

Regione Campania

Provincia di Avellino



COMUNE DI LACEDONIA



COMUNE DI AQUILONIA



COMUNE DI MONTEVERDE



**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO ED OPERE CONNESSE, COMPOSTO DA 10 AEROGENERATORI DELLA POTENZA DI 6.2 MW, PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 62 MW SITO NEI COMUNI DI LACEDONIA (AV), MONTEVERDE (AV) E AQUILONIA (AV) E DA UN SISTEMA DI ACCUMULO ELETTROCHIMICO DA 18.6 MW SITO NEL COMUNE DI LACEDONIA**

# CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI

RELAZIONE

## A33 - 1.4

### PROPONENTE:

**SKI 20 s.r.l.**  
via Caradosso n.9  
Milano 20123  
P.Iva 12128910960



### PROGETTO E SIA:

#### Progettista:

ing. Carlo RUSSO  
Ordine Ing. della provincia di Avellino n. 1719  
Via P.S. Mancini n. 77  
83044 - Bisaccia (AV)  
tel. +39 08271948030 cell. +39 3497834211  
pec: carlo.russo@ingegneriavellino.it

TIMBRI:



EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
01	Luglio 2023	Ing. Carlo Russo	Ing. Carlo Russo	Ing. Carlo Russo	Progetto Definitivo

# 1 Premessa

---

Il presente documento costituisce la relazione preliminare sulle strutture relativa alla realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica, da realizzarsi nei territori comunali di Lacedonia, Aquilonia e Monteverde, in provincia di Avellino, da parte della società **SKI 20 S.R.L.**, con sede legale in Via Caradosso 9, Milano

Il progetto proposto ricade al punto 2 dell'elenco di cui all'allegato II alla Parte Seconda del d.lgs. n. 152/2006 e s.m.i., come modificato dal d.lgs. n. 104/2017, "*impianti eolici per la produzione di energia elettrica sulla terraferma con potenza complessiva superiore a 30 MW*", pertanto risulta soggetto al procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale per il quale il Ministero della Transizione Ecologica di concerto con il Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo, svolge il ruolo di autorità competente in materia.

Nello specifico, è prevista l'installazione di 10 aerogeneratori, con relative opere civili, reti infrastrutturali ed elettriche e la realizzazione del cavidotto esterno destinato al trasposto dell'energia prodotta dal parco e di una nuova stazione di trasformazione MT/AT per la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN). Il nuovo parco eolico e di storage, costituito da aerogeneratori di potenza unitaria pari a 6,2 MW, ha una potenza complessiva di 62 MW. L'area del parco eolico ricade in zona classificata agricola (zona E) come desunto dallo strumento urbanistico (PRG) dei comuni interessati Lacedonia, Aquilonia e Monteverde.

Nel seguito della relazione verranno riportate differenziate tutte le singole fondazioni delle apparecchiature elettromeccaniche della sottostazione, le platee per i container nell'area di accumulo e le fondazioni degli shelter di controllo.

## 2 Normativa di riferimento

---

Le fasi di analisi e verifica della struttura sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative, per quanto applicabili in relazione al criterio di calcolo adottato dal progettista, evidenziato nel prosieguo della presente relazione:

- Legge 5 novembre 1971 n. 1086 (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321) “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64 (G. U. 21 marzo 1974 n. 76) “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”. Indicazioni progettive per le nuove costruzioni in zone sismiche a cura del Ministero per la Ricerca scientifica - Roma 1981;
- D. M. Infrastrutture Trasporti 17/01/2018 (G.U. 20/02/2018 n. 42 - Suppl. Ord. n. 8) “Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni”.

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nelle seguenti norme:

- Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti “Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018”.
- Eurocodice 3 - “Progettazione delle strutture in acciaio” - EN 1993-1-1.

# **TRASFORMATORE MT/AT**

### 3 Introduzione – Trasformatore MT/AT

---

La fondazione del trasformatore è una platea nervata in calcestruzzo su cui viene posizionato, scorrendo su binari fino alla posizione operativa, il trasformatore da alta a media tensione del peso stimato di circa 1000 kN. Le dimensioni in pianta risultano pari a 8.34 per 11.5 m, la quota di posa del piano di fondazione è circa 1.50 m sotto al piano campagna.

Ai fini delle verifiche condotte sulla sottostruttura in calcestruzzo il carico è considerato nella sua posizione operativa ed è schematizzato a favore di sicurezza come 4 carichi puntuali di 250 kN cadauno.

Vengono riportate di seguito due viste assonometriche contrapposte, allo scopo di consentire una migliore comprensione della struttura oggetto della presente relazione:

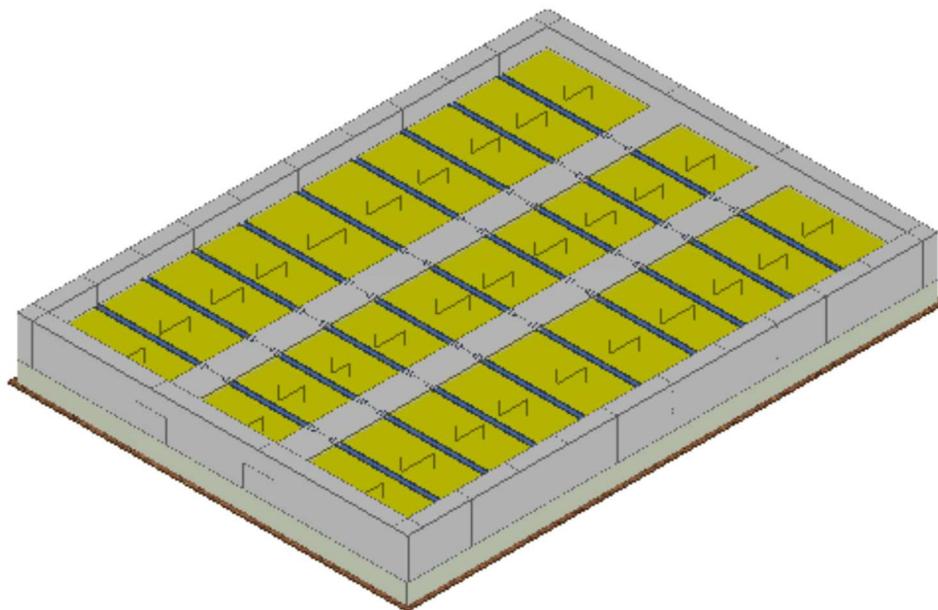


Figura 1: vista tridimensionale della fondazione del TRASFORMATORE MT/AT

## 4 Materiali impiegati

Tutti i materiali strutturali impiegati devono essere muniti di marcatura "CE" ed essere conformi alle prescrizioni del "REGOLAMENTO (UE) N. 305/2011 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 9 marzo 2011", in merito ai prodotti da costruzione.

Per la realizzazione dell'opera in oggetto saranno impiegati i seguenti materiali:

### CALCESTRUZZO

Caratteristiche calcestruzzo armato															
N <sub>id</sub>	γ <sub>k</sub>	α <sub>T, i</sub>	E	G	C <sub>Erid</sub>	Stz	R <sub>ck</sub>	R <sub>cm</sub>	%R <sub>ck</sub>	γ <sub>c</sub>	f <sub>cd</sub>	f <sub>ctd</sub>	f <sub>cfm</sub>	N	n Ac
	[N/m <sup>3</sup> ]	[1/°C]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[%]		[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]			[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		
<b>Cls C28/35_B450C - (C28/35)</b>															
001	25 000	0,000010	32 588	13 578	60	P	35,00	-	0,85	1,50	16,46	1,32	3,40	15	002

#### LEGENDA:

- N<sub>id</sub>** Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.  
**γ<sub>k</sub>** Peso specifico.  
**α<sub>T, i</sub>** Coefficiente di dilatazione termica.  
**E** Modulo elastico normale.  
**G** Modulo elastico tangenziale.  
**C<sub>Erid</sub>** Coefficiente di riduzione del Modulo elastico normale per Analisi Sismica [ $E_{sisma} = E \cdot C_{Erid}$ ].  
**Stz** Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).  
**R<sub>ck</sub>** Resistenza caratteristica cubica.  
**R<sub>cm</sub>** Resistenza media cubica.  
**%R<sub>ck</sub>** Percentuale di riduzione della R<sub>ck</sub>.  
**γ<sub>c</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza del materiale.  
**f<sub>cd</sub>** Resistenza di calcolo a compressione.  
**f<sub>ctd</sub>** Resistenza di calcolo a trazione.  
**f<sub>cfm</sub>** Resistenza media a trazione per flessione.  
**n Ac** Identificativo, nella relativa tabella materiali, dell'acciaio utilizzato: [-] = parametro NON significativo per il materiale.

### ACCIAIO

Caratteristiche acciaio																
N <sub>id</sub>	γ <sub>k</sub>	α <sub>T, i</sub>	E	G	Stz	f <sub>yk,1</sub> / f <sub>yk,2</sub>	f <sub>tk,1</sub> / f <sub>tk,2</sub>	f <sub>yd,1</sub> / f <sub>yd,2</sub>	f <sub>td</sub>	γ <sub>s</sub>	γ <sub>M1</sub>	γ <sub>M2</sub>	γ <sub>M3,SLV</sub>	γ <sub>M3,SLE</sub>	γ <sub>M7</sub>	
	[N/m <sup>3</sup> ]	[1/°C]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]						NCnt	Cnt
<b>Acciaio B450C - (B450C)</b>																
002	78 500	0,000010	210 000	80 769	P	450,00 -	-	391,30 -	-	1,15	-	-	-	-	-	-
<b>S275 - (S275)</b>																
003	78 500	0,000012	210 000	80 769	P	275,00 255,00	430 410	261,90 242,86	-	1,05	1,05	1,25	-	-	-	-

#### LEGENDA:

- N<sub>id</sub>** Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.  
**γ<sub>k</sub>** Peso specifico.  
**α<sub>T, i</sub>** Coefficiente di dilatazione termica.  
**E** Modulo elastico normale.  
**G** Modulo elastico tangenziale.  
**Stz** Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).  
**f<sub>tk,1</sub>** Resistenza caratteristica a Rottura (per profili con t ≤ 40 mm).  
**f<sub>tk,2</sub>** Resistenza caratteristica a Rottura (per profili con 40 mm < t ≤ 80 mm).  
**f<sub>td</sub>** Resistenza di calcolo a Rottura (Bulloni).  
**γ<sub>s</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza allo SLV del materiale.  
**γ<sub>M1</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza per instabilità.  
**γ<sub>M2</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza per sezioni tese indebolite.  
**γ<sub>M3,SLV</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLV (Bulloni).  
**γ<sub>M3,SLE</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLE (Bulloni).  
**γ<sub>M7</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza precarico di bulloni ad alta resistenza (Bulloni - NCnt = con serraggio NON controllato; Cnt = con serraggio controllato). [-] = parametro NON significativo per il materiale.

**Caratteristiche acciaio**

N <sub>id</sub>	γ <sub>k</sub>	α <sub>T, i</sub>	E	G	Stz	f <sub>yk,1/</sub> / f <sub>yk,2</sub>		f <sub>tk,1/</sub> / f <sub>tk,2</sub>		f <sub>yd,1/</sub> / f <sub>yd,2</sub>		f <sub>td</sub>	γ <sub>s</sub>	γ <sub>M1</sub>	γ <sub>M2</sub>	γ <sub>M3,SLV</sub>	γ <sub>M3,SLE</sub>	γ <sub>M7</sub>	
																		NCnt	Cnt
	[N/m <sup>2</sup> ]	[1/°C]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]								

- f<sub>yk,1</sub>** Resistenza caratteristica allo snervamento (per profili con t ≤ 40 mm).
- f<sub>yk,2</sub>** Resistenza caratteristica allo snervamento (per profili con 40 mm < t ≤ 80 mm).
- f<sub>yd,1</sub>** Resistenza di calcolo (per profili con t ≤ 40 mm).
- f<sub>yd,2</sub>** Resistenza di calcolo (per profili con 40 mm < t ≤ 80 mm).
- NOTE** [-] = Parametro non significativo per il materiale.

## 5 Terreni

Tutti i parametri che caratterizzano i terreni di fondazione sono riportati di seguito. La stratigrafia è la medesima in corrispondenza di ciascuna fonazione.

### TERRENI

N <sub>TRN</sub>	γ <sub>T</sub>	K <sub>1</sub>			φ	c <sub>u</sub>	c'	E <sub>d</sub>	E <sub>cu</sub>	A <sub>S-B</sub>
		K <sub>1X</sub>	K <sub>1Y</sub>	K <sub>1Z</sub>						
	[N/m <sup>3</sup> ]	[N/cm <sup>2</sup> ]	[N/cm <sup>2</sup> ]	[N/cm <sup>2</sup> ]	[°]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	
<b>CONGLOMERATI</b>										
T001	17 450	60	60	30	31	0,000	0,002	15	0	0,000
<b>SABBIE FINI</b>										
T002	17 450	60	60	30	31	0,000	0,002	15	0	0,000
<b>SABBIE CALCAREO QUARZOSE</b>										
T003	18 030	60	60	300	31	0,000	0,002	12	0	0,000
<b>ARGILLE</b>										
T004	19 750	60	60	300	26	0,000	0,007	25	0	0,000

#### LEGENDA:

<b>N<sub>TRN</sub></b>	Numero identificativo del terreno.
<b>γ<sub>T</sub></b>	Peso specifico del terreno.
<b>K<sub>1</sub></b>	Valori della costante di Winkler riferita alla piastra Standard di lato b = 30 cm nelle direzioni degli assi del riferimento globale X (K <sub>1X</sub> ), Y (K <sub>1Y</sub> ), e Z (K <sub>1Z</sub> ).
<b>φ</b>	Angolo di attrito del terreno.
<b>c<sub>u</sub></b>	Coesione non drenata.
<b>c'</b>	Coesione efficace.
<b>E<sub>d</sub></b>	Modulo edometrico.
<b>E<sub>cu</sub></b>	Modulo elastico in condizione non drenate.
<b>A<sub>S-B</sub></b>	Parametro "A" di Skempton-Bjerrum per pressioni interstiziali.

### STRATIGRAFIE

N <sub>TRN</sub>	Q <sub>i</sub>	Q <sub>f</sub>	Cmp. S.	Add	Stratigrafie
					ΔEd
	[m]	[m]			
<b>[S001]-Stratigrafia</b>					
T001	0,00	-4,00	incoerente	sciolto	nulla
T002	-4,00	-12,00	incoerente	sciolto	nulla
T003	-12,00	-20,00	incoerente	sciolto	nulla
T004	-20,00	INF	coerente	sciolto	nulla

#### LEGENDA:

<b>N<sub>TRN</sub></b>	Numero identificativo della stratigrafia.
<b>Q<sub>i</sub></b>	Quota iniziale dello strato (riferito alla quota iniziale della stratigrafia).
<b>Q<sub>f</sub></b>	Quota finale dello strato (riferito alla quota iniziale della stratigrafia). INF = infinito (profondità dello strato finale).
<b>Cmp. S.</b>	Comportamento dello strato.
<b>Add</b>	Addensamento dello strato.
<b>ΔEd</b>	Variazione con la profondità del modulo edometrico.

## 6 Analisi dei carichi

### 6.1 Carichi agenti

N <sub>id</sub>	T. C.	Descrizione del Carico	Tipologie di Carico	Analisi carichi						
				Peso Proprio		Permanente NON Strutturale		Sovraccarico Accidentale		Carico Neve
				Descrizione	PP	Descrizione	PNS	Descrizione	SA	
									[N/m <sup>2</sup> ]	[N/m <sup>2</sup> ]
002	S	Pavimentazione	Coperture accessibili solo per manutenzione	Ghiaia più grigliato (50x4 maglia 22x76)	2 220		0	Manutenzione	500	432

#### LEGENDA:

**N<sub>id</sub>** Numero identificativo dell'analisi di carico.

**T. C.** Identificativo del tipo di carico: [S] = Superficiale - [L] = Lineare - [C] = Concentrato.

**PP, PNS,** Valori, rispettivamente, del Peso Proprio, del Sovraccarico Permanente NON strutturale, del Sovraccarico Accidentale.

**SA** Secondo il tipo di carico indicato nella colonna "T.C." ("S" - "L" - "C"), i valori riportati nelle colonne "PP", "PNS" e "SA", sono espressi in [N/m<sup>2</sup>] per carichi Superficiali, [N/m] per carichi Lineari, [N] per carichi Concentrati.

### 6.2 Azione della neve

Il carico da neve è stato calcolato seguendo le prescrizioni del §3.4 del D.M. 2018 e le integrazioni della Circolare 2019 n. 7. Il carico da neve, calcolato come di seguito riportato, è stato combinato con le altre azioni variabili definite al §2.5.3, ed utilizzando i coefficienti di combinazione della Tabella 2.5.I del D.M. 2018. Il carico da neve superficiale da applicare sulle coperture è stato stimato utilizzando la relazione [cfr. §3.4.1 D.M. 2018]:

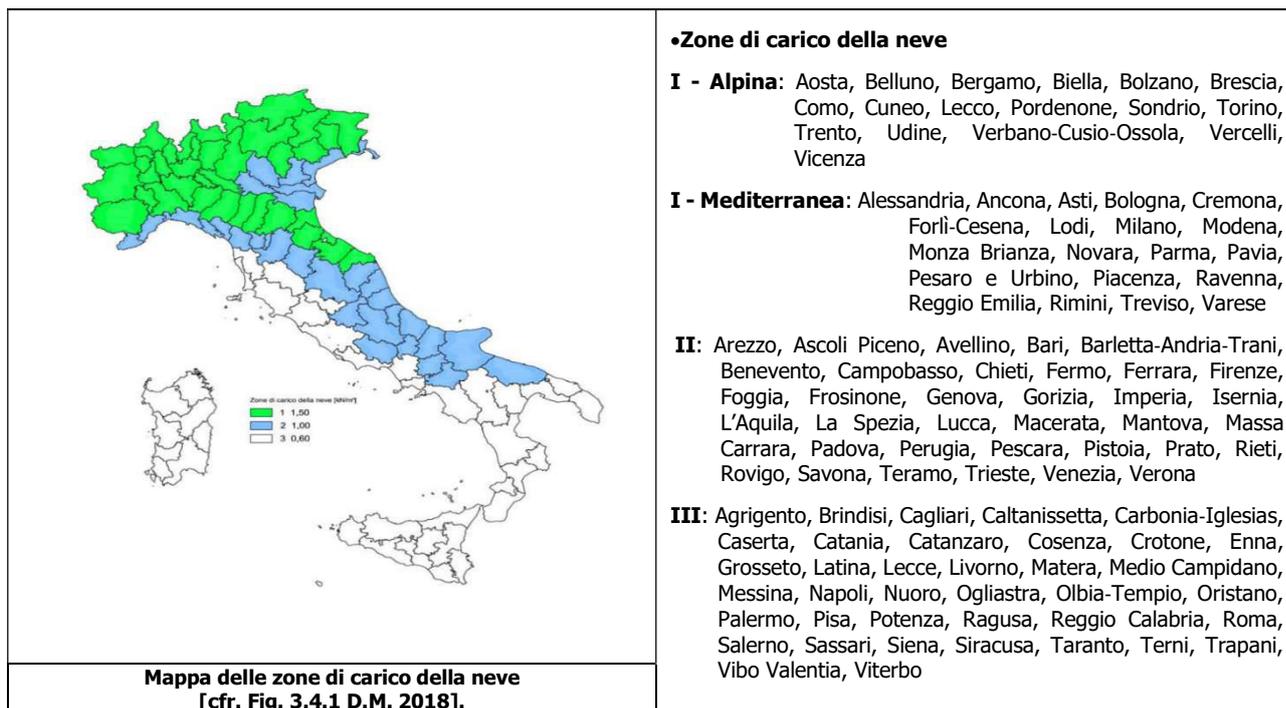
$$q_s = q_{sk} \cdot \mu_i \cdot C_e \cdot C_t$$

dove:

- $q_{sk}$  è il valore di riferimento del carico della neve al suolo, in [kN/m<sup>2</sup>]. Tale valore è calcolato in base alla posizione ed all'altitudine ( $a_s$ ) secondo quanto indicato alla seguente tabella;

#### Valori di riferimento del carico della neve al suolo, $q_{sk}$ (cfr. §3.4.2 D.M. 2018):

Zona	$a_s \leq 200$ m	$a_s > 200$ m
I - Alpina	$q_{sk} = 1,50$ kN/m <sup>2</sup>	$q_{sk} = 1,39 [1+(a_s/728)^2]$ kN/m <sup>2</sup>
I - Mediterranea	$q_{sk} = 1,50$ kN/m <sup>2</sup>	$q_{sk} = 1,35 [1+(a_s/602)^2]$ kN/m <sup>2</sup>
II	$q_{sk} = 1,00$ kN/m <sup>2</sup>	$q_{sk} = 0,85 [1+(a_s/481)^2]$ kN/m <sup>2</sup>
III	$q_{sk} = 0,60$ kN/m <sup>2</sup>	$q_{sk} = 0,51 [1+(a_s/481)^2]$ kN/m <sup>2</sup>



### 6.3 Combinazioni di carico

La struttura è calcolata con vita utile 50 anni. In accordo con il paragrafo 2.5.3 del D.M. 17/01/2018 la combinazione per le verifiche agli S.L.U. è:

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

dove:

- $\gamma_{G1}$  coefficiente parziale per peso proprio della struttura e dei pesi permanenti;
- $G_1$  è il valore caratteristico dei carichi permanenti;
- $\gamma_{Q1}$  coefficiente parziale dell'azione variabile;
- $\psi_{0i}$  = è il coefficiente di combinazione che fornisce il valore raro dell'azione variabile  $Q_{kj}$ ;
- $\psi_{2i}$  = è il coefficiente di combinazione che fornisce il valore quasi-permanente dell'azione variabile  $Q_{kj}$ ;
- $Q_{kj}$  è il valore caratteristico dell'azione variabile  $Q_i$ ;

Allo S.L.E. le sollecitazioni con cui sono state semiprogettate le aste in c.a. sono state ricavate applicando le formule riportate nel D.M. 2018 al §2.5.3. Per le verifiche agli stati limite di esercizio, a seconda dei casi, si fa riferimento alle seguenti combinazioni di carico:

rara	frequente	quasi permanente
------	-----------	------------------

---


$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P + Q_{k1} + \sum_{i > 1} \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \quad \left| \quad \sum_{j \geq 1} G_{kj} + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_{i > 1} \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \quad \left| \quad \sum_{j \geq 1} G_{kj} + P + \sum_{i > 1} \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

dove:

- $G_{kj}$ : valore caratteristico della j-esima azione permanente;
- $P_{kh}$ : valore caratteristico della h-esima deformazione impressa;
- $Q_{ki}$ : valore caratteristico dell'azione variabile di base di ogni combinazione;
- $Q_{ki}$ : valore caratteristico della i-esima azione variabile;
- $\psi_{0i}$ : coefficiente atto a definire i valori delle azioni ammissibili di durata breve ma ancora significativi nei riguardi della possibile concomitanza con altre azioni variabili;
- $\psi_{1i}$ : coefficiente atto a definire i valori delle azioni ammissibili ai frattili di ordine 0,95 delle distribuzioni dei valori istantanei;
- $\psi_{2i}$ : coefficiente atto a definire i valori quasi permanenti delle azioni ammissibili ai valori medi delle distribuzioni dei valori istantanei.

## 7 Codice di calcolo impiegato

---

L'analisi strutturale della fondazione è stata sviluppata mediante calcolo automatico con modello tridimensionale utilizzando il programma Edilus sviluppato dalla ACCA Software.

Il software consente di modellare la struttura, di effettuare il dimensionamento e le verifiche di tutti gli elementi strutturali e di generare gli elaborati grafici esecutivi.

È una procedura integrata dotata di tutte le funzionalità necessarie per consentire il calcolo completo di una struttura mediante il metodo degli elementi finiti (FEM); la modellazione della struttura è realizzata tramite elementi Beam (travi e pilastri) e Shell (platee, pareti, solette, setti, travi-parete).

L'input della struttura avviene per oggetti (travi, pilastri, solai, solette, pareti, etc.) in un ambiente grafico integrato; il modello di calcolo agli elementi finiti, che può essere visualizzato in qualsiasi momento in una apposita finestra, viene generato dinamicamente dal software.

Apposite funzioni consentono la creazione e la manutenzione di archivi Sezioni, Materiali e Carichi; tali archivi sono generali, nel senso che sono creati una tantum e sono pronti per ogni calcolo, potendoli comunque integrare/modificare in ogni momento.

L'utente non può modificare il codice, ma soltanto eseguire delle scelte come:

- definire i vincoli di estremità per ciascuna asta (vincoli interni) e gli eventuali vincoli nei nodi (vincoli esterni);
- modificare i parametri necessari alla definizione dell'azione sismica;
- definire condizioni di carico;
- definire gli impalcati come rigidi o meno.

Il programma è dotato di un manuale tecnico ed operativo. L'assistenza è effettuata direttamente dalla casa produttrice, mediante linea telefonica o e-mail.

Il calcolo si basa sul solutore agli elementi finiti MICROSAP prodotto dalla società TESYS srl. La scelta di tale codice è motivata dall'elevata affidabilità dimostrata e dall'ampia documentazione a disposizione, dalla quale risulta la sostanziale uniformità dei risultati ottenuti su strutture standard con i risultati internazionalmente accettati ed utilizzati come riferimento.

Tutti i risultati del calcolo sono forniti, oltre che in formato numerico, anche in formato grafico permettendo così di evidenziare agevolmente eventuali incongruenze.

Il programma consente la stampa di tutti i dati di input, dei dati del modello strutturale utilizzato, dei risultati del calcolo e delle verifiche dei diagrammi delle sollecitazioni e delle deformate.

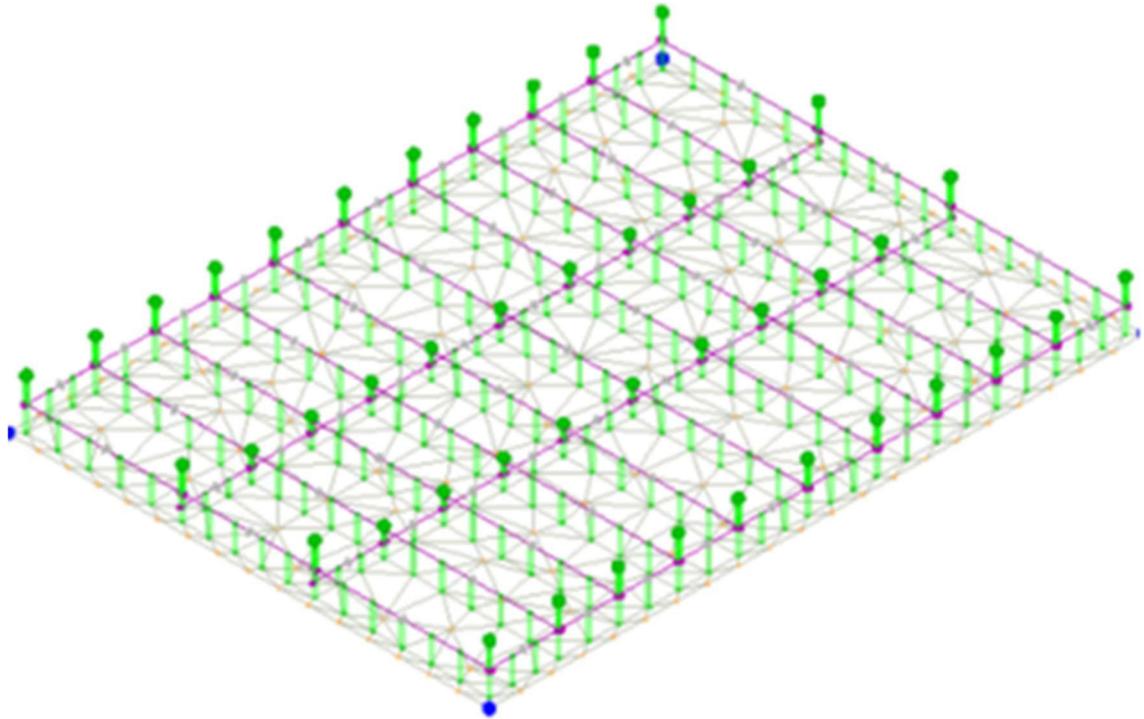
### 7.1 Modello di calcolo

---

Il modello della struttura viene creato automaticamente dal codice di calcolo, individuando i vari elementi strutturali e fornendo le loro caratteristiche geometriche e meccaniche.

Viene definita un'opportuna numerazione degli elementi (nodi, aste, shell) costituenti il modello, al fine di individuare celermente ed univocamente ciascun elemento.

Qui di seguito è fornita una rappresentazione grafica dettagliata della discretizzazione operata con evidenziazione dei nodi e degli elementi.



**Figura 2: modello strutturale della fondazione**

## 8 Verifiche geotecniche

Ai fini del calcolo strutturale, il terreno sottostante l'opera viene modellato secondo lo schema di Winkler, cioè un sistema costituito da un letto di molle elastiche mutuamente indipendenti. Ciò consente di ricavare le rigidità offerte dai manufatti di fondazione, siano queste profonde o superficiali, che sono state introdotte direttamente nel modello strutturale per tener conto dell'interazione opera/terreno.

Nelle verifiche allo stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove:

- $E_d$  è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;
- $R_d$  è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

Le verifiche strutturali e geotecniche delle fondazioni, sono state effettuate con l'Approccio 2 come definito al §2.6.1 del D.M. 2018, attraverso la combinazione A1+M1+R3. Le azioni sono state amplificate tramite i coefficienti della colonna A1 (STR) definiti nella tabella 6.2.I del D.M. 2018.

**Tabella 6.2.I - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni [cfr. D.M. 2018]**

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	A1 (STR)	A2 (GEO)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	1,00	1,00
	Sfavorevole		1,30	1,00
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,80	0,80
	Sfavorevole		1,50	1,30
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_Q$	0,00	0,00
	Sfavorevole		1,50	1,30

<sup>(1)</sup> Per i carichi permanenti  $G_2$  si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{G1}$

I valori di resistenza del terreno sono stati ridotti tramite i coefficienti della colonna M1 definiti nella tabella 6.2.II del D.M. 2018.

**Tabella 6.2.II - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno [cfr. D.M. 2018]**

PARAMETRO GEOTECNICO	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza a taglio	$\tan\phi_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40
Peso dell'unità di volume	$\gamma_f$	$\gamma_f$	1,00	1,00

Per le fondazioni su pali, i valori calcolati delle resistenze totali dell'elemento strutturale sono stati divisi per i coefficienti R3 della tabella 6.4.II del D.M. 2018.

**Tabella 6.4.II - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali (cfr. D.M. 2018)**

Resistenza	Simbolo	infissi	trivellati	ad elica continua
	$\gamma_R$	R3	R3	R3
Base	$\gamma_b$	1,15	1,35	1,30
Laterale in compressione	$\gamma_s$	1,15	1,15	1,15

Totale(*)	$\gamma_t$	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	$\gamma_{s,t}$	1,25	1,25	1,25

(\*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

## 8.1 Verifica a carico limite fondazioni dirette

La formula del carico limite esprime l'equilibrio fra il carico applicato alla fondazione e la resistenza limite del terreno. Il carico limite è dato dalla seguente espressione:

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot \Psi_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot \Psi_q + \frac{B'}{2} \cdot \gamma_f \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot \Psi_\gamma \cdot r_\gamma$$

in cui:

$c$  = coesione del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;

$q = \gamma \cdot D$  = pressione geostatica in corrispondenza del piano di posa della fondazione;

$\gamma$  = peso unità di volume del terreno al di sopra del piano di posa della fondazione;

$D$  = profondità del piano di posa della fondazione;

$B'$  = larghezza ridotta della suola di fondazione (vedi NB);

$L$  = lunghezza della fondazione;

$\gamma_f$  = peso unità di volume del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;

$N_c, N_q, N_\gamma$  = fattori di capacità portante;

$s, d, i, g, b, \Psi, r$  = coefficienti correttivi.

NB: Se la risultante dei carichi verticali è eccentrica,  $B$  e  $L$  saranno ridotte rispettivamente di:

$$B' = B - 2 \cdot eB$$

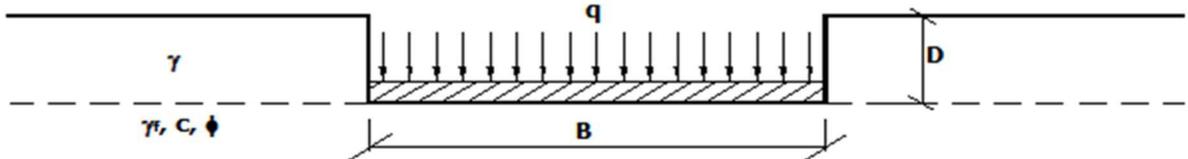
$eB$  = eccentricità parallela al lato di dimensione  $B$ ;

$$L' = L - 2 \cdot eL$$

$eL$  = eccentricità parallela al lato di dimensione  $L$ ;

con  $B' \leq L'$ .

dove:



Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLU

Id <sub>Fnd</sub>	CS	L <sub>x</sub>	L <sub>y</sub>	R <sub>tz</sub>	Z <sub>P.cmp</sub>	Z <sub>Fid</sub>	Cmp T	C. Terzaghi						Q <sub>Ed</sub>	Q <sub>Rd</sub>	R <sub>f</sub>
								per N <sub>q</sub>	per N <sub>c</sub>	per N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>c</sub>	N <sub>γ</sub>			
Platea 1	13,96	10,40	7,65	180,00	0,50	16,50	Coesivo	1,48	1,50	0,60	20,63	32,67	25,99	0,043	0,606	NO

### LEGENDA:

**Id<sub>Fnd</sub>** Descrizione dell'oggetto di fondazione al quale è riferita la verifica.

**CS** Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se  $CS \geq 100$ ; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).

**L<sub>x/y</sub>** Dimensioni dell'elemento di fondazione.

**R<sub>tz</sub>** Angolo compreso tra l'asse X e il lato più lungo del minimo rettangolo che delimita il poligono della platea.

**Z<sub>P.cmp</sub>** Profondità di posa dell'elemento di fondazione dal piano campagna.

**Z<sub>Fid</sub>** Profondità della falda dal piano campagna.

**Cmp T** Classificazione del comportamento del terreno ai fini del calcolo.

**C.** Coefficienti correttivi per la formula di Terzaghi.

### Terzaghi

**Q<sub>Ed</sub>** Carico di progetto sul terreno.

**Q<sub>Rd</sub>** Resistenza di progetto del terreno.

**R<sub>f</sub>** [SI] = elemento con presenza di rinforzo; [NO] = elemento senza rinforzo.

## 8.2 Tensioni sul terreno

Si riporta, di seguito, un'immagine raffigurante lo stato tensionale massimo allo S.L.U. sul terreno.

