> = 53.8 cm, b<sub>w3</sub> = 60 cm

Armatura trasversale tratto di staffatura n°1:

staffa con n<sub>st2</sub> = 2, n<sub>st3</sub> = 2, Ø 10 a passo 25 cm

staffa con n<sub>st2</sub> = 0, n<sub>st3</sub> = 1, Ø 10 a passo 25 cm

staffa con n<sub>st2</sub> = 1, n<sub>st3</sub> = 0, Ø 10 a passo 25 cm

Verifiche a tenso-presso flessione deviata:

Mat	Ver	Dist (cm)	N (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	ArmNM	S <sub>max</sub> (daN/cm <sup>2</sup> )	S <sub>min</sub> (daN/cm <sup>2</sup> )
41	11	0.00	3740.35	1949.41	-312652.66	1 (1,-1)	0.00	-12.55
24	11	0.00	3740.35	1949.41	-312652.66	1 (1,-1)	719.83	-83.58

Verifica di Resistenza-Fessurazione “~PressoFless.CA SLE q.perm”

**Tipo Verifica:** Stati Limite d’Esercizio (DM 17/01/2018)

Combinazione di Carico: quasi permanente

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;

Set Inviluppo di Verifica utilizzato: “~SL18”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: ~PILASTRI C.A.

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (daN/cm <sup>2</sup> )	Sigma Amm. Compressione (daN/cm <sup>2</sup> )
n.24	B450C	-	-
n.41	Cls C32/40	0	144

Parametri per verifiche di fessurazione:

Le verifiche di fessurazione consistono in verifiche di: apertura fessure

E’ stato considerato il caso di azioni di lunga durata o azioni ripetute

Le verifiche di apertura delle fessure mostrate sono solo quelle la cui la massima tensione di trazione nel calcestruzzo (in sezione interamente reagente) supera il valore limite di formazione delle fessure.

La tensione  $\sigma_s$  di cui alla formula (7.9) della UNI EN 1992-1-1:2005 è calcolata come media di tutte le barre tese.

Per ulteriori dettagli sui parametri delle verifiche di fessurazione si veda la descrizione delle caratteristiche dei materiali.

Beam n.78 - Sezione “batolo 60x60 [Rettangolare 60x60 cm]”

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

- Armatura tipo 1 fino a fine asta

Descrizione Armatura tipo 1:

Armatura longitudinale: 8Ø14 (Pos.1, corr.) + 8Ø14 (Pos.-1, corr.)

d<sub>2</sub> = 53.8 cm, b<sub>w2</sub> = 60 cm, d<sub>3</sub> = 53.8 cm, b<sub>w3</sub> = 60 cm

Armatura trasversale tratto di staffatura n°1:

staffa con n<sub>st2</sub> = 2, n<sub>st3</sub> = 2, Ø 10 a passo 25 cm

staffa con n<sub>st2</sub> = 0, n<sub>st3</sub> = 1, Ø 10 a passo 25 cm

staffa con n<sub>st2</sub> = 1, n<sub>st3</sub> = 0, Ø 10 a passo 25 cm

Verifiche a tenso-presso flessione deviata:

Mat	Ver	Dist (cm)	N (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	ArmNM	S <sub>max</sub> (daN/cm <sup>2</sup> )	S <sub>min</sub> (daN/cm <sup>2</sup> )
-----	-----	--------------	------------	----------------	----------------	-------	--------------------------------------------	--------------------------------------------

Verifiche di apertura fessure:

VA:	Ver	Dist (cm)	N (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	ArmNM	w (mm)	IDc/TArm
-----	-----	--------------	------------	----------------	----------------	-------	-----------	----------

VA:	1	0.00	-133.06	4414.36	-78702.07	1 (1,-1)	0.00	41/1
-----	---	------	---------	---------	-----------	----------	------	------

Beam n.91 - Sezione “batolo 60x60 [Rettangolare 60x60 cm]”

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

- Armatura tipo 1 fino a fine asta

Descrizione Armatura tipo 1:

Armatura longitudinale: 8Ø14 (Pos.1, corr.) + 8Ø14 (Pos.-1, corr.)

d<sub>2</sub> = 53.8 cm, b<sub>w2</sub> = 60 cm, d<sub>3</sub> = 53.8 cm, b<sub>w3</sub> = 60 cm

Armatura trasversale tratto di staffatura n°1:

staffa con n<sub>st2</sub> = 2, n<sub>st3</sub> = 2, Ø 10 a passo 25 cm

staffa con n<sub>st2</sub> = 0, n<sub>st3</sub> = 1, Ø 10 a passo 25 cm

staffa con n<sub>st2</sub> = 1, n<sub>st3</sub> = 0, Ø 10 a passo 25 cm

Verifiche a tenso-presso flessione deviata:

Mat	Ver	Dist (cm)	N (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	ArmNM	S <sub>max</sub> (daN/cm <sup>2</sup> )	S <sub>min</sub> (daN/cm <sup>2</sup> )
Verifiche di apertura fessure:								
VA:	Ver	Dist (cm)	N (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	ArmNM	w (mm)	IDc/TArm
41	11	0.00	3175.39	2147.36	-287496.80	1 (1,-1)	0.00	-11.65
24	11	0.00	3175.39	2147.36	-287496.80	1 (1,-1)	651.07	-79.54

Verifica di Fessurazione “~PressoFless.CA SLE freq.”

**Tipo Verifica:** Stati Limite d’Esercizio (DM 17/01/2018)

Combinazione di Carico: frequente

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;

Set Inviluppo di Verifica utilizzato: “~SL18”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: **~PILASTRI C.A.**

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (daN/cm <sup>2</sup> )	Sigma Amm. Compressione (daN/cm <sup>2</sup> )
n.24	B450C	-	-
n.41	Cls C32/40	0	-

Parametri per verifiche di fessurazione:

Le verifiche di fessurazione consistono in verifiche di: apertura fessure

E’ stato considerato il caso di azioni di lunga durata o azioni ripetute

Le verifiche di apertura delle fessure mostrate sono solo quelle la cui la massima tensione di trazione nel calcestruzzo (in sezione interamente reagente) supera il valore limite di formazione delle fessure.

La tensione  $\sigma_s$  di cui alla formula (7.9) della UNI EN 1992-1-1:2005 è calcolata come media di tutte le barre tese.

Per ulteriori dettagli sui parametri delle verifiche di fessurazione si veda la descrizione delle caratteristiche dei materiali.

Beam n.78 - Sezione “batolo 60x60 [Rettangolare 60x60 cm]”

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull’asta:

- Armatura tipo 1 fino a fine asta

Descrizione Armatura tipo 1:

Armatura longitudinale: 8Ø14 (Pos.1, corr.) + 8Ø14 (Pos.-1, corr.)