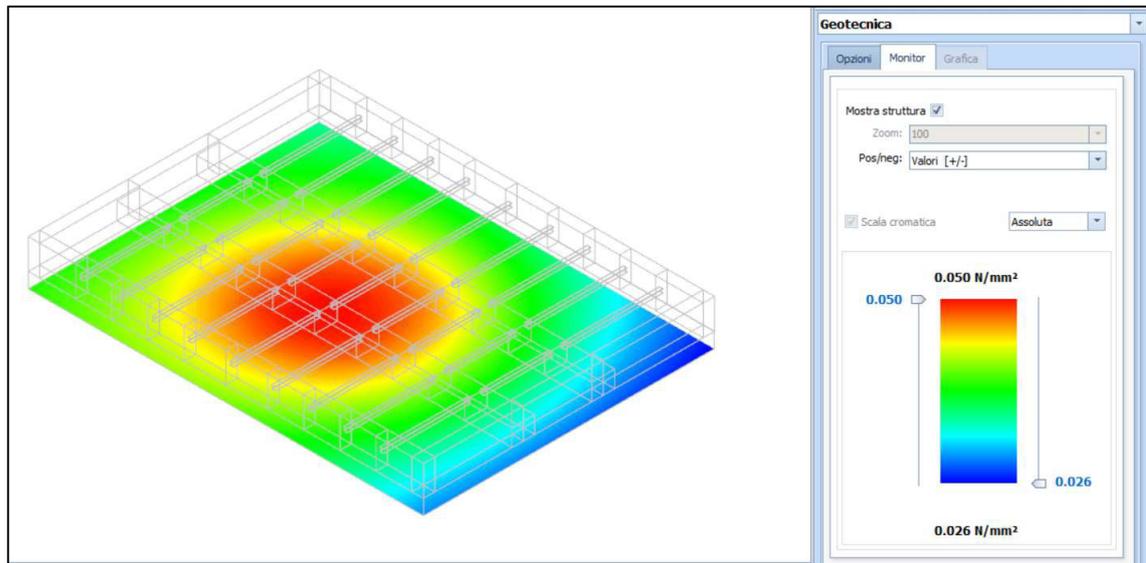


Figura 3: tensioni sul terreno

## 8.3 Calcolo dei cedimenti

Noti gli incrementi di tensione nei vari strati, per il calcolo dei cedimenti viene adottato il metodo edometrico di Terzaghi, distinguendo tra terreni a grana grossa e terreni a grana fine.

- **Terreni a grana grossa**

Per questi terreni i cedimenti si estinguono immediatamente per cui il cedimento iniziale ( $w_0$ ) coincide con quello finale ( $w_f$ ).

In tal caso, per il calcolo del cedimento, sarebbe indispensabile far ricorso a procedimenti empirici che utilizzano i risultati di prove in sito.

Viste le difficoltà e l'incertezza nella stima di specifici parametri geotecnici, il cedimento è stato valutato utilizzando il metodo edometrico.

- **Terreni a grana fina**

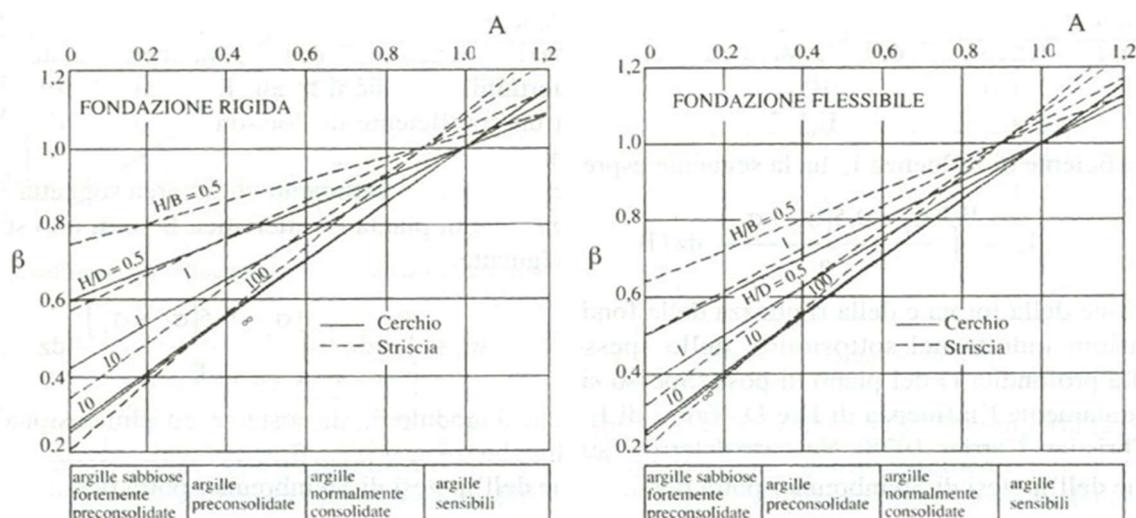
Il metodo edometrico fornisce il cedimento a lungo termine, NON consentendo di valutare il cedimento iniziale. Calcolato l'incremento di tensioni  $\Delta\sigma_i$  nei vari strati, ognuno di spessore  $H_i$  e modulo  $E_{ed,i}$ , il cedimento edometrico risulta pari a:

$$w_{ed} = \sum_i \frac{\Delta\sigma_i}{E_{ed,i}} \cdot H_i .$$

Per la stima del cedimento di consolidazione si utilizza il metodo di Skempton e Bjerrum che esprime tale cedimento come un'aliquota di quello edometrico, pertanto:

$$W_c = \beta \cdot W_{ed}$$

I valori del coefficiente  $\beta$  sono riportati in grafici in funzione della rigidezza della fondazione, della forma della fondazione, dello spessore dello strato deformabile e del coefficiente di Skempton "A" (vedi figura sottostante).



Il coefficiente "A" di Skempton può essere ricavato in funzione del grado di consolidazione del terreno come indicato nella seguente tabella.

Grado di consolidazione del terreno	A <sub>Skempton</sub>
basso	0,75 ÷ 1,50
normale	0,50 ÷ 1,00
poco sovraconsolidato	0,20 ÷ 0,50
molto sovraconsolidato	0,00 ÷ 0,25

Il software utilizza il valore medio degli intervalli indicati. Tuttavia il tecnico è libero di inserire manualmente tali parametri qualora siano state fatte indagini specifiche relative alla loro determinazione.

Il cedimento iniziale  $w_0$  è calcolato con la teoria dell'elasticità in termini di tensioni totali secondo la seguente espressione:

$$w_0 = \frac{q \cdot B}{E_u} \cdot I_w$$

in cui:

- $E_u$  è il modulo di elasticità NON drenato;
- $q$  è il carico (medio ripartito) sulla fondazione;
- $B$  è la larghezza caratteristica della fondazione,
- $I_w$  è il coefficiente di influenza.

Il coefficiente di influenza  $I_w$  ha la seguente espressione:

$$I_w = \int_0^{H/B} \frac{\sigma_z - 0,5 \cdot (\sigma_x + \sigma_y)}{q} dz/B$$

in cui H è lo spessore dello strato deformabile e le  $s_x$  e  $s_y$  sono calcolate con un coefficiente di Poisson che, in condizioni NON drenate, è assunto pari a 0,5.

Il modulo di elasticità NON drenato di un terreno può essere ricavato dalla seguente tabella in cui è messo in relazione con la coesione NON drenata ( $c_u$ ), l'indice di plasticità ( $I_p$ ) e il grado di consolidazione del terreno (OCR). Tuttavia il tecnico è libero di inserire manualmente tali parametri qualora siano state fatte indagini specifiche relative alla loro determinazione.

Noti i cedimenti in un certo numero di punti significativi, è possibile calcolare le distorsioni angolari ( $\beta$ ) come:

$$\beta_{ij} = \Delta W_{ij}/L_{ij};$$

dove:

$D_{wij}$ : cedimento differenziale tra i punti i e j;

$L_{ij}$ : distanza tra la coppia di punti i e j.

Geotecnica - Calcolo dei cedimenti						
Idw	Nps	Nid	W <sub>ed</sub> [cm]	W <sub>o</sub> [cm]	W <sub>c</sub> [cm]	W <sub>f</sub> [cm]
<b>SLE Rare:Carico Permanente * 1 + Coperture accessibili solo per manutenzione * 1 + Carico da Neve &lt;= 1000 m s.l.m. * 0.5 + trasformatore * 1</b>						
C0001	00341		1,92	1,92	0,00	1,92
C0002	00048		0,63	0,63	0,00	0,63
C0003	00047		0,65	0,65	0,00	0,65
C0004	00046		0,59	0,59	0,00	0,59
C0005	00045		0,57	0,57	0,00	0,57
<b>SLE Rare:Carico Permanente * 1 + Carico da Neve &lt;= 1000 m s.l.m. * 1 + trasformatore * 1</b>						
C0001	00341		1,90	1,90	0,00	1,90
C0002	00048		0,62	0,62	0,00	0,62
C0003	00047		0,64	0,64	0,00	0,64
C0004	00046		0,58	0,58	0,00	0,58
C0005	00045		0,56	0,56	0,00	0,56
<b>SLE Rare:Carico Permanente * 1 + Carico da Neve &lt;= 1000 m s.l.m. * 0.5 + trasformatore * 1</b>						
C0001	00341		1,89	1,89	0,00	1,89
C0002	00048		0,62	0,62	0,00	0,62
C0003	00047		0,64	0,64	0,00	0,64
C0004	00046		0,58	0,58	0,00	0,58
C0005	00045		0,56	0,56	0,00	0,56
<b>SLE Freq:Carico Permanente * 1 + trasformatore * 1</b>						
C0001	00341		1,88	1,88	0,00	1,88
C0002	00048		0,61	0,61	0,00	0,61
C0003	00047		0,63	0,63	0,00	0,63
C0004	00046		0,57	0,57	0,00	0,57
C0005	00045		0,55	0,55	0,00	0,55
<b>SLE Freq:Carico Permanente * 1 + Carico da Neve &lt;= 1000 m s.l.m. * 0.2 + trasformatore * 1</b>						
C0001	00341		1,88	1,88	0,00	1,88
C0002	00048		0,62	0,62	0,00	0,62
C0003	00047		0,64	0,64	0,00	0,64
C0004	00046		0,57	0,57	0,00	0,57
C0005	00045		0,55	0,55	0,00	0,55
<b>SLE Perm:Carico Permanente * 1 + trasformatore * 1</b>						
C0001	00341		1,88	1,88	0,00	1,88
C0002	00048		0,61	0,61	0,00	0,61
C0003	00047		0,63	0,63	0,00	0,63
C0004	00046		0,57	0,57	0,00	0,57
C0005	00045		0,55	0,55	0,00	0,55

#### LEGENDA:

- Idw** Identificativo del Punto Significativo (punto in cui viene calcolato il cedimento).  
**Nps** Numero identificativo del Punto Significativo.  
**Nid** Numero identificativo dell'elemento verticale (pilastro, estremo parete, setto).  
 [\*]= indica la presenza di un nodo intermedio calcolato sulla base della parete/setto/muro.  
**W<sub>ed</sub>** Cedimento edometrico.  
**W<sub>o</sub>** Cedimento istantaneo.  
**W<sub>c</sub>** Cedimento di consolidazione.  
**W<sub>f</sub>** Cedimento finale.

## 8.4 Verifica a scorrimento

La verifica a scorrimento sul piano di posa della fondazione, eseguita allo SLU (SLV), consiste nel confronto fra la forza agente parallelamente al piano di scorrimento (azione,  $F_d$ ) e la resistenza ( $R_d$ ), ossia la risultante delle tensioni tangenziali limite sullo stesso piano, sommata, in casi particolari, alla risultante delle tensioni limite agenti sulle superfici laterali della fondazione.

La resistenza  $R_d$  della fondazione allo scorrimento è data dalla somma di tre componenti:

1. Componente dovuta all'attrito  $F_{RD1}$ , pari a:

$$F_{RD1} = N_d \cdot \tan\phi;$$

dove:

$N_d$  = carico efficace di progetto, normale alla base della fondazione;

$\phi$  = angolo di resistenza a taglio (d'attrito) del terreno a contatto con la fondazione.

2. Componente dovuta all'adesione  $F_{RD2}$ , pari a:

$$F_{RD2} = A' \cdot c;$$

dove:

$A'$  = superficie efficace della base della fondazione;

$c$  = coesione del terreno, pari alla coesione efficace ( $c'$ ) in condizioni drenate o alla coesione non drenata ( $c_u$ ) in condizioni non drenate.

3. Componente dovuta all'affondamento  $F_{RD3}$  della fondazione. Tale eventuale contributo resistente è dovuto alla spinta passiva che si genera sul lato verticale della fondazione quando le forze orizzontali la spingono contro lo scavo (incasso).

Si evidenzia che nel caso in cui lo sforzo normale sia di trazione i primi due contributi vengono annullati.

Inoltre, nel caso in cui il terreno sia dotato di coesione non drenata e attrito, il programma esegue la verifica a scorrimento ignorando il contributo dovuto all'attrito terra-fondazione e calcola l'aliquota dovuta all'adesione con riferimento alla coesione non drenata.

Si precisa che il valore relativo alla colonna  $F_{RD}$ , di cui nella tabella seguente, è da intendersi come il valore di progetto della resistenza allo scorrimento  $R_d$ , ossia il rapporto fra la resistenza ed il valore del coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_R$  relativo allo scorrimento della struttura di fondazione su piano di posa, in relazione all'approccio utilizzato. Nel caso in esame il coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_R$  è stato assunto pari a 1,10 (tabella 6.4.I del D.M. 2018).

Geotecnica - Verifiche a scorrimento									
Elm	Dir	$N_{Ed}$	$M_{Ed}$	$V_{Ed}$	$F_{RD1}$	$F_{RD2}$	$F_{RD3}$	$F_{RD}$	CS
		[N]	[N-m]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	
Platea 1	B	3 195 917	236 036	-19	1745728	135482	28276	1909486	NS
	L	2 822 700	747 339	24	1541863	134345	38440	1714648	NS

### LEGENDA:

**Elm** Elemento di fondazione su cui si esegue la verifica.

**Dir** Direzione di verifica: per Plinti [B]= asse locale 2; [L]= asse locale 3. Per Winkler [B]= asse locale 3; [L]= asse locale 1. Per Platee [B]= asse globale Y; [L]= asse globale X.

**$F_{RD1}$**  Aliquota di resistenza allo scorrimento per attrito terra-fondazione.

**$F_{RD2}$**  Aliquota di resistenza allo scorrimento per adesione.

**$F_{RD3}$**  Aliquota di resistenza allo scorrimento per affondamento.

**Geotecnica - Verifiche a scorrimento**

Elm	Dir	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	V <sub>Ed</sub>	F <sub>RD1</sub>	F <sub>RD2</sub>	F <sub>RD3</sub>	F <sub>RD</sub>	CS
		[N]	[N·m]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]

**F<sub>RD</sub>** Resistenza allo scorrimento.

**CS** Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se  $CS \geq 100$ ; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).

**N<sub>Ed</sub>, M<sub>Ed</sub>, V<sub>Ed</sub>** Sollecitazioni di progetto.

## 9 Verifiche strutturali

La verifica degli elementi allo S.L.U. avviene col seguente procedimento: si costruiscono le combinazioni non sismiche in base al D.M. 2018, ottenendo un insieme di sollecitazioni; si combinano tali sollecitazioni con quelle dovute all'azione del sisma secondo quanto indicato nel §2.5.3, relazione (2.5.5) del D.M. 2018; per sollecitazioni semplici (flessione retta, taglio, etc.) si individuano i valori minimo e massimo con cui progettare o verificare l'elemento considerato; per sollecitazioni composte (pressoflessione retta/deviata) vengono eseguite le verifiche per tutte le possibili combinazioni e solo a seguito di ciò si individua quella che ha originato il minimo coefficiente di sicurezza.

### 9.1 Verifica a pressoflessione retta della fondazione

Si riporta di seguito, in forma tabellare, la verifica a pressoflessione retta allo S.L.U. della fondazione del trasformatore MT/AT.

#### VERIFICHE PRESSOFLESSIONE RETTA ALLO SLU (Fondazione)

Verifiche pressoflessione retta allo SLU																			
Dir	Pos	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS
			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]	
<b>Fondazione</b>																			
<b>Platea 1</b>																			
P	S	00045	0	0	0,06158	0,06158	-	00046	0	0	0,06158	0,06158	-	00047	0	0	0,06158	0,06158	-
	I		-1	336	0,06158	0,06158	NS		262	336	0,06158	0,06158	NS		-2	473	0,06158	0,06158	NS
			120												246				
S	S		0	0	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-
	I		-	116	0,06158	0,06158	NS		1	272	0,06158	0,06158	NS		5	335	0,06158	0,06158	NS
			822						788						200				
P	S	00048	0	0	0,06158	0,06158	-	00200	4	192	0,06158	0,06158	NS	00201	-8	15	0,06158	0,06158	NS
	I		-3	442	0,06158	0,06158	NS		700	1	0,06158	0,06158	82,67		274	66	0,06158	0,06158	NS
			739						-41	148					62				
									262						137				
S	S		0	0	0,06158	0,06158	-		-	475	0,06158	0,06158	NS		-1	415	0,06158	0,06158	NS
	I		3	109	0,06158	0,06158	NS		117	3	0,06158	0,06158	25,21		197	3	0,06158	0,06158	28,58
			698						721	488					9	023			
P	S	00202	-7	17	0,06158	0,06158	NS	00203	-5	72	0,06158	0,06158	NS	00204	0	0	0,06158	0,06158	-
	I		260	354	0,06158	0,06158	NS		725	604	0,06158	0,06158	NS		81	1	0,06158	0,06158	48,49
			63						54						482	537			
			571						343										
S	S		-1	499	0,06158	0,06158	NS		-1	603	0,06158	0,06158	NS		-	419	0,06158	0,06158	NS
	I		334	4	0,06158	0,06158	19,54		108	5	0,06158	0,06158	16,43		920	7	0,06158	0,06158	11,97
			12	400					12	229					14	158			
			562						981						405				
P	S	00205	0	0	0,06158	0,06158	-	00206	14	193	0,06158	0,06158	NS	00207	-1	31	0,06158	0,06158	NS
	I		83	451	0,06158	0,06158	NS		004	0	0,06158	0,06158	-		693	29	0,06158	0,06158	NS
			871						0						10				
															970				
S	S		-	497	0,06158	0,06158	NS		-	665	0,06158	0,06158	NS		-	655	0,06158	0,06158	NS
	I		553	3	0,06158	0,06158	22,66		203	8	0,06158	0,06158	9,92		215	7	0,06158	0,06158	11,03
			10	813					2	830					1	963			
			049						784						148				
P	S	00208	0	0	0,06158	0,06158	-	00209	6	537	0,06158	0,06158	NS	00210	61	972	0,06158	0,06158	80,09
	I		12	44	0,06158	0,06158	NS		943	15	0,06158	0,06158	NS		488	17	0,06158	0,06158	NS
			754						-471						-2				
															891				
S	S		-	546	0,06158	0,06158	NS		-	563	0,06158	0,06158	NS		-	467	0,06158	0,06158	NS
	I		258	7	0,06158	0,06158	11,35		183	6	0,06158	0,06158	12,54		459	4	0,06158	0,06158	19,62
			2	726					2	991					6	430			
			060						242						961				
P	S	00211	9	26	0,06158	0,06158	NS	00212	24	57	0,06158	0,06158	NS	00213	35	40	0,06158	0,06158	NS
			870						623						230				

Verifiche pressoflessione retta allo SLU

Dir	Pos	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS
			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]	
	I		-1 693	16	0,06158	0,06158	NS		0	0	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-
S	S		-360 3	446 4	0,06158	0,06158	NS		-575 4	471 4	0,06158	0,06158	NS		-582 4	400 3	0,06158	0,06158	NS
	I		207	903	0,06158	0,06158	17,85		677	104	0,06158	0,06158	21,27		639	276	0,06158	0,06158	26,64
P	S	00214	5 042	139	0,06158	0,06158	NS	00215	1 086	466	0,06158	0,06158	NS	00216	1 226	660	0,06158	0,06158	NS
	I		-45 579	1 284	0,06158	0,06158	74,47		-10 192	3 637	0,06158	0,06158	24,68		-12 384	3 524	0,06158	0,06158	25,57
S	S		236	381	0,06158	0,06158	NS		0	0	0,06158	0,06158	-		-69 395	824	0,06158	0,06158	NS
	I		-2 239	3 847	0,06158	0,06158	22,99		-90 956	716	0,06158	0,06158	NS		6 215	98	0,06158	0,06158	NS
P	S	00217	76	1 093	0,06158	0,06158	80,55	00218	-374 2	1 320 7	0,06158	0,06158	66,76	00219	-716 8	1 570 9	0,06158	0,06158	56,16
	I		-2 277	5 894	0,06158	0,06158	15,00		722	512	0,06158	0,06158	11,66		535	749	0,06158	0,06158	8,89
S	S		-2 545	71	0,06158	0,06158	NS		9 224	132	0,06158	0,06158	NS		-4 359	48	0,06158	0,06158	NS
	I		0	0	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-		51 030	115	0,06158	0,06158	NS
P	S	00220	-694 9	1 737 11	0,06158	0,06158	50,76	00221	-745 12	1 906 14	0,06158	0,06158	46,26	00222	-532 8	2 031 14	0,06158	0,06158	43,40
	I		918	558	0,06158	0,06158	7,48		218	176	0,06158	0,06158	6,07		984	283	0,06158	0,06158	6,06
S	S		-3 402	38	0,06158	0,06158	NS		-4 478	47	0,06158	0,06158	NS		-2 425	63	0,06158	0,06158	NS
	I		48 362	159	0,06158	0,06158	NS		78 335	554	0,06158	0,06158	NS		44 895	292	0,06158	0,06158	NS
P	S	00223	-218 4	2 125 15	0,06158	0,06158	41,46	00224	9 1	2 130 15	0,06158	0,06158	41,34	00225	9 -2	2 130 14	0,06158	0,06158	41,34
	I		704	899	0,06158	0,06158	5,49		909	464	0,06158	0,06158	5,67		380	704	0,06158	0,06158	6,02
S	S		-1 897	40	0,06158	0,06158	NS		-383	21	0,06158	0,06158	NS		-5 598	298	0,06158	0,06158	NS
	I		40 579	59	0,06158	0,06158	NS		25 897	76	0,06158	0,06158	NS		0	0	0,06158	0,06158	-
P	S	00226	-218 3	2 125 14	0,06158	0,06158	41,46	00227	-532 11	2 031 12	0,06158	0,06158	43,40	00228	-746 13	1 906 11	0,06158	0,06158	46,27
	I		496	604	0,06158	0,06158	5,99		428	949	0,06158	0,06158	6,65		155	503	0,06158	0,06158	7,47
S	S		-1 897	40	0,06158	0,06158	NS		-2 426	63	0,06158	0,06158	NS		-4 479	47	0,06158	0,06158	NS
	I		31 256	158	0,06158	0,06158	NS		50 729	753	0,06158	0,06158	NS		80 374	639	0,06158	0,06158	NS
P	S	00229	-694 8	1 737 9	0,06158	0,06158	50,76	00230	-716 6	1 570 7	0,06158	0,06158	56,16	00231	-374 1	1 320 5	0,06158	0,06158	66,76
	I		891	299	0,06158	0,06158	9,31		936	216	0,06158	0,06158	12,04		482	502	0,06158	0,06158	15,96
S	S		-3 402	38	0,06158	0,06158	NS		-4 359	48	0,06158	0,06158	NS		-2 105	27	0,06158	0,06158	NS
	I		37 039	344	0,06158	0,06158	NS		38 699	169	0,06158	0,06158	NS		452	22	0,06158	0,06158	NS
P	S	00232	76	1 093	0,06158	0,06158	80,55	00233	1 226	660	0,06158	0,06158	NS	00234	1 086	466	0,06158	0,06158	NS
	I		-2 292	4 183	0,06158	0,06158	21,14		-9 827	2 493	0,06158	0,06158	35,98		-7 645	2 570	0,06158	0,06158	34,76
S	S		-1 120	30	0,06158	0,06158	NS		-56 613	548	0,06158	0,06158	NS		0	0	0,06158	0,06158	-
	I		-5 865	30	0,06158	0,06158	NS		6 215	98	0,06158	0,06158	NS		-66 559	587	0,06158	0,06158	NS
P	S	00235	5 043	139	0,06158	0,06158	NS	00236	24 210	12	0,06158	0,06158	NS	00237	17 189	54	0,06158	0,06158	NS
	I		-34 269	959	0,06158	0,06158	97,75		0	0	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-
S	S		236	381	0,06158	0,06158	NS		-582	400	0,06158	0,06158	NS		-575	471	0,06158	0,06158	NS
	I		-1 795	2 881	0,06158	0,06158	30,67		3 161	2 275	0,06158	0,06158	38,48		3 241	2 618	0,06158	0,06158	33,43

Verifiche pressoflessione retta allo SLU

Dir	Pos	Nodo	N <sub>Ed</sub> [N]	M <sub>Ed</sub> [N-m]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> /cm]	A <sub>df</sub> [cm <sup>2</sup> /cm]	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub> [N]	M <sub>Ed</sub> [N-m]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> /cm]	A <sub>df</sub> [cm <sup>2</sup> /cm]	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub> [N]	M <sub>Ed</sub> [N-m]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> /cm]	A <sub>df</sub> [cm <sup>2</sup> /cm]	CS
P	S	00238	6	29	0,06158	0,06158	NS	00239	42	781	0,06158	0,06158	NS	00240	5	454	0,06158	0,06158	NS
	I		809	-1	16	0,06158	0,06158		NS	375	-3	22	0,06158		0,06158	NS	763	-	15
S	S		-	446	0,06158	0,06158	NS		-	467	0,06158	0,06158	NS		-	563	0,06158	0,06158	NS
	I		360	2	2	0,06158	0,06158		29,52	459	4	2	0,06158		0,06158	36,98	183	3	988
P	S	00241	0	0	0,06158	0,06158	-	00242	-1	31	0,06158	0,06158	NS	00243	9	216	0,06158	0,06158	NS
	I		7	694	71	0,06158	0,06158		NS	694	5	74	0,06158		0,06158	NS	320	0	0
S	S		-	546	0,06158	0,06158	NS		-	655	0,06158	0,06158	NS		-	665	0,06158	0,06158	NS
	I		258	1	4	0,06158	0,06158		19,05	215	353	4	834		0,06158	0,06158	203	5	466
P	S	00244	63	231	0,06158	0,06158	NS	00245	0	0	0,06158	0,06158	-	00246	-5	72	0,06158	0,06158	NS
	I		433	-4	27	0,06158	0,06158		NS	61	200	800	0,06158		0,06158	97,37	724	41	107
S	S		-	497	0,06158	0,06158	NS		-	419	0,06158	0,06158	NS		-1	603	0,06158	0,06158	NS
	I		552	7	990	0,06158	0,06158		87,66	920	10	4	871		0,06158	0,06158	107	9	814
P	S	00247	-7	17	0,06158	0,06158	NS	00248	-8	15	0,06158	0,06158	NS	00249	4	192	0,06158	0,06158	NS
	I		259	48	181	0,06158	0,06158		NS	273	48	41	0,06158		0,06158	NS	699	-34	401
S	S		-1	499	0,06158	0,06158	NS		-1	415	0,06158	0,06158	NS		-	475	0,06158	0,06158	NS
	I		334	9	3	0,06158	0,06158		28,15	197	7	2	580		0,06158	0,06158	117	2	983
P	S	00250	1	501	0,06158	0,06158	NS	00251	1	607	0,06158	0,06158	NS	00252	-77	1	0,06158	0,06158	82,08
	I		223	-8	3	0,06158	0,06158		28,37	499	-12	2	587		0,06158	0,06158	338	4	335
S	S		0	0	0,06158	0,06158	-		-80	562	0,06158	0,06158	NS		-2	28	0,06158	0,06158	NS
	I		-61	443	807	0,06158	0,06158		NS	853	9	131	0,06158		0,06158	NS	387	3	727
P	S	00253	-	1	0,06158	0,06158	65,77	00254	-	1	0,06158	0,06158	54,68	00255	-	1	0,06158	0,06158	49,43
	I		420	1	5	0,06158	0,06158		16,47	896	613	6	801		0,06158	0,06158	768	8	582
S	S		-2	29	0,06158	0,06158	NS		-5	62	0,06158	0,06158	NS		-3	33	0,06158	0,06158	NS
	I		090	0	0	0,06158	0,06158		-	424	45	132	0,06158		0,06158	NS	560	36	312
P	S	00256	-	1	0,06158	0,06158	44,32	00257	-	2	0,06158	0,06158	43,16	00258	-	2	0,06158	0,06158	40,81
	I		874	14	10	0,06158	0,06158		8,25	662	13	11	504		0,06158	0,06158	289	5	470
S	S		-4	74	0,06158	0,06158	NS		-3	42	0,06158	0,06158	NS		40	101	0,06158	0,06158	NS
	I		972	82	518	0,06158	0,06158		NS	377	64	624	0,06158		0,06158	NS	422	0	0
P	S	00259	-1	130	0,06158	0,06158	41,34	00260	-1	130	0,06158	0,06158	41,34	00261	-	2	0,06158	0,06158	40,79
	I		625	-2	213	0,06158	0,06158		6,70	714	13	798	0,06158		0,06158	6,35	289	5	467
S	S		-13	83	0,06158	0,06158	NS		-	11	0,06158	0,06158	NS		41	171	0,06158	0,06158	NS
	I		671	0	0	0,06158	0,06158		-	266	28	210	0,06158		0,06158	NS	257	0	0
P	S	00262	-	2	0,06158	0,06158	43,16	00263	-	1	0,06158	0,06158	44,32	00264	-	1	0,06158	0,06158	49,43
	I		663	9	12	0,06158	0,06158		6,90	874	12	12	273		0,06158	0,06158	769	10	218
S	S		-3	42	0,06158	0,06158	NS		-4	74	0,06158	0,06158	NS		-3	33	0,06158	0,06158	NS
	I		381						974						NS	561			

Verifiche pressoflessione retta allo SLU

Dir	Pos	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS
			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]	
	I		52 173	246	0,06158	0,06158	NS		75 457	379	0,06158	0,06158	NS		44 454	114	0,06158	0,06158	NS
P	S	00265	-898 9	1 613	0,06158	0,06158	54,68	00266	-422 2	1 341	0,06158	0,06158	65,72	00267	-78 073	1 5	0,06158	0,06158	82,08
	I		122	8 661	0,06158	0,06158	9,99	814	6 796	0,06158	0,06158	12,89	-877	551	0,06158	0,06158	15,89		
S	S		-5 431	62	0,06158	0,06158	NS		9 423	148	0,06158	0,06158	NS		-2 391	28	0,06158	0,06158	NS
	I		168	93	0,06158	0,06158	NS		0	0	0,06158	0,06158	-		9 286	29	0,06158	0,06158	NS
P	S	00268	1 499	608	0,06158	0,06158	NS	00269	1 223	501	0,06158	0,06158	NS	00318	-43 643	3 49	0,06158	0,06158	24,17
	I		740	3 281	0,06158	0,06158	27,53	247	4 003	0,06158	0,06158	22,42	2 313	982	0,06158	0,06158	1,75		
S	S		-91 428	801	0,06158	0,06158	NS		0	0	0,06158	0,06158	-		102 098	3 54	0,06158	0,06158	28,42
	I		566	131	0,06158	0,06158	NS		-75 972	921	0,06158	0,06158	NS		-3 435	247	0,06158	0,06158	1,63
P	S	00319	-6 590	3 120	0,06158	0,06158	24,53	00320	-3 56	3 224	0,06158	0,06158	24,25	00321	-41 1	3 52	0,06158	0,06158	24,25
	I		-30	3 286	0,06158	0,06158	1,66		-6	0,06158	0,06158	1,57	132	738	0,06158	0,06158	1,67		
S	S		8 -101	286 48	0,06158	0,06158	26,80		-11 247	3 45	0,06158	0,06158	28,85		238 -5	2 53	0,06158	0,06158	31,32
	I		002	0,06158	0,06158	1,83		442	0,06158	0,06158	1,94	402	308	0,06158	0,06158	1,67			
P	S	00322	10 -415	3 217	0,06158	0,06158	3,03	00323	47 -2	3 42	0,06158	0,06158	24,14	00324	8 -162	3 38	0,06158	0,06158	26,46
	I		94 025	0,12315	0,12315	2,32	500	811	0,06158	0,06158	2,07	122	0,06158	0,06158	2,31				
S	S		-5 95	1 876	0,06158	0,06158	3,13		-72 2	2 45	0,06158	0,06158	29,89		6 -131	3 24	0,06158	0,06158	23,43
	I		223	0,12315	0,12315	2,53	391	425	0,06158	0,06158	1,93	921	0,06158	0,06158	3,53				
P	S	00325	5 -86	3 354	0,06158	0,06158	26,25	00326	-10 -50	3 158	0,06158	0,06158	27,88	00327	-269 6	2 15	0,06158	0,06158	32,13
	I		309	0,06158	0,06158	3,00	837	0,06158	0,06158	3,86	676	0,06158	0,06158	3,86					
S	S		-10 230	3 461	0,06158	0,06158	25,44		-48 0	2 796	0,06158	0,06158	31,50		-7 0	7 903	0,06158	0,06158	11,31
	I		342	0,06158	0,06158	13,88	0	0	0,06158	0,06158	-	0	0	0,06158	0,06158	-			
P	S	00328	13 -111	3 385	0,06158	0,06158	26,01	00329	-19 382	3 340	0,06158	0,06158	26,37	00330	-56 2	3 312	0,06158	0,06158	26,59
	I		215	0,06158	0,06158	1,91	155	0,06158	0,06158	1,87	530	0,06158	0,06158	1,87					
S	S		5 -14	1 922	0,06158	0,06158	45,82		11 -265	2 177	0,06158	0,06158	40,45		-1 -542	2 801	0,06158	0,06158	31,44
	I		679	0,06158	0,06158	1,36	158	0,06158	0,06158	1,39	322	0,06158	0,06158	1,39					
P	S	00331	-9 116	3 412	0,06158	0,06158	25,81	00332	-1 -22	3 356	0,06158	0,06158	26,24	00333	-68 1	3 374	0,06158	0,06158	26,10
	I		634	0,06158	0,06158	2,17	855	0,06158	0,06158	2,01	748	0,06158	0,06158	2,01					
S	S		-3 190	2 965	0,06158	0,06158	29,70		27 -569	2 908	0,06158	0,06158	30,28		-72 1	2 443	0,06158	0,06158	36,05
	I		878	0,06158	0,06158	2,26	063	0,06158	0,06158	2,26	043	0,06158	0,06158	2,26					
P	S	00334	9 -331	2 768	0,06158	0,06158	31,81	00335	47 -2	3 328	0,06158	0,06158	26,46	00336	-1 48	2 988	0,06158	0,06158	29,47
	I		507	0,06158	0,06158	3,91	942	0,06158	0,06158	2,61	660	0,06158	0,06158	2,61					
S	S		16 -595	1 368	0,06158	0,06158	64,37		4 233	2 721	0,06158	0,06158	32,36		-4 128	3 390	0,06158	0,06158	25,98
	I		244	0,06158	0,06158	1,99	045	0,06158	0,06158	2,31	113	0,06158	0,06158	2,31					
P	S	00337	6 -209	3 087	0,06158	0,06158	28,52	00338	30 -405	2 958	0,06158	0,06158	29,77	00339	-621 7	2 459	0,06158	0,06158	35,85
	I		790	0,06158	0,06158	3,87	023	0,06158	0,06158	4,89	952	0,06158	0,06158	4,89					