$d_2 = 53.8$  cm,  $b_{w2} = 60$  cm,  $d_3 = 53.8$  cm,  $b_{w3} = 60$  cm

Armatura trasversale tratto di staffatura n°1:

staffa con  $n_{st2} = 2$ ,  $n_{st3} = 2$ , Ø 10 a passo 25 cm

staffa con  $n_{st2} = 0$ ,  $n_{st3} = 1$ , Ø 10 a passo 25 cm

staffa con  $n_{st2} = 1$ ,  $n_{st3} = 0$ , Ø 10 a passo 25 cm

Verifiche di apertura fessure:

VA:	Ver	Dist (cm)	N (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	ArmNM	w (mm)	IDc/TArm
-----	-----	--------------	------------	----------------	----------------	-------	-----------	----------

VA:	1	0.00	-198.91	4348.92	-76719.98	1 (1,-1)	0.00	41/1
-----	---	------	---------	---------	-----------	----------	------	------

Verifiche S.L.U. generiche/c.a.

Significato dei parametri:

Ver: assume il seguente significato:

- 1 inviluppo che determina lo sforzo normale massimo negativo
- 2 inviluppo che determina lo sforzo normale massimo positivo
- 3 inviluppo che determina il taglio 1-2 massimo negativo
- 4 inviluppo che determina il taglio 1-2 massimo positivo
- 5 inviluppo che determina il taglio 1-3 massimo negativo
- 6 inviluppo che determina il taglio 1-3 massimo positivo
- 7 inviluppo che determina il momento torcente massimo negativo
- 8 inviluppo che determina il momento torcente massimo positivo
- 9 inviluppo che determina il momento flettente 1-2 massimo negativo
- 10 inviluppo che determina il momento flettente 1-2 massimo positivo
- 11 inviluppo che determina il momento flettente 1-3 massimo negativo
- 12 inviluppo che determina il momento flettente 1-3 massimo positivo
- 17 inviluppo che determina S1 massimo negativo
- 18 inviluppo che determina S1 massimo positivo
- 19 inviluppo che determina S2 massimo negativo
- 20 inviluppo che determina S2 massimo positivo
- 21 inviluppo che determina S3 massimo negativo
- 22 inviluppo che determina S3 massimo positivo
- 23 inviluppo che determina S4 massimo negativo
- 24 inviluppo che determina S4 massimo positivo

I simboli S1, S2, S3, S4 indicano la “sigma combinata” e si riferiscono al calcolo della tensione fittizia valutata in ipotesi di linearità del comportamento del materiale e resistenza indefinita, la cui massimizzazione individua la più probabile verifica peggiore a pressoflessione, valutata con la formula (sigma positiva indica trazione)

$$\sigma_{id} = \frac{N}{A} \pm \frac{M_{12}}{W_{12}} \pm \frac{M_{13}}{W_{13}}$$

(W sono i moduli di resistenza) sui quattro spigoli del rettangolo ideale con moduli di resistenza pari a quelli della sezione base dell’asta.

Dist: indica la distanza dal punto di inizio beam della sezione verificata

Sollecitazioni di verifica:

N = sforzo normale agente in direzione dell’asse locale 1

V<sub>12</sub>, V<sub>13</sub> = tagli agenti in direzione 2 e 3

$M_{12}, M_{13}$  = momenti agenti nei piani 12 e 13  
 $MT$  = momento torcente

ArmNM = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a pressoflessione deviata, seguito dalla posizione delle barre al positivo e al negativo; le verifiche vengono svolte con le posizioni inferiori o uguali alle posizioni al positivo e maggiori o uguali al negativo.

ArmT = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a taglio, seguito dal numero del tratto di staffatura

ArmNMT = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a pressoflessione deviata e taglio, seguito dalla posizione delle barre al positivo, al negativo e dal tratto di staffatura

$d_2, d_3$  = altezze utili per verifiche a taglio agente in direzione 2 e 3

$b_{w2}, b_{w3}$  = larghezze utili per verifiche a taglio agente in direzione 2 e 3

$n_{st2}, n_{st3}$  = numero braccia utili per le verifiche a taglio V12 e V13 agenti in direzione 2 e 3 rispettivamente.

corr. = armatura longitudinale corrente

Pos = posizione delle barre longitudinali di armatura

CoeffMN: indica il coefficiente di sfruttamento a flessione e sforzo normale; data la terna di sollecitazione N, M12, M13 si definisce coefficiente di sfruttamento il seguente rapporto (con il pedice "r" sono indicati i valori di resistenza ultimi):

$$\text{CoeffMN} = \frac{N}{N_r} = \frac{M_{12}}{M_{r12}} = \frac{M_{13}}{M_{r13}}$$

CoeffV12, CoeffV13: indicano i coefficienti di sfruttamento a taglio in direzione 2 e 3. CoeffV12 è dato dal rapporto tra il taglio di calcolo V12 agente in direzione 2 e la resistenza a taglio Vr12 in direzione 2. Analogo discorso vale per CoeffV13. Vr12 e Vr13 sono calcolati secondo il par.4.1.2.3.5 DM 17/01/2018. Per i parametri non indicati in questo paragrafo si vedano i parametri delle verifiche a taglio nelle caratteristiche dei materiali.

Tipo: questa colonna contiene eventualmente indicazioni sul tipo di verifica

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte (CoeffMN>1, CoeffV12>1 e CoeffV13>1).

Verifica di Resistenza "~PressoFless.CA SLU"

**Tipo Verifica:** verifiche allo stato limite ultimo secondo il DM 17/01/2018.

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;

Set Inviluppo di Verifica utilizzato: "~SL18"

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: ~PILASTRI C.A.

Resistenza di calcolo a trazione e compressione per SLU:

ID Materiale	Nome materiale	fd a Trazione (daN/cm <sup>2</sup> )	fd a Compressione (daN/cm <sup>2</sup> )
n.24	B450C	3913.04	3913.04
n.41	ClS C32/40	0	181.333

Beam n.89 - Sezione "batolo 60x60 [Rettangolare 60x60 cm]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

- Armatura tipo 1 fino a fine asta

Descrizione Armatura tipo 1:

Armatura longitudinale: 8Ø14 (Pos.1, corr.) + 8Ø14 (Pos.-1, corr.)

$d_2 = 53.8$  cm,  $b_{w2} = 60$  cm,  $d_3 = 53.8$  cm,  $b_{w3} = 60$  cm

Armatura trasversale tratto di staffatura n°1:

staffa con  $n_{st2} = 2$ ,  $n_{st3} = 2$ , Ø 10 a passo 25 cm

staffa con  $n_{st2} = 0$ ,  $n_{st3} = 1$ , Ø 10 a passo 25 cm

staffa con  $n_{st2} = 1$ ,  $n_{st3} = 0$ , Ø 10 a passo 25 cm

Parametri verifiche a taglio (par.4.1.2.3.5 DM 17/01/2018):

Limitazione ctgJ:  $1 \leq ctgJ \leq 2.5$ ;  $a_c = 1$

Ver	Dist (cm)	N (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	V12 (daN)	V13 (daN)	ArmNMT
		CoeffMN	CoeffV12	CoeffV13	Tipo		

Massimo CoeffV12:

4 0.00 -361.39 95427.62 -34454.81 2815.78 -128.14 1 (1,-1,1)  
0.0586 0.0631 0.0029

Beam n.91 - Sezione "batolo 60x60 [Rettangolare 60x60 cm]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

- Armatura tipo 1 fino a fine asta

Descrizione Armatura tipo 1:

Armatura longitudinale: 8Ø14 (Pos.1, corr.) + 8Ø14 (Pos.-1, corr.)