Verifiche pressoflessione retta allo SLU

Dir	Pos	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS
			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]	
S	S		3	3 182	0,06158	0,06158	27,67		4	2 740	0,06158	0,06158	32,14		-1 458	5 958	0,06158	0,06158	14,82
	I		-15	5 013	0,06158	0,06158	17,57		0	0	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-
P	S	00340	-36	3 880	0,06158	0,06158	22,70	00341	10	3 861	0,06158	0,06158	22,81	00342	0	3 583	0,06158	0,06158	24,58
	I		1 552	50 126	0,06158	0,06158	1,75		-	54 237	0,06158	0,06158	1,62		9	55 005	0,06158	0,06158	1,60
S	S		65	2 976	0,06158	0,06158	29,59		-19	3 514	0,06158	0,06158	25,06		0	3 624	0,06158	0,06158	24,30
	I		-2 818	55 630	0,06158	0,06158	1,59		616	47 008	0,06158	0,06158	1,87		2	47 863	0,06158	0,06158	1,84
P	S	00343	-	3 803	0,06158	0,06158	23,16	00344	44	3 785	0,06158	0,06158	23,26	00345	-2	3 441	0,06158	0,06158	25,59
	I		107 495	51 067	0,06158	0,06158	1,72		-1 921	42 001	0,06158	0,06158	2,10		43	38 889	0,06158	0,06158	2,26
S	S		55	2 721	0,06158	0,06158	32,36		-48	3 065	0,06158	0,06158	28,73		9	3 602	0,06158	0,06158	24,45
	I		-1 270	55 461	0,06158	0,06158	1,59		2 087	45 444	0,06158	0,06158	1,93		-	24 931	0,06158	0,06158	3,53
P	S	00346	-2	3 012	0,06158	0,06158	29,24	00347	25	2 986	0,06158	0,06158	29,49	00348	-	2 857	0,06158	0,06158	30,83
	I		51	31 865	0,06158	0,06158	2,76		-	22 568	0,06158	0,06158	3,91		4 916	16 632	0,06158	0,06158	5,25
S	S		0	3 729	0,06158	0,06158	23,61		678	3 347	0,06158	0,06158	26,28		-7 054	7 067	0,06158	0,06158	12,63
	I		10	7 096	0,06158	0,06158	12,41		0	0	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-
P	S	00349	-19	3 340	0,06158	0,06158	26,37	00350	13	3 385	0,06158	0,06158	26,01	00351	-43	3 643	0,06158	0,06158	24,17
	I		1 122	73 243	0,06158	0,06158	1,20		-1 128	85 513	0,06158	0,06158	1,03		983	40 656	0,06158	0,06158	2,16
S	S		11	2 177	0,06158	0,06158	40,45		5	1 922	0,06158	0,06158	45,82		102	3 098	0,06158	0,06158	28,42
	I		-	78 885	0,06158	0,06158	1,12		-	84 158	0,06158	0,06158	1,05		-4 513	47 476	0,06158	0,06158	1,87
P	S	00352	-6	3 590	0,06158	0,06158	24,53	00353	-3	3 632	0,06158	0,06158	24,25	00354	-41	3 631	0,06158	0,06158	24,25
	I		345	43 221	0,06158	0,06158	2,04		-39	41 459	0,06158	0,06158	2,12		470	39 415	0,06158	0,06158	2,23
S	S		8	3 286	0,06158	0,06158	26,80		-11	3 052	0,06158	0,06158	28,85		239	2 810	0,06158	0,06158	31,32
	I		-	39 967	0,06158	0,06158	2,21		388	39 390	0,06158	0,06158	2,23		-6 190	46 125	0,06158	0,06158	1,93
P	S	00355	47	3 648	0,06158	0,06158	24,14	00356	8	3 328	0,06158	0,06158	26,46	00357	5	3 354	0,06158	0,06158	26,25
	I		-1 154	34 095	0,06158	0,06158	2,59		-	29 468	0,06158	0,06158	2,99		-	23 029	0,06158	0,06158	3,83
S	S		-72	2 946	0,06158	0,06158	29,89		6	3 758	0,06158	0,06158	23,43		-10	3 461	0,06158	0,06158	25,44
	I		3 292	38 933	0,06158	0,06158	2,25		-	20 741	0,06158	0,06158	4,25		493	5 833	0,06158	0,06158	15,08
P	S	00358	-10	3 158	0,06158	0,06158	27,88	00359	-	2 743	0,06158	0,06158	32,12	00360	10	3 217	0,06158	0,06158	27,37
	I		496	18 476	0,06158	0,06158	4,76		2 325	13 824	0,06158	0,06158	6,34		-	25 001	0,06158	0,06158	3,52
S	S		-48	2 796	0,06158	0,06158	31,50		-9 726	5 618	0,06158	0,06158	15,96		-5	1 876	0,06158	0,06158	46,94
	I		822	149	0,06158	0,06158	NS		0	0	0,06158	0,06158	-		178	44 516	0,06158	0,06158	1,98
P	S	00361	-1	5 229	0,06158	0,06158	16,89	00362	-	5 747	0,06158	0,06158	15,33	00363	136	5 077	0,06158	0,06158	17,34
	I		0	0	0,06158	0,06158	-		272 0	0 0	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-
S	S		-73	1 551	0,06158	0,06158	56,78		-7	2 001	0,06158	0,06158	44,01		-10	2 092	0,06158	0,06158	42,09
	I		3 082	11 214	0,06158	0,06158	7,81		665	9 808	0,06158	0,06158	8,97		132	9 630	0,06158	0,06158	9,14
P	S	00364	-1	5 117	0,06158	0,06158	17,24	00365	60	3 051	0,06158	0,06158	28,86	00366	1	4 797	0,06158	0,06158	18,30
	I		0	0	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-

Verifiche pressoflessione retta allo SLU

Dir	Pos	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	
			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]		
S	S		-16	1	0,06158	0,06158	62,81		33	762	0,06158	0,06158	NS		39	1	0,06158	0,06158	54,66	
	I		720	11093	0,06158	0,06158	7,93		-719	16776	0,06158	0,06158	5,26		-1971	8466	0,06158	0,06158	10,44	
P	S	00367	546	2691	0,06158	0,06158	32,69	00368	571	1541	0,06158	0,06158	57,08	00369	161	1569	0,06158	0,06158	56,11	
	I		0	0	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-	
S	S		171	1923	0,06158	0,06158	45,78		-17	2194	0,06158	0,06158	40,14		-	1355	1776	0,06158	0,06158	49,62
	I		-1486	4057	0,06158	0,06158	21,77		127	2510	0,06158	0,06158	35,07		-	2519	844	0,06158	0,06158	NS
P	S	00370	456	1368	0,06158	0,06158	64,31	00371	1069	3806	0,06158	0,06158	23,09	00372	-17775	3471	0,06158	0,06158	26,22	
	I		-6570	1643	0,06158	0,06158	54,26		0	0	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-	
S	S		-5859	725646	0,06158	0,06158	NS		39	569	0,06158	0,06158	NS		-12	841	0,06158	0,06158	NS	
	I		863	646	0,06158	0,06158	NS		-765	9289	0,06158	0,06158	9,49		293	6284	0,06158	0,06158	14,01	
P	S	00373	1261	1215	0,06158	0,06158	72,30	00374	-27	1657	0,06158	0,06158	53,15	00375	-	3593	0,06158	0,06158	23,52	
	I		-12951	1751	0,06158	0,06158	51,52		0	0	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-	
S	S		1957	1031	0,06158	0,06158	85,09		121	1599	0,06158	0,06158	55,06		-	1177	1762	0,06158	0,06158	49,99
	I		-14244	1144	0,06158	0,06158	79,04		-844	913	0,06158	0,06158	96,60		1372	3513	0,06158	0,06158	25,00	
P	S	00376	5745	4084	0,06158	0,06158	21,33	00377	-1012	5398	0,06158	0,06158	NS	00378	-3548	124	0,06158	0,06158	NS	
	I		0	0	0,06158	0,06158	-		8488	2264	0,06158	0,06158	38,27		22898	1609	0,06158	0,06158	52,37	
S	S		-3334	17836	0,06158	0,06158	49,42		0	0	0,06158	0,06158	-		-1866	65	0,06158	0,06158	NS	
	I		488	6083	0,06158	0,06158	14,35		44372	2051	0,06158	0,06158	39,34		12413	2624	0,06158	0,06158	32,77	
P	S	00379	68	927	0,06158	0,06158	94,98	00380	1824	2121	0,06158	0,06158	41,37	00381	61	2503	0,06158	0,06158	35,18	
	I		1585	3485	0,06158	0,06158	25,19		-26999	4962	0,06158	0,06158	18,65		-820	2706	0,06158	0,06158	32,59	
S	S		0	0	0,06158	0,06158	-		3176	1358	0,06158	0,06158	64,46		-20	2310	0,06158	0,06158	38,12	
	I		12685	2187	0,06158	0,06158	39,30		-33667	822	0,06158	0,06158	NS		252	2246	0,06158	0,06158	39,19	
P	S	00382	-12	2769	0,06158	0,06158	31,80	00383	-584	2775	0,06158	0,06158	31,77	00384	359	1421	0,06158	0,06158	61,93	
	I		306	596	0,06158	0,06158	NS		11987	461	0,06158	0,06158	NS		-2284	6751	0,06158	0,06158	13,10	
S	S		3	2575	0,06158	0,06158	34,20		-701	2441	0,06158	0,06158	36,12		0	0	0,06158	0,06158	-	
	I		-91	6023	0,06158	0,06158	14,62		11931	12605	0,06158	0,06158	6,83		128	650	0,06158	0,06158	NS	
P	S	00385	-9358	3349	0,06158	0,06158	26,76	00386	3400	3527	0,06158	0,06158	24,81	00387	388	2644	0,06158	0,06158	33,28	
	I		712	808	0,06158	0,06158	NS		85862	0,06158	0,06158	NS		300	778	0,06158	0,06158	NS		
S	S		12	476	0,06158	0,06158	NS		192	427	0,06158	0,06158	NS		285	268	0,06158	0,06158	NS	
	I		920	5222	0,06158	0,06158	16,83		-567	4975	0,06158	0,06158	17,72		-1358	4429	0,06158	0,06158	19,93	
P	S	00388	-3978	2370	0,06158	0,06158	37,43	00389	-17627	1723	0,06158	0,06158	52,81	00390	-25091	878	0,06158	0,06158	NS	
	I		549	564	0,06158	0,06158	NS		1450	670	0,06158	0,06158	NS		1594	1092	0,06158	0,06158	80,40	
S	S		-151	280	0,06158	0,06158	NS		479	190	0,06158	0,06158	NS		398	592	0,06158	0,06158	NS	
	I		1915	5205	0,06158	0,06158	16,86		-5969	4119	0,06158	0,06158	21,62		-4832	2674	0,06158	0,06158	33,23	
P	S	00391	2387	656	0,06158	0,06158	NS	00392	0	0	0,06158	0,06158	-	00393	0	0	0,06158	0,06158	-	
	I		177	951	0,06158	0,06158	92,56		3171	765	0,06158	0,06158	NS		6686	495	0,06158	0,06158	NS	
S	S		540	182	0,06158	0,06158	NS		906	176	0,06158	0,06158	NS		-	166	0,06158	0,06158	NS	

Verifiche pressoflessione retta allo SLU

Dir	Pos	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS
			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]	
	I		-2 761	2 571	0,06158	0,06158	34,43		-5 309	2 363	0,06158	0,06158	37,64		291 2 065	2 292	0,06158	0,06158	38,27
P	S	00394	-127 3 648	2 925 12 060	0,06158	0,06158	30,11	00395	19	2 979	0,06158	0,06158	29,56	00396	-39	2 795 11 899	0,06158	0,06158	31,51
	I				0,06158	0,06158	7,25		-	12 542	0,06158	0,06158	7,03		885		0,06158	0,06158	7,39
S	S		-	2 322	0,06158	0,06158	37,93		-7	2 609	0,06158	0,06158	33,75		-33	2 819	0,06158	0,06158	31,24
	I		149 5 468	30 314	0,06158	0,06158	2,87		153	27 516	0,06158	0,06158	3,20		764	29 218	0,06158	0,06158	3,01
P	S	00397	-1	2 813	0,06158	0,06158	31,30	00398	-4	1 903	0,06158	0,06158	46,27	00399	73	2 931	0,06158	0,06158	30,04
	I		-	10 694	0,06158	0,06158	8,24		36	3 329	0,06158	0,06158	26,45		-1 833	10 629	0,06158	0,06158	8,31
S	S		228	1 900	0,06158	0,06158	46,33		33	762	0,06158	0,06158	NS		107	2 205	0,06158	0,06158	39,93
	I		-4 541	29 619	0,06158	0,06158	3,00		-	26 941	0,06158	0,06158	3,27		-3 912	24 894	0,06158	0,06158	3,56
P	S	00400	40	2 928	0,06158	0,06158	30,07	00401	46	2 834	0,06158	0,06158	31,07	00402	-	2 605	0,06158	0,06158	33,81
	I		-	10 861	0,06158	0,06158	8,12		-1 322	7 632	0,06158	0,06158	11,57		1 891	8 272	0,06158	0,06158	10,61
S	S		-8	2 967	0,06158	0,06158	29,68		2	2 959	0,06158	0,06158	29,76		74	2 362	0,06158	0,06158	37,28
	I		361	13 380	0,06158	0,06158	6,58		-15	3 929	0,06158	0,06158	22,41		0	0	0,06158	0,06158	-
P	S	00403	-2 739	2 000	0,06158	0,06158	44,26	00404	-1 701	2 484	0,06158	0,06158	35,56	00405	-	2 811	0,06158	0,06158	31,35
	I		29 907	7 261	0,06158	0,06158	11,44		0	0	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-
S	S		34 039	3 449	0,06158	0,06158	23,89		-73	1 551	0,06158	0,06158	56,78		-7	2 001	0,06158	0,06158	44,01
	I		0	0	0,06158	0,06158	-		3 262	17 742	0,06158	0,06158	4,93		781	15 579	0,06158	0,06158	5,64
P	S	00406	185	2 103	0,06158	0,06158	41,86	00407	-1 056	2 429	0,06158	0,06158	36,32	00408	1 396	3 060	0,06158	0,06158	28,70
	I		0	0	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-
S	S		-10	2 092	0,06158	0,06158	42,09		-16	1 402	0,06158	0,06158	62,81		39	569	0,06158	0,06158	NS
	I		181	15 530	0,06158	0,06158	5,67		735	17 621	0,06158	0,06158	4,99		-1 001	15 401	0,06158	0,06158	5,73
P	S	00409	-24 248	2 758	0,06158	0,06158	33,39	00410	1 782	2 795	0,06158	0,06158	31,40	00411	-80	1 830	0,06158	0,06158	48,13
	I		0	0	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-
S	S		-12	841	0,06158	0,06158	NS		39	1 611	0,06158	0,06158	54,66		171	1 924	0,06158	0,06158	45,75
	I		590	11 768	0,06158	0,06158	7,47		-2 041	13 812	0,06158	0,06158	6,40		-1 931	6 678	0,06158	0,06158	13,23
P	S	00412	-78	1 546	0,06158	0,06158	56,97	00413	161	1 569	0,06158	0,06158	56,11	00414	456	1 368	0,06158	0,06158	64,31
	I		775	597	0,06158	0,06158	NS		-1 416	591	0,06158	0,06158	NS		-6 679	2 381	0,06158	0,06158	37,45
S	S		-17	2 195	0,06158	0,06158	40,12		-	1 777	0,06158	0,06158	49,59		9 614	1 094	0,06158	0,06158	79,03
	I		166	3 119	0,06158	0,06158	28,22		0	0	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-
P	S	00415	-56	3 312	0,06158	0,06158	26,59	00416	-9	3 412	0,06158	0,06158	25,81	00417	-1	3 356	0,06158	0,06158	26,24
	I		914	13 678	0,06158	0,06158	6,43		169	14 194	0,06158	0,06158	6,20		-63	14 057	0,06158	0,06158	6,27
S	S		-1	2 801	0,06158	0,06158	31,44		-3	2 965	0,06158	0,06158	29,70		27	2 907	0,06158	0,06158	30,29
	I		1 191	32 167	0,06158	0,06158	2,73		238	29 020	0,06158	0,06158	3,03		-	31 815	0,06158	0,06158	2,77
P	S	00418	-68	3 374	0,06158	0,06158	26,10	00419	47	3 327	0,06158	0,06158	26,47	00420	-1	2 988	0,06158	0,06158	29,47
	I		925	13 578	0,06158	0,06158	6,47		-	12 001	0,06158	0,06158	7,35		99	11 668	0,06158	0,06158	7,55
S	S		-72	2	0,06158	0,06158	36,05		4	2	0,06158	0,06158	32,37		-4	3	0,06158	0,06158	25,98

Verifiche pressoflessione retta allo SLU

Dir	Pos	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS
			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]	
	I		4 424	443 30 799	0,06158	0,06158	2,84		- 918	720 25 415	0,06158	0,06158	3,47		163	390 14 243	0,06158	0,06158	6,18
P	S	00421	6	3 087 9 995	0,06158	0,06158	28,52	00422	30	2 958 10 430	0,06158	0,06158	29,77	00423	- 621 4 750	2 459 5 342	0,06158	0,06158	35,85
	I		- 180	9 995	0,06158	0,06158	8,81		- 382	10 430	0,06158	0,06158	8,45		4 750	9 342	0,06158	0,06158	9,34
S	S		3	3 182 6 447	0,06158	0,06158	27,67		4	2 740	0,06158	0,06158	32,14		1 671	2 358	0,06158	0,06158	37,23
	I		- 168	6 447	0,06158	0,06158	13,66		- 391	73	0,06158	0,06158	NS		0	0	0,06158	0,06158	-
P	S	00424	9	2 768 5 763	0,06158	0,06158	31,81	00425	7 681	1 839	0,06158	0,06158	47,19	00426	- 901	2 317	0,06158	0,06158	38,07
	I		- 129	5 763	0,06158	0,06158	15,28		0	0	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-
S	S		16	1 368 28 039	0,06158	0,06158	64,37		- 333 6 331	1 783 10 858	0,06158	0,06158	49,42		- 177 2 036	1 762 5 369	0,06158	0,06158	49,99
	I		- 562	28 039	0,06158	0,06158	3,14		6 331	10 858	0,06158	0,06158	8,01		2 036	5 369	0,06158	0,06158	16,34
P	S	00427	-27	1 657	0,06158	0,06158	53,15	00428	1 261	1 215	0,06158	0,06158	72,30	00429	549	3 350	0,06158	0,06158	26,26
	I		352	641	0,06158	0,06158	NS		-15 546	2 997	0,06158	0,06158	30,24		0	0	0,06158	0,06158	-
S	S		121	1 599	0,06158	0,06158	55,06		1 957	1 031	0,06158	0,06158	85,09		9	192	0,06158	0,06158	NS
	I		-1 350	1 003	0,06158	0,06158	88,02		-18 293	39	0,06158	0,06158	NS		- 227	16 230	0,06158	0,06158	5,43
P	S	00430	-10 041	3 092	0,06158	0,06158	29,02	00431	63	1 897	0,06158	0,06158	46,41	00432	-6 266	3 471	0,06158	0,06158	25,67
	I		0	0	0,06158	0,06158	-		-1 476	4 137	0,06158	0,06158	21,34		549	564	0,06158	0,06158	NS
S	S		- 416 6 851	839 11 319	0,06158	0,06158	NS		378 -7 053	692 26 791	0,06158	0,06158	NS		- 151 3 022	280 8 535	0,06158	0,06158	NS
	I		6 851	11 319	0,06158	0,06158	7,68		-7 053	26 791	0,06158	0,06158	3,33		3 022	8 535	0,06158	0,06158	10,26
P	S	00433	- 835 300	3 733 778	0,06158	0,06158	23,63	00434	2 427	4 934	0,06158	0,06158	17,77	00435	-12 154 713	5 071 808	0,06158	0,06158	17,76
	I		300	778	0,06158	0,06158	NS		85	862	0,06158	0,06158	NS		713	808	0,06158	0,06158	NS
S	S		285	268	0,06158	0,06158	NS		192	427	0,06158	0,06158	NS		12	476	0,06158	0,06158	NS
	I		-2 273	7 477	0,06158	0,06158	11,83		-1 359	8 077	0,06158	0,06158	10,93		1 117	8 499	0,06158	0,06158	10,34
P	S	00436	13 008	2 590	0,06158	0,06158	33,17	00437	3 729	624	0,06158	0,06158	NS	00438	0	0	0,06158	0,06158	-
	I		- 991	691	0,06158	0,06158	NS		- 447	802	0,06158	0,06158	NS		2 870	758	0,06158	0,06158	NS
S	S		310	121	0,06158	0,06158	NS		93	286	0,06158	0,06158	NS		689	158	0,06158	0,06158	NS
	I		-5 084	5 014	0,06158	0,06158	17,73		182	4 027	0,06158	0,06158	21,86		-5 726	2 664	0,06158	0,06158	33,41
P	S	00439	0	0	0,06158	0,06158	-	00440	90	2 658	0,06158	0,06158	33,12	00441	- 584 13 633	2 775 9 921	0,06158	0,06158	31,77
	I		-41 248	1 537	0,06158	0,06158	61,75		-2 164	23 252	0,06158	0,06158	3,80		633	921	0,06158	0,06158	8,65
S	S		0	0	0,06158	0,06158	-		230	1 242	0,06158	0,06158	70,87		- 701 14 969	2 441 21 403	0,06158	0,06158	36,12
	I		11 432	2 749	0,06158	0,06158	31,34		-5 152	43 874	0,06158	0,06158	2,03		14 969	21 403	0,06158	0,06158	4,00
P	S	00442	-12	2 769	0,06158	0,06158	31,80	00443	61	2 503	0,06158	0,06158	35,18	00444	1 823	2 121	0,06158	0,06158	41,37
	I		337	8 088	0,06158	0,06158	10,88		- 883	7 989	0,06158	0,06158	11,04		-28 349	8 292	0,06158	0,06158	11,19
S	S		3	2 575	0,06158	0,06158	34,20		-20	2 310	0,06158	0,06158	38,12		3 176	1 358	0,06158	0,06158	64,46
	I		- 107	8 838	0,06158	0,06158	9,97		280	2 657	0,06158	0,06158	33,12		0	0	0,06158	0,06158	-
P	S	00445	82	3 243	0,06158	0,06158	27,15	00446	9	2 953	0,06158	0,06158	29,82	00447	-26	2 600	0,06158	0,06158	33,87
	I		-2 211	33 426	0,06158	0,06158	2,65		- 278	27 069	0,06158	0,06158	3,25		539	18 716	0,06158	0,06158	4,70
S	S		-32	2 709	0,06158	0,06158	32,51		18	3 034	0,06158	0,06158	29,02		-53	2 639	0,06158	0,06158	33,37

Verifiche pressoflessione retta allo SLU

Dir	Pos	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS
			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]	
	I		1 223	34 632	0,06158	0,06158	2,54		- 389	12 641	0,06158	0,06158	6,97		847	3 566	0,06158	0,06158	24,65
P	S	00448	- 455	2 523	0,06158	0,06158	34,93	00449	-6 131	2 787 100 871	0,06158	0,06158	3,06	00450	8 782 - 991	1 427 - 691	0,06158	0,06158	60,69
	I		6 807	15 259	0,06158	0,06158	5,70				0,12315	0,12315	2,06				0,06158	0,06158	NS
S	S		-6 073	4 727	0,06158	0,06158	18,84		14 - 331	1 766 93 019	0,06158	0,06158	3,14		310	121	0,06158	0,06158	NS
	I		0	0	0,06158	0,06158	-				0,12315	0,12315	2,36		-3 474	3 209	0,06158	0,06158	27,62
P	S	00451	2 576	620	0,06158	0,06158	NS	00452	0	0	0,06158	0,06158	-	00453	0	0	0,06158	0,06158	-
	I		- 447	802	0,06158	0,06158	NS		2 871	758	0,06158	0,06158	NS		4 519	470	0,06158	0,06158	NS
S	S		93	286	0,06158	0,06158	NS		689	158	0,06158	0,06158	NS		0	0	0,06158	0,06158	-
	I		111	2 631	0,06158	0,06158	33,46		-4 000	2 235	0,06158	0,06158	39,70		8 808	2 311	0,06158	0,06158	37,47
P	S	00454	-7 337	3 313	0,06158	0,06158	26,95	00455	434	4 069	0,06158	0,06158	21,62	00456	-127 2	925	0,06158	0,06158	30,11
	I		0	0	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-		-2 311	409	0,06158	0,06158	NS
S	S		- 416	839	0,06158	0,06158	NS		9	192	0,06158	0,06158	NS		- 149	2 322	0,06158	0,06158	37,93
	I		4 824	6 088	0,06158	0,06158	14,33		- 134	9 955	0,06158	0,06158	8,85		5 907	19 814	0,06158	0,06158	4,39
P	S	00457	19	2 979	0,06158	0,06158	29,56	00458	-39	2 795	0,06158	0,06158	31,51	00459	-1	2 813	0,06158	0,06158	31,30
	I		- 482	79	0,06158	0,06158	NS		800	18	0,06158	0,06158	NS		0	0	0,06158	0,06158	-
S	S		-7	2 609	0,06158	0,06158	33,75		-33	2 819	0,06158	0,06158	31,24		229	1 900	0,06158	0,06158	46,33
	I		132	18 467	0,06158	0,06158	4,77		690	19 649	0,06158	0,06158	4,48		-3 243	19 471	0,06158	0,06158	4,55
P	S	00460	73	2 930	0,06158	0,06158	30,05	00461	40	2 928	0,06158	0,06158	30,07	00462	46	2 834	0,06158	0,06158	31,07
	I		- 706	623	0,06158	0,06158	NS		- 533	1 916	0,06158	0,06158	46,01		-1 121	1 357	0,06158	0,06158	65,03
S	S		107	2 205	0,06158	0,06158	39,93		-8	2 966	0,06158	0,06158	29,69		2	2 959	0,06158	0,06158	29,76
	I		-4 180	15 603	0,06158	0,06158	5,69		312	8 349	0,06158	0,06158	10,54		-19	3 673	0,06158	0,06158	23,98
P	S	00463	- 148	2 604	0,06158	0,06158	33,83	00464	-2	2 000	0,06158	0,06158	44,26	00465	-1 222	2 498	0,06158	0,06158	35,33
	I		1 958	3 659	0,06158	0,06158	23,98		737 27 667	4 569	0,06158	0,06158	18,27		0	0	0,06158	0,06158	-
S	S		73	2 362	0,06158	0,06158	37,28		35 201	634	0,06158	0,06158	NS		378	692	0,06158	0,06158	NS
	I		- 906	457	0,06158	0,06158	NS		0	0	0,06158	0,06158	-		-5 002	16 748	0,06158	0,06158	5,31
P	S	00466	417	1 072	0,06158	0,06158	82,08	00467	-1 102	428	0,06158	0,06158	NS	00468	-4 299	215	0,06158	0,06158	NS
	I		-2 388	5 432	0,06158	0,06158	16,28		10 694	2 919	0,06158	0,06158	29,56		35 640	2 918	0,06158	0,06158	28,15
S	S		0	0	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-		- 965	16	0,06158	0,06158	NS
	I		-19 752	1 139	0,06158	0,06158	80,19		38 407	1 446	0,06158	0,06158	56,49		6 975	2 886	0,06158	0,06158	30,11
P	S	00469	0	0	0,06158	0,06158	-	00470	0	0	0,06158	0,06158	-	00471	3 273	1 131	0,06158	0,06158	77,38
	I		6 687	495	0,06158	0,06158	NS		3 171	765	0,06158	0,06158	NS		177	951	0,06158	0,06158	92,56
S	S		- 291	166	0,06158	0,06158	NS		906	176	0,06158	0,06158	NS		540	182	0,06158	0,06158	NS
	I		2 097	2 228	0,06158	0,06158	39,37		-6 725	2 762	0,06158	0,06158	32,29		-3 558	2 777	0,06158	0,06158	31,92
P	S	00472	-33 207	1 802	0,06158	0,06158	51,92	00473	-23 458	2 974	0,06158	0,06158	30,92	00474	214	1 511	0,06158	0,06158	58,25
	I		1 594	1 092	0,06158	0,06158	80,40		1 450	670	0,06158	0,06158	NS		-1 773	8 737	0,06158	0,06158	10,11
S	S		398	592	0,06158	0,06158	NS		479	190	0,06158	0,06158	NS		-19	2	0,06158	0,06158	35,30

Verifiche pressoflessione retta allo SLU

Dir	Pos	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS
			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]	
	I		-6 388	3 715	0,06158	0,06158	23,99		-7 943	6 516	0,06158	0,06158	13,72		372 1 494	586 659	0,06158	0,06158	NS
P	S	00475	214	1 511	0,06158	0,06158	58,25	00476	441	1 797	0,06158	0,06158	48,96	00477	397	2 014	0,06158	0,06158	43,69
	I		- 673	6 517	0,06158	0,06158	13,53		-7 443	10 351	0,06158	0,06158	8,63		-8 606	13 038	0,06158	0,06158	6,86
S	S		0	0	0,06158	0,06158	-		-23 253	2 711	0,06158	0,06158	33,91		-19 677	5 457	0,06158	0,06158	16,74
	I		1 492	659	0,06158	0,06158	NS		1 133	514	0,06158	0,06158	NS		831	781	0,06158	0,06158	NS
P	S	00478	24	1 982	0,06158	0,06158	44,43	00479	-4 299	215	0,06158	0,06158	NS	00480	-1 102	427	0,06158	0,06158	NS
	I		2 322	14 141	0,06158	0,06158	6,20		27 528	2 480	0,06158	0,06158	33,66		9 394	2 378	0,06158	0,06158	36,37
S	S		26 294	6 018	0,06158	0,06158	13,91		- 965	16	0,06158	0,06158	NS		0	0	0,06158	0,06158	-
	I		- 651	454	0,06158	0,06158	NS		5 464	2 726	0,06158	0,06158	31,97		32 903	1 723	0,06158	0,06158	47,94
P	S	00481	416	1 072	0,06158	0,06158	82,08	00482	- 399	2 719	0,06158	0,06158	32,41	00483	18	3 159	0,06158	0,06158	27,87
	I		-1 402	4 149	0,06158	0,06158	21,28		9 801	19 436	0,06158	0,06158	4,45		- 436	27 681	0,06158	0,06158	3,18
S	S		0	0	0,06158	0,06158	-		-4 266	6 905	0,06158	0,06158	12,86		-22	2 662	0,06158	0,06158	33,08
	I		-18 568	2 317	0,06158	0,06158	39,34		0	0	0,06158	0,06158	-		535	5 395	0,06158	0,06158	16,31
P	S	00484	-6	3 432	0,06158	0,06158	25,66	00485	135	3 573	0,06158	0,06158	24,64	00486	-26	2 021	0,06158	0,06158	43,57
	I		139	35 627	0,06158	0,06158	2,47		-3 087	41 740	0,06158	0,06158	2,12		4 157	15 151	0,06158	0,06158	5,77
S	S		8	3 069	0,06158	0,06158	28,69		-59	3 259	0,06158	0,06158	27,02		33 616	6 648	0,06158	0,06158	12,41
	I		- 178	17 404	0,06158	0,06158	5,06		1 359	43 145	0,06158	0,06158	2,04		- 898	617	0,06158	0,06158	NS
P	S	00487	286	1 963	0,06158	0,06158	44,83	00488	-26	2 021	0,06158	0,06158	43,57	00489	286	1 963	0,06158	0,06158	44,83
	I		-4 326	15 196	0,06158	0,06158	5,84		-2 718	15 749	0,06158	0,06158	5,62		-5 819	16 353	0,06158	0,06158	5,44
S	S		-11 714	6 665	0,06158	0,06158	13,50		4 122	7 111	0,06158	0,06158	12,29		-13 617	8 595	0,06158	0,06158	10,51
	I		681	616	0,06158	0,06158	NS		- 897	617	0,06158	0,06158	NS		681	616	0,06158	0,06158	NS
P	S	00490	-	2 760	0,06158	0,06158	31,91	00491	28	2 898	0,06158	0,06158	30,38	00492	-9	3 215	0,06158	0,06158	27,39
	I		3 680	19 537	0,06158	0,06158	4,48		- 614	27 020	0,06158	0,06158	3,26		264	36 614	0,06158	0,06158	2,40
S	S		-10 297	6 198	0,06158	0,06158	14,48		22	2 740	0,06158	0,06158	32,14		-7	3 210	0,06158	0,06158	27,43
	I		0	0	0,06158	0,06158	-		- 235	4 398	0,06158	0,06158	20,03		97	17 222	0,06158	0,06158	5,11
P	S	00493	59	3 511	0,06158	0,06158	25,08	00494	430	1 670	0,06158	0,06158	52,69	00495	-	2 760	0,06158	0,06158	31,91
	I		-1 602	43 029	0,06158	0,06158	2,05		-7 689	14 901	0,06158	0,06158	6,00		1 130	16 177	0,06158	0,06158	5,43
S	S		-	2 934	0,06158	0,06158	30,02		-19 568	6 222	0,06158	0,06158	14,67		-10 073	3 708	0,06158	0,06158	24,20
	I		195 4 524	40 997	0,06158	0,06158	2,13		1 156	499	0,06158	0,06158	NS		0	0	0,06158	0,06158	-
P	S	00496	28	2 898	0,06158	0,06158	30,38	00497	-9	3 215	0,06158	0,06158	27,39	00498	59	3 512	0,06158	0,06158	25,07
	I		- 529	22 884	0,06158	0,06158	3,85		320	30 887	0,06158	0,06158	2,85		- 747	32 595	0,06158	0,06158	2,71
S	S		22	2 740	0,06158	0,06158	32,14		-7	3 210	0,06158	0,06158	27,43		-	2 934	0,06158	0,06158	30,02
	I		- 668	2 717	0,06158	0,06158	32,45		307	16 136	0,06158	0,06158	5,45		195 4 785	33 859	0,06158	0,06158	2,58
P	S	00499	430	1 670	0,06158	0,06158	52,69	00500	-	2 523	0,06158	0,06158	34,93	00501	-26	2 600	0,06158	0,06158	33,87
	I		-7	11	0,06158	0,06158	7,78		455 4	9	0,06158	0,06158	8,77		775	9	0,06158	0,06158	9,28