$d_2 = 53.8$  cm,  $b_{w2} = 60$  cm,  $d_3 = 53.8$  cm,  $b_{w3} = 60$  cm

Armatura trasversale tratto di staffatura n°1:

staffa con  $n_{st2} = 2$ ,  $n_{st3} = 2$ , Ø 10 a passo 25 cm

staffa con  $n_{st2} = 0$ ,  $n_{st3} = 1$ , Ø 10 a passo 25 cm

staffa con  $n_{st2} = 1$ ,  $n_{st3} = 0$ , Ø 10 a passo 25 cm

Parametri verifiche a taglio (par.4.1.2.3.5 DM 17/01/2018):

Limitazione ctgJ:  $1 \leq ctgJ \leq 2.5$ ;  $a_c = 1$

Ver	Dist (cm)	N (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	V12 (daN)	V13 (daN)	ArmNMT
		CoeffMN	CoeffV12	CoeffV13	Tipo		

Massimo CoeffMN:

11 0.00 6206.60 2723.91 -471147.53 -121.86 3041.18 1 (1,-1,1)  
0.2498 0.0027 0.0681

Beam n.92 - Sezione "batolo 60x60 [Rettangolare 60x60 cm]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

- Armatura tipo 1 fino a fine asta  
 Descrizione Armatura tipo 1:  
 Armatura longitudinale: 8Ø14 (Pos.1, corr.) + 8Ø14 (Pos.-1, corr.)  
 $d_2 = 53.8$  cm,  $b_{w2} = 60$  cm,  $d_3 = 53.8$  cm,  $b_{w3} = 60$  cm  
 Armatura trasversale tratto di staffatura n°1:  
 staffa con  $n_{st2} = 2$ ,  $n_{st3} = 2$ , Ø 10 a passo 25 cm  
 staffa con  $n_{st2} = 0$ ,  $n_{st3} = 1$ , Ø 10 a passo 25 cm  
 staffa con  $n_{st2} = 1$ ,  $n_{st3} = 0$ , Ø 10 a passo 25 cm  
 Parametri verifiche a taglio (par.4.1.2.3.5 DM 17/01/2018):  
 Limitazione ctgJ:  $1 \leq ctgJ \leq 2.5$ ;  $a_c = 1$

Ver	Dist (cm)	N (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	V12 (daN)	V13 (daN)	ArmNMT
	CoeffMN	CoeffV12	CoeffV13	Tipo			
Massimo CoeffV13:							
6	0.00	3651.21	-374.93	-328737.29		40.73	4661.05 1 (1,-1,1)
0.1676	0.0009	0.1044					

## VERIFICHE STR SOSTEGNI TUBOLARI Ø219 SPESSORE 5.9

Verifiche T.A.-S.L.E.

Significato dei parametri:

Mat: indica il numero del materiale a cui la verifica fa riferimento

Ver: indica la condizione di carico elementare di appartenenza delle sollecitazioni di verifica. Se la verifica è stata generata da un involuppo assume il seguente significato:

- 1 involuppo che determina lo sforzo normale massimo negativo
- 2 involuppo che determina lo sforzo normale massimo positivo
- 3 involuppo che determina il taglio 1-2 massimo negativo
- 4 involuppo che determina il taglio 1-2 massimo positivo
- 5 involuppo che determina il taglio 1-3 massimo negativo
- 6 involuppo che determina il taglio 1-3 massimo positivo
- 7 involuppo che determina il momento torcente massimo negativo
- 8 involuppo che determina il momento torcente massimo positivo
- 9 involuppo che determina il momento flettente 1-2 massimo negativo
- 10 involuppo che determina il momento flettente 1-2 massimo positivo
- 11 involuppo che determina il momento flettente 1-3 massimo negativo
- 12 involuppo che determina il momento flettente 1-3 massimo positivo
- 17 involuppo che determina S1 massimo negativo
- 18 involuppo che determina S1 massimo positivo
- 19 involuppo che determina S2 massimo negativo
- 20 involuppo che determina S2 massimo positivo
- 21 involuppo che determina S3 massimo negativo
- 22 involuppo che determina S3 massimo positivo
- 23 involuppo che determina S4 massimo negativo
- 24 involuppo che determina S4 massimo positivo

I simboli S1, S2, S3, S4 indicano la "sigma combinata" e si riferiscono al calcolo della tensione fittizia valutata in ipotesi di linearità del comportamento del materiale e resistenza indefinita, la cui massimizzazione individua la più probabile verifica peggiore a pressoflessione, valutata con la formula (sigma positiva indica trazione)

$$\sigma_{id} = \frac{N}{A} \pm \frac{M_{12}}{W_{12}} \pm \frac{M_{13}}{W_{13}}$$

(W sono i moduli di resistenza) sui quattro spigoli del rettangolo ideale con moduli di resistenza pari a quelli della sezione base dell'asta.

Dist: indica la distanza dal punto di inizio beam della sezione verificata

Sollecitazioni di verifica:

N = sforzo normale agente in direzione dell'asse locale 1

$V_{12}$ ,  $V_{13}$  = tagli agenti in direzione 2 e 3

$M_{12}$ ,  $M_{13}$  = momenti agenti nei piani 12 e 13

MT = momento torcente

ArmNM = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a pressoflessione deviata, seguito dalla posizione delle barre al positivo e al negativo; le verifiche vengono svolte con le posizioni inferiori o uguali alle posizioni al positivo e maggiori o uguali al negativo.

ArmT = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a taglio, seguito dal numero del tratto di staffatura

ArmNMT = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a pressoflessione deviata e taglio, seguito dalla posizione delle barre al positivo, al negativo e dal tratto di staffatura

$d_2$ ,  $d_3$  = altezze utili per verifiche a taglio agente in direzione 2 e 3

$b_{w2}$ ,  $b_{w3}$  = larghezze utili per verifiche a taglio agente in direzione 2 e 3

$n_{st2}$ ,  $n_{st3}$  = numero braccia utili per le verifiche a taglio V12 e V13 agenti in direzione 2 e 3 rispettivamente.

corr. = armatura longitudinale corrente

Pos = posizione delle barre longitudinali di armatura

smax, smin: indicano le tensioni massime ottenute dalla verifica a tenso-pressoflessione deviata.

CoeffV12, CoeffV13: indicano i coefficienti di sfruttamento a taglio in direzione 2 e 3. CoeffV12 è dato dal rapporto tra il taglio di calcolo V12 agente in direzione 2 e la resistenza a taglio Vr12 in direzione 2.

All'inizio di una riga, nelle tabelle con i risultati delle verifiche, possono comparire i seguenti simboli:

VT = verifica a taglio a Tensioni Ammissibili

AM = verifica delle armature minime richieste per il contenimento della fessurazione:  $A_{s,min}$  è l'armatura minima richiesta ai sensi della UNI EN 1992-1-1:2005 (§7.3.2),  $A_{s,disp}$  è l'armatura disponibile nella zona tesa.

Qualora non siano presenti armature nell'area tesa il calcolo viene eseguito traslando l'asse neutro parallelamente a se stesso fino a raggiungere la prima barra disponibile, e riaggiornando i valori. In tal caso i valori in tabella sono accompagnati da un "Λ".

VF = verifica di formazione delle fessure:  $s_{max}$  è la massima tensione di trazione (su sezione non fessurata) del materiale di calcestruzzo con ID pari a MatCls. Vengono riportati solo i valori di trazione delle tensioni (se presenti).

VD = verifica di decompressione:  $s_{max}$  è la massima tensione di trazione (su sezione non fessurata) del materiale di calcestruzzo con ID pari a MatCls. Vengono riportati solo i valori di trazione delle tensioni (se presenti).

VA = verifica di apertura delle fessure:  $w$  è l'apertura della fessura. Il gruppo di esigenza ed il valore ammissibile utilizzati sono quelli del materiale di riferimento della sottosezione (armatura), ed il tipo di armatura (sensibile/poco sensibile) è quello del materiale delle barre di armatura della sottosezione (se è presente almeno una barra sensibile viene considerata questa come tipo di armatura nella verifica). Nella colonna IDc/TArm, IDc è l'ID del materiale calcestruzzo di riferimento della sottosezione, TArm è il tipo di armatura utilizzato nella verifica di apertura delle fessure (0 = armatura sensibile, 1 = armatura poco sensibile);

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte

Per le verifiche a SLE il gruppo di esigenza (livello di aggressività dell'ambiente) utilizzato è riportato nella descrizione delle caratteristiche dei materiali.

Verifica di Resistenza "~-PressoFless.Acciaio SLE rare"

**Tipo Verifica:** Stati Limite d'Esercizio (DM 17/01/2018)

Combinazione di Carico: rara

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;

Set Inviluppo di Verifica utilizzato: "~-SL18"

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: ~**ACCIAIO**

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (daN/cm²)	Sigma Amm. Compressione (daN/cm²)
n.27	S 275	1900	1900

Beam n.96 - Sezione "Ø219.1 sp.5.9 [Circolare Ø22 s0.59 cm]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): -4.0371e-15 cm; 2.48437e-15 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Verifiche a tenso-presso flessione deviata:

Mat	Ver	Dist (cm)	N (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	ArmNM	$s_{max}$ (daN/cm²)	$s_{min}$ (daN/cm²)
27	3	0.00	-802.50	80663.30	-8350.00	0 (0,0)	382.19	-423.29

Verifica di Resistenza "~-PressoFless.Acciaio SLE q.perm"

**Tipo Verifica:** Stati Limite d'Esercizio (DM 17/01/2018)

Combinazione di Carico: quasi permanente

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;

Set Inviluppo di Verifica utilizzato: "~-SL18"

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: ~**ACCIAIO**

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (daN/cm²)	Sigma Amm. Compressione (daN/cm²)
n.27	S 275	1900	1900

Beam n.96 - Sezione "Ø219.1 sp.5.9 [Circolare Ø22 s0.59 cm]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): -4.0371e-15 cm; 2.48437e-15 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Verifiche a tenso-presso flessione deviata:

Mat	Ver	Dist (cm)	N (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	ArmNM	$s_{max}$ (daN/cm²)	$s_{min}$ (daN/cm²)
27	3	0.00	-802.50	43654.00	-8350.00	0 (0,0)	200.77	-241.87

Verifiche S.L.U. acciaio

Significato dei parametri:

Ver: assume il seguente significato:

- 1 inviluppo che determina lo sforzo normale massimo negativo
- 2 inviluppo che determina lo sforzo normale massimo positivo
- 3 inviluppo che determina il taglio 1-2 massimo negativo
- 4 inviluppo che determina il taglio 1-2 massimo positivo
- 5 inviluppo che determina il taglio 1-3 massimo negativo
- 6 inviluppo che determina il taglio 1-3 massimo positivo
- 7 inviluppo che determina il momento torcente massimo negativo
- 8 inviluppo che determina il momento torcente massimo positivo
- 9 inviluppo che determina il momento flettente 1-2 massimo negativo
- 10 inviluppo che determina il momento flettente 1-2 massimo positivo
- 11 inviluppo che determina il momento flettente 1-3 massimo negativo
- 12 inviluppo che determina il momento flettente 1-3 massimo positivo
- 17 inviluppo che determina S1 massimo negativo
- 18 inviluppo che determina S1 massimo positivo
- 19 inviluppo che determina S2 massimo negativo
- 20 inviluppo che determina S2 massimo positivo
- 21 inviluppo che determina S3 massimo negativo

22 involuppo che determina S3 massimo positivo

23 involuppo che determina S4 massimo negativo

24 involuppo che determina S4 massimo positivo

I simboli S1, S2, S3, S4 indicano la "sigma combinata" e si riferiscono al calcolo della tensione fittizia valutata in ipotesi di linearità del comportamento del materiale e resistenza indefinita, la cui massimizzazione individua la più probabile verifica peggiore a pressoflessione, valutata con la formula (sigma positiva indica trazione)

$$\sigma_{id} = \frac{N}{A} \pm \frac{M_{12}}{W_{12}} \pm \frac{M_{13}}{W_{13}}$$

(W sono i moduli di resistenza) sui quattro spigoli del rettangolo ideale con moduli di resistenza pari a quelli della sezione base dell'asta.

Dist: indica la distanza dal punto di inizio beam della sezione verificata

Sollecitazioni di verifica:

N = sforzo normale agente in direzione dell'asse locale 1

V<sub>12</sub>, V<sub>13</sub> = tagli agenti in direzione 2 e 3

M<sub>12</sub>, M<sub>13</sub> = momenti agenti nei piani 12 e 13

MT = momento torcente

Le verifiche di resistenza e instabilità seguono le indicazioni per il calcolo agli stati limite ultimi del paragrafo 4.2 del DM 17/01/2018 e del cap.6 di EN1993-1-1:2005.

In base alla classe della sezione (par.4.2.3.1 DM2018) si adotta la seguente metodologia di verifica:

Sezioni compatte: Classi 1-2, verifica plastica

Sezioni moderatamente snelle: Classe 3, verifica elastica

Sezioni snelle: Classe 4, non verificate; possono essere forzate ad essere considerate come sezioni di classe 3, con conseguente verifica elastica.

Le sezioni snelle sono soggette a fenomeni di imbozzamento locali, pertanto devono essere effettuate analisi locali sui singoli elementi costituenti la sezione (EN 1993-1-5), tali verifiche non sono eseguite in automatico da CMP.