Verifiche pressoflessione retta allo SLU

Dir	Pos	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	
			[N]	[N-m]	[cm²/cm]	[cm²/cm]			[N]	[N-m]	[cm²/cm]	[cm²/cm]			[N]	[N-m]	[cm²/cm]	[cm²/cm]		
			587	481					904	947						479				
S	S		-24	2	0,06158	0,06158	34,74		458	1	0,06158	0,06158	63,80		-53	2	0,06158	0,06158	33,37	
	I		966	654	0,06158	0,06158	NS		0	0	0,06158	0,06158	-		915	3	0,06158	0,06158	27,44	
			1	499												204				
P	S	00502	9	2	0,06158	0,06158	29,82	00503	82	3	0,06158	0,06158	27,15	00504	68	926	0,06158	0,06158	95,08	
	I		-	953	0,06158	0,06158	7,56		-1	11	0,06158	0,06158	7,96		1	5	0,06158	0,06158	16,82	
			364	660					153	086					083	224				
S	S		18	3	0,06158	0,06158	29,01		-32	2	0,06158	0,06158	32,51		0	0	0,06158	0,06158	-	
	I		-	035	0,06158	0,06158	8,11		-1	22	0,06158	0,06158	3,88		15	543	0,06158	0,06158	NS	
			400	871					293	759					754					
P	S	00505	-1	539	0,06158	0,06158	NS	00506	-3	124	0,06158	0,06158	NS	00507	359	1	0,06158	0,06158	61,93	
	I		012	3	0,06158	0,06158	27,16		548	2	0,06158	0,06158	38,21		-3	9	0,06158	0,06158	9,02	
			10	178					32	164					906	833				
S	S		0	0	0,06158	0,06158	-		-1	65	0,06158	0,06158	NS		-2	2	0,06158	0,06158	30,99	
	I		56	1	0,06158	0,06158	42,30		865	2	0,06158	0,06158	29,95		923	857	0,06158	0,06158	NS	
			245	861					16	849					128	650				
P	S	00508	91	2	0,06158	0,06158	33,12	00509	-6	2	0,06158	0,06158	31,60	00510	12	3	0,06158	0,06158	26,31	
	I		-2	658	0,06158	0,06158	13,86		97	25	0,06158	0,06158	3,48		-	46	0,06158	0,06158	1,88	
			151	377						287					116	853				
S	S		229	1	0,06158	0,06158	70,87		14	1	0,06158	0,06158	49,86		9	1	0,06158	0,06158	47,70	
	I		-4	242	0,06158	0,06158	3,23		-	43	0,06158	0,06158	2,03		-	64	0,06158	0,06158	1,36	
			222	497					192	449					310	753				
P	S	00511	-29	3	0,06158	0,06158	26,38	00512	12	3	0,06158	0,06158	26,31	00513	-29	3	0,06158	0,06158	26,38	
	I		159	47	0,06158	0,06158	1,86		-1	76	0,06158	0,06158	1,15		1	78	0,06158	0,06158	1,12	
				214					002	922					201	622				
S	S		11	1	0,06158	0,06158	45,86		9	1	0,06158	0,06158	47,70		11	1	0,06158	0,06158	45,86	
	I		-	920	0,06158	0,06158	1,37		-	81	0,06158	0,06158	1,08		-	79	0,06158	0,06158	1,11	
			163	323					314	533					434	686				
P	S	00514	24	1	0,06158	0,06158	44,43	00515	397	2	0,06158	0,06158	43,69	00516	442	1	0,06158	0,06158	48,96	
	I		-3	982	0,06158	0,06158	6,08		-6	13	0,06158	0,06158	6,44		-6	12	0,06158	0,06158	7,09	
			198	579					072	834					566	572				
S	S		1	6	0,06158	0,06158	13,06		-12	7	0,06158	0,06158	11,75		-16	5	0,06158	0,06158	15,59	
	I		006	728	0,06158	0,06158	NS		624	672	0,06158	0,06158	NS		738	826	0,06158	0,06158	NS	
			-	454					831	782					1	514				
			650												134					
P	S	00517	-2	324	0,06158	0,06158	NS	00518	854	2	0,06158	0,06158	39,23	00519	305	2	0,06158	0,06158	34,74	
	I		068	693	0,06158	0,06158	NS		-11	4	0,06158	0,06158	18,08		-4	11	0,06158	0,06158	8,06	
			19	248					796	978					012	003				
S	S		-3	481	0,06158	0,06158	NS		-12	2	0,06158	0,06158	35,27		-5	4	0,06158	0,06158	18,74	
	I		099	1	0,06158	0,06158	76,54		396	555	0,06158	0,06158	-		861	750	0,06158	0,06158	-	
			25	096					0	0					0	0				
			126																	
P	S	00520	-41	2	0,06158	0,06158	35,67	00521	-	3	0,06158	0,06158	28,68	00522	-	3	0,06158	0,06158	28,68	
	I		555	582	0,06158	0,06158	5,30		254	072	0,06158	0,06158	4,83		255	6	0,06158	0,06158	5,29	
									614	128					607	427				
S	S		1	7	0,06158	0,06158	12,41		835	7	0,06158	0,06158	11,43		10	6	0,06158	0,06158	13,44	
	I		175	080	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-	
			0	0											0	0				
P	S	00523	-41	2	0,06158	0,06158	35,67	00524	305	2	0,06158	0,06158	34,74	00525	854	2	0,06158	0,06158	39,23	
	I		942	12	0,06158	0,06158	7,19		-4	6	0,06158	0,06158	14,22		-12	2	0,06158	0,06158	33,07	
				220					288	241					415	725				
S	S		1	3	0,06158	0,06158	23,41		391	1	0,06158	0,06158	49,66		1	505	0,06158	0,06158	58,37	
	I		408	752	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-		-11	228	0,06158	0,06158	NS	
			0	0											553					
P	S	00526	-2	324	0,06158	0,06158	NS	00527	-5	2	0,06158	0,06158	37,33	00528	-21	2	0,06158	0,06158	36,05	
			067						613	384					443					

Verifiche pressoflessione retta allo SLU

Dir	Pos	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS
			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]	
	I		15 152	341	0,06158	0,06158	NS		0	0	0,06158	0,06158	-		422	1 198	0,06158	0,06158	73,45
S	S		-3 099	481	0,06158	0,06158	NS		-	1 635	0,06158	0,06158	53,88		7	2 650	0,06158	0,06158	33,23
	I		20 730	1 435	0,06158	0,06158	58,97		575	1 801	0,06158	0,06158	48,84		-	2 205	0,06158	0,06158	39,95
P	S	00529	-9	3 053	0,06158	0,06158	28,84	00530	-8	3 665	0,06158	0,06158	24,03	00531	-8	3 665	0,06158	0,06158	24,03
	I		386	10 077	0,06158	0,06158	8,73		99	26 914	0,06158	0,06158	3,27		277	26 705	0,06158	0,06158	3,30
S	S		67	3 091	0,06158	0,06158	28,48		-21	3 724	0,06158	0,06158	23,65		-21	3 724	0,06158	0,06158	23,65
	I		-1 023	2 552	0,06158	0,06158	34,57		159	4 965	0,06158	0,06158	17,73		560	4 098	0,06158	0,06158	21,47
P	S	00532	-9	3 052	0,06158	0,06158	28,85	00533	-21	2 443	0,06158	0,06158	36,05	00534	-4 272	2 478	0,06158	0,06158	35,82
	I		315	3 007	0,06158	0,06158	29,27		0	0	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-
S	S		67	3 091	0,06158	0,06158	28,48		7	2 649	0,06158	0,06158	33,24		-	1 635	0,06158	0,06158	53,88
	I		-1 127	2 851	0,06158	0,06158	30,95		-	2 030	0,06158	0,06158	43,39		578	1 573	0,06158	0,06158	55,92
P	S	00535	-6 689	4 204	0,06158	0,06158	21,21	00536	15	2 923	0,06158	0,06158	30,12	00537	-16	3 366	0,06158	0,06158	26,16
	I		0	0	0,06158	0,06158	-		-	5 772	0,06158	0,06158	15,28		462	20 532	0,06158	0,06158	4,29
S	S		211	958	0,06158	0,06158	91,88		-	2	0,06158	0,06158	31,19		-41	3 317	0,06158	0,06158	26,55
	I		-6 195	4 720	0,06158	0,06158	18,87		130	4 12 867	0,06158	0,06158	6,79		1 536	20 215	0,06158	0,06158	4,34
P	S	00538	-7	3 545	0,06158	0,06158	24,84	00539	29	3 976	0,06158	0,06158	22,15	00540	29	3 976	0,06158	0,06158	22,15
	I		455	40 194	0,06158	0,06158	2,19		-	35 868	0,06158	0,06158	2,46		-1 226	37 494	0,06158	0,06158	2,35
S	S		12	3 631	0,06158	0,06158	24,25		38	3 737	0,06158	0,06158	23,56		38	3 737	0,06158	0,06158	23,56
	I		-	22 892	0,06158	0,06158	3,85		-	28 595	0,06158	0,06158	3,08		-2 917	22 564	0,06158	0,06158	3,92
P	S	00541	-7	3 545	0,06158	0,06158	24,84	00542	-16	3 366	0,06158	0,06158	26,16	00543	15	2 923	0,06158	0,06158	30,12
	I		97	20 212	0,06158	0,06158	4,36		131	6 548	0,06158	0,06158	13,44		0	0	0,06158	0,06158	-
S	S		12	3 631	0,06158	0,06158	24,25		-41	3 317	0,06158	0,06158	26,55		-	2 824	0,06158	0,06158	31,19
	I		-	19 684	0,06158	0,06158	4,48		1	13 200	0,06158	0,06158	6,65		3 563	7 787	0,06158	0,06158	11,23
P	S	00544	-4 806	3 422	0,06158	0,06158	25,97	00545	1 534	7 449	0,06158	0,06158	11,79	00546	88	2 806	0,06158	0,06158	31,38
	I		0	0	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-		-2 727	7 353	0,06158	0,06158	12,04
S	S		211	958	0,06158	0,06158	91,88		-	892	0,06158	0,06158	98,79		258	2 407	0,06158	0,06158	36,57
	I		-4 753	3 047	0,06158	0,06158	29,16		399 8 542	8 558	0,06158	0,06158	10,12		-8 109	26 130	0,06158	0,06158	3,42
P	S	00547	38	3 287	0,06158	0,06158	26,79	00548	0	3 581	0,06158	0,06158	24,59	00549	-49	3 931	0,06158	0,06158	22,40
	I		-1 314	28 110	0,06158	0,06158	3,14		71	57 576	0,06158	0,06158	1,53		1 193	48 921	0,06158	0,06158	1,80
S	S		96	2 875	0,06158	0,06158	30,62		-11	3 333	0,06158	0,06158	26,42		-51	3 324	0,06158	0,06158	26,49
	I		-3 292	37 802	0,06158	0,06158	2,34		371	44 571	0,06158	0,06158	1,97		266	51 541	0,06158	0,06158	1,71
P	S	00550	-49	3 930	0,06158	0,06158	22,41	00551	0	3 581	0,06158	0,06158	24,59	00552	38	3 287	0,06158	0,06158	26,79
	I		2 581	53 043	0,06158	0,06158	1,65		275	25 560	0,06158	0,06158	3,44		-1 317	7 261	0,06158	0,06158	12,16
S	S		-51	3 324	0,06158	0,06158	26,49		-11	3 333	0,06158	0,06158	26,42		96	2 875	0,06158	0,06158	30,62
	I		4 134	45 702	0,06158	0,06158	1,91		475	36 463	0,06158	0,06158	2,41		-3 500	26 223	0,06158	0,06158	3,38

Verifiche pressoflessione retta allo SLU

Dir	Pos	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS
			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]	
P	S	00553	88	2	0,06158	0,06158	31,39	00554	1	5	0,06158	0,06158	14,84	00555	-2	5	0,06158	0,06158	14,78
			0	805	0,06158	0,06158	-		249	921	0,06158	0,06158	-		580	986	0,06158	0,06158	-
S	S		258	2	0,06158	0,06158	36,57		-	892	0,06158	0,06158	98,79		-92	1	0,06158	0,06158	53,41
			-6	407	0,06158	0,06158	5,28		399	5	0,06158	0,06158	16,25		57	10	0,06158	0,06158	8,75
P	S	00556	13	2	0,06158	0,06158	34,94	00557	38	3	0,06158	0,06158	27,17	00558	-4	4	0,06158	0,06158	21,30
			-60	520	0,06158	0,06158	76,38		-	241	0,06158	0,06158	5,18		733	135	48	0,06158	0,06158
S	S		-74	2	0,06158	0,06158	35,43		-	2	0,06158	0,06158	30,49		24	3	0,06158	0,06158	24,20
			1	486	0,06158	0,06158	4,38		150	889	0,06158	0,06158	2,83		-	638	49	0,06158	0,06158
P	S	00559	-4	4	0,06158	0,06158	21,30	00560	38	3	0,06158	0,06158	27,17	00561	98	4	0,06158	0,06158	17,64
			829	135	0,06158	0,06158	1,63		-	241	0,06158	0,06158	59,49		0	0	0,06158	0,06158	-
S	S		24	3	0,06158	0,06158	24,20		-	2	0,06158	0,06158	30,49		-74	2	0,06158	0,06158	35,43
			-1	638	0,06158	0,06158	2,06		150	889	0,06158	0,06158	4,05		857	12	0,06158	0,06158	6,88
P	S	00562	-1	6	0,06158	0,06158	14,64	00563	-12	2	0,06158	0,06158	30,96	00564	148	2	0,06158	0,06158	37,40
			769	034	0,06158	0,06158	-		304	910	0,06158	0,06158	-		-2	1	0,06158	0,06158	45,44
S	S		-92	1	0,06158	0,06158	53,41		193	1	0,06158	0,06158	63,83		-	2	0,06158	0,06158	40,50
			16	649	0,06158	0,06158	14,68		-2	6	0,06158	0,06158	12,67		567	13	0,06158	0,06158	6,72
P	S	00565	388	3	0,06158	0,06158	28,92	00566	-1	3	0,06158	0,06158	23,77	00567	-1	3	0,06158	0,06158	23,77
			-8	043	0,06158	0,06158	6,50		-1	704	0,06158	0,06158	2,19		-	47	0,06158	0,06158	1,84
S	S		186	2	0,06158	0,06158	32,93		-47	3	0,06158	0,06158	26,19		-47	3	0,06158	0,06158	26,19
			-4	673	0,06158	0,06158	4,02		517	363	0,06158	0,06158	2,20		641	37	0,06158	0,06158	2,35
P	S	00568	388	3	0,06158	0,06158	28,92	00569	-1	3	0,06158	0,06158	28,17	00570	-8	3	0,06158	0,06158	24,71
			-6	043	0,06158	0,06158	40,61		337	134	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-
S	S		186	2	0,06158	0,06158	32,93		-	2	0,06158	0,06158	40,48		193	1	0,06158	0,06158	63,83
			-4	673	0,06158	0,06158	6,79		135	176	0,06158	0,06158	11,99		-1	3	0,06158	0,06158	22,59
P	S	00571	-	1	0,06158	0,06158	44,87	00572	5	2	0,06158	0,06158	33,65	00573	-10	2	0,06158	0,06158	30,44
			115	963	0,06158	0,06158	-		-44	617	0,06158	0,06158	15,53		73	18	0,06158	0,06158	4,88
S	S		26	828	0,06158	0,06158	NS		6	2	0,06158	0,06158	35,59		-29	2	0,06158	0,06158	30,50
			-	2	0,06158	0,06158	31,31		35	474	0,06158	0,06158	18,53		361	6	0,06158	0,06158	13,01
P	S	00574	10	3	0,06158	0,06158	26,03	00575	-2	3	0,06158	0,06158	26,60	00576	-2	3	0,06158	0,06158	26,60
			-23	383	0,06158	0,06158	3,00		-2	310	0,06158	0,06158	2,84		-50	28	0,06158	0,06158	3,10
S	S		-1	3	0,06158	0,06158	25,64		10	3	0,06158	0,06158	28,27		10	3	0,06158	0,06158	28,27
			50	435	0,06158	0,06158	13,71		-5	115	0,06158	0,06158	7,87		-	9	0,06158	0,06158	9,53
P	S	00577	10	3	0,06158	0,06158	26,03	00578	-10	2	0,06158	0,06158	30,44	00579	5	2	0,06158	0,06158	33,65
			-67	383	0,06158	0,06158	5,51		69	893	0,06158	0,06158	12,54		-40	392	0,06158	0,06158	NS
S	S		-1	3	0,06158	0,06158	25,64		-29	2	0,06158	0,06158	30,50		6	2	0,06158	0,06158	35,59
			-2	435	0,06158	0,06158	12,44		350	887	0,06158	0,06158	15,68		31	3	0,06158	0,06158	26,49

Verifiche pressoflessione retta allo SLU

Dir	Pos	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	
			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]		
				081						613						324				
P	S	00580	-171	1754	0,06158	0,06158	50,22	00581	-1014	1042	0,06158	0,06158	84,67	00582	-487	1891	0,06158	0,06158	46,61	
	I		0	0	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-		2696	3469	0,06158	0,06158	25,26	
S	S		26	828	0,06158	0,06158	NS		333	899	0,06158	0,06158	97,89		489	1358	0,06158	0,06158	64,78	
	I		-552	1944	0,06158	0,06158	45,34		-3602	600	0,06158	0,06158	NS		0	0	0,06158	0,06158	-	
P	S	00583	-1389	2413	0,06158	0,06158	36,59	00584	-63	2899	0,06158	0,06158	30,38	00585	-63	2899	0,06158	0,06158	30,38	
	I		17291	9502	0,06158	0,06158	8,97		2098	20376	0,06158	0,06158	4,30		-1479	19465	0,06158	0,06158	4,54	
S	S		12488	2559	0,06158	0,06158	33,60		-1071	6706	0,06158	0,06158	13,16		-6913	6228	0,06158	0,06158	14,32	
	I		0	0	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-		0	0	0,06158	0,06158	-	
P	S	00586	-1389	2413	0,06158	0,06158	36,59	00587	-487	1891	0,06158	0,06158	46,61	00588	-1014	1042	0,06158	0,06158	84,67	
	I		14378	4993	0,06158	0,06158	17,16		1492	1487	0,06158	0,06158	59,05		0	0	0,06158	0,06158	-	
S	S		-825	1610	0,06158	0,06158	54,78		489	1358	0,06158	0,06158	64,78		333	899	0,06158	0,06158	97,89	
	I		12389	766	0,06158	0,06158	NS		-3875	1152	0,06158	0,06158	77,00		-3057	1078	0,06158	0,06158	82,16	
P	S	00589	-4200	3238	0,06158	0,06158	27,20	00590	-8	3144	0,06158	0,06158	28,01	00591	-3	2928	0,06158	0,06158	30,07	
	I		200	4673	0,06158	0,06158	1,89		246	46349	0,06158	0,06158	1,90		174	35451	0,06158	0,06158	2,48	
S	S		-10338	1592	0,06158	0,06158	55,31		-22	1457	0,06158	0,06158	60,44		-3	1259	0,06158	0,06158	69,94	
	I		338	69932	0,06158	0,06158	1,26		505	73198	0,06158	0,06158	1,20		167	61073	0,06158	0,06158	1,44	
P	S	00592	314	1905	0,06158	0,06158	46,20	00593	-4	3380	0,06158	0,06158	26,05	00594	-11	2833	0,06158	0,06158	31,08	
	I		-4467	12490	0,06158	0,06158	7,11		193	46232	0,06158	0,06158	1,90		305	34061	0,06158	0,06158	2,58	
S	S		-10571	4822	0,06158	0,06158	18,63		-3	1810	0,06158	0,06158	48,65		-10	1002	0,06158	0,06158	87,88	
	I		1182	702	0,06158	0,06158	NS		132	70983	0,06158	0,06158	1,24		281	62267	0,06158	0,06158	1,41	
P	S	00595	-2	2398	0,06158	0,06158	36,72	00596	447	1663	0,06158	0,06158	52,91	00597	-17	3335	0,06158	0,06158	26,40	
	I		1	10598	0,06158	0,06158	8,31		-6189	10370	0,06158	0,06158	8,59		397	46452	0,06158	0,06158	1,89	
S	S		-2	538	0,06158	0,06158	NS		-16	3657	0,06158	0,06158	28,26		-11	1621	0,06158	0,06158	54,32	
	I		0	37947	0,06158	0,06158	2,32		1011	714	0,06158	0,06158	NS		261	70312	0,06158	0,06158	1,25	
P	S	00598	67	2001	0,06158	0,06158	44,00	00599	-4	3238	0,06158	0,06158	27,20	00600	-8	3144	0,06158	0,06158	28,01	
	I		-1638	13344	0,06158	0,06158	6,62		86	35746	0,06158	0,06158	2,46		-16	34180	0,06158	0,06158	2,58	
S	S		5421	5202	0,06158	0,06158	16,75		-10	1592	0,06158	0,06158	55,31		-22	1457	0,06158	0,06158	60,44	
	I		-227	618	0,06158	0,06158	NS		466	62775	0,06158	0,06158	1,40		585	62567	0,06158	0,06158	1,41	
P	S	00601	313	1905	0,06158	0,06158	46,20	00602	-3	2928	0,06158	0,06158	30,07	00603	55	4461	0,06158	0,06158	19,74	
	I		-7227	799	0,06158	0,06158	8,27		12	12698	0,06158	0,06158	6,93		0	0	0,06158	0,06158	-	
S	S		-39364	3012	0,06158	0,06158	31,40		-3	1259	0,06158	0,06158	69,94		7	74	0,06158	0,06158	NS	
	I		1179	702	0,06158	0,06158	NS		11	37631	0,06158	0,06158	2,34		-303	13673	0,06158	0,06158	6,44	
P	S	00604	-1787	4085	0,06158	0,06158	21,63	00605	-2	2397	0,06158	0,06158	36,74	00606	106	713	0,06158	0,06158	NS	
	I		0	0	0,06158	0,06158	-		-90	107	0,06158	0,06158	NS		88	4082	0,06158	0,06158	21,57	
S	S		235	110	0,06158	0,06158	NS		-2	538	0,06158	0,06158	NS		0	0	0,06158	0,06158	-	
	I		-3	13	0,06158	0,06158	6,72		-87	24	0,06158	0,06158	3,65		-2	1	0,06158	0,06158	44,44	

Verifiche pressoflessione retta allo SLU

Dir	Pos	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	
			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]		
			898	197						116					832	992				
P	S	00607	-11 623	1 618	0,06158	0,06158	55,62	00608	- 279	690	0,06158	0,06158	NS	00609	0	0	0,06158	0,06158	-	
	I		865	686	0,06158	0,06158	NS		3 825	3 173	0,06158	0,06158	27,55		-14 809	2 224	0,06158	0,06158	40,70	
S	S		326	383	0,06158	0,06158	NS		0	0	0,06158	0,06158	-		3 790	286	0,06158	0,06158	NS	
	I		-4 997	2 330	0,06158	0,06158	38,15		8 707	2 337	0,06158	0,06158	37,06		-24 452	3 243	0,06158	0,06158	28,40	
P	S	00610	297	1 230	0,06158	0,06158	71,55	00611	10	2 281	0,06158	0,06158	38,60	00612	449	1 632	0,06158	0,06158	53,91	
	I		-1 274	5 556	0,06158	0,06158	15,89		- 601	985	0,06158	0,06158	89,50		-6 638	9 234	0,06158	0,06158	9,66	
S	S		0	0	0,06158	0,06158	-		35	528	0,06158	0,06158	NS		-22 457	674	0,06158	0,06158	NS	
	I		-7 877	1 953	0,06158	0,06158	45,76		-1 228	23 028	0,06158	0,06158	3,83		785	809	0,06158	0,06158	NS	
P	S	00613	11 881	1 269	0,06158	0,06158	67,84	00614	0	0	0,06158	0,06158	-	00615	10	2 280	0,06158	0,06158	38,62	
	I		-1 020	739	0,06158	0,06158	NS		-16 033	2 165	0,06158	0,06158	41,90		- 439	11 275	0,06158	0,06158	7,82	
S	S		24	439	0,06158	0,06158	NS		4 136	159	0,06158	0,06158	NS		35	528	0,06158	0,06158	NS	
	I		- 537	2 019	0,06158	0,06158	43,66		-26 022	3 264	0,06158	0,06158	28,30		-1 019	37 335	0,06158	0,06158	2,36	
P	S	00616	103	1 575	0,06158	0,06158	55,90	00617	250	1 308	0,06158	0,06158	67,29	00618	107	1 273	0,06158	0,06158	69,16	
	I		0	0	0,06158	0,06158	-		-1 726	7 246	0,06158	0,06158	12,19		0	0	0,06158	0,06158	-	
S	S		7	74	0,06158	0,06158	NS		-12 484	140	0,06158	0,06158	NS		235	110	0,06158	0,06158	NS	
	I		- 345	22 222	0,06158	0,06158	3,97		709	878	0,06158	0,06158	NS		-5 028	21 649	0,06158	0,06158	4,11	
P	S	00619	-13 742	2 958	0,06158	0,06158	30,54	00620	106	713	0,06158	0,06158	NS	00621	-11	2 833	0,06158	0,06158	31,08	
	I		866	686	0,06158	0,06158	NS		- 162	4 995	0,06158	0,06158	17,63		35	12 126	0,06158	0,06158	7,26	
S	S		326	383	0,06158	0,06158	NS		0	0	0,06158	0,06158	-		-10	1 002	0,06158	0,06158	87,88	
	I		-6 438	5 844	0,06158	0,06158	15,25		-1 653	1 566	0,06158	0,06158	56,41		33	36 884	0,06158	0,06158	2,39	
P	S	00622	447	1 663	0,06158	0,06158	52,91	00623	- 279	690	0,06158	0,06158	NS	00624	16 883	2 353	0,06158	0,06158	36,23	
	I		-6 555	8 505	0,06158	0,06158	10,48		4 351	4 426	0,06158	0,06158	19,73		-1 020	739	0,06158	0,06158	NS	
S	S		-26 641	792	0,06158	0,06158	NS		0	0	0,06158	0,06158	-		24	439	0,06158	0,06158	NS	
	I		1 011	714	0,06158	0,06158	NS		11 915	1 513	0,06158	0,06158	56,89		- 734	5 509	0,06158	0,06158	16,01	
P	S	00625	0	0	0,06158	0,06158	-	00626	297	1 230	0,06158	0,06158	71,55	00627	449	1 632	0,06158	0,06158	53,91	
	I		-21 556	2 883	0,06158	0,06158	31,78		-2 355	7 862	0,06158	0,06158	11,25		-7 011	11 846	0,06158	0,06158	7,53	
S	S		3 790	286	0,06158	0,06158	NS		-6 066	754	0,06158	0,06158	NS		-15 138	3 779	0,06158	0,06158	23,97	
	I		-32 703	4 292	0,06158	0,06158	21,78		105	894	0,06158	0,06158	98,48		785	809	0,06158	0,06158	NS	
P	S	00628	249	1 308	0,06158	0,06158	67,29	00629	0	0	0,06158	0,06158	-	00630	105	2 003	0,06158	0,06158	43,95	
	I		- 919	5 546	0,06158	0,06158	15,91		-20 735	2 564	0,06158	0,06158	35,69		-2 580	15 546	0,06158	0,06158	5,69	
S	S		0	0	0,06158	0,06158	-		4 137	159	0,06158	0,06158	NS		6 511	5 713	0,06158	0,06158	15,22	
	I		-14 599	1 999	0,06158	0,06158	45,26		-31 677	3 956	0,06158	0,06158	23,59		- 258	623	0,06158	0,06158	NS	
P	S	00631	261	1 854	0,06158	0,06158	47,47	00632	261	1 854	0,06158	0,06158	47,47							
	I		-6 136	12 431	0,06158	0,06158	7,17		-4 479	14 734	0,06158	0,06158	6,03							
S	S		-37	3	0,06158	0,06158	25,58		-12	5	0,06158	0,06158	15,41							

Verifiche pressoflessione retta allo SLU																			
Dir	Pos	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS
			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]	
	I		636	687					919	853									
			1	732	0,06158	0,06158	NS		1	732	0,06158	0,06158	NS						
			213						212										

### LEGENDA:

- Dir** Direzione [P] = principale (asse locale 1) - [S] = secondaria (asse locale 2).  
**Pos** Posizione [S] = superiore - [I] = inferiore.  
**A<sub>s</sub>** Area delle armature esecutive per unità di lunghezza.  
**A<sub>df</sub>** Armatura disponibile per la flessione  
**CS** Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se CS ≥ 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).  
**N<sub>Ed</sub>, M<sub>Ed</sub>** Sollecitazioni di progetto.

## 9.2 Verifica delle tensioni di esercizio della fondazione

Si riporta di seguito, in forma tabellare, la verifica delle tensioni di esercizio della fondazione, sia per il calcestruzzo che per l'acciaio.

### VERIFICHE DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO (Fondazione)

verifiche delle tensioni di esercizio																
Nodo/ Tp <sub>rnf</sub>	Dir	Compressione calcestruzzo							Trazione acciaio							
		Compressione calcestruzzo rinforzo							Trazione acciaio/FRP rinforzo							
		Id <sub>cmb</sub>	σ <sub>cc</sub>	σ <sub>cd,amm</sub>	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	CS	Verificato	Id <sub>cmb</sub>	σ <sub>at</sub>	σ <sub>td,amm</sub>	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	CS	Verificato	
		[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N]	[N-m]				[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N]	[N-m]				
<b>Fondazione</b>																
<b>Platea 1</b>																
00449	P	RAR	2,166	17,43	-86	-66 533	8,05	SI	RAR	27,022	360,00	-86	-66 533	13,32	SI	
		QPR	2,163	13,07	-86	-66 463	6,04	SI	-	-	-	-	-	-	-	
	S	RAR	2,005	17,43	217	-61 560	8,70	SI	RAR	24,992	360,00	217	-61 560	14,40	SI	
		QPR	2,002	13,07	217	-61 481	6,53	SI	-	-	-	-	-	-	-	

### LEGENDA:

- Rinf.** Indica la presenza del rinforzo sulla sezione di verifica.  
**Dir** Direzione [P] = principale (asse locale 1) - [S] = secondaria (asse locale 2).  
**Id<sub>cmb</sub>** Identificativo della Combinazione di Azione: [QPR] = Quasi Permanente - [FRQ] = Frequente - [RAR] = Rara.  
**σ<sub>cc</sub>** Tensione massima di compressione nel calcestruzzo della Trave/Rinforzo.  
**σ<sub>cd,amm</sub>** Tensione ammissibile per la verifica a compressione del calcestruzzo.  
**σ<sub>at</sub>** Tensione massima di trazione nell'acciaio della Trave/Rinforzo o nel FRP.  
**σ<sub>td,amm</sub>** Tensione ammissibile per la verifica a trazione dell'acciaio/rinforzo.  
**N<sub>Ed</sub>, M<sub>Ed</sub>** Sollecitazioni di progetto.  
**CS** Coefficiente di Sicurezza (= σ<sub>cd,amm</sub>/σ<sub>cc</sub> ; σ<sub>td,amm</sub>/σ<sub>at</sub>). [NS] = Non Significativo (CS ≥ 100).  
**Verificato** [SI] = La verifica è soddisfatta (σ<sub>cc</sub> ≤ σ<sub>cd,amm</sub> ; σ<sub>at</sub> ≤ σ<sub>td,amm</sub>). [NO] = La verifica NON è soddisfatta (σ<sub>cc</sub> > σ<sub>cd,amm</sub> ; σ<sub>at</sub> > σ<sub>td,amm</sub>).  
**Nota** Nella tabella, per ogni elemento, viene riportato il nodo della shell che ha il coefficiente di sicurezza (CS) più piccolo.

## 9.3 Verifica a fessurazione della fondazione

Si riporta di seguito, in forma tabellare, la verifica a fessurazione della fondazione.

### VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

verifica allo stato limite di fessurazione

Nodo	Dir	IdCmb	NEd	MEd	$\sigma_{ct,f}$	$\sigma_t$	$\epsilon_{sm}$	$A_e$	$\Delta_{sm}$	$W_d$	$W_{amm}$	CS	Verificato
			[N]	[N-m]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		[cm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]		
<b>Fondazione</b>			<b>Platea 1</b>				<b>AA= PCA</b>						
<b>NOTA: L'elemento NON è fessurato. Di seguito si riporta il nodo strutturale per la quale si riscontra la massima tensione di trazione(max <math>\sigma_{ct,f}</math>)</b>													
00449	P	FRQ	-86	-66 471	2,24	2,36	0 E+00	0	0	0,000	0,400	-	SI
		QPR	-86	-66 463	2,24	2,36	0 E+00	0	0	0,000	0,300	-	SI
	S	FRQ	217	-61 491	2,07	2,36	0 E+00	0	0	0,000	0,400	-	SI
		QPR	217	-61 481	2,07	2,36	0 E+00	0	0	0,000	0,300	-	SI

LEGENDA:

- Dir** Direzione [P] = principale (asse locale 1) - [S] = secondaria (asse locale 2).
- AA** Identificativo dell'aggressività dell'ambiente: [PCA] = "Ordinario"; [MDA] = "Aggressivo"; [MLA] = "Molto aggressivo".
- IdCmb** Identificativo della Combinazione di Azione: [QPR] = Quasi Permanente - [FRQ] = Frequente - [RAR] = Rara.
- NEd, MEd** Sollecitazioni di progetto.
- $\sigma_{ct,f}$**  Tensione massima di trazione nel calcestruzzo per la fessurazione, calcolata nell'ipotesi di calcestruzzo resistente a trazione. Se tale valore è maggiore di  $\sigma_t$  la sezione è soggetta a fessurazione.  
N.B. I valori negativi indicano una sezione interamente compressa. In tal caso le sollecitazioni forniscono il minimo valore di compressione.
- $\sigma_t$**  Tensione massima di trazione nel calcestruzzo relativa allo stato limite di formazione delle fessure [relazione (4.1.13) del § 4.1.2.2.4 del DM 2018].
- $\epsilon_{sm}$**  Deformazione unitaria media delle barre di armatura.
- $A_e$**  Area efficace del calcestruzzo teso.
- $\Delta_{sm}$**  Distanza media tra le fessure.
- $W_d$**  Valore di calcolo di apertura massima delle fessure.
- $W_{amm}$**  Valore ammissibile di apertura delle fessure.
- CS** Coefficiente di Sicurezza ( $=W_d / W_{amm}$ ). [NS] = Non Significativo (CS  $\geq$  100). [-] = Fessurazioni nulle ( $W_d = 0$ ).
- Verificato** [SI] =  $W_d \leq W_{amm}$ ; [NO] =  $W_d > W_{amm}$

## **PLATEA PER AREA DI ACCUMULO**

# 1 Introduzione – Platea per area di accumulo

La fondazione per la platea di area di accumulo ha una superficie in pianta di 12.40 x 2.50 m con spessore pari a 0.40 m. E' stata calcolata un'unica platea per tutti i container dell'area di accumulo considerando il carico più gravoso ovvero quello pari a 16.20 t che cautelativamente è stato aumentato a 20 t per portare in conto anche l'incidenza dei cavi. Il peso del container è stato letto all'interno della scheda tecnica "Sungrow, Samnsung SDI- STORAGE SYSTEM".

N <sub>id</sub>	T. C.	Descrizione del Carico	Tipologie di Carico	Analisi carichi						
				Peso Proprio		Permanente NON Strutturale		Sovraccarico Accidentale		Carico Neve
				Descrizione	PP	Descrizione	PNS	Descrizione	SA	
001	S	Container Storage system	Carico Permanente	-	-		0	200000/31	6 452	0

## LEGENDA:

**N<sub>id</sub>** Numero identificativo dell'analisi di carico.

**T. C.** Identificativo del tipo di carico: [S] = Superficiale - [L] = Lineare - [C] = Concentrato.

**PP, PNS,** Valori, rispettivamente, del Peso Proprio, del Sovraccarico Permanente NON strutturale, del Sovraccarico Accidentale. Secondo il tipo di carico

**SA** indicato nella colonna "T.C." ("S" - "L" - "C"), i valori riportati nelle colonne "PP", "PNS" e "SA", sono espressi in [N/m<sup>2</sup>] per carichi Superficiali, [N/m] per carichi Lineari, [N] per carichi Concentrati.

Viene riportate di seguito una vista assonometrica del modello utilizzato per il calcolo:



Figura 1: vista tridimensionale della fondazione della PLATEA PER L'AREA DI ACCUMULO

## 2 Materiali impiegati

Tutti i materiali strutturali impiegati devono essere muniti di marcatura "CE" ed essere conformi alle prescrizioni del "REGOLAMENTO (UE) N. 305/2011 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 9 marzo 2011", in merito ai prodotti da costruzione.

Per la realizzazione dell'opera in oggetto saranno impiegati i seguenti materiali:

### CALCESTRUZZO

Caratteristiche calcestruzzo armato															
N <sub>id</sub>	γ <sub>k</sub>	α <sub>T, i</sub>	E	G	C <sub>Erid</sub>	Stz	R <sub>ck</sub>	R <sub>cm</sub>	%R <sub>ck</sub>	γ <sub>c</sub>	f <sub>cd</sub>	f <sub>ctd</sub>	f <sub>cfm</sub>	N	n Ac
	[N/m <sup>3</sup> ]	[1/°C]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[%]		[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]			[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		
<b>Cls C28/35_B450C - (C28/35)</b>															
002	25 000	0,000010	32 588	13 578	60	P	35,00	-	0,85	1,50	16,46	1,32	3,40	15	003

#### LEGENDA:

- N<sub>id</sub>** Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.  
**γ<sub>k</sub>** Peso specifico.  
**α<sub>T, i</sub>** Coefficiente di dilatazione termica.  
**E** Modulo elastico normale.  
**G** Modulo elastico tangenziale.  
**C<sub>Erid</sub>** Coefficiente di riduzione del Modulo elastico normale per Analisi Sismica [ $E_{sisma} = E \cdot C_{Erid}$ ].  
**Stz** Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).  
**R<sub>ck</sub>** Resistenza caratteristica cubica.  
**R<sub>cm</sub>** Resistenza media cubica.  
**%R<sub>ck</sub>** Percentuale di riduzione della R<sub>ck</sub>.  
**γ<sub>c</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza del materiale.  
**f<sub>cd</sub>** Resistenza di calcolo a compressione.  
**f<sub>ctd</sub>** Resistenza di calcolo a trazione.  
**f<sub>cfm</sub>** Resistenza media a trazione per flessione.  
**n Ac** Identificativo, nella relativa tabella materiali, dell'acciaio utilizzato: [-] = parametro NON significativo per il materiale.

### ACCIAIO

Caratteristiche acciaio																
N <sub>id</sub>	γ <sub>k</sub>	α <sub>T, i</sub>	E	G	Stz	LMT	f <sub>yk</sub>	f <sub>tk</sub>	f <sub>yd</sub>	f <sub>td</sub>	γ <sub>s</sub>	γ <sub>M1</sub>	γ <sub>M2</sub>	γ <sub>M3,SLV</sub>	γ <sub>M3,SLE</sub>	γ <sub>M7</sub> NCnt Cnt
	[N/m <sup>3</sup> ]	[1/°C]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]			[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]						
<b>Acciaio B450C - Acciaio in Tondini - (B450C)</b>																
003	78 500	0,000010	210 000	80 769	P	-	450,00	-	391,30	-	1,15	-	-	-	-	-

#### LEGENDA:

- N<sub>id</sub>** Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.  
**γ<sub>k</sub>** Peso specifico.  
**α<sub>T, i</sub>** Coefficiente di dilatazione termica.  
**E** Modulo elastico normale.  
**G** Modulo elastico tangenziale.  
**Stz** Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).  
**LMT** Campo di validità in termini di spessore t, (per profili, piastre, saldature) o diametro, d (per bulloni, tondini, chiodi, viti, spinotti)  
**f<sub>yk</sub>** Resistenza caratteristica allo snervamento  
**f<sub>tk</sub>** Resistenza caratteristica a rottura  
**f<sub>yd</sub>** Resistenza di calcolo  
**f<sub>td</sub>** Resistenza di calcolo a Rottura (Bulloni).  
**γ<sub>s</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza allo SLV del materiale.  
**γ<sub>M1</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza per instabilità.  
**γ<sub>M2</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza per sezioni tese indebolite.  
**γ<sub>M3,SLV</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLV (Bulloni).  
**γ<sub>M3,SLE</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLE (Bulloni).  
**γ<sub>M7</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza precarico di bulloni ad alta resistenza (Bulloni - NCnt = con serraggio NON controllato; Cnt = con serraggio controllato). [-] = parametro NON significativo per il materiale.  
**NOTE** [-] = Parametro non significativo per il materiale.

## 3 Terreni

Tutti i parametri che caratterizzano i terreni di fondazione sono riportati di seguito.

### TERRENI

N <sub>TRN</sub>	γ <sub>T</sub> [N/m <sup>3</sup> ]	K <sub>1</sub>			φ [°]	c <sub>u</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	c' [N/mm <sup>2</sup> ]	E <sub>d</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	E <sub>cu</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	Terreni
		K <sub>1X</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	K <sub>1Y</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	K <sub>1Z</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]						A <sub>S-B</sub>
<b>CONGLOMERATI</b>										
T001	17 450	60	60	30	31	0,000	0,002	15	0	0,000
<b>SABBIE FINI</b>										
T002	17 450	60	60	30	31	0,000	0,002	10	0	0,000
<b>SABBIE CALCAREO QUARZOSE</b>										
T003	18 030	60	60	300	31	0,000	0,002	12	0	0,000
<b>ARGILLE</b>										
T004	19 750	60	60	300	26	0,000	0,007	25	0	0,000

#### LEGENDA:

- N<sub>TRN</sub>** Numero identificativo del terreno.  
**γ<sub>T</sub>** Peso specifico del terreno.  
**K<sub>1</sub>** Valori della costante di Winkler riferita alla piastra Standard di lato b = 30 cm nelle direzioni degli assi del riferimento globale X (K<sub>1X</sub>), Y (K<sub>1Y</sub>), e Z (K<sub>1Z</sub>).  
**φ** Angolo di attrito del terreno.  
**c<sub>u</sub>** Coesione non drenata.  
**c'** Coesione efficace.  
**E<sub>d</sub>** Modulo edometrico.  
**E<sub>cu</sub>** Modulo elastico in condizione non drenate.  
**A<sub>S-B</sub>** Parametro "A" di Skempton-Bjerrum per pressioni interstiziali.

### STRATIGRAFIE

N <sub>TRN</sub>	Q <sub>i</sub> [m]	Q <sub>f</sub> [m]	Cmp. S.	Add	Stratigrafie
					ΔEd
<b>[S001]-Stratigrafia</b>					
T001	0,00	-4,00	incoerente	sciolto	nulla
T002	-4,00	-12,00	incoerente	sciolto	nulla
T003	-12,00	-20,00	incoerente	sciolto	nulla
T004	-20,00	INF	coerente	sciolto	nulla

#### LEGENDA:

- N<sub>TRN</sub>** Numero identificativo della stratigrafia.  
**Q<sub>i</sub>** Quota iniziale dello strato (riferito alla quota iniziale della stratigrafia).  
**Q<sub>f</sub>** Quota finale dello strato (riferito alla quota iniziale della stratigrafia). INF = infinito (profondità dello strato finale).  
**Cmp. S.** Comportamento dello strato.  
**Add** Addensamento dello strato.  
**ΔEd** Variazione con la profondità del modulo edometrico.

## 4 Analisi dei carichi

### 4.1 Combinazioni di carico

La struttura è calcolata con vita utile 50 anni. In accordo con il paragrafo 2.5.3 del D.M. 17/01/2018 la combinazione per le verifiche agli S.L.U. è:

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

dove:

- $\gamma_{G1}$  coefficiente parziale per peso proprio della struttura e dei pesi permanenti;
- $G_1$  è il valore caratteristico dei carichi permanenti;
- $\gamma_{Q1}$  coefficiente parziale dell'azione variabile;
- $\psi_{0i}$  = è il coefficiente di combinazione che fornisce il valore raro dell'azione variabile  $Q_{kj}$ ;
- $\psi_{2i}$  = è il coefficiente di combinazione che fornisce il valore quasi-permanente dell'azione variabile  $Q_{kj}$ ;
- $Q_{kj}$  è il valore caratteristico dell'azione variabile  $Q_i$ ;

Allo S.L.E. le sollecitazioni con cui sono state semiprogettate le aste in c.a. sono state ricavate applicando le formule riportate nel D.M. 2018 al §2.5.3. Per le verifiche agli stati limite di esercizio, a seconda dei casi, si fa riferimento alle seguenti combinazioni di carico:

rara	frequente	quasi permanente
$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P + Q_{k1} + \sum_{i > 1} \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$	$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_{i > 1} \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$	$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P + \sum_{i > 1} \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

dove:

- $G_{kj}$ : valore caratteristico della j-esima azione permanente;
- $P_{kh}$ : valore caratteristico della h-esima deformazione impressa;
- $Q_{ki}$ : valore caratteristico dell'azione variabile di base di ogni combinazione;
- $Q_{kj}$ : valore caratteristico della i-esima azione variabile;
- $\psi_{0i}$ : coefficiente atto a definire i valori delle azioni ammissibili di durata breve ma ancora significativi nei riguardi della possibile concomitanza con altre azioni variabili;
- $\psi_{1i}$ : coefficiente atto a definire i valori delle azioni ammissibili ai frattili di ordine 0,95 delle distribuzioni dei valori istantanei;
- $\psi_{2i}$ : coefficiente atto a definire i valori quasi permanenti delle azioni ammissibili ai valori medi delle distribuzioni dei valori istantanei.

## 5 Codice di calcolo impiegato

---

L'analisi strutturale della fondazione è stata sviluppata mediante calcolo automatico con modello tridimensionale utilizzando il programma Edilus sviluppato dalla ACCA Software.

Il software consente di modellare la struttura, di effettuare il dimensionamento e le verifiche di tutti gli elementi strutturali e di generare gli elaborati grafici esecutivi.

È una procedura integrata dotata di tutte le funzionalità necessarie per consentire il calcolo completo di una struttura mediante il metodo degli elementi finiti (FEM); la modellazione della struttura è realizzata tramite elementi Beam (travi e pilastri) e Shell (platee, pareti, solette, setti, travi-parete).

L'input della struttura avviene per oggetti (travi, pilastri, solai, solette, pareti, etc.) in un ambiente grafico integrato; il modello di calcolo agli elementi finiti, che può essere visualizzato in qualsiasi momento in una apposita finestra, viene generato dinamicamente dal software.

Apposite funzioni consentono la creazione e la manutenzione di archivi Sezioni, Materiali e Carichi; tali archivi sono generali, nel senso che sono creati una tantum e sono pronti per ogni calcolo, potendoli comunque integrare/modificare in ogni momento.

L'utente non può modificare il codice, ma soltanto eseguire delle scelte come:

- definire i vincoli di estremità per ciascuna asta (vincoli interni) e gli eventuali vincoli nei nodi (vincoli esterni);
- modificare i parametri necessari alla definizione dell'azione sismica;
- definire condizioni di carico;
- definire gli impalcati come rigidi o meno.

Il programma è dotato di un manuale tecnico ed operativo. L'assistenza è effettuata direttamente dalla casa produttrice, mediante linea telefonica o e-mail.

Il calcolo si basa sul solutore agli elementi finiti MICROSAP prodotto dalla società TESYS srl. La scelta di tale codice è motivata dall'elevata affidabilità dimostrata e dall'ampia documentazione a disposizione, dalla quale risulta la sostanziale uniformità dei risultati ottenuti su strutture standard con i risultati internazionalmente accettati ed utilizzati come riferimento.

Tutti i risultati del calcolo sono forniti, oltre che in formato numerico, anche in formato grafico permettendo così di evidenziare agevolmente eventuali incongruenze.

Il programma consente la stampa di tutti i dati di input, dei dati del modello strutturale utilizzato, dei risultati del calcolo e delle verifiche dei diagrammi delle sollecitazioni e delle deformate.

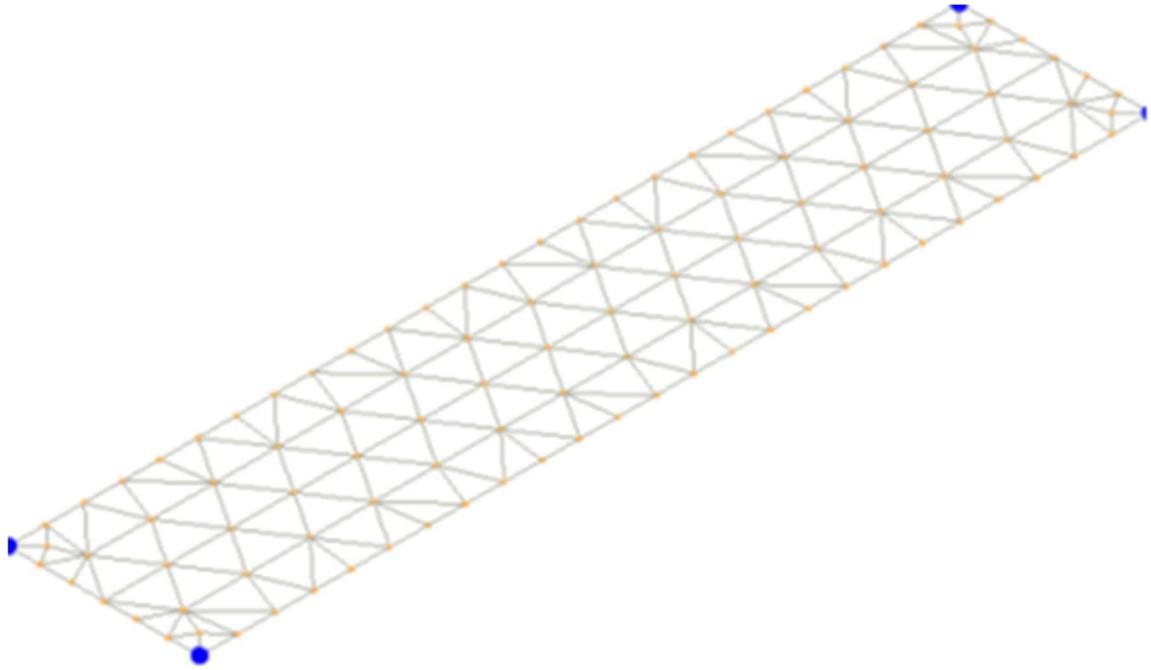
### 5.1 Modello di calcolo

---

Il modello della struttura viene creato automaticamente dal codice di calcolo, individuando i vari elementi strutturali e fornendo le loro caratteristiche geometriche e meccaniche.

Viene definita un'opportuna numerazione degli elementi (nodi, aste, shell) costituenti il modello, al fine di individuare celermente ed univocamente ciascun elemento.

Qui di seguito è fornita una rappresentazione grafica dettagliata della discretizzazione operata con evidenziazione dei nodi e degli elementi.



**Figura 2: modello strutturale della fondazione**

## 6 Verifiche geotecniche

Ai fini del calcolo strutturale, il terreno sottostante l'opera viene modellato secondo lo schema di Winkler, cioè un sistema costituito da un letto di molle elastiche mutuamente indipendenti. Ciò consente di ricavare le rigidità offerte dai manufatti di fondazione, siano queste profonde o superficiali, che sono state introdotte direttamente nel modello strutturale per tener conto dell'interazione opera/terreno.

Nelle verifiche allo stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove:

- $E_d$  è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;
- $R_d$  è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

Le verifiche strutturali e geotecniche delle fondazioni, sono state effettuate con l'Approccio 2 come definito al §2.6.1 del D.M. 2018, attraverso la combinazione A1+M1+R3. Le azioni sono state amplificate tramite i coefficienti della colonna A1 (STR) definiti nella tabella 6.2.I del D.M. 2018.

**Tabella 6.2.I - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni [cfr. D.M. 2018]**

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	A1 (STR)	A2 (GEO)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	1,00	1,00
	Sfavorevole		1,30	1,00
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,80	0,80
	Sfavorevole		1,50	1,30
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_Q$	0,00	0,00
	Sfavorevole		1,50	1,30

<sup>(1)</sup> Per i carichi permanenti  $G_2$  si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{G1}$

I valori di resistenza del terreno sono stati ridotti tramite i coefficienti della colonna M1 definiti nella tabella 6.2.II del D.M. 2018.

**Tabella 6.2.II - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno [cfr. D.M. 2018]**

PARAMETRO GEOTECNICO	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza a taglio	$\tan\phi_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40
Peso dell'unità di volume	$\gamma_f$	$\gamma_f$	1,00	1,00

Per le fondazioni su pali, i valori calcolati delle resistenze totali dell'elemento strutturale sono stati divisi per i coefficienti R3 della tabella 6.4.II del D.M. 2018.

**Tabella 6.4.II - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali (cfr. D.M. 2018)**

Resistenza	Simbolo	infissi	trivellati	ad elica continua
	$\gamma_R$	R3	R3	R3
Base	$\gamma_b$	1,15	1,35	1,30
Laterale in compressione	$\gamma_s$	1,15	1,15	1,15

Totale(*)	$\gamma_t$	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	$\gamma_{s,t}$	1,25	1,25	1,25

(\*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

## 6.1 Verifica a carico limite fondazioni dirette

La formula del carico limite esprime l'equilibrio fra il carico applicato alla fondazione e la resistenza limite del terreno. Il carico limite è dato dalla seguente espressione:

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot \Psi_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot \Psi_q + \frac{B'}{2} \cdot \gamma_f \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot \Psi_\gamma \cdot r_\gamma$$

in cui:

$c$  = coesione del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;

$q$  =  $\gamma \cdot D$  = pressione geostatica in corrispondenza del piano di posa della fondazione;

$\gamma$  = peso unità di volume del terreno al di sopra del piano di posa della fondazione;

$D$  = profondità del piano di posa della fondazione;

$B'$  = larghezza ridotta della suola di fondazione (vedi NB);

$L$  = lunghezza della fondazione;

$\gamma_f$  = peso unità di volume del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;

$N_c, N_q, N_\gamma$  = fattori di capacità portante;

$s, d, i, g, b, \Psi, r$  = coefficienti correttivi.

NB: Se la risultante dei carichi verticali è eccentrica,  $B$  e  $L$  saranno ridotte rispettivamente di:

$$B' = B - 2 \cdot eB$$

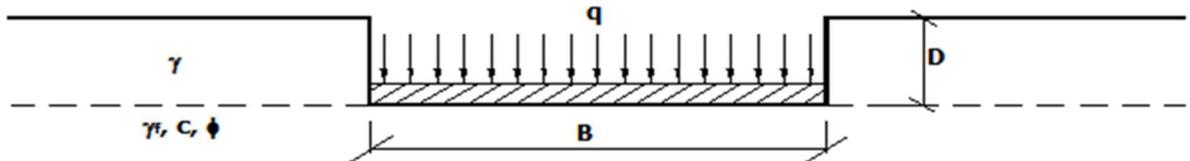
$eB$  = eccentricità parallela al lato di dimensione  $B$ ;

$$L' = L - 2 \cdot eL$$

$eL$  = eccentricità parallela al lato di dimensione  $L$ ;

con  $B' \leq L'$ .

dove:



Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLU

Id <sub>Fnd</sub>	CS	L <sub>x</sub>	L <sub>y</sub>	R <sub>tz</sub>	Z <sub>p.cmp</sub>	Z <sub>Fld</sub>	Cmp T	C. Terzaghi						Q <sub>Ed</sub>	Q <sub>Rd</sub>	R <sub>f</sub>
								per N <sub>q</sub>	per N <sub>c</sub>	per N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>c</sub>	N <sub>γ</sub>			
Platea 1	16,85	12,40	2,50	0,00	0,55	16,50	NON Coesivo	1,19	1,20	0,90	20,63	32,67	25,99	0,021	0,360	NO

### LEGENDA:

**Id<sub>Fnd</sub>** Descrizione dell'oggetto di fondazione al quale è riferita la verifica.

**CS** Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se  $CS \geq 100$ ; [VNR] = Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).

**L<sub>x/y</sub>** Dimensioni dell'elemento di fondazione.

**R<sub>tz</sub>** Angolo compreso tra l'asse X e il lato più lungo del minimo rettangolo che delimita il poligono della platea.

**Z<sub>p.cmp</sub>** Profondità di posa dell'elemento di fondazione dal piano campagna.

**Z<sub>Fld</sub>** Profondità della falda dal piano campagna.

**Cmp T** Classificazione del comportamento del terreno ai fini del calcolo.

**C.** Coefficienti correttivi per la formula di Terzaghi.

### Terzaghi

**Q<sub>Ed</sub>** Carico di progetto sul terreno.

**Q<sub>Rd</sub>** Resistenza di progetto del terreno.

**R<sub>f</sub>** [SI] = elemento con presenza di rinforzo; [NO] = elemento senza rinforzo.

## 6.2 Tensioni sul terreno

Si riporta, di seguito, un'immagine raffigurante lo stato tensionale massimo allo S.L.U. sul terreno.

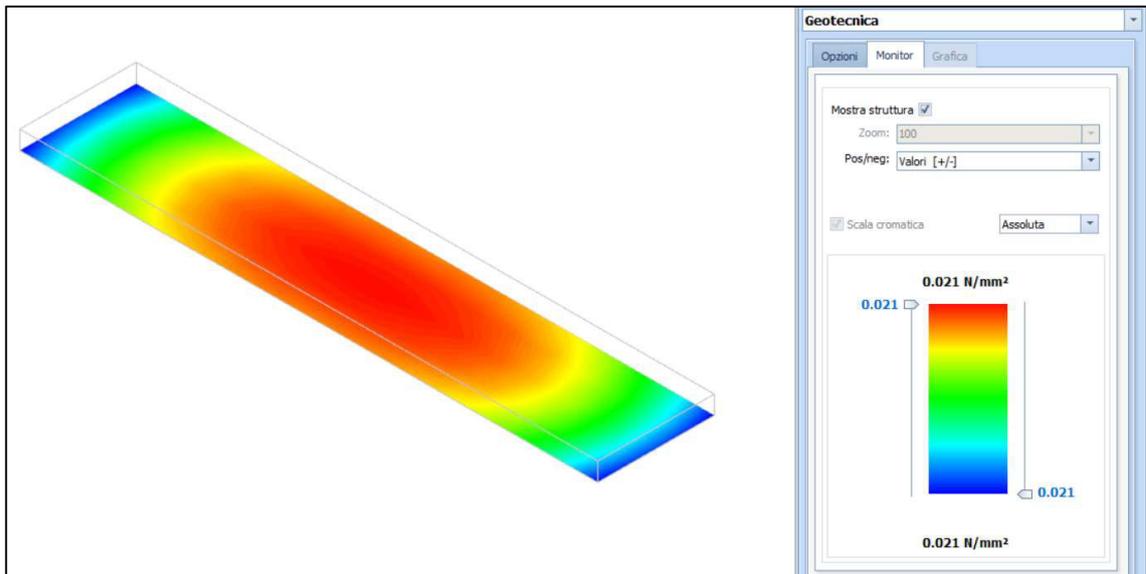


Figura 3: tensioni sul terreno

## 6.3 Calcolo dei cedimenti

Noti gli incrementi di tensione nei vari strati, per il calcolo dei cedimenti viene adottato il metodo edometrico di Terzaghi, distinguendo tra terreni a grana grossa e terreni a grana fine.

- **Terreni a grana grossa**

Per questi terreni i cedimenti si estinguono immediatamente per cui il cedimento iniziale ( $w_0$ ) coincide con quello finale ( $w_f$ ).

In tal caso, per il calcolo del cedimento, sarebbe indispensabile far ricorso a procedimenti empirici che utilizzano i risultati di prove in sito.

Viste le difficoltà e l'incertezza nella stima di specifici parametri geotecnici, il cedimento è stato valutato utilizzando il metodo edometrico.

- **Terreni a grana fina**

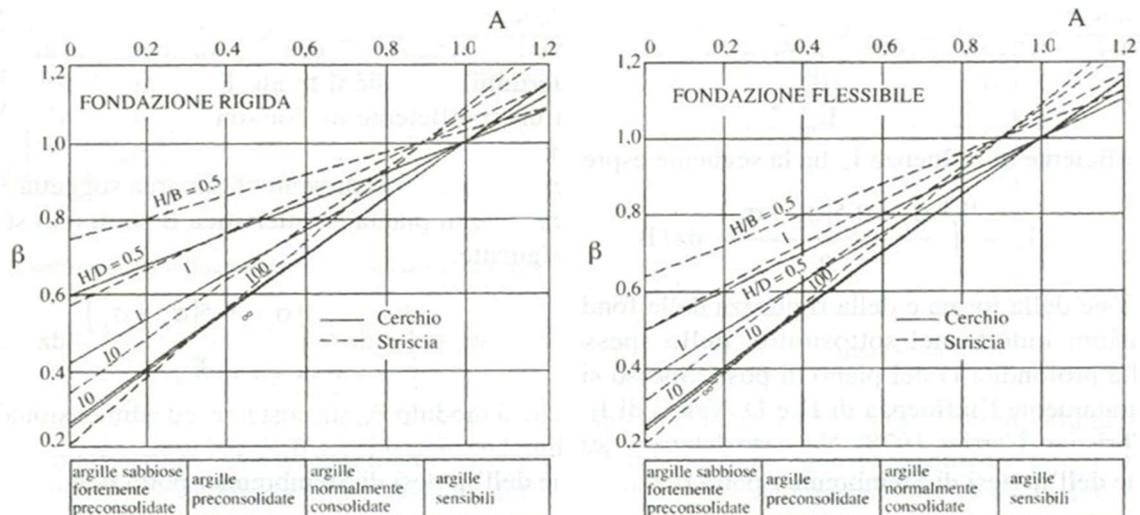
Il metodo edometrico fornisce il cedimento a lungo termine, NON consentendo di valutare il cedimento iniziale. Calcolato l'incremento di tensioni  $D_s$  nei vari strati, ognuno di spessore  $H_i$  e modulo  $E_{ed,i}$ , il cedimento edometrico risulta pari a:

$$w_{ed} = \sum_i \frac{\Delta\sigma_i}{E_{ed,i}} \cdot H_i \cdot$$

Per la stima del cedimento di consolidazione si utilizza il metodo di Skempton e Bjerrum che esprime tale cedimento come un'aliquota di quello edometrico, pertanto:

$$W_c = \beta \cdot W_{ed}$$

I valori del coefficiente  $\beta$  sono riportati in grafici in funzione della rigidezza della fondazione, della forma della fondazione, dello spessore dello strato deformabile e del coefficiente di Skempton "A" (vedi figura sottostante).



Il coefficiente "A" di Skempton può essere ricavato in funzione del grado di consolidazione del terreno come indicato nella seguente tabella.

Grado di consolidazione del terreno	$A_{Skempton}$
basso	0,75 ÷ 1,50
normale	0,50 ÷ 1,00
poco sovraconsolidato	0,20 ÷ 0,50
molto sovraconsolidato	0,00 ÷ 0,25

Il software utilizza il valore medio degli intervalli indicati. Tuttavia il tecnico è libero di inserire manualmente tali parametri qualora siano state fatte indagini specifiche relative alla loro determinazione.

Il cedimento iniziale  $w_0$  è calcolato con la teoria dell'elasticità in termini di tensioni totali secondo la seguente espressione:

$$w_0 = \frac{q \cdot B}{E_u} \cdot I_w$$

in cui:

- $E_u$  è il modulo di elasticità NON drenato;
- $q$  è il carico (medio ripartito) sulla fondazione;
- $B$  è la larghezza caratteristica della fondazione,
- $I_w$  è il coefficiente di influenza.

Il coefficiente di influenza  $I_w$  ha la seguente espressione:

$$I_w = \int_0^{H/B} \frac{\sigma_z - 0.5 \cdot (\sigma_x + \sigma_y)}{q} dz/B$$

in cui H è lo spessore dello strato deformabile e le  $\sigma_x$  e  $\sigma_y$  sono calcolate con un coefficiente di Poisson che, in condizioni NON drenate, è assunto pari a 0,5.

Il modulo di elasticità NON drenato di un terreno può essere ricavato dalla seguente tabella in cui è messo in relazione con la coesione NON drenata ( $c_u$ ), l'indice di plasticità ( $I_p$ ) e il grado di consolidazione del terreno (OCR). Tuttavia il tecnico è libero di inserire manualmente tali parametri qualora siano state fatte indagini specifiche relative alla loro determinazione.

Noti i cedimenti in un certo numero di punti significativi, è possibile calcolare le distorsioni angolari ( $\beta$ ) come:

$$\beta_{ij} = \Delta W_{ij}/L_{ij}$$

dove:

$D_{w_{ij}}$ : cedimento differenziale tra i punti i e j;

$L_{ij}$ : distanza tra la coppia di punti i e j.

Geotecnica - Calcolo dei cedimenti						
Idw	Nps	Nid	W <sub>ed</sub> [cm]	W <sub>o</sub> [cm]	W <sub>c</sub> [cm]	W <sub>f</sub> [cm]
<b>SLE Rare:Carico Permanente * 1</b>						
C0001	00089		0,19	0,19	0,00	0,19
C0002	00004		0,14	0,14	0,00	0,14
C0003	00003		0,14	0,14	0,00	0,14
C0004	00002		0,14	0,14	0,00	0,14
C0005	00001		0,14	0,14	0,00	0,14
<b>SLE Freq:Carico Permanente * 1</b>						
C0001	00089		0,19	0,19	0,00	0,19
C0002	00004		0,14	0,14	0,00	0,14
C0003	00003		0,14	0,14	0,00	0,14
C0004	00002		0,14	0,14	0,00	0,14
C0005	00001		0,14	0,14	0,00	0,14
<b>SLE Perm:Carico Permanente * 1</b>						
C0001	00089		0,19	0,19	0,00	0,19
C0002	00004		0,14	0,14	0,00	0,14
C0003	00003		0,14	0,14	0,00	0,14
C0004	00002		0,14	0,14	0,00	0,14
C0005	00001		0,14	0,14	0,00	0,14

#### LEGENDA:

<b>Idw</b>	Identificativo del Punto Significativo (punto in cui viene calcolato il cedimento).
<b>Nps</b>	Numero identificativo del Punto Significativo.
<b>Nid</b>	Numero identificativo dell'elemento verticale (pilastro, estremo parete, setto). [*]= indica la presenza di un nodo intermedio calcolato sulla base della parete/setto/muro.
<b>W<sub>ed</sub></b>	Cedimento edometrico.
<b>W<sub>o</sub></b>	Cedimento istantaneo.
<b>W<sub>c</sub></b>	Cedimento di consolidazione.
<b>W<sub>f</sub></b>	Cedimento finale.

## 6.4 Verifica a scorrimento

La verifica a scorrimento sul piano di posa della fondazione, eseguita allo SLU (SLV), consiste nel confronto fra la forza agente parallelamente al piano di scorrimento (azione,  $F_d$ ) e la resistenza ( $R_d$ ), ossia la risultante delle tensioni tangenziali limite sullo stesso piano, sommata, in casi particolari, alla risultante delle tensioni limite agenti sulle superfici laterali della fondazione.

La resistenza  $R_d$  della fondazione allo scorrimento è data dalla somma di tre componenti:

1. Componente dovuta all'attrito FRD1, pari a:

$$F_{RD1} = N_d \cdot \tan \phi;$$

dove:

$N_d$  = carico efficace di progetto, normale alla base della fondazione;

$\phi$  = angolo di resistenza a taglio (d'attrito) del terreno a contatto con la fondazione.

2. Componente dovuta all'adesione  $F_{RD2}$ , pari a:

$$F_{RD2} = A' \cdot c;$$

dove:

$A'$  = superficie efficace della base della fondazione;

$c$  = coesione del terreno, pari alla coesione efficace ( $c'$ ) in condizioni drenate o alla coesione non drenata ( $c_u$ ) in condizioni non drenate.

3. Componente dovuta all'affondamento  $F_{RD3}$  della fondazione. Tale eventuale contributo resistente è dovuto alla spinta passiva che si genera sul lato verticale della fondazione quando le forze orizzontali la spingono contro lo scavo (incasso).

Si evidenzia che nel caso in cui lo sforzo normale sia di trazione i primi due contributi vengono annullati.

Inoltre, nel caso in cui il terreno sia dotato di coesione non drenata e attrito, il programma esegue la verifica a scorrimento ignorando il contributo dovuto all'attrito terra-fondazione e calcola l'aliquota dovuta all'adesione con riferimento alla coesione non drenata.

Si precisa che il valore relativo alla colonna  $F_{RD}$ , di cui nella tabella seguente, è da intendersi come il valore di progetto della resistenza allo scorrimento  $R_d$ , ossia il rapporto fra la resistenza ed il valore del coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_R$  relativo allo scorrimento della struttura di fondazione su piano di posa, in relazione all'approccio utilizzato. Nel caso in esame il coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_R$  è stato assunto pari a 1,10 (tabella 6.4.I del D.M. 2018).

Geotecnica - Verifiche a scorrimento									
Elm	Dir	$N_{Ed}$ [N]	$M_{Ed}$ [N·m]	$V_{Ed}$ [N]	$F_{RD1}$ [N]	$F_{RD2}$ [N]	$F_{RD3}$ [N]	$F_{RD}$ [N]	CS
Platea 1	B	663 018	1	0	362165	56363	10834	429362	NS
	L	663 018	14	0	362165	56363	53735	472264	NS

#### LEGENDA:

**Elm** Elemento di fondazione su cui si esegue la verifica.

**Dir** Direzione di verifica: per Plinti [B]= asse locale 2; [L]= asse locale 3. Per Winkler [B]= asse locale 3; [L]= asse locale 1. Per Platee [B]= asse globale Y; [L]= asse globale X.

**$F_{RD1}$**  Aliquota di resistenza allo scorrimento per attrito terra-fondazione.

**$F_{RD2}$**  Aliquota di resistenza allo scorrimento per adesione.

**$F_{RD3}$**  Aliquota di resistenza allo scorrimento per affondamento.

**$F_{RD}$**  Resistenza allo scorrimento.

**CS** Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se  $CS \geq 100$ ; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).

**$N_{Ed}$ ,  $M_{Ed}$ ,  $V_{Ed}$**  Sollecitazioni di progetto.

## 7 Verifiche strutturali

La verifica degli elementi allo S.L.U. avviene col seguente procedimento: si costruiscono le combinazioni non sismiche in base al D.M. 2018, ottenendo un insieme di sollecitazioni; si combinano tali sollecitazioni con quelle dovute all'azione del sisma secondo quanto indicato nel §2.5.3, relazione (2.5.5) del D.M. 2018; per sollecitazioni semplici (flessione retta, taglio, etc.) si individuano i valori minimo e massimo con cui progettare o verificare l'elemento considerato; per sollecitazioni composte (pressoflessione retta/deviata) vengono eseguite le verifiche per tutte le possibili combinazioni e solo a seguito di ciò si individua quella che ha originato il minimo coefficiente di sicurezza.

### 7.1 Verifica a pressoflessione retta della platea

Si riporta di seguito, in forma tabellare, la verifica a pressoflessione retta allo S.L.U. della platea:

#### VERIFICHE PRESSOFLESSIONE RETTA ALLO SLU (Fondazione)

Verifiche pressoflessione retta allo SLU																			
Dir	Pos	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS
			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]	
<b>Fondazione</b>																			
<b>Platea 1</b>																			
P	S	00001	0	0	0,04524	0,04524	-	00002	0	0	0,04524	0,04524	-	00003	0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	190	0,04524	0,04524	NS		0	190	0,04524	0,04524	NS		0	190	0,04524	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	125	0,04524	0,04524	NS		0	125	0,04524	0,04524	NS		0	125	0,04524	0,04524	NS
P	S	00004	0	0	0,04524	0,04524	-	00005	0	0	0,04524	0,04524	-	00006	0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	190	0,04524	0,04524	NS		0	151	0,04524	0,04524	NS		0	112	0,04524	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	125	0,04524	0,04524	NS		0	332	0,04524	0,04524	NS		0	272	0,04524	0,04524	NS
P	S	00007	0	0	0,04524	0,04524	-	00008	0	0	0,04524	0,04524	-	00009	0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	615	0,04524	0,04524	NS		0	112	0,04524	0,04524	NS		0	151	0,04524	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	756	0,04524	0,04524	87,73		0	272	0,04524	0,04524	NS		0	332	0,04524	0,04524	NS
P	S	00010	0	0	0,04524	0,04524	-	00011	0	0	0,04524	0,04524	-	00012	0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	573	0,04524	0,04524	NS		0	721	0,04524	0,04524	91,99		0	626	0,04524	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	177	0,04524	0,04524	NS		0	660	0,04524	0,04524	NS		0	764	0,04524	0,04524	86,81
P	S	00013	0	0	0,04524	0,04524	-	00014	0	0	0,04524	0,04524	-	00015	0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	701	0,04524	0,04524	94,61		0	519	0,04524	0,04524	NS		0	547	0,04524	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	130	0,04524	0,04524	NS		0	871	0,04524	0,04524	76,14		0	141	0,04524	0,04524	NS
P	S	00016	0	0	0,04524	0,04524	-	00017	0	0	0,04524	0,04524	-	00018	0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	272	0,04524	0,04524	NS		0	217	0,04524	0,04524	NS		0	288	0,04524	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	746	0,04524	0,04524	88,90		0	759	0,04524	0,04524	87,38		0	133	0,04524	0,04524	NS
P	S	00019	0	0	0,04524	0,04524	-	00020	0	0	0,04524	0,04524	-	00021	0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	179	0,04524	0,04524	NS		0	237	0,04524	0,04524	NS		0	126	0,04524	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	867	0,04524	0,04524	76,50		0	138	0,04524	0,04524	NS		0	750	0,04524	0,04524	88,43
P	S	00022	0	0	0,04524	0,04524	-	00023	0	0	0,04524	0,04524	-	00024	0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	126	0,04524	0,04524	NS		0	237	0,04524	0,04524	NS		0	179	0,04524	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	750	0,04524	0,04524	88,43		0	138	0,04524	0,04524	NS		0	867	0,04524	0,04524	76,50
P	S	00025	0	0	0,04524	0,04524	-	00026	0	0	0,04524	0,04524	-	00027	0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	288	0,04524	0,04524	NS		0	217	0,04524	0,04524	NS		0	272	0,04524	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	133	0,04524	0,04524	NS		0	759	0,04524	0,04524	87,38		0	746	0,04524	0,04524	88,90
P	S	00028	0	0	0,04524	0,04524	-	00029	0	0	0,04524	0,04524	-	00030	0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	547	0,04524	0,04524	NS		0	519	0,04524	0,04524	NS		0	701	0,04524	0,04524	94,61
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	141	0,04524	0,04524	NS		0	871	0,04524	0,04524	76,14		0	130	0,04524	0,04524	NS
P	S	00031	0	0	0,04524	0,04524	-	00032	0	0	0,04524	0,04524	-	00033	0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	626	0,04524	0,04524	NS		0	721	0,04524	0,04524	91,99		0	573	0,04524	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-

Verifiche pressoflessione retta allo SLU

Dir	Pos	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS
			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]	
	I		0	764	0,04524	0,04524	86,81		0	660	0,04524	0,04524	NS		0	177	0,04524	0,04524	NS
P	S	00034	0	0	0,04524	0,04524	-	00035	0	0	0,04524	0,04524	-	00036	0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	151	0,04524	0,04524	NS		0	112	0,04524	0,04524	NS		0	615	0,04524	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	332	0,04524	0,04524	NS		0	272	0,04524	0,04524	NS		0	756	0,04524	0,04524	87,73
P	S	00037	0	0	0,04524	0,04524	-	00038	0	0	0,04524	0,04524	-	00039	0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	112	0,04524	0,04524	NS		0	151	0,04524	0,04524	NS		0	573	0,04524	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	272	0,04524	0,04524	NS		0	332	0,04524	0,04524	NS		0	177	0,04524	0,04524	NS
P	S	00040	0	0	0,04524	0,04524	-	00041	0	0	0,04524	0,04524	-	00042	0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	721	0,04524	0,04524	91,99		0	626	0,04524	0,04524	NS		0	701	0,04524	0,04524	94,61
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	660	0,04524	0,04524	NS		0	764	0,04524	0,04524	86,81		0	130	0,04524	0,04524	NS
P	S	00043	0	0	0,04524	0,04524	-	00044	0	0	0,04524	0,04524	-	00045	0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	519	0,04524	0,04524	NS		0	547	0,04524	0,04524	NS		0	272	0,04524	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	871	0,04524	0,04524	76,14		0	141	0,04524	0,04524	NS		0	746	0,04524	0,04524	88,90
P	S	00046	0	0	0,04524	0,04524	-	00047	0	0	0,04524	0,04524	-	00048	0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	217	0,04524	0,04524	NS		0	288	0,04524	0,04524	NS		0	179	0,04524	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	759	0,04524	0,04524	87,38		0	133	0,04524	0,04524	NS		0	867	0,04524	0,04524	76,50
P	S	00049	0	0	0,04524	0,04524	-	00050	0	0	0,04524	0,04524	-	00051	0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	237	0,04524	0,04524	NS		0	126	0,04524	0,04524	NS		0	126	0,04524	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	138	0,04524	0,04524	NS		0	750	0,04524	0,04524	88,43		0	750	0,04524	0,04524	88,43
P	S	00052	0	0	0,04524	0,04524	-	00053	0	0	0,04524	0,04524	-	00054	0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	237	0,04524	0,04524	NS		0	179	0,04524	0,04524	NS		0	288	0,04524	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	138	0,04524	0,04524	NS		0	867	0,04524	0,04524	76,50		0	133	0,04524	0,04524	NS
P	S	00055	0	0	0,04524	0,04524	-	00056	0	0	0,04524	0,04524	-	00057	0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	217	0,04524	0,04524	NS		0	272	0,04524	0,04524	NS		0	547	0,04524	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	759	0,04524	0,04524	87,38		0	746	0,04524	0,04524	88,90		0	141	0,04524	0,04524	NS
P	S	00058	0	0	0,04524	0,04524	-	00059	0	0	0,04524	0,04524	-	00060	0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	519	0,04524	0,04524	NS		0	701	0,04524	0,04524	94,61		0	626	0,04524	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	871	0,04524	0,04524	76,14		0	130	0,04524	0,04524	NS		0	764	0,04524	0,04524	86,81
P	S	00061	0	0	0,04524	0,04524	-	00062	0	0	0,04524	0,04524	-	00063	0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	721	0,04524	0,04524	91,99		0	573	0,04524	0,04524	NS		0	287	0,04524	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	660	0,04524	0,04524	NS		0	177	0,04524	0,04524	NS		0	262	0,04524	0,04524	NS
P	S	00064	0	0	0,04524	0,04524	-	00065	0	0	0,04524	0,04524	-	00066	0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	287	0,04524	0,04524	NS		0	287	0,04524	0,04524	NS		0	287	0,04524	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	262	0,04524	0,04524	NS		0	262	0,04524	0,04524	NS		0	262	0,04524	0,04524	NS
P	S	00067	0	0	0,04524	0,04524	-	00068	0	0	0,04524	0,04524	-	00069	0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	535	0,04524	0,04524	NS		0	653	0,04524	0,04524	NS		0	566	0,04524	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	527	0,04524	0,04524	NS		0	791	0,04524	0,04524	83,84		0	720	0,04524	0,04524	92,11
P	S	00070	0	0	0,04524	0,04524	-	00071	0	0	0,04524	0,04524	-	00072	0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	439	0,04524	0,04524	NS		0	231	0,04524	0,04524	NS		0	190	0,04524	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	714	0,04524	0,04524	92,89		0	771	0,04524	0,04524	86,02		0	709	0,04524	0,04524	93,54
P	S	00073	0	0	0,04524	0,04524	-	00074	0	0	0,04524	0,04524	-	00075	0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	149	0,04524	0,04524	NS		0	113	0,04524	0,04524	NS		0	149	0,04524	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	707	0,04524	0,04524	93,81		0	767	0,04524	0,04524	86,47		0	707	0,04524	0,04524	93,81
P	S	00076	0	0	0,04524	0,04524	-	00077	0	0	0,04524	0,04524	-	00078	0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	190	0,04524	0,04524	NS		0	231	0,04524	0,04524	NS		0	439	0,04524	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	709	0,04524	0,04524	93,54		0	771	0,04524	0,04524	86,02		0	714	0,04524	0,04524	92,89
P	S	00079	0	0	0,04524	0,04524	-	00080	0	0	0,04524	0,04524	-	00081	0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	566	0,04524	0,04524	NS		0	653	0,04524	0,04524	NS		0	535	0,04524	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-		0	0	0,04524	0,04524	-
	I		0	720	0,04524	0,04524	92,11		0	791	0,04524	0,04524	83,84		0	527	0,04524	0,04524	NS
P	S	00082	0	0	0,0														

Verifiche pressoflessione retta allo SLU

Dir	Pos	Nodo	Nodo					Nodo					Nodo					
			N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	
			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]		[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]		[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]		
	I		0	176	0,04524	0,04524	NS	0	176	0,04524	0,04524	NS	0	139	0,04524	0,04524	NS	
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-	0	0	0,04524	0,04524	-	0	0	0,04524	0,04524	-	
	I		0	683	0,04524	0,04524	97,10	0	683	0,04524	0,04524	97,10	0	673	0,04524	0,04524	98,55	
P	S	00091	0	0	0,04524	0,04524	-	00092	0	0	0,04524	0,04524	-	00093	0	0	0,04524	0,04524
	I		0	256	0,04524	0,04524	NS	0	330	0,04524	0,04524	NS	0	465	0,04524	0,04524	NS	
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-	0	0	0,04524	0,04524	-	0	0	0,04524	0,04524	-	
	I		0	686	0,04524	0,04524	96,68	0	690	0,04524	0,04524	96,12	0	684	0,04524	0,04524	96,96	
P	S	00094	0	0	0,04524	0,04524	-	00095	0	0	0,04524	0,04524	-	00096	0	0	0,04524	0,04524
	I		0	677	0,04524	0,04524	97,96	0	797	0,04524	0,04524	83,21	0	535	0,04524	0,04524	NS	
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-	0	0	0,04524	0,04524	-	0	0	0,04524	0,04524	-	
	I		0	699	0,04524	0,04524	94,88	0	717	0,04524	0,04524	92,50	0	527	0,04524	0,04524	NS	
P	S	00097	0	0	0,04524	0,04524	-	00098	0	0	0,04524	0,04524	-	00099	0	0	0,04524	0,04524
	I		0	653	0,04524	0,04524	NS	0	566	0,04524	0,04524	NS	0	439	0,04524	0,04524	NS	
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-	0	0	0,04524	0,04524	-	0	0	0,04524	0,04524	-	
	I		0	791	0,04524	0,04524	83,84	0	720	0,04524	0,04524	92,11	0	714	0,04524	0,04524	92,89	
P	S	00100	0	0	0,04524	0,04524	-	00101	0	0	0,04524	0,04524	-	00102	0	0	0,04524	0,04524
	I		0	231	0,04524	0,04524	NS	0	190	0,04524	0,04524	NS	0	149	0,04524	0,04524	NS	
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-	0	0	0,04524	0,04524	-	0	0	0,04524	0,04524	-	
	I		0	771	0,04524	0,04524	86,02	0	709	0,04524	0,04524	93,54	0	707	0,04524	0,04524	93,81	
P	S	00103	0	0	0,04524	0,04524	-	00104	0	0	0,04524	0,04524	-	00105	0	0	0,04524	0,04524
	I		0	113	0,04524	0,04524	NS	0	149	0,04524	0,04524	NS	0	190	0,04524	0,04524	NS	
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-	0	0	0,04524	0,04524	-	0	0	0,04524	0,04524	-	
	I		0	767	0,04524	0,04524	86,47	0	707	0,04524	0,04524	93,81	0	709	0,04524	0,04524	93,54	
P	S	00106	0	0	0,04524	0,04524	-	00107	0	0	0,04524	0,04524	-	00108	0	0	0,04524	0,04524
	I		0	231	0,04524	0,04524	NS	0	439	0,04524	0,04524	NS	0	566	0,04524	0,04524	NS	
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-	0	0	0,04524	0,04524	-	0	0	0,04524	0,04524	-	
	I		0	771	0,04524	0,04524	86,02	0	714	0,04524	0,04524	92,89	0	720	0,04524	0,04524	92,11	
P	S	00109	0	0	0,04524	0,04524	-	00110	0	0	0,04524	0,04524	-					
	I		0	653	0,04524	0,04524	NS	0	535	0,04524	0,04524	NS						
S	S		0	0	0,04524	0,04524	-	0	0	0,04524	0,04524	-						
	I		0	791	0,04524	0,04524	83,84	0	527	0,04524	0,04524	NS						

LEGENDA:

- Dir** Direzione [P] = principale (asse locale 1) - [S] = secondaria (asse locale 2).
- Pos** Posizione [S] = superiore - [I] = inferiore.
- A<sub>s</sub>** Area delle armature esecutive per unità di lunghezza.
- A<sub>df</sub>** Armatura disponibile per la flessione
- CS** Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se CS ≥ 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).
- N<sub>Ed</sub>**, **M<sub>Ed</sub>** Sollecitazioni di progetto.

## 7.2 Verifica delle tensioni di esercizio della platea

Si riporta di seguito, in forma tabellare, la verifica delle tensioni di esercizio della platea di fondazione, sia per il calcestruzzo che per l'acciaio.

### VERIFICHE DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO (Fondazione)

Nodo/ T <sub>prf</sub>	Dir	verifiche delle tensioni di esercizio														
		Compressione calcestruzzo							Trazione acciaio							
		Compressione calcestruzzo rinforzo							Trazione acciaio/FRP rinforzo							
		Id <sub>Cmb</sub>	σ <sub>cc</sub>	σ <sub>cd,amm</sub>	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	CS	Verificato	Id <sub>Cmb</sub>	σ <sub>at</sub>	σ <sub>td,amm</sub>	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	CS	Verificato	
			[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N]	[N-m]				[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N]	[N-m]			
<b>Fondazione</b>																
<b>Platea 1</b>																
00034	P	RAR	0,005	17,43	0	-151	NS	SI	RAR	0,067	360,00	0	-151	NS	SI	
		QPR	0,005	13,07	0	-151	NS	SI	-	-	-	-	-	-	-	
	S	RAR	0,012	17,43	0	-332	NS	SI	RAR	0,148	360,00	0	-332	NS	SI	
		QPR	0,012	13,07	0	-332	NS	SI	-	-	-	-	-	-	-	

LEGENDA:

- Rinf.** Indica la presenza del rinforzo sulla sezione di verifica.
- Dir** Direzione [P] = principale (asse locale 1) - [S] = secondaria (asse locale 2).
- Id<sub>Cmb</sub>** Identificativo della Combinazione di Azione: [QPR] = Quasi Permanente - [FRQ] = Frequente - [RAR] = Rara.
- σ<sub>cc</sub>** Tensione massima di compressione nel calcestruzzo della Trave/Rinforzo.
- σ<sub>cd,amm</sub>** Tensione ammissibile per la verifica a compressione del calcestruzzo.
- σ<sub>at</sub>** Tensione massima di trazione nell'acciaio della Trave/Rinforzo o nel FRP.
- σ<sub>td,amm</sub>** Tensione ammissibile per la verifica a trazione dell'acciaio/rinforzo.

verifiche delle tensioni di esercizio															
Nodo/ Tp <sub>mf</sub>	Dir	Compressione calcestruzzo					Trazione acciaio								
		Compressione calcestruzzo rinforzo					Trazione acciaio/FRP rinforzo								
		Id <sub>cmb</sub>	σ <sub>cc</sub>	σ <sub>cd,amm</sub>	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	CS	Verificato	Id <sub>cmb</sub>	σ <sub>at</sub>	σ <sub>td,amm</sub>	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	CS	Verificato
			[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N]	[N-m]				[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N]	[N-m]		
<b>N<sub>Ed</sub>, M<sub>Ed</sub></b>	Sollecitazioni di progetto.														
<b>CS</b>	Coefficiente di Sicurezza (= σ <sub>cd,amm</sub> /σ <sub>cc</sub> ; σ <sub>td,amm</sub> /σ <sub>at</sub> ). [NS] = Non Significativo (CS ≥ 100).														
<b>Verificato</b>	[SI] = La verifica è soddisfatta (σ <sub>cc</sub> ≤ σ <sub>cd,amm</sub> ; σ <sub>at</sub> ≤ σ <sub>td,amm</sub> ). [NO] = La verifica NON è soddisfatta (σ <sub>cc</sub> > σ <sub>cd,amm</sub> ; σ <sub>at</sub> > σ <sub>td,amm</sub> ).														
<b>Nota</b>	Nella tabella, per ogni elemento, viene riportato il nodo della shell che ha il coefficiente di sicurezza (CS) più piccolo.														

## 7.3 Verifica a fessurazione della platea

Si riporta di seguito, in forma tabellare, la verifica a fessurazione della platea di fondazione.

### VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

verifica allo stato limite di fessurazione													
Nodo	Dir	Id <sub>cmb</sub>	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	σ <sub>ct,f</sub>	σ <sub>t</sub>	ε <sub>sm</sub>	A <sub>e</sub>	Δ <sub>sm</sub>	W <sub>d</sub>	W <sub>amm</sub>	CS	Verificato
			[N]	[N-m]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		[cm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]		
<b>Fondazione</b>		<b>Platea 1</b>					<b>AA= PCA</b>						
<b>NOTA: L'elemento NON è fessurato. Di seguito si riporta il nodo strutturale per la quale si riscontra la massima tensione di trazione(max σ<sub>ct,f</sub>)</b>													
00058	P	FRQ	-	-399	0,01	2,36	0 E+00	0	0	0,000	0,400	-	SI
		QPR	-	-399	0,01	2,36	0 E+00	0	0	0,000	0,300	-	SI
	S	FRQ	-	-670	0,02	2,36	0 E+00	0	0	0,000	0,400	-	SI
		QPR	-	-670	0,02	2,36	0 E+00	0	0	0,000	0,300	-	SI

#### LEGENDA:

<b>Dir</b>	Direzione [P] = principale (asse locale 1) - [S] = secondaria (asse locale 2).
<b>AA</b>	Identificativo dell'aggressività dell'ambiente: [PCA] = "Ordinario"; [MDA] = "Aggressivo"; [MLA] = "Molto aggressivo".
<b>Id<sub>cmb</sub></b>	Identificativo della Combinazione di Azione: [QPR] = Quasi Permanente - [FRQ] = Frequente - [RAR] = Rara.
<b>N<sub>Ed</sub>, M<sub>Ed</sub></b>	Sollecitazioni di progetto.
<b>σ<sub>ct,f</sub></b>	Tensione massima di trazione nel calcestruzzo per la fessurazione, calcolata nell'ipotesi di calcestruzzo resistente a trazione. Se tale valore è maggiore di σ <sub>t</sub> la sezione è soggetta a fessurazione.
<b>σ<sub>t</sub></b>	N.B. I valori negativi indicano una sezione interamente compressa. In tal caso le sollecitazioni forniscono il minimo valore di compressione. Tensione massima di trazione nel calcestruzzo relativa allo stato limite di formazione delle fessure [relazione (4.1.13) del § 4.1.2.2.4 del DM 2018].
<b>ε<sub>sm</sub></b>	Deformazione unitaria media delle barre di armatura.
<b>A<sub>e</sub></b>	Area efficace del calcestruzzo teso.
<b>Δ<sub>sm</sub></b>	Distanza media tra le fessure.
<b>W<sub>d</sub></b>	Valore di calcolo di apertura massima delle fessure.
<b>W<sub>amm</sub></b>	Valore ammissibile di apertura delle fessure.
<b>CS</b>	Coefficiente di Sicurezza (= W <sub>d</sub> / W <sub>amm</sub> ). [NS] = Non Significativo (CS ≥ 100). [-] = Fessurazioni nulle (W <sub>d</sub> = 0).
<b>Verificato</b>	[SI] = W <sub>d</sub> ≤ W <sub>amm</sub> ; [NO] = W <sub>d</sub> > W <sub>amm</sub>

# **FONDAZIONI SHELTER**

# 1 Introduzione – Fondazioni shelter

Le fondazioni per la posa in opera dello shelter sono state pensate considerando lo spazio necessario per poter far passare i cavi derivanti dal parco eolico e l'uscita degli stessi dallo shelter. Come carico agente sulle fondazioni è stato considerato, per il calcolo, il peso proprio, comprensivo di quadri ed apparecchiature elettriche, di uno shelter base di 12 m, che risulta pari a circa 30 t.

N <sub>id</sub>	T. C.	Descrizione del Carico	Tipologie di Carico	Peso Proprio		Permanente NON Strutturale		Sovraccarico Accidentale		Analisi carichi	
				Descrizione	PP	Descrizione	PNS	Descrizione	SA	Carico Neve	
									[N/m <sup>2</sup> ]	[N/m <sup>2</sup> ]	
001	S	fondazione	Carico Permanente	-	-		0	Incidenza Tubi	1 000	0	

## LEGENDA:

**N<sub>id</sub>** Numero identificativo dell'analisi di carico.

**T. C.** Identificativo del tipo di carico: [S] = Superficiale - [L] = Lineare - [C] = Concentrato.

**PP, PNS, SA** Valori, rispettivamente, del Peso Proprio, del Sovraccarico Permanente NON strutturale, del Sovraccarico Accidentale. Secondo il tipo di carico indicato nella colonna "T.C." ("S" - "L" - "C"), i valori riportati nelle colonne "PP", "PNS" e "SA", sono espressi in [N/m<sup>2</sup>] per carichi Superficiali, [N/m] per carichi Lineari, [N] per carichi Concentrati.

Viene riportate di seguito una vista assometrica del modello utilizzato per il calcolo:

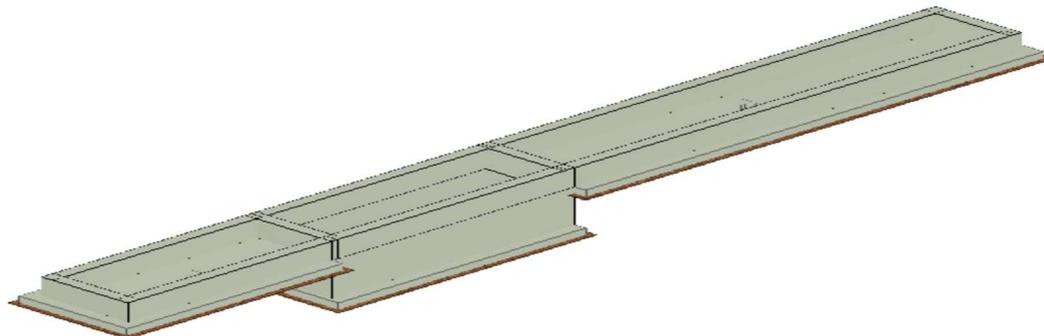


Figura 1: vista tridimensionale delle FONDAZIONI DELLO SHELTER

## 2 Materiali impiegati

Tutti i materiali strutturali impiegati devono essere muniti di marcatura "CE" ed essere conformi alle prescrizioni del "REGOLAMENTO (UE) N. 305/2011 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 9 marzo 2011", in merito ai prodotti da costruzione.

Per la realizzazione dell'opera in oggetto saranno impiegati i seguenti materiali:

### CALCESTRUZZO

Caratteristiche calcestruzzo armato															
N <sub>id</sub>	γ <sub>k</sub>	α <sub>T, i</sub>	E	G	C <sub>Erid</sub>	Stz	R <sub>ck</sub>	R <sub>cm</sub>	%R <sub>ck</sub>	γ <sub>c</sub>	f <sub>cd</sub>	f <sub>ctd</sub>	f <sub>cfm</sub>	N	n Ac
	[N/m <sup>3</sup> ]	[1/°C]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[%]		[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]			[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		
<b>Cls C28/35_B450C - (C28/35)</b>															
002	25 000	0,000010	32 588	13 578	60	P	35,00	-	0,85	1,50	16,46	1,32	3,40	15	003

#### LEGENDA:

- N<sub>id</sub>** Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.  
**γ<sub>k</sub>** Peso specifico.  
**α<sub>T, i</sub>** Coefficiente di dilatazione termica.  
**E** Modulo elastico normale.  
**G** Modulo elastico tangenziale.  
**C<sub>Erid</sub>** Coefficiente di riduzione del Modulo elastico normale per Analisi Sismica [ $E_{sisma} = E \cdot C_{Erid}$ ].  
**Stz** Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).  
**R<sub>ck</sub>** Resistenza caratteristica cubica.  
**R<sub>cm</sub>** Resistenza media cubica.  
**%R<sub>ck</sub>** Percentuale di riduzione della R<sub>ck</sub>.  
**γ<sub>c</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza del materiale.  
**f<sub>cd</sub>** Resistenza di calcolo a compressione.  
**f<sub>ctd</sub>** Resistenza di calcolo a trazione.  
**f<sub>cfm</sub>** Resistenza media a trazione per flessione.  
**n Ac** Identificativo, nella relativa tabella materiali, dell'acciaio utilizzato: [-] = parametro NON significativo per il materiale.

### ACCIAIO

Caratteristiche acciaio																
N <sub>id</sub>	γ <sub>k</sub>	α <sub>T, i</sub>	E	G	Stz	LMT	f <sub>yk</sub>	f <sub>tk</sub>	f <sub>yd</sub>	f <sub>td</sub>	γ <sub>s</sub>	γ <sub>M1</sub>	γ <sub>M2</sub>	γ <sub>M3,SLV</sub>	γ <sub>M3,SLE</sub>	γ <sub>M7</sub> NCnt Cnt
	[N/m <sup>3</sup> ]	[1/°C]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]			[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]						
<b>Acciaio B450C - Acciaio in Tondini - (B450C)</b>																
003	78 500	0,000010	210 000	80 769	P	-	450,00	-	391,30	-	1,15	-	-	-	-	-

#### LEGENDA:

- N<sub>id</sub>** Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.  
**γ<sub>k</sub>** Peso specifico.  
**α<sub>T, i</sub>** Coefficiente di dilatazione termica.  
**E** Modulo elastico normale.  
**G** Modulo elastico tangenziale.  
**Stz** Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).  
**LMT** Campo di validità in termini di spessore t, (per profili, piastre, saldature) o diametro, d (per bulloni, tondini, chiodi, viti, spinotti)  
**f<sub>yk</sub>** Resistenza caratteristica allo snervamento  
**f<sub>tk</sub>** Resistenza caratteristica a rottura  
**f<sub>yd</sub>** Resistenza di calcolo  
**f<sub>td</sub>** Resistenza di calcolo a Rottura (Bulloni).  
**γ<sub>s</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza allo SLV del materiale.  
**γ<sub>M1</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza per instabilità.  
**γ<sub>M2</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza per sezioni tese indebolite.  
**γ<sub>M3,SLV</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLV (Bulloni).  
**γ<sub>M3,SLE</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLE (Bulloni).  
**γ<sub>M7</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza precarico di bulloni ad alta resistenza (Bulloni - NCnt = con serraggio NON controllato; Cnt = con serraggio controllato). [-] = parametro NON significativo per il materiale.  
**NOTE** [-] = Parametro non significativo per il materiale.

### 3 Terreni

Tutti i parametri che caratterizzano i terreni di fondazione sono riportati di seguito. La stratigrafia è la medesima in corrispondenza di ciascuna fonazione

#### TERRENI

N <sub>TRN</sub>	γ <sub>T</sub> [N/m <sup>3</sup> ]	K <sub>1</sub>			φ [°]	c <sub>u</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	c' [N/mm <sup>2</sup> ]	E <sub>d</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	E <sub>cu</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	A <sub>S-B</sub>
		K <sub>1X</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	K <sub>1Y</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	K <sub>1Z</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]						
<b>CONGLOMERATI</b>										
T001	17 450	60	60	30	31	0,000	0,002	15	0	0,000
<b>SABBIE FINI</b>										
T002	17 450	60	60	30	31	0,000	0,002	10	0	0,000
<b>SABBIE CALCAREO QUARZOSE</b>										
T003	18 030	60	60	300	31	0,000	0,002	12	0	0,000
<b>ARGILLE</b>										
T004	19 750	60	60	300	26	0,000	0,007	25	0	0,000

#### LEGENDA:

- N<sub>TRN</sub>** Numero identificativo del terreno.  
**γ<sub>T</sub>** Peso specifico del terreno.  
**K<sub>1</sub>** Valori della costante di Winkler riferita alla piastra Standard di lato b = 30 cm nelle direzioni degli assi del riferimento globale X (K<sub>1X</sub>), Y (K<sub>1Y</sub>), e Z (K<sub>1Z</sub>).  
**φ** Angolo di attrito del terreno.  
**c<sub>u</sub>** Coesione non drenata.  
**c'** Coesione efficace.  
**E<sub>d</sub>** Modulo edometrico.  
**E<sub>cu</sub>** Modulo elastico in condizione non drenate.  
**A<sub>S-B</sub>** Parametro "A" di Skempton-Bjerrum per pressioni interstiziali.

#### STRATIGRAFIE

N <sub>TRN</sub>	Q <sub>i</sub> [m]	Q <sub>f</sub> [m]	Cmp. S.	Add	Stratigrafie
					ΔEd
<b>[S001]-Stratigrafia</b>					
T001	0,00	-4,00	incoerente	sciolto	nulla
T002	-4,00	-12,00	incoerente	sciolto	nulla
T003	-12,00	-20,00	incoerente	sciolto	nulla
T004	-20,00	INF	coerente	sciolto	nulla

#### LEGENDA:

- N<sub>TRN</sub>** Numero identificativo della stratigrafia.  
**Q<sub>i</sub>** Quota iniziale dello strato (riferito alla quota iniziale della stratigrafia).  
**Q<sub>f</sub>** Quota finale dello strato (riferito alla quota iniziale della stratigrafia). INF = infinito (profondità dello strato finale).  
**Cmp. S.** Comportamento dello strato.  
**Add** Addensamento dello strato.  
**ΔEd** Variazione con la profondità del modulo edometrico.