VERIFICHE DI RESISTENZA:

ArmNMT = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica di resistenza a pressoflessione deviata, taglio e torsione

CoeffRes = coeff. di sfruttamento di resistenza pari, per le classi 1 e 2, al massimo tra CoeffMN, CoeffV e CoeffT, mentre per le classi 3 e 4 è calcolato come rapporto tensionale elastico (eq.4.2.4 par.4.2.4.1.2 DM2018 e par.6.2.1(5) EC3).

CoeffMN = coeff. di sfruttamento di resistenza a pressoflessione deviata (par.4.2.4.1.2 DM2018 e par.6.2.1(5,7) EC3))

CoeffV = coeff. di sfruttamento di resistenza a taglio (par.4.2.4.1.2 DM2018 e par.6.2.6 EC3); le verifiche di resistenza al taglio sono differenziate tra il caso di sezioni di classe 1 e 2, per le quali coeffV è calcolato come la somma del rapporto tra taglio agente e resistente in direzione 2 e 3, e le sezioni di classe 3 e 4, per le quali coeffV è calcolato come rapporto tensionale.

CoeffT = coefficiente di sfruttamento di resistenza a torsione (par. 4.2.4.1.2 DM2018 e par.6.2.7 EC3)

Classe = classificazione della sezione (par.4.2.3.1 DM2018)

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte (CoeffMN>1, CoeffV>1, CoeffT>1)

VERIFICHE DI INSTABILITÀ:

Per le verifiche di instabilità si usa sempre la sezione base.

CoeffN = coefficiente di sfruttamento d'instabilità a compressione (par.4.2.4.1.3.1 DM2018 e par.6.3.1 EC3)

CoeffNM12, CoeffNM13 = coefficiente di sfruttamento d'instabilità flessotorsionale piano 12 e 13 (par.4.2.4.1.3.2 DM2018 ed eq.6.61 e 6.62 par.6.3.3 EC3); per i fattori di interazione viene applicato l'Annex B dell'EC3.

Classe = classificazione della sezione (par.4.2.3.1 DM2018)

Lr1f = lunghezza di riferimento per le verifiche di instabilità su cui si valuta la forma del diagramma del momento sia per il piano di sbandamento 12 e sia 13.

Per il momento Mcr del par.4.2.4.1.3.2 DM2018 (e par.6.3 EC3), poiché non è specificato come calcolarlo, si è adottato il metodo del par.4.3 del BS 5950-1:2000.

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte (CoeffN>1, CoeffNM12>1, CoeffNM13>1)

Verifica di Resistenza "~PressoFless.Acciaio SLU"

**Tipo Verifica:** verifiche allo stato limite ultimo secondo il DM 17/01/2018.

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;

Set Involuppo di Verifica utilizzato: "~SL18"

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: ~ACCIAIO

Resistenza materiali per sezioni di Classe 1-2-3-4 per verifiche SLU (t = spessore sezione)

ID Materiale	Nome materiale	fy (t<40mm) (daN/cm²)	fy (t>40mm) (daN/cm²)	g <sub>M0</sub>
n.27	S 275	2750	2550	1.05

Il CoeffV, per le sezioni di classe 1 e 2 e differenti da tubolari e a doppio T è valutato anche con il rapporto tensionale tangenziale elastico.

Beam n.96 - Sezione "Ø219.1 sp.5.9 [Circolare Ø22 s0.59 cm]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Ver	Dist (cm)	N (daN)	V12 (daN)	V13 (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	MT (daNcm)	ArmNMT
CoeffRes CoeffMN CoeffV CoeffT Classe								
Massimo CoeffT:								
7	0.00	-802.50	424.74	0.00	-131972.53		-8350.00	-9963.81 0
0.1948	0.1948	0.0115	0.0157	1				

Beam n.98 - Sezione "Ø219.1 sp.5.9 [Circolare Ø22 s0.59 cm]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Ver	Dist	N	V12	V13	M12	M13	MT	ArmNMT
-----	------	---	-----	-----	-----	-----	----	--------

	(cm)	(daN)	(daN)	(daN)	(daNcm)	(daNcm)	(daNcm)
	CoeffRes	CoeffMN	CoeffV	CoeffT	Classe		
Massimo CoeffMN:							
19	0.00	-733.90	-562.74	-141.22	196326.53	39121.76	7663.81 0
0.2904	0.2904	0.0190	0.0120	1			
Massimo CoeffV:							
19	0.00	-733.90	-562.74	-141.22	196326.53	39121.76	7663.81 0
0.2904	0.2904	0.0190	0.0120	1			
Massimo CoeffRes:							
19	0.00	-733.90	-562.74	-141.22	196326.53	39121.76	7663.81 0
0.2904	0.2904	0.0190	0.0120	1			

Verifica di Instabilità “~PressoFless.Acciaio SLU”

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;

Set Involuppo di Verifica utilizzato: “~SL18”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: ~**ACCIAIO**

Resistenza materiali per instabilità delle membrature a SLU (con t spessore sezione)

ID Materiale	Nome materiale	fy (t<40mm) (daN/cm²)	fy (t>40mm) (daN/cm²)	g <sub>M1</sub>
n.27	S 275	2750	2550	1.05

Beam n.96 - Sezione “Ø219.1 sp.5.9 [Circolare Ø22 s0.59 cm]”

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Parametri per verifica di Stabilità:

Curva instabilità sbandamento piano 12: Sezione in acciaio Curva a

Curva instabilità sbandamento piano 13: Sezione in acciaio Curva a

Lunghezza di riferimento dell'asta LRif: 298.5 cm

Coefficiente per stabilità distorsionale (solo verifiche Steel World-EN15512)  $c_{db}$ : 1

**NOTA:** nelle parti del testo dedicate all'indicazione della presenza o meno di ritegni per lo sbandamento, se un ritegno è stato individuato in modo automatico da CMP compare anche la scritta “(A)”:

Descrizione	Piano 1-2	Piano 1-3	Svergolamento
Coefficienti di vincolo	2	2	1
Lunghezze effettive aste	298.5 cm	298.5 cm	298.5 cm
Lunghezze libere di inflessione	597 cm	597 cm	298.5 cm
Ritegno per lo sbandamento inizio Beam (nodo 6253)	presente	presente	presente
Ritegno per lo sbandamento fine Beam (nodo 6259)	assente	assente	assente

Snellezza sbandamento piano 12: 79.6618

Snellezza sbandamento piano 13: 79.6618

Ver	Dist (cm)	N (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	CoeffN	CoeffNM12	CoeffNM13	Classe
Massimo CoeffN:								
1	82.25	-1185.45	0.00	-12525.00	0.0160	0.0341	0.0269	1
Massimo CoeffNM12:								
17	82.25	-802.50	89455.76	-161022.53		0.0109	0.2277	0.1998 1

Beam n.98 - Sezione “Ø219.1 sp.5.9 [Circolare Ø22 s0.59 cm]”