## 4 Analisi dei carichi

### 4.1 Combinazioni di carico

La struttura è calcolata con vita utile 50 anni. In accordo con il paragrafo 2.5.3 del D.M. 17/01/2018 la combinazione per le verifiche agli S.L.U. è:

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

dove:

- $\gamma_{G1}$  coefficiente parziale per peso proprio della struttura e dei pesi permanenti;
- $G_1$  è il valore caratteristico dei carichi permanenti;
- $\gamma_{Q1}$  coefficiente parziale dell'azione variabile;
- $\psi_{0i}$  = è il coefficiente di combinazione che fornisce il valore raro dell'azione variabile  $Q_{kj}$ ;
- $\psi_{2i}$  = è il coefficiente di combinazione che fornisce il valore quasi-permanente dell'azione variabile  $Q_{kj}$ ;
- $Q_{kj}$  è il valore caratteristico dell'azione variabile  $Q_i$ ;

Allo S.L.E. le sollecitazioni con cui sono state semiprogettate le aste in c.a. sono state ricavate applicando le formule riportate nel D.M. 2018 al §2.5.3. Per le verifiche agli stati limite di esercizio, a seconda dei casi, si fa riferimento alle seguenti combinazioni di carico:

rara	frequente	quasi permanente
$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P + Q_{k1} + \sum_{i > 1} \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$	$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_{i > 1} \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$	$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P + \sum_{i > 1} \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

dove:

- $G_{kj}$ : valore caratteristico della j-esima azione permanente;
- $P_{kh}$ : valore caratteristico della h-esima deformazione impressa;
- $Q_{ki}$ : valore caratteristico dell'azione variabile di base di ogni combinazione;
- $Q_{kj}$ : valore caratteristico della i-esima azione variabile;
- $\psi_{0i}$ : coefficiente atto a definire i valori delle azioni ammissibili di durata breve ma ancora significativi nei riguardi della possibile concomitanza con altre azioni variabili;
- $\psi_{1i}$ : coefficiente atto a definire i valori delle azioni ammissibili ai frattili di ordine 0,95 delle distribuzioni dei valori istantanei;
- $\psi_{2i}$ : coefficiente atto a definire i valori quasi permanenti delle azioni ammissibili ai valori medi delle distribuzioni dei valori istantanei.

## 5 Codice di calcolo impiegato

---

L'analisi strutturale della fondazione è stata sviluppata mediante calcolo automatico con modello tridimensionale utilizzando il programma Edilus sviluppato dalla ACCA Software.

Il software consente di modellare la struttura, di effettuare il dimensionamento e le verifiche di tutti gli elementi strutturali e di generare gli elaborati grafici esecutivi.

È una procedura integrata dotata di tutte le funzionalità necessarie per consentire il calcolo completo di una struttura mediante il metodo degli elementi finiti (FEM); la modellazione della struttura è realizzata tramite elementi Beam (travi e pilastri) e Shell (platee, pareti, solette, setti, travi-parete).

L'input della struttura avviene per oggetti (travi, pilastri, solai, solette, pareti, etc.) in un ambiente grafico integrato; il modello di calcolo agli elementi finiti, che può essere visualizzato in qualsiasi momento in una apposita finestra, viene generato dinamicamente dal software.

Apposite funzioni consentono la creazione e la manutenzione di archivi Sezioni, Materiali e Carichi; tali archivi sono generali, nel senso che sono creati una tantum e sono pronti per ogni calcolo, potendoli comunque integrare/modificare in ogni momento.

L'utente non può modificare il codice, ma soltanto eseguire delle scelte come:

- definire i vincoli di estremità per ciascuna asta (vincoli interni) e gli eventuali vincoli nei nodi (vincoli esterni);
- modificare i parametri necessari alla definizione dell'azione sismica;
- definire condizioni di carico;
- definire gli impalcati come rigidi o meno.

Il programma è dotato di un manuale tecnico ed operativo. L'assistenza è effettuata direttamente dalla casa produttrice, mediante linea telefonica o e-mail.

Il calcolo si basa sul solutore agli elementi finiti MICROSAP prodotto dalla società TESYS srl. La scelta di tale codice è motivata dall'elevata affidabilità dimostrata e dall'ampia documentazione a disposizione, dalla quale risulta la sostanziale uniformità dei risultati ottenuti su strutture standard con i risultati internazionalmente accettati ed utilizzati come riferimento.

Tutti i risultati del calcolo sono forniti, oltre che in formato numerico, anche in formato grafico permettendo così di evidenziare agevolmente eventuali incongruenze.

Il programma consente la stampa di tutti i dati di input, dei dati del modello strutturale utilizzato, dei risultati del calcolo e delle verifiche dei diagrammi delle sollecitazioni e delle deformate.

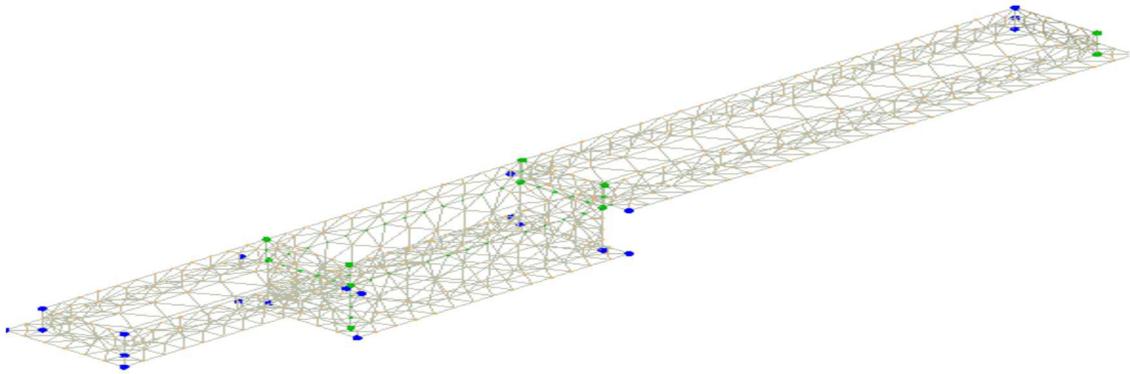
### 5.1 Modello di calcolo

---

Il modello della struttura viene creato automaticamente dal codice di calcolo, individuando i vari elementi strutturali e fornendo le loro caratteristiche geometriche e meccaniche.

Viene definita un'opportuna numerazione degli elementi (nodi, aste, shell) costituenti il modello, al fine di individuare celermente ed univocamente ciascun elemento.

Qui di seguito è fornita una rappresentazione grafica dettagliata della discretizzazione operata con evidenziazione dei nodi e degli elementi.



**Figura 2: modello strutturale della fondazione**

## 6 Verifiche geotecniche

Ai fini del calcolo strutturale, il terreno sottostante l'opera viene modellato secondo lo schema di Winkler, cioè un sistema costituito da un letto di molle elastiche mutuamente indipendenti. Ciò consente di ricavare le rigidità offerte dai manufatti di fondazione, siano queste profonde o superficiali, che sono state introdotte direttamente nel modello strutturale per tener conto dell'interazione opera/terreno.

Nelle verifiche allo stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove:

- $E_d$  è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;
- $R_d$  è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

Le verifiche strutturali e geotecniche delle fondazioni, sono state effettuate con l'Approccio 2 come definito al §2.6.1 del D.M. 2018, attraverso la combinazione A1+M1+R3. Le azioni sono state amplificate tramite i coefficienti della colonna A1 (STR) definiti nella tabella 6.2.I del D.M. 2018.

**Tabella 6.2.I - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni [cfr. D.M. 2018]**

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	A1 (STR)	A2 (GEO)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	1,00	1,00
	Sfavorevole		1,30	1,00
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,80	0,80
	Sfavorevole		1,50	1,30
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_Q$	0,00	0,00
	Sfavorevole		1,50	1,30

<sup>(1)</sup> Per i carichi permanenti  $G_2$  si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{G1}$

I valori di resistenza del terreno sono stati ridotti tramite i coefficienti della colonna M1 definiti nella tabella 6.2.II del D.M. 2018.

**Tabella 6.2.II - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno [cfr. D.M. 2018]**

PARAMETRO GEOTECNICO	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza a taglio	$\tan\phi_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40
Peso dell'unità di volume	$\gamma_f$	$\gamma_f$	1,00	1,00

Per le fondazioni su pali, i valori calcolati delle resistenze totali dell'elemento strutturale sono stati divisi per i coefficienti R3 della tabella 6.4.II del D.M. 2018.

**Tabella 6.4.II - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali (cfr. D.M. 2018)**

Resistenza	Simbolo	infissi	trivellati	ad elica continua
	$\gamma_R$	R3	R3	R3
Base	$\gamma_b$	1,15	1,35	1,30
Laterale in compressione	$\gamma_s$	1,15	1,15	1,15

Totale(*)	$\gamma_t$	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	$\gamma_{s,t}$	1,25	1,25	1,25

(\*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

## 6.1 Verifica a carico limite fondazioni dirette

La formula del carico limite esprime l'equilibrio fra il carico applicato alla fondazione e la resistenza limite del terreno. Il carico limite è dato dalla seguente espressione:

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot \Psi_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot \Psi_q + \frac{B'}{2} \cdot \gamma_f \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot \Psi_\gamma \cdot r_\gamma$$

in cui:

$c$  = coesione del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;

$q = \gamma \cdot D$  = pressione geostatica in corrispondenza del piano di posa della fondazione;

$\gamma$  = peso unità di volume del terreno al di sopra del piano di posa della fondazione;

$D$  = profondità del piano di posa della fondazione;

$B'$  = larghezza ridotta della suola di fondazione (vedi NB);

$L$  = lunghezza della fondazione;

$\gamma_f$  = peso unità di volume del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;

$N_c, N_q, N_\gamma$  = fattori di capacità portante;

$s, d, i, g, b, \Psi, r$  = coefficienti correttivi.

NB: Se la risultante dei carichi verticali è eccentrica,  $B$  e  $L$  saranno ridotte rispettivamente di:

$$B' = B - 2 \cdot eB$$

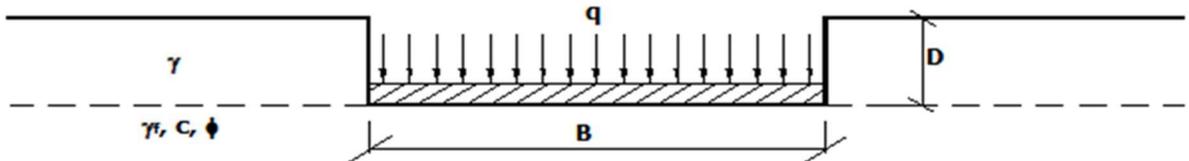
$eB$  = eccentricità parallela al lato di dimensione  $B$ ;

$$L' = L - 2 \cdot eL$$

$eL$  = eccentricità parallela al lato di dimensione  $L$ ;

con  $B' \leq L'$ .

dove:



Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLU

Id <sub>Fnd</sub>	CS	L <sub>x</sub>	L <sub>y</sub>	R <sub>tz</sub>	Z <sub>p.cmp</sub>	Z <sub>fld</sub>	Cmp T	C. Terzaghi						Q <sub>Ed</sub>	Q <sub>Rd</sub>	R <sub>f</sub>
								per N <sub>q</sub>	per N <sub>c</sub>	per N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>c</sub>	N <sub>γ</sub>			
Platea 1	8,41	5,81	2,92	0,00	1,20	16,50	NON Coesivo	1,47	1,49	0,76	20,63	32,67	25,99	0,063	0,534	NO
Platea 2	11,02	12,38	2,92	0,00	1,20	16,50	NON Coesivo	1,28	1,29	0,86	20,63	32,67	25,99	0,048	0,524	NO
Platea 1	11,49	6,68	2,92	180,00	1,55	16,50	NON Coesivo	1,46	1,48	0,79	20,63	32,67	25,99	0,054	0,621	NO

### LEGENDA:

**Id<sub>Fnd</sub>** Descrizione dell'oggetto di fondazione al quale è riferita la verifica.

**CS** Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se CS ≥ 100; [VNR] = Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).

**L<sub>x</sub>/L<sub>y</sub>** Dimensioni dell'elemento di fondazione.

**R<sub>tz</sub>** Angolo compreso tra l'asse X e il lato più lungo del minimo rettangolo che delimita il poligono delle fondazioni dello shelter.

**Z<sub>p.cmp</sub>** Profondità di posa dell'elemento di fondazione dal piano campagna.

**Z<sub>fld</sub>** Profondità della falda dal piano campagna.

**Cmp T** Classificazione del comportamento del terreno ai fini del calcolo.

**C.** Coefficienti correttivi per la formula di Terzaghi.

### Terzaghi

**Q<sub>Ed</sub>** Carico di progetto sul terreno.

**Q<sub>Rd</sub>** Resistenza di progetto del terreno.

**R<sub>f</sub>** [SI] = elemento con presenza di rinforzo; [NO] = elemento senza rinforzo.

Id <sub>Fnd</sub>	CS	L <sub>x</sub> [m]	L <sub>y</sub> [m]	R <sub>tz</sub> [°]	Z <sub>P.cmp</sub> [m]	Z <sub>Fld</sub> [m]	Cmp T	Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLD								
								C. Terzaghi			Q <sub>Ed</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	Q <sub>Rd</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	R <sub>r</sub>			
								per N <sub>q</sub>	per N <sub>c</sub>	per N <sub>γ</sub>				N <sub>q</sub>	N <sub>c</sub>	N <sub>γ</sub>
Platea 1	12,77	5,81	2,92	0,00	1,20	16,50	NON Coesivo	1,35	1,43	0,68	20,63	32,67	25,99	0,049	0,623	NO
Platea 2	16,72	12,38	2,92	0,00	1,20	16,50	NON Coesivo	1,18	1,24	0,78	20,63	32,67	25,99	0,037	0,611	NO
Platea 1	17,47	6,68	2,92	180,00	1,55	16,50	NON Coesivo	1,34	1,42	0,71	20,63	32,67	25,99	0,042	0,726	NO

### LEGENDA:

- Id<sub>Fnd</sub>** Descrizione dell'oggetto di fondazione al quale è riferita la verifica.
- CS** Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se CS ≥ 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).
- L<sub>x/y</sub>** Dimensioni dell'elemento di fondazione.
- R<sub>tz</sub>** Angolo compreso tra l'asse X e il lato più lungo del minimo rettangolo che delimita il poligono delle fondazioni dello shelter.
- Z<sub>P.cmp</sub>** Profondità di posa dell'elemento di fondazione dal piano campagna.
- Z<sub>Fld</sub>** Profondità della falda dal piano campagna.
- Cmp T** Classificazione del comportamento del terreno ai fini del calcolo.
- C.** Coefficienti correttivi per la formula di Terzaghi.
- Terzaghi**
- Q<sub>Ed</sub>** Carico di progetto sul terreno.
- Q<sub>Rd</sub>** Resistenza di progetto del terreno.
- R<sub>r</sub>** [SI] = elemento con presenza di rinforzo; [NO] = elemento senza rinforzo.

## 6.2 Tensioni sul terreno

Si riporta, di seguito, un'immagine raffigurante lo stato tensionale massimo allo S.L.U. sul terreno.

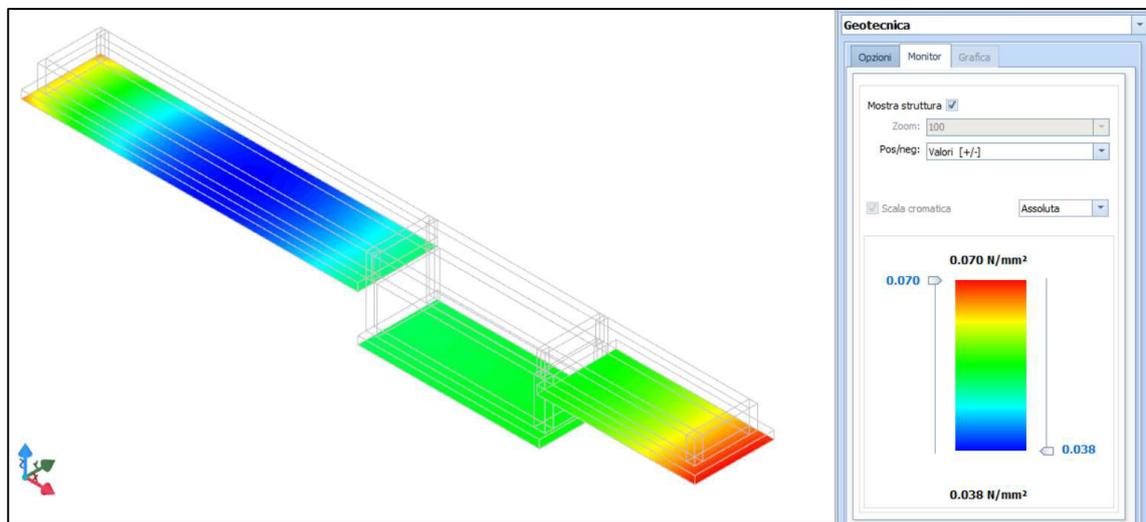


Figura 3: tensioni sul terreno

## 6.3 Calcolo dei cedimenti

Noti gli incrementi di tensione nei vari strati, per il calcolo dei cedimenti viene adottato il metodo edometrico di Terzaghi, distinguendo tra terreni a grana grossa e terreni a grana fine.

- **Terreni a grana grossa**

Per questi terreni i cedimenti si estinguono immediatamente per cui il cedimento iniziale ( $w_0$ ) coincide con quello finale ( $w_f$ ).

In tal caso, per il calcolo del cedimento, sarebbe indispensabile far ricorso a procedimenti empirici che utilizzano i risultati di prove in sito.

Viste le difficoltà e l'incertezza nella stima di specifici parametri geotecnici, il cedimento è stato valutato utilizzando il metodo edometrico.

- **Terreni a grana fina**

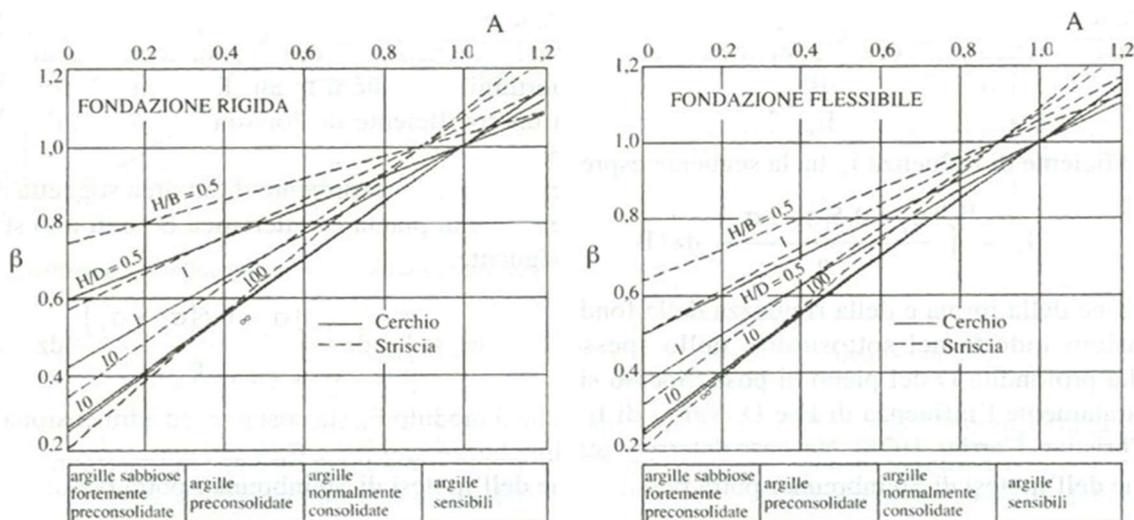
Il metodo edometrico fornisce il cedimento a lungo termine, NON consentendo di valutare il cedimento iniziale. Calcolato l'incremento di tensioni  $D_s$  nei vari strati, ognuno di spessore  $H_i$  e modulo  $E_{ed,i}$ , il cedimento edometrico risulta pari a:

$$w_{ed} = \sum_i \frac{\Delta\sigma_i}{E_{ed,i}} \cdot H_i$$

Per la stima del cedimento di consolidazione si utilizza il metodo di Skempton e Bjerrum che esprime tale cedimento come un'aliquota di quello edometrico, pertanto:

$$w_c = \beta \cdot w_{ed}$$

I valori del coefficiente  $\beta$  sono riportati in grafici in funzione della rigidezza della fondazione, della forma della fondazione, dello spessore dello strato deformabile e del coefficiente di Skempton "A" (vedi figura sottostante).



Il coefficiente "A" di Skempton può essere ricavato in funzione del grado di consolidazione del terreno come indicato nella seguente tabella.

Grado di consolidazione del terreno	$A_{Skempton}$
basso	0,75 ÷ 1,50
normale	0,50 ÷ 1,00
poco sovraconsolidato	0,20 ÷ 0,50
molto sovraconsolidato	0,00 ÷ 0,25

Il software utilizza il valore medio degli intervalli indicati. Tuttavia il tecnico è libero di inserire manualmente tali parametri qualora siano state fatte indagini specifiche relative alla loro determinazione.

Il cedimento iniziale  $w_0$  è calcolato con la teoria dell'elasticità in termini di tensioni totali secondo la seguente espressione:

$$w_0 = \frac{q \cdot B}{E_u} \cdot I_w$$

in cui:

- $E_u$  è il modulo di elasticità NON drenato;
- $q$  è il carico (medio ripartito) sulla fondazione;
- $B$  è la larghezza caratteristica della fondazione,
- $I_w$  è il coefficiente di influenza.

Il coefficiente di influenza  $I_w$  ha la seguente espressione:

$$I_w = \int_0^{H/B} \frac{\sigma_z - 0.5 \cdot (\sigma_x + \sigma_y)}{q} dz/B$$

in cui  $H$  è lo spessore dello strato deformabile e le  $\sigma_x$  e  $\sigma_y$  sono calcolate con un coefficiente di Poisson che, in condizioni NON drenate, è assunto pari a 0,5.

Il modulo di elasticità NON drenato di un terreno può essere ricavato dalla seguente tabella in cui è messo in relazione con la coesione NON drenata ( $c_u$ ), l'indice di plasticità ( $I_p$ ) e il grado di consolidazione del terreno (OCR). Tuttavia il tecnico è libero di inserire manualmente tali parametri qualora siano state fatte indagini specifiche relative alla loro determinazione.

Noti i cedimenti in un certo numero di punti significativi, è possibile calcolare le distorsioni angolari ( $\beta$ ) come:

$$\beta_{ij} = \Delta W_{ij}/L_{ij}$$

dove:

- $D_{wij}$ : cedimento differenziale tra i punti  $i$  e  $j$ ;
- $L_{ij}$ : distanza tra la coppia di punti  $i$  e  $j$ .

Geotecnica - Calcolo dei cedimenti						
$I_{dw}$	$N_{ps}$	$N_{id}$	$W_{ed}$ [cm]	$W_0$ [cm]	$W_c$ [cm]	$W_f$ [cm]
<b>SLE Rare:Carico Permanente * 1 + Spinta Terreno (statica) * 1</b>						
C0001	00010	P8	0,48	0,48	0,00	0,48
C0002	00012	P4	0,48	0,48	0,00	0,48
C0003	00627		0,42	0,42	0,00	0,42
C0004	00021		0,53	0,53	0,00	0,53
C0005	00020		0,26	0,26	0,00	0,26
C0006	00019		0,26	0,26	0,00	0,26
C0007	00018		0,49	0,49	0,00	0,49
C0008	00017		0,58	0,58	0,00	0,58
C0009	00007	P5	0,30	0,30	0,00	0,30
C0010	00008	P1	0,30	0,30	0,00	0,30
C0011	00554		0,24	0,24	0,00	0,24
C0012	00027		0,19	0,19	0,00	0,19
C0013	00026		0,19	0,19	0,00	0,19
C0014	00025		0,47	0,47	0,00	0,47
C0015	00024		0,47	0,47	0,00	0,47
C0016	00033	P2	0,56	0,56	0,00	0,56
C0017	00032	P6	0,56	0,56	0,00	0,56
C0018	00023	P3	0,59	0,59	0,00	0,59
C0019	00022	P7	0,57	0,57	0,00	0,57

Geotecnica - Calcolo dei cedimenti							
Idw	Nps	Nid	W <sub>ed</sub> [cm]	W <sub>o</sub> [cm]	W <sub>c</sub> [cm]	W <sub>f</sub> [cm]	
C0020	00589		0,40	0,40	0,00	0,40	
C0021	00031		0,47	0,47	0,00	0,47	
C0022	00030		0,47	0,47	0,00	0,47	
C0023	00029		0,60	0,60	0,00	0,60	
C0024	00028		0,56	0,56	0,00	0,56	
<b>SLE Freq:Carico Permanente * 1 + Spinta Terreno (statica) * 1</b>							
C0001	00010	P8	0,48	0,48	0,00	0,48	
C0002	00012	P4	0,48	0,48	0,00	0,48	
C0003	00627		0,42	0,42	0,00	0,42	
C0004	00021		0,53	0,53	0,00	0,53	
C0005	00020		0,26	0,26	0,00	0,26	
C0006	00019		0,26	0,26	0,00	0,26	
C0007	00018		0,49	0,49	0,00	0,49	
C0008	00017		0,58	0,58	0,00	0,58	
C0009	00007	P5	0,30	0,30	0,00	0,30	
C0010	00008	P1	0,30	0,30	0,00	0,30	
C0011	00554		0,24	0,24	0,00	0,24	
C0012	00027		0,19	0,19	0,00	0,19	
C0013	00026		0,19	0,19	0,00	0,19	
C0014	00025		0,47	0,47	0,00	0,47	
C0015	00024		0,47	0,47	0,00	0,47	
C0016	00033	P2	0,56	0,56	0,00	0,56	
C0017	00032	P6	0,56	0,56	0,00	0,56	
C0018	00023	P3	0,59	0,59	0,00	0,59	
C0019	00022	P7	0,57	0,57	0,00	0,57	
C0020	00589		0,40	0,40	0,00	0,40	
C0021	00031		0,47	0,47	0,00	0,47	
C0022	00030		0,47	0,47	0,00	0,47	
C0023	00029		0,60	0,60	0,00	0,60	
C0024	00028		0,56	0,56	0,00	0,56	
<b>SLE Perm:Carico Permanente * 1 + Spinta Terreno (statica) * 1</b>							
C0001	00010	P8	0,48	0,48	0,00	0,48	
C0002	00012	P4	0,48	0,48	0,00	0,48	
C0003	00627		0,42	0,42	0,00	0,42	
C0004	00021		0,53	0,53	0,00	0,53	
C0005	00020		0,26	0,26	0,00	0,26	
C0006	00019		0,26	0,26	0,00	0,26	
C0007	00018		0,49	0,49	0,00	0,49	
C0008	00017		0,58	0,58	0,00	0,58	
C0009	00007	P5	0,30	0,30	0,00	0,30	
C0010	00008	P1	0,30	0,30	0,00	0,30	
C0011	00554		0,24	0,24	0,00	0,24	
C0012	00027		0,19	0,19	0,00	0,19	
C0013	00026		0,19	0,19	0,00	0,19	
C0014	00025		0,47	0,47	0,00	0,47	
C0015	00024		0,47	0,47	0,00	0,47	
C0016	00033	P2	0,56	0,56	0,00	0,56	
C0017	00032	P6	0,56	0,56	0,00	0,56	
C0018	00023	P3	0,59	0,59	0,00	0,59	
C0019	00022	P7	0,57	0,57	0,00	0,57	
C0020	00589		0,40	0,40	0,00	0,40	
C0021	00031		0,47	0,47	0,00	0,47	
C0022	00030		0,47	0,47	0,00	0,47	
C0023	00029		0,60	0,60	0,00	0,60	
C0024	00028		0,56	0,56	0,00	0,56	

### LEGENDA:

- Id<sub>w</sub>** Identificativo del Punto Significativo (punto in cui viene calcolato il cedimento).  
**N<sub>ps</sub>** Numero identificativo del Punto Significativo.  
**N<sub>id</sub>** Numero identificativo dell'elemento verticale (pilastro, estremo parete, setto).  
 [\*]= indica la presenza di un nodo intermedio calcolato sulla base della parete/setto/muro.  
**W<sub>ed</sub>** Cedimento edometrico.  
**W<sub>o</sub>** Cedimento istantaneo.  
**W<sub>c</sub>** Cedimento di consolidazione.  
**W<sub>f</sub>** Cedimento finale.

Geotecnica - Cedimenti differenziali								
Idw	Id <sub>Δw</sub>	Nodo i	Nodo f	L <sub>i-f</sub> [cm]	ΔW <sub>i-f</sub> [cm]	(L/ΔW) <sub>i-f</sub>	(L/ΔW) <sub>lim</sub>	CS
<b>SLE Rare:Carico Permanente * 1 + Spinta Terreno (statica) * 1</b>								
001	C0018-C0016	00023	00033	618	0,03	18 940,33	200	94,70
002	C0017-C0019	00032	00022	618	0,01	NS	200	NS
003	C0010-C0009	00008	00007	201	0,00	NS	200	NS
004	C0016-C0017	00033	00032	201	0,00	NS	200	NS
005	C0018-C0019	00023	00022	201	0,02	8 815,94	200	44,08

Geotecnica - Cedimenti differenziali								
Id <sub>w</sub>	Id <sub>Δw</sub>	Nodo i	Nodo f	L <sub>i-f</sub> [cm]	ΔW <sub>i-f</sub> [cm]	(L/ΔW) <sub>i-f</sub>	(L/ΔW) <sub>lim</sub>	CS
006	C0002-C0001	00012	00010	202	0,00	NS	200	NS
<b>SLE Freq:Carico Permanente * 1 + Spinta Terreno (statica) * 1</b>								
001	C0018-C0016	00023	00033	618	0,03	18 940,33	200	94,70
002	C0017-C0019	00032	00022	618	0,01	NS	200	NS
003	C0010-C0009	00008	00007	201	0,00	NS	200	NS
004	C0016-C0017	00033	00032	201	0,00	NS	200	NS
005	C0018-C0019	00023	00022	201	0,02	8 815,94	200	44,08
006	C0002-C0001	00012	00010	202	0,00	NS	200	NS
<b>SLE Perm:Carico Permanente * 1 + Spinta Terreno (statica) * 1</b>								
001	C0018-C0016	00023	00033	618	0,03	18 940,33	200	94,70
002	C0017-C0019	00032	00022	618	0,01	NS	200	NS
003	C0010-C0009	00008	00007	201	0,00	NS	200	NS
004	C0016-C0017	00033	00032	201	0,00	NS	200	NS
005	C0018-C0019	00023	00022	201	0,02	8 815,94	200	44,08
006	C0002-C0001	00012	00010	202	0,00	NS	200	NS

#### LEGENDA:

- Id<sub>w</sub>** Identificativo del Punto Significativo (punto in cui viene calcolato il cedimento).  
**Id<sub>Δw</sub>** Identificativo del cedimento differenziale.  
**L<sub>i-f</sub>** Lunghezza del tratto ai cui estremi si valuta il cedimento differenziale.  
**ΔW<sub>i-f</sub>** Cedimento differenziale.  
**(L/ΔW)<sub>i-f</sub>** Distorsione angolare ([NS] = Non Significativo - per valori di (L/ΔW)<sub>i-f</sub> maggiori o uguali di 50.000).  
**(L/ΔW)<sub>lim</sub>** Distorsione angolare limite.  
**CS** Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se CS ≥ 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).  
**Nodo i, f** Identificativo dei nodi di estremità su cui si valuta il cedimento differenziale: [i] = Iniziale - [f] = Finale.

Geotecnica - Verifiche dei cedimenti differenziali				
Id <sub>w</sub>	Id <sub>Δw</sub>	(L/ΔW) <sub>i-f</sub>	(L/ΔW) <sub>lim</sub>	CS
001	C0018-C0016	18 940,33	200	94,70
002	C0017-C0019	NS	200	NS
003	C0010-C0009	NS	200	NS
004	C0016-C0017	NS	200	NS
005	C0018-C0019	8 815,94	200	44,08
006	C0002-C0001	NS	200	NS

#### LEGENDA:

- Id<sub>w</sub>** Identificativo del Punto Significativo (punto in cui viene calcolato il cedimento).  
**Id<sub>Δw</sub>** Identificativo del cedimento differenziale.  
**(L/ΔW)<sub>i-f</sub>** Distorsione angolare ([NS] = Non Significativo - per valori di (L/ΔW)<sub>i-f</sub> maggiori o uguali di 50.000).  
**(L/ΔW)<sub>lim</sub>** Distorsione angolare limite.  
**CS** Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se CS ≥ 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).

## 6.4 Verifica a scorrimento

La verifica a scorrimento sul piano di posa della fondazione, eseguita allo SLU (SLV), consiste nel confronto fra la forza agente parallelamente al piano di scorrimento (azione, F<sub>d</sub>) e la resistenza (R<sub>d</sub>), ossia la risultante delle tensioni tangenziali limite sullo stesso piano, sommata, in casi particolari, alla risultante delle tensioni limite agenti sulle superfici laterali della fondazione.

La resistenza R<sub>d</sub> della fondazione allo scorrimento è data dalla somma di tre componenti:

1. Componente dovuta all'attrito FRD1, pari a:

$$F_{RD1} = N_d \cdot \tan \phi;$$

dove:

N<sub>d</sub> = carico efficace di progetto, normale alla base della fondazione;

φ = angolo di resistenza a taglio (d'attrito) del terreno a contatto con la fondazione.

2. Componente dovuta all'adesione FRD2, pari a:

$$F_{RD2} = A' \cdot c;$$

dove:

$A'$  = superficie efficace della base della fondazione;

$c$  = coesione del terreno, pari alla coesione efficace ( $c'$ ) in condizioni drenate o alla coesione non drenata ( $c_u$ ) in condizioni non drenate.

3. Componente dovuta all'affondamento FRD3 della fondazione. Tale eventuale contributo resistente è dovuto alla spinta passiva che si genera sul lato verticale della fondazione quando le forze orizzontali la spingono contro lo scavo (incasso).

Si evidenzia che nel caso in cui lo sforzo normale sia di trazione i primi due contributi vengono annullati.

Inoltre, nel caso in cui il terreno sia dotato di coesione non drenata e attrito, il programma esegue la verifica a scorrimento ignorando il contributo dovuto all'attrito terra-fondazione e calcola l'aliquota dovuta all'adesione con riferimento alla coesione non drenata.