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Parametri per verifica di Stabilità:

Curva instabilità sbandamento piano 12: Sezione in acciaio Curva a

Curva instabilità sbandamento piano 13: Sezione in acciaio Curva a

Lunghezza di riferimento dell'asta LRif: 298.5 cm

Coefficiente per stabilità distorsionale (solo verifiche Steel World-EN15512)  $c_{db}$ : 1

**NOTA:** nelle parti del testo dedicate all'indicazione della presenza o meno di ritegni per lo sbandamento, se un ritegno è stato individuato in modo automatico da CMP compare anche la scritta “(A)”:

Descrizione	Piano 1-2	Piano 1-3	Svergolamento
Coefficienti di vincolo	2	2	1
Lunghezze effettive aste	298.5 cm	298.5 cm	298.5 cm
Lunghezze libere di inflessione	597 cm	597 cm	298.5 cm
Ritegno per lo sbandamento inizio Beam (nodo 6251)	presente	presente	presente
Ritegno per lo sbandamento fine Beam (nodo 6257)	assente	assente	assente

Snellezza sbandamento piano 12: 79.6618



Snellezza sbandamento piano 13: 79.6618

Ver	Dist (cm)	N (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	CoeffN	CoeffNM12	CoeffNM13	Classe
Massimo CoeffNM13:								
19	82.25	-733.90	196326.53	39121.76	0.0099	0.1598	0.2256	1

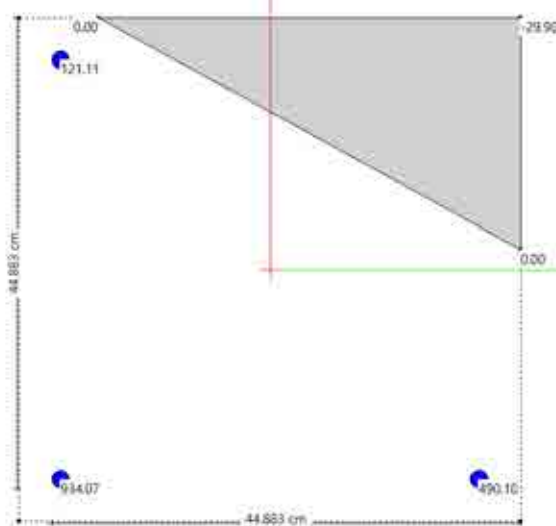
## VERIFICA PIASTRA DI BASE

-----  
 -Collegamento: C1 - base  
 -----

Valori massimi di sollecitazione rilevati per l'involuppo Beam\Truss ~SL18 STR SLV

Tipo	n°Asta	Tipo asta	X (cm)	N (daN)	T12 (daN)	T13 (daN)	MT ( daNcm)	M13 ( daNcm)	M12 ( daNcm)
N min	96	Beam	0.00	-1185.45	0.00	0.00	0.00	-12525.0	0.00
N max	96	Beam	0.00	-660.30	0.00	0.00	0.00	-6680.00	0.00
T12 min	96	Beam	0.00	-802.50	-470.74	0.00	-7663.81	-8350.00	-152673.
T12 max	96	Beam	0.00	-802.50	562.74	0.00	7663.81	-8350.00	196326.5
T13 min	96	Beam	0.00	-802.50	0.00	-470.74	0.00	-161023.	89455.76
T13 max	96	Beam	0.00	-802.50	0.00	470.74	0.00	144322.5	0.00
Mt min	96	Beam	0.00	-802.50	-424.74	0.00	-9963.81	-8350.00	-131973.
Mt max	96	Beam	0.00	-802.50	516.74	0.00	9963.81	-8350.00	175626.5
M13 min	98	Beam	0.00	-802.50	0.00	-470.74	0.00	-161023.	89455.76
M13 max	96	Beam	0.00	-733.90	0.00	470.74	0.00	145992.5	0.00
M12 min	96	Beam	0.00	-802.50	-470.74	0.00	-7663.81	-8350.00	-152673.
M12 max	96	Beam	0.00	-802.50	562.74	0.00	7663.81	-8350.00	196326.5
S1 min	98	Beam	0.00	-802.50	233.22	-470.74	2299.14	-161023.	89455.76
S1 max	96	Beam	0.00	-660.30	-141.22	470.74	-2299.14	145992.5	-45801.8
S2 min	96	Beam	0.00	-733.90	233.22	470.74	2299.14	145992.5	89455.76
S2 max	98	Beam	0.00	-728.90	-141.22	-470.74	-2299.14	-161023.	-45801.8
S3 min	96	Beam	0.00	-733.90	-141.22	470.74	-2299.14	145992.5	-45801.8
S3 max	98	Beam	0.00	-728.90	233.22	-470.74	2299.14	-161023.	89455.76
S4 min	98	Beam	0.00	-802.50	-141.22	-470.74	-2299.14	-161023.	-45801.8
S4 max	96	Beam	0.00	-660.30	233.22	470.74	2299.14	145992.5	89455.76

Sezione 48x48 piastra di base [ Rettangolare 48x48 cm] - Sezione Base  
 M13 = 145993.00 daNcm M12 89456.000 daNcm N = -660.000 daN  
 Coordinate Asse Neutro: P1(24 cm, 1.93009 cm) - P2(-16.4126 cm, 24 cm)  
 Pto appl/N Baricentro delle porzi: X= 0.00000000 cm Y= 0.00000000 cm  
 Unità di misura Tensione (daN/cm²)



$$\sigma_c = 29.9 \text{ daN/cm}^2 < f_{cd} = 181 \text{ daN/cm}^2$$

### Verifica ancoraggio tirafondo

Massima tensione barra M20: 934 daN/cm²

N = 934 daN/cm² \* 2.45 (A<sub>res</sub>) = 2288 daN

Per C32/40 si ha:

$$f_{ctk}=21 \text{ daN/cm}^2$$

in zona tesa:

$$f_{bk}=2.25\eta_1\eta_2f_{ctk}=2.25*0.7*1*21=33.1 \text{ daN/cm}^2$$

$$f_{bd}=f_{bk}/\gamma_c=33.1/1.5=22.1 \text{ daN/cm}^2$$

lunghezza tirafondo:

$$(L-R-A)+20*\Phi=(33-5-13.5)+20*2.0=55 \text{ cm}$$

Quindi si ha:

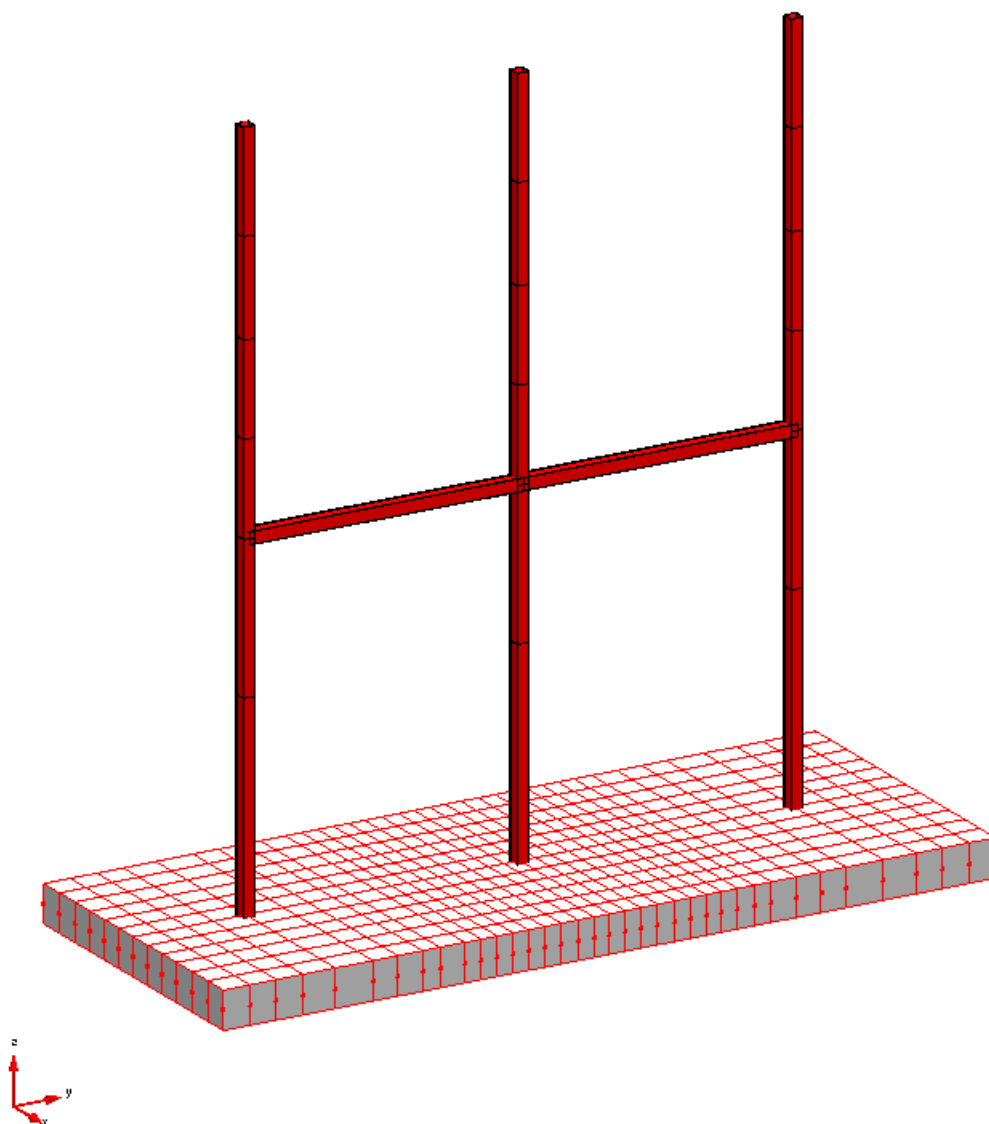
$$\tau=2288/(\pi*2.0*55)=6.6 \text{ daN/cm}^2 < f_{bd}=22.1 \text{ daN/cm}^2$$

#### E.4 MANUFATTO 3 – INTERRUTTORE TRIPOLARE

##### E.4.1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Trattasi di nuova realizzazione di fondazione in cemento armato alla quale sono fissati tre piedritti reticolari, che sostengono le apparecchiature. La soletta ha pianta rettangolare di lati pari a 620cm per 250cm, e spessore pari a 30cm. La quota d'intradosso della fondazione è fissata a -30cm dal piano campagna. La quota d'imposta di -100cm dal piano campagna è raggiunta previa stesura di uno strato di magrone di 70cm.

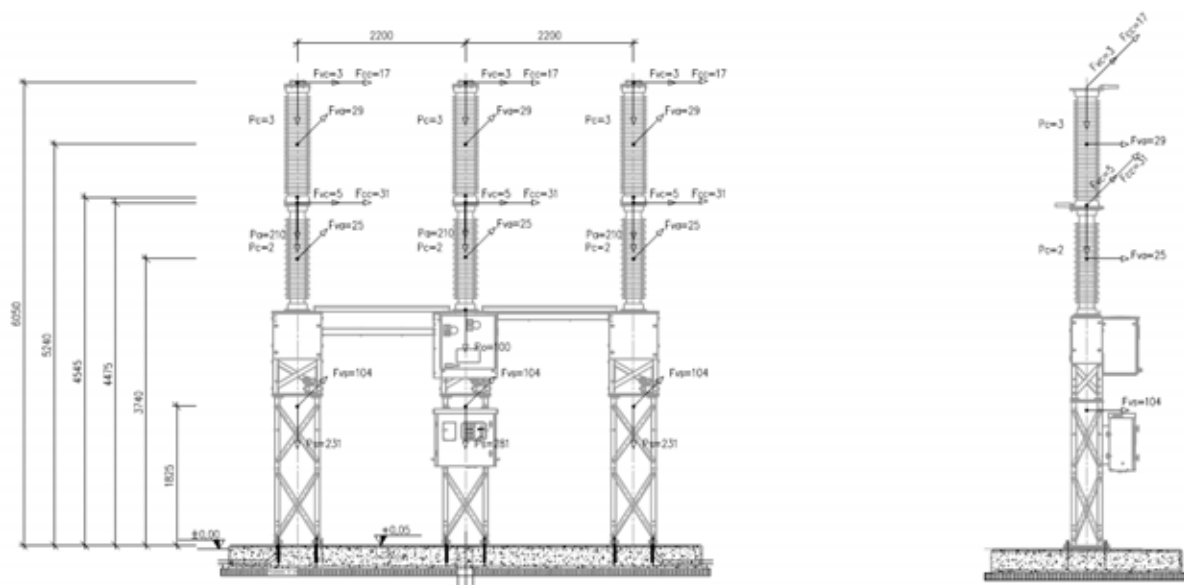
#### E.4.2 AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE



Il modello è sottoposto alle seguenti condizioni di carico

Nome	CdC	mltX	mltY	mltZ	Tipo	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$	$\Psi_{2s}$	$\phi$
peso proprio	1	0	0	-1	Permanente (St)	1	1	1	1	1
peso sostegni e apparecchiature	2	0	0	0	Permanente non strutt (St)	1	1	1	1	1
sforzo elettrodinamico 1	3	0	0	0	Generico (St)	1	1	1	1	1
sforzo elettrodinamico 2	4	0	0	0	Generico (St)	1	1	1	1	1
sforzo elettrodinamico 3	5	0	0	0	Generico (St)	1	1	1	1	1
sforzo elettrodinamico 4	6	0	0	0	Generico (St)	1	1	1	1	1
sforzo elettrodinamico 5	7	0	0	0	Generico (St)	1	1	1	1	1
sforzo elettrodinamico 6	8	0	0	0	Generico (St)	1	1	1	1	1
operatore 1	9	0	0	0	Abitazioni Uffici (St)	0.7	0.5	0.3	0.3	1
operatore 2	10	0	0	0	Abitazioni Uffici (St)	0.7	0.5	0.3	0.3	1
operatore 3	11	0	0	0	Abitazioni Uffici (St)	0.7	0.5	0.3	0.3	1
vento X	12	0	0	0	Vento (St)	0.6	0.2	0	0	0
vento Y	13	0	0	0	Vento (St)	0.6	0.2	0	0	0
sovr. accidentale platea	14	0	0	0	Abitazioni Uffici (St)	0.7	0.5	0.3	0.3	1
Sisma SLO X	15	1	0	0	Sisma SLE X (StEq)					
Sisma SLO Y	16	0	1	0	Sisma SLE Y (StEq)					
Sisma SLD X	17	1	0	0	Sisma SLE X (StEq)					
Sisma SLD Y	18	0	1	0	Sisma SLE Y (StEq)					
Sisma SLV X	19	1	0	0	Sisma SLU X (StEq)					
Sisma SLV Y	20	0	1	0	Sisma SLU Y (StEq)					

Il manufatto in oggetto è caratterizzato dai seguenti carichi:



#### E.4.3 CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE

L'analisi strutturale è stata svolta su un modello di elementi finiti sottoposto ad analisi statica equivalente, nel quale l'azione sismica è definita riferendosi allo spettro di progetto, assumendo un fattore di comportamento  $q$ .

Il modello della struttura è tridimensionale per rappresentare in modo adeguato le effettive distribuzioni spaziali di massa, rigidità e resistenza.

Nel caso in esame è possibile trascurare l'azione sismica verticale (par. 7.2.1 delle <2>).

L'analisi sismica della struttura sarà effettuata con una analisi lineare statica equivalente.

Si assume  $q=1$

Sono stati indagati i seguenti Stati limite:

SLU STR sulle strutture di fondazione.

SLU GEO sulle strutture di fondazione.

SLE freq, rare e quasi perm sulle strutture di fondazione.

#### E.4.4 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Di seguito sono indicate le principali combinazioni delle azioni in relazione agli SLU e SLE indagati.

##### SOLLECITAZIONI DI INVILUPPO SU COLLEGAMENTI DI ELEMENTI BEAM - TRUSS

Per ciascuna Condizione di Carico di Involuppo vengono riportate le sollecitazioni di ciascun collegamento di elementi tipo Beam/Truss

Beam/Truss = Numero dell'Elemento Beam-Truss

T = Tipo di entità: B = Beam, T = TRUSS

X = Coordinata del punto di inviluppo

N = Sforzo assiale (positivo se di trazione, concorde con verso positivo asse 1 del colleg.)

T12 = Taglio agente nel piano locale 12

T13 = Taglio agente nel piano locale 13

MT = Momento Torcente

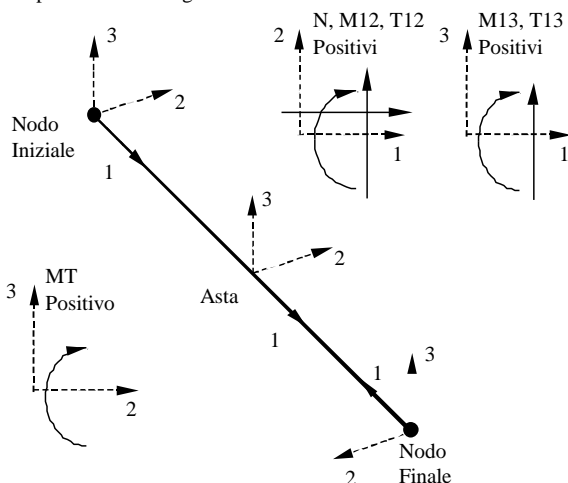
M12 = Momento agente nel piano locale 12

M13 = Momento agente nel piano locale 13

I simboli S1, S2, S3, S4 indicano la "sigma combinata" e si riferiscono al calcolo della tensione fittizia valutata in ipotesi di linearità del comportamento del materiale e resistenza indefinita, la cui massimizzazione individua la più probabile verifica peggiore a pressoflessione, valutata con la formula (sigma positiva indica trazione)

$$\sigma_{comb} = \frac{N}{A} \pm \frac{M_{12}}{W_{12}} \pm \frac{M_{13}}{W_{13}}$$

(W sono i moduli di resistenza) sui quattro spigoli del rettangolo ideale con moduli di resistenza pari a quelli della sezione dell'asta all'estremità corrispondente al collegamento.



Riferimenti locali dei collegamenti d'estremità di un'asta  
Sono di seguito elencati i dati dei seguenti involucri:

#### ~SL18 STR SLV

Descrizione involucro "~SL18 STR SLV"

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involucro automatiche

n°CdC o Involucro	Nome CdC o Involucro	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Involucro	~SL18 STR SLV_1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involucro	~SL18 STR SLV_2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involucro	~SL18 STR SLV_3	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involucro	~SL18 SLU Sism. Orizz._1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involucro	~SL18 SLU Sism. Orizz._2	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli involucri contenuti nell'involucro "~SL18 STR SLV"

Descrizione involucro "~SL18 STR SLV\_1":

n°CdC o Involucro	Nome CdC o Involucro	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		0	1.5
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 4	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	sforzo elettrodinamico 5	Variabile		0	1.5
CdC elem. 8St	sforzo elettrodinamico 6	Variabile		0	1.5
CdC elem. 9St	operatore 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 10St	operatore 2	Variabile		0	1.5
CdC elem. 11St	operatore 3	Variabile		0	1.5
CdC elem. 12St	vento X	Var.non Contemp.	3	-0.9	0.9
CdC elem. 13St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-0.9	0.9
CdC elem. 14St	sovr. accidentale platea	Variabile		0	1.5

Descrizione involucro "~SL18 STR SLV\_2":

n°CdC o Involucro	Nome CdC o Involucro	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	peso sostegni e apparecchiature	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	sforzo elettrodinamico 1	Variabile		0	1.5
CdC elem. 4St	sforzo elettrodinamico 2	Variabile		0	1.5
CdC elem. 5St	sforzo elettrodinamico 3	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	sforzo elettrodinamico 4	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	sforzo elettrodinamico 5	Variabile		0	1.5
CdC elem. 8St	sforzo elettrodinamico 6	Variabile		0	1.5
CdC elem. 9St	operatore 1	Variabile		0	1.05
CdC elem. 10St	operatore 2	Variabile		0	1.05
CdC elem. 11St	operatore 3	Variabile		0	1.05
CdC elem. 12St	vento X	Var.non Contemp.	3	-1.5	1.5
CdC elem. 13St	vento Y	Var.non Contemp.	3	-1.5	1.5
CdC elem. 14St	sovr. accidentale platea	Variabile		0	1.05

Descrizione involucro "~SL18 STR SLV\_3":

n°CdC o Involucro	Nome CdC o Involucro	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	peso proprio	Permanente		1	1.3