Si precisa che il valore relativo alla colonna FRd, di cui nella tabella seguente, è da intendersi come il valore di progetto della resistenza allo scorrimento Rd, ossia il rapporto fra la resistenza ed il valore del coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_R$  relativo allo scorrimento della struttura di fondazione su piano di posa, in relazione all'approccio utilizzato. Nel caso in esame il coefficiente parziale di sicurezza  $g_R$  è stato assunto pari a 1,10 (tabella 6.4.I del D.M. 2018).

Geotecnica - Verifiche a scorrimento									
Elm	Dir	N <sub>Ed</sub> [N]	M <sub>Ed</sub> [N-m]	V <sub>Ed</sub> [N]	F <sub>RD1</sub> [N]	F <sub>RD2</sub> [N]	F <sub>RD3</sub> [N]	F <sub>RD</sub> [N]	CS
Platea 1	B	740 952	5 837	165 288	404735	30300	28216	463251	2,80
	L	758 902	-30 870	90 793	414540	30341	56258	501139	5,52
Platea 2	B	1 277 520	-8 235	-226 556	697829	63070	28223	789121	3,48
	L	1 265 585	-308 587	338 739	691309	62946	119819	874075	2,58
Platea 1	B	812 516	-4 882	129 473	443826	34704	37165	515695	3,98
	L	1 053 660	-54 342	-296 255	575548	34869	85136	695553	2,35

#### LEGENDA:

<b>Elm</b>	Elemento di fondazione su cui si esegue la verifica.
<b>Dir</b>	Direzione di verifica: per Plinti [B]= asse locale 2; [L]= asse locale 3. Per Winkler [B]= asse locale 3; [L]= asse locale 1. Per Platee [B]= asse globale Y; [L]= asse globale X.
<b>F<sub>RD1</sub></b>	Aliquota di resistenza allo scorrimento per attrito terra-fondazione.
<b>F<sub>RD2</sub></b>	Aliquota di resistenza allo scorrimento per adesione.
<b>F<sub>RD3</sub></b>	Aliquota di resistenza allo scorrimento per affondamento.
<b>F<sub>RD</sub></b>	Resistenza allo scorrimento.
<b>CS</b>	Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se CS ≥ 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).
<b>N<sub>Ed</sub>, M<sub>Ed</sub>, V<sub>Ed</sub></b>	Sollecitazioni di progetto.

## 7 Verifiche strutturali

La verifica degli elementi allo S.L.U. avviene col seguente procedimento: si costruiscono le combinazioni non sismiche in base al D.M. 2018, ottenendo un insieme di sollecitazioni; si combinano tali sollecitazioni con quelle dovute all'azione del sisma secondo quanto indicato nel §2.5.3, relazione (2.5.5) del D.M. 2018; per sollecitazioni semplici (flessione retta, taglio, etc.) si individuano i valori minimo e massimo con cui progettare o verificare l'elemento considerato; per sollecitazioni composte (pressoflessione retta/deviata) vengono eseguite le verifiche per tutte le possibili combinazioni e solo a seguito di ciò si individua quella che ha originato il minimo coefficiente di sicurezza.

### 7.1 Verifica a pressoflessione retta delle fondazioni dello shelter

Si riporta di seguito, in forma tabellare, la verifica a pressoflessione retta allo S.L.U. delle fondazioni dello shelter:

#### VERIFICHE PRESSOFLESSIONE RETTA ALLO SLU (Fondazione)

Verifiche pressoflessione retta allo SLD																	
Dir	Pos	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	CS	
			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> ]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> ]		
<b>Piano Terra</b>																	
<b>Platea 1</b>																	
P	S	00010	0	0	0,04524	-	00012	0	0	0,04524	-	00017	0	0	0,04524	-	
	I		-515	8 739	0,04524	6,60		-529	8 900	0,04524	6,48		13 270	0	351	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-	
	I		525	5 579	0,04524	10,32		538	5 823	0,04524	9,88		-35 482	2 169	0,04524	28,73	
P	S	00018	0	0	0,04524	-	00019	35	45	0,04524	NS	00020	50	62	0,04524	NS	
	I		-403	976	0,04524	59,09		-1	139	0,04524	NS		29	115	0,04524	NS	
S	S		102	1 035	0,04524	55,66		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-	
	I		0	0	0,04524	-		-49	216	0,04524	NS		-43	201	0,04524	NS	
P	S	00021	-1 211	416	0,04524	NS	00037	0	0	0,04524	-	00038	0	0	0,04524	-	
	I		0	0	0,04524	-		23 438	16 641	0,04524	3,27		1 615	19 010	0,04524	3,02	
S	S		-875	2 286	0,04524	25,26		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-	
	I		0	0	0,04524	-		26 496	14 318	0,04524	3,78		-4 758	14 699	0,04524	3,96	
P	S	00212	-1 044	2 508	0,04524	23,03	00213	-1 257	5 755	0,04524	10,04	00214	292	6 437	0,04524	8,95	
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-	
S	S		0	0	0,04524	-		-783	337	0,04524	NS		-526	430	0,04524	NS	
	I		-316	990	0,04524	58,25		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-	
P	S	00215	-55	5 941	0,04524	9,70	00216	-59	6 889	0,04524	8,37	00217	174	6 211	0,04524	9,27	
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-	
S	S		122	165	0,04524	NS		0	0	0,04524	-		-46	47	0,04524	NS	
	I		58	17	0,04524	NS		-54	393	0,04524	NS		-74	97	0,04524	NS	
P	S	00218	-161	5 354	0,04524	10,77	00219	175	4 942	0,04524	11,66	00220	-174	3 741	0,04524	15,41	
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-	
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-	
	I		162	445	0,04524	NS		-253	861	0,04524	66,96		58	541	0,04524	NS	
P	S	00221	200	1 971	0,04524	29,22	00222	0	0	0,04524	-	00223	142	172	0,04524	NS	
	I		0	0	0,04524	-		460	3 769	0,04524	15,27		-97	748	0,04524	77,05	
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		-574	1 165	0,04524	49,53	
	I		-108	1 257	0,04524	45,85		-99	1 091	0,04524	52,83		-261	2 285	0,04524	25,23	
P	S	00224	0	0	0,04524	-	00225	0	0	0,04524	-	00226	0	0	0,04524	-	
	I		-429	1 037	0,04524	55,62		645	1 506	0,04524	38,21		-945	1 086	0,04524	53,18	
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-	
	I		83	2 546	0,04524	22,63		-1 162	2 524	0,04524	22,89		1 128	2 251	0,04524	25,53	
P	S	00227	291	269	0,04524	NS	00228	0	0	0,04524	-	00229	238	2 084	0,04524	27,63	
	I		241	626	0,04524	92,00		426	3 636	0,04524	15,83		0	0	0,04524	-	
S	S		-730	1 199	0,04524	48,14		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-	
	I		-576	2 214	0,04524	26,06		-61	1 048	0,04524	54,99		-92	1 244	0,04524	46,33	
P	S	00230	-136	3 731	0,04524	15,45	00231	171	4 832	0,04524	11,92	00232	-153	5 243	0,04524	10,99	
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-	
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-	
	I		98	519	0,04524	NS		-256	865	0,04524	66,66		199	486	0,04524	NS	

Verifiche pressoflessione retta allo SLD

Dir	Pos	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	CS
			[N]	[N·m]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N·m]	[cm <sup>2</sup> ]			[N]	[N·m]	[cm <sup>2</sup> ]	
P	S	00233	178	6 035	0,04524	9,54	00234	-53	6 707	0,04524	8,59	00235	-52	5 761	0,04524	10,00
I			0	0	0,04524	-			0	0	0,04524		-		0	0
S	S		-39	49	0,04524	NS		0	0	0,04524	-		123	164	0,04524	NS
I			-64	115	0,04524	NS			-70	372	0,04524		NS		63	20
P	S	00236	288	6 276	0,04524	9,18	00237	-1 335	5 615	0,04524	10,29	00238	-641	2 364	0,04524	24,41
I			0	0	0,04524	-			0	0	0,04524		-		0	0
S	S		-542	429	0,04524	NS		-841	323	0,04524	NS		0	0	0,04524	-
I			0	0	0,04524	-			0	0	0,04524		-		-1 131	653
P	S	00392	0	0	0,04524	-	00393	0	0	0,04524	-	00394	0	0	0,04524	-
I			-565	8 666	0,04524	6,66			93	10 462	0,04524		5,51		-97	10 625
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
I			300	4 870	0,04524	11,82			-9	6 020	0,04524		9,57		-53	6 279
P	S	00395	0	0	0,04524	-	00447	-96	213	0,04524	NS	00448	42	2 880	0,04524	20,01
I			-307	8 570	0,04524	6,73			-10	288	0,04524		NS		0	0
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
I			335	4 697	0,04524	12,26			627	3 289	0,04524		17,49		-262	5 495
P	S	00449	0	4 133	0,04524	13,94	00450	-7	3 491	0,04524	16,51	00451	-15	6 420	0,04524	8,98
I			0	0	0,04524	-			0	0	0,04524		-		0	0
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
I			-236	7 610	0,04524	7,58			-115	6 960	0,04524		8,28		209	6 881
P	S	00452	4	4 887	0,04524	11,79	00453	35	4 211	0,04524	13,68	00454	-53	5 418	0,04524	10,64
I			0	0	0,04524	-			0	0	0,04524		-		0	0
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
I			21	5 791	0,04524	9,95			79	7 711	0,04524		7,47		-13	5 470
P	S	00455	-38	4 491	0,04524	12,83	00456	618	3 622	0,04524	15,89	00457	-155	457	0,04524	NS
I			0	0	0,04524	-			0	0	0,04524		-		0	0
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		-4 322	3 511	0,04524	16,58
I			617	5 291	0,04524	10,88			4 305	4 796	0,04524		11,90		0	0
P	S	00458	396	1 800	0,04524	31,98	00459	432	1 812	0,04524	31,77	00460	-185	322	0,04524	NS
I			0	0	0,04524	-			0	0	0,04524		-		0	0
S	S		-33	9 015	0,04524	6,39		-54	9 046	0,04524	6,37		-4 855	3 531	0,04524	16,50
I			0	0	0,04524	-			0	0	0,04524		-		0	0
P	S	00461	-68	136	0,04524	NS	00462	51	2 942	0,04524	19,58	00463	1	4 241	0,04524	13,59
I			45	300	0,04524	NS			0	0	0,04524		-		0	0
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
I			330	3 333	0,04524	17,28			-248	5 480	0,04524		10,52		-228	7 605
P	S	00464	-6	3 622	0,04524	15,91	00465	-16	6 586	0,04524	8,75	00466	4	5 043	0,04524	11,43
I			0	0	0,04524	-			0	0	0,04524		-		0	0
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
I			-116	6 945	0,04524	8,30			209	6 913	0,04524		8,33		22	5 778
P	S	00467	37	4 364	0,04524	13,20	00468	-54	5 555	0,04524	10,37	00469	-30	4 634	0,04524	12,44
I			0	0	0,04524	-			0	0	0,04524		-		0	0
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
I			73	7 706	0,04524	7,48			-14	5 435	0,04524		10,60		516	5 238
P	S	00470	1 123	3 787	0,04524	15,18	00615	-195	370	0,04524	NS	00616	-186	470	0,04524	NS
I			0	0	0,04524	-			-339	3 292	0,04524		17,52		-331	3 183
S	S		0	0	0,04524	-		246	302	0,04524	NS		242	400	0,04524	NS
I			4 507	4 452	0,04524	12,81			350	3 013	0,04524		19,11		355	2 888
P	S	00617	0	0	0,04524	-	00618	2 144	319	0,04524	NS	00619	-2 650	2 770	0,04524	20,93
I			2 699	3 291	0,04524	17,40			-1 705	986	0,04524		58,67		0	0
S	S		15 939	3 349	0,04524	16,57		0	0	0,04524	-		3 094	1 553	0,04524	36,84
I			0	0	0,04524	-			1 218	978	0,04524		58,75		0	0
P	S	00620	-51	6 775	0,04524	8,51	00621	6	6 998	0,04524	8,23	00622	1	7 502	0,04524	7,68
I			0	0	0,04524	-			0	0	0,04524		-		0	0
S	S		461	4 918	0,04524	11,70		-148	5 309	0,04524	10,86		10	5 204	0,04524	11,07
I			0	0	0,04524	-			0	0	0,04524		-		0	0
P	S	00623	17	7 063	0,04524	8,16	00624	-88	5 252	0,04524	10,97	00625	22	6 106	0,04524	9,44
I			0	0	0,04524	-			0	0	0,04524		-		0	0
S	S		50	4 384	0,04524	13,14		-318	2 429	0,04524	23,74		-35	10 272	0,04524	5,61
I			0	0	0,04524	-			27	197	0,04524		NS		0	0
P	S	00626	4	8 853	0,04524	6,51	00627	-12	9 655	0,04524	5,97	00628	10	9 339	0,04524	6,17
I			0	0	0,04524	-			0	0	0,04524		-		0	0
S	S		-4	10 660	0,04524	5,41		12	10 875	0,04524	5,30		-14	10 440	0,04524	5,52
I			0	0	0,04524	-			0	0	0,04524		-		0	0
P	S	00629	4	8 562	0,04524	6,73	00630	-279	2 117	0,04524	27,24	00631	-3 002	2 818	0,04524	20,59
I			0	0	0,04524	-			756	455	0,04524		NS		0	0
S	S		2	8 074	0,04524	7,14		-510	1 636	0,04524	35,26		3 489	1 438	0,04524	39,75
I			0	0	0,04524	-			153	626	0,04524		92,02		0	0
P	S	00632	-56	6 875	0,04524	8,38	00633	3	7 199	0,04524	8,00	00634	2	7 634	0,04524	7,55
I			0	0	0,04524	-			0	0	0,04524		-		0	0
S	S		450	4 852	0,04524	11,86		-156	5 216	0,04524	11,05		21	5 117	0,04524	11,26
I			0	0	0,04524	-			0	0	0,04524		-		0	0
P	S	00635	16	7 185	0,04524	8,02	00636	92	5 310	0,04524	10,85					
I			0	0	0,04524	-			0	0	0,04524		-			

Verifiche pressoflessione retta allo SLD

Dir	Pos	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	CS
			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> ]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> ]	
S	S		49	4 387	0,04524	13,13		-298	2 431	0,04524	23,72					
	I		0	0	0,04524	-		16	142	0,04524	NS					
<b>Piano Terra</b>																
<b>Platea 2</b>																
P	S	00007	0	0	0,04524	-	00008	0	0	0,04524	-	00024	-6 860	736	0,04524	79,53
	I		-667	9 036	0,04524	6,39		-662	8 964	0,04524	6,44		0	0	0,04524	-
S	S		432	55	0,04524	NS		435	89	0,04524	NS		0	0	0,04524	-
	I		624	5 779	0,04524	9,96		611	5 748	0,04524	10,01		4 886	804	0,04524	70,86
P	S	00025	-6 828	734	0,04524	79,74	00026	22	129	0,04524	NS	00027	3	124	0,04524	NS
	I		0	0	0,04524	-		16	130	0,04524	NS		-21	121	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		5 071	858	0,04524	66,37		-27	261	0,04524	NS		-47	283	0,04524	NS
P	S	00034	633	2 735	0,04524	21,04	00036	726	3 228	0,04524	17,82	00110	313	357	0,04524	NS
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		290	651	0,04524	88,45
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		-746	1 908	0,04524	30,25
	I		3 790	6 290	0,04524	9,08		3 597	5 991	0,04524	9,54		-626	2 870	0,04524	20,11
P	S	00111	0	0	0,04524	-	00112	0	0	0,04524	-	00113	0	0	0,04524	-
	I		-675	1 006	0,04524	57,37		710	1 420	0,04524	40,51		-478	953	0,04524	60,53
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		1 169	2 988	0,04524	19,23		-1 195	2 986	0,04524	19,35		160	3 247	0,04524	17,74
P	S	00114	120	292	0,04524	NS	00115	129	847	0,04524	68,01	00116	-3	3 104	0,04524	18,56
	I		-70	749	0,04524	76,95		543	4 520	0,04524	12,73		-580	598	0,04524	96,49
S	S		-553	2 019	0,04524	28,58		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		-299	2 769	0,04524	20,82		-336	1 282	0,04524	44,98		31	1 275	0,04524	45,19
P	S	00117	-20	4 133	0,04524	13,94	00118	-35	4 470	0,04524	12,89	00119	158	6 012	0,04524	9,58
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		8	568	0,04524	NS		86	988	0,04524	58,31		-223	713	0,04524	80,86
P	S	00120	-92	8 273	0,04524	6,97	00121	35	8 886	0,04524	6,48	00122	-52	8 931	0,04524	6,45
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		-5	249	0,04524	NS		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		250	478	0,04524	NS		45	905	0,04524	63,67		-220	502	0,04524	NS
P	S	00123	84	9 487	0,04524	6,07	00124	-120	9 790	0,04524	5,89	00125	-68	9 447	0,04524	6,10
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		-126	388	0,04524	NS		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		129	15	0,04524	NS		6	571	0,04524	NS		-128	467	0,04524	NS
P	S	00126	132	8 877	0,04524	6,49	00127	-92	9 234	0,04524	6,24	00128	-40	8 780	0,04524	6,56
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		-46	355	0,04524	NS		46	234	0,04524	NS		0	0	0,04524	-
	I		0	0	0,04524	-		-29	101	0,04524	NS		-88	450	0,04524	NS
P	S	00129	128	7 306	0,04524	7,88	00130	10	7 621	0,04524	7,56	00131	61	6 873	0,04524	8,38
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		19	227	0,04524	NS		10	432	0,04524	NS		0	0	0,04524	-
	I		112	34	0,04524	NS		0	0	0,04524	-		-4	321	0,04524	NS
P	S	00132	-141	4 717	0,04524	12,22	00133	67	4 943	0,04524	11,66	00134	-19	3 869	0,04524	14,89
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		54	313	0,04524	NS		8	404	0,04524	NS		-32	74	0,04524	NS
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
P	S	00135	-61	2 215	0,04524	26,02	00136	167	1 689	0,04524	34,10	00137	0	0	0,04524	-
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		-159	1 433	0,04524	40,23
S	S		124	354	0,04524	NS		-338	177	0,04524	NS		779	381	0,04524	NS
	I		0	0	0,04524	-		34	15	0,04524	NS		0	0	0,04524	-
P	S	00138	-275	886	0,04524	65,08	00139	-313	887	0,04524	65,01	00140	0	0	0,04524	-
	I		306	486	0,04524	NS		336	490	0,04524	NS		184	1 255	0,04524	45,90
S	S		1 234	223	0,04524	NS		1 234	212	0,04524	NS		727	359	0,04524	NS
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
P	S	00141	-274	1 513	0,04524	38,11	00142	126	2 485	0,04524	23,18	00143	103	4 463	0,04524	12,91
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		166	161	0,04524	NS		-77	448	0,04524	NS		91	121	0,04524	NS
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
P	S	00144	-82	5 402	0,04524	10,67	00145	-62	5 872	0,04524	9,81	00146	126	7 248	0,04524	7,95
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		132	443	0,04524	NS		10	396	0,04524	NS		0	0	0,04524	-
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		51	332	0,04524	NS
P	S	00147	-92	7 731	0,04524	7,46	00148	14	7 853	0,04524	7,34	00149	107	8 478	0,04524	6,80
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		101	503	0,04524	NS		-36	279	0,04524	NS		0	0	0,04524	-
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		63	509	0,04524	NS
P	S	00150	-82	8 876	0,04524	6,49	00151	-17	8 488	0,04524	6,79	00152	9	7 828	0,04524	7,36
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		113	358	0,04524	NS		-19	298	0,04524	NS		0	0	0,04524	-
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		20	393	0,04524	NS
P	S	00153	4	9 253	0,04524	6,23	00154	17	9 088	0,04524	6,34	00155	-94	8 027	0,04524	7,18
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		0	0	0,04524	-		0	305	0,04524	NS		0	0	0,04524	-

Verifiche pressoflessione retta allo SLD

Dir	Pos	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	CS
			[N]	[N·m]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N·m]	[cm <sup>2</sup> ]			[N]	[N·m]	[cm <sup>2</sup> ]	
	I		-1	435	0,04524	NS		-40	110	0,04524	NS		17	521	0,04524	NS
P	S	00156	51	9 000	0,04524	6,40	00157	96	7 947	0,04524	7,25	00158	-47	5 529	0,04524	10,42
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		0	0	0,04524	-		2	171	0,04524	NS		0	0	0,04524	-
	I		14	917	0,04524	62,84		-69	571	0,04524	NS		204	737	0,04524	78,15
P	S	00159	151	4 795	0,04524	12,01	00160	134	4 008	0,04524	14,37	00161	166	3 172	0,04524	18,16
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		-287	492	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		8	985	0,04524	58,50		103	647	0,04524	89,04		-129	1 379	0,04524	41,80
P	S	00162	0	802	0,04524	71,85	00324	0	0	0,04524	-	00325	0	0	0,04524	-
	I		440	4 615	0,04524	12,47		-551	8 062	0,04524	7,16		80	9 432	0,04524	6,11
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		-162	1 244	0,04524	46,34		443	5 530	0,04524	10,41		-6	6 084	0,04524	9,47
P	S	00326	0	0	0,04524	-	00327	0	0	0,04524	-	00345	0	0	0,04524	-
	I		-120	9 581	0,04524	6,02		-297	8 023	0,04524	7,19		-97	3 592	0,04524	16,05
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		-37	6 263	0,04524	9,20		334	5 323	0,04524	10,82		4 243	6 501	0,04524	8,78
P	S	00346	0	0	0,04524	-	00347	0	0	0,04524	-	00348	35	924	0,04524	62,36
	I		37	3 793	0,04524	15,19		-3	1 327	0,04524	43,42		0	0	0,04524	-
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		465	7 118	0,04524	8,09		7	4 937	0,04524	11,67		11	5 991	0,04524	9,62
P	S	00349	1	2 093	0,04524	27,53	00350	18	4 850	0,04524	11,88	00351	6	2 763	0,04524	20,85
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		3	3 876	0,04524	14,87		106	3 482	0,04524	16,54		-37	4 255	0,04524	13,54
P	S	00352	-8	4 572	0,04524	12,60	00353	-28	8 005	0,04524	7,20	00354	-14	5 304	0,04524	10,86
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		34	3 052	0,04524	18,88		-110	2 847	0,04524	20,24		-10	3 212	0,04524	17,94
P	S	00355	27	6 831	0,04524	8,43	00356	-11	8 911	0,04524	6,47	00357	-7	8 215	0,04524	7,01
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		-2	3 591	0,04524	16,05		-94	2 062	0,04524	27,95		37	2 357	0,04524	24,45
P	S	00358	45	7 677	0,04524	7,51	00359	11	8 062	0,04524	7,15	00360	-3	10 149	0,04524	5,68
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		-137	4 012	0,04524	14,37		10	2 732	0,04524	21,09		-40	3 301	0,04524	17,46
P	S	00361	10	7 138	0,04524	8,07	00362	-8	6 508	0,04524	8,85	00363	-11	8 936	0,04524	6,45
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		118	3 692	0,04524	15,60		-2	4 443	0,04524	12,97		-43	4 426	0,04524	13,02
P	S	00364	-8	5 065	0,04524	11,38	00365	14	3 437	0,04524	16,76	00366	54	3 476	0,04524	16,58
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		114	5 033	0,04524	11,45		-101	7 011	0,04524	8,22		-244	3 918	0,04524	14,72
P	S	00367	-40	1 168	0,04524	49,34	00420	0	0	0,04524	-	00421	-120	1 223	0,04524	47,13
	I		53	1 346	0,04524	42,81		-345	2 011	0,04524	28,68		0	0	0,04524	-
S	S		0	0	0,04524	-		-9 523	2 939	0,04524	20,04		190	6 992	0,04524	8,24
	I		106	3 370	0,04524	17,09		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
P	S	00422	-103	1 254	0,04524	45,96	00423	0	0	0,04524	-	00424	-78	1 414	0,04524	40,76
	I		0	0	0,04524	-		-347	1 977	0,04524	29,17		-15	1 088	0,04524	52,96
S	S		146	7 072	0,04524	8,15		-9 180	3 006	0,04524	19,58		0	0	0,04524	-
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		533	3 235	0,04524	17,79
P	S	00425	37	2 739	0,04524	21,04	00426	23	4 261	0,04524	13,52	00427	-8	4 474	0,04524	12,88
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		-198	4 418	0,04524	13,05		-220	6 433	0,04524	8,96		-103	5 502	0,04524	10,48
P	S	00428	-12	8 455	0,04524	6,82	00429	-2	7 184	0,04524	8,02	00430	10	5 908	0,04524	9,75
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		163	4 704	0,04524	12,25		33	3 844	0,04524	14,99		14	4 206	0,04524	13,70
P	S	00431	20	9 817	0,04524	5,87	00432	0	8 208	0,04524	7,02	00433	-1	5 491	0,04524	10,49
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		-11	3 218	0,04524	17,91		-1	2 067	0,04524	27,88		-6	4 976	0,04524	11,58
P	S	00434	-1	8 011	0,04524	7,19	00435	-7	8 697	0,04524	6,63	00436	-8	5 971	0,04524	9,65
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		-5	2 127	0,04524	27,09		-109	1 932	0,04524	29,83		21	4 084	0,04524	14,11
P	S	00437	-5	6 165	0,04524	9,35	00438	22	7 966	0,04524	7,23	00439	-9	4 498	0,04524	12,81
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		6	2 601	0,04524	22,15		23	2 981	0,04524	19,33		32	3 315	0,04524	17,38
P	S	00440	-5	4 280	0,04524	13,46	00441	31	4 886	0,04524	11,79	00442	-11	2 265	0,04524	25,44

Verifiche pressoflessione retta allo SLD

Dir	Pos	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	CS
			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> ]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> ]	
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		-42	3 497	0,04524	16,48		54	3 732	0,04524	15,44		-25	3 777	0,04524	15,26
P	S	00443	-51	1 317	0,04524	43,76	00444	0	0	0,04524	-	00445	0	0	0,04524	-
	I		0	0	0,04524	-		23	1 751	0,04524	32,91		-28	3 454	0,04524	16,68
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		-148	5 679	0,04524	10,15		-81	5 286	0,04524	10,90		449	6 990	0,04524	8,24
P	S	00446	0	0	0,04524	-	00529	-243	1 113	0,04524	51,80	00530	366	2 619	0,04524	21,98
	I		-174	3 689	0,04524	15,63		-380	3 695	0,04524	15,61		0	0	0,04524	-
S	S		0	0	0,04524	-		286	967	0,04524	59,55		-8 102	1 147	0,04524	51,18
	I		4 041	6 559	0,04524	8,70		394	3 394	0,04524	16,96		7 620	1 066	0,04524	53,10
P	S	00531	318	2 527	0,04524	22,79	00532	-228	1 083	0,04524	53,23	00533	-84	4 744	0,04524	12,15
	I		0	0	0,04524	-		-377	3 740	0,04524	15,42		0	0	0,04524	-
S	S		-7 791	1 209	0,04524	48,52		288	940	0,04524	61,26		-301	1 440	0,04524	40,04
	I		7 641	1 143	0,04524	49,52		415	3 428	0,04524	16,79		-46	244	0,04524	NS
P	S	00534	13	7 013	0,04524	8,22	00535	-4	7 897	0,04524	7,30	00536	-6	8 608	0,04524	6,69
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		-91	3 126	0,04524	18,44		9	2 957	0,04524	19,49		-69	3 061	0,04524	18,83
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
P	S	00537	0	9 219	0,04524	6,25	00538	0	8 108	0,04524	7,11	00539	0	8 780	0,04524	6,56
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		57	4 025	0,04524	14,31		-74	3 684	0,04524	15,64		29	4 061	0,04524	14,19
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
P	S	00540	7	7 809	0,04524	7,38	00541	0	7 757	0,04524	7,43	00542	-7	6 543	0,04524	8,81
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		-69	3 735	0,04524	15,43		223	4 311	0,04524	13,36		-172	3 915	0,04524	14,72
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
P	S	00543	-1	5 147	0,04524	11,20	00544	-1	3 202	0,04524	18,00	00545	14	1 176	0,04524	49,00
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		58	4 163	0,04524	13,84		-73	3 879	0,04524	14,86		-243	3 117	0,04524	18,50
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
P	S	00546	-2 211	778	0,04524	74,44	00547	-319	2 068	0,04524	27,88	00548	1	7 814	0,04524	7,37
	I		2 198	151	0,04524	NS		743	542	0,04524	NS		0	0	0,04524	-
S	S		7 304	812	0,04524	69,77		-539	754	0,04524	76,52		4	6 013	0,04524	9,58
	I		-6 673	1 218	0,04524	48,04		127	1 111	0,04524	51,85		0	0	0,04524	-
P	S	00549	-5	9 168	0,04524	6,29	00550	-5	9 764	0,04524	5,90	00551	4	10 052	0,04524	5,73
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		5	7 842	0,04524	7,35		-3	8 229	0,04524	7,00		-1	8 105	0,04524	7,11
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
P	S	00552	-3	10 539	0,04524	5,47	00553	-1	10 085	0,04524	5,71	00554	-2	9 862	0,04524	5,84
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		0	7 869	0,04524	7,32		0	7 785	0,04524	7,40		1	7 657	0,04524	7,53
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
P	S	00555	1	9 089	0,04524	6,34	00556	0	8 270	0,04524	6,97	00557	-1	7 245	0,04524	7,95
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		-2	7 704	0,04524	7,48		0	7 784	0,04524	7,40		0	8 024	0,04524	7,18
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
P	S	00558	0	5 955	0,04524	9,68	00559	0	3 927	0,04524	14,67	00560	-6	2 118	0,04524	27,21
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		2	8 146	0,04524	7,07		-1	8 482	0,04524	6,79		-12	8 548	0,04524	6,74
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
P	S	00561	65	4 822	0,04524	11,95	00562	2	6 769	0,04524	8,51	00563	6	8 256	0,04524	6,98
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		-531	1 451	0,04524	39,76		-81	3 069	0,04524	18,78		41	2 862	0,04524	20,13
	I		-131	168	0,04524	NS		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
P	S	00564	-6	8 906	0,04524	6,47	00565	-1	9 541	0,04524	6,04	00566	-2	9 059	0,04524	6,36
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		220	3 156	0,04524	18,25		-211	3 959	0,04524	14,56		281	3 583	0,04524	16,07
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
P	S	00567	-6	8 927	0,04524	6,45	00568	3	7 949	0,04524	7,25	00569	-2	7 507	0,04524	7,68
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		-224	4 068	0,04524	14,17		188	3 703	0,04524	15,55		-54	4 202	0,04524	13,71
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
P	S	00570	-1	6 066	0,04524	9,50	00571	2	5 258	0,04524	10,96	00572	-1	3 291	0,04524	17,51
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		-60	3 931	0,04524	14,66		61	4 232	0,04524	13,61		-169	3 856	0,04524	14,95
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
P	S	00573	-48	1 301	0,04524	44,30	00574	-2 303	812	0,04524	71,34					
	I		0	0	0,04524	-		2 173	139	0,04524	NS					
S	S		325	3 055	0,04524	18,85		7 037	731	0,04524	77,55					
	I		0	0	0,04524	-		-6 918	1 095	0,04524	53,46					
<b>Fondazione</b>			<b>Platea 1</b>													
P	S	00023	0	0	0,04524	-	00028	0	0	0,04524	-	00029	0	0	0,04524	-
	I		46	3 066	0,04524	18,79		-93	328	0,04524	NS		-97	321	0,04524	NS

Verifiche pressoflessione retta allo SLD

Dir	Pos	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	CS
			[N]	[N·m]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N·m]	[cm <sup>2</sup> ]			[N]	[N·m]	[cm <sup>2</sup> ]	
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		-228	4 576	0,04524	12,60		44	295	0,04524	NS		69	345	0,04524	NS
P	S	00030	128	11	0,04524	NS	00031	2	33	0,04524	NS	00032	0	0	0,04524	-
	I		164	72	0,04524	NS		-11	25	0,04524	NS		196	548	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		-105	235	0,04524	NS		-54	255	0,04524	NS		12	3 959	0,04524	14,55
P	S	00033	0	0	0,04524	-	00163	0	0	0,04524	-	00164	901	140	0,04524	NS
	I		-74	545	0,04524	NS		-439	210	0,04524	NS		660	50	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		-71	62	0,04524	NS
	I		-390	3 991	0,04524	14,45		58	2 305	0,04524	25,00		0	0	0,04524	-
P	S	00165	-57	74	0,04524	NS	00166	-858	94	0,04524	NS	00167	0	0	0,04524	-
	I		165	16	0,04524	NS		0	0	0,04524	-		-139	213	0,04524	NS
S	S		-4	302	0,04524	NS		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		0	0	0,04524	-		56	118	0,04524	NS		266	2 290	0,04524	25,15
P	S	00168	-363	542	0,04524	NS	00169	1 291	507	0,04524	NS	00170	-1 054	558	0,04524	NS
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		575	135	0,04524	NS		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		775	85	0,04524	NS		-1 211	463	0,04524	NS		869	613	0,04524	93,81
P	S	00171	-998	529	0,04524	NS	00172	2 156	627	0,04524	91,44	00173	-1 284	816	0,04524	70,83
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		547	365	0,04524	NS		-1 482	423	0,04524	NS		883	366	0,04524	NS
P	S	00174	-632	668	0,04524	86,39	00175	1 860	977	0,04524	58,73	00176	-1 261	730	0,04524	79,17
	I		-625	10	0,04524	NS		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		242	11	0,04524	NS		0	0	0,04524	-		1 139	36	0,04524	NS
	I		302	273	0,04524	NS		-1 215	257	0,04524	NS		988	305	0,04524	NS
P	S	00177	-378	543	0,04524	NS	00178	1 299	103	0,04524	NS	00179	-710	294	0,04524	NS
	I		0	0	0,04524	-		1 334	66	0,04524	NS		-493	33	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		149	375	0,04524	NS		-1 148	352	0,04524	NS		431	775	0,04524	74,28
P	S	00180	0	0	0,04524	-	00181	409	119	0,04524	NS	00182	0	0	0,04524	-
	I		98	1 258	0,04524	45,79		0	0	0,04524	-		-56	227	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		-196	502	0,04524	NS		88	1 610	0,04524	35,78		54	324	0,04524	NS
P	S	00183	0	0	0,04524	-	00184	-205	15	0,04524	NS	00185	-50	147	0,04524	NS
	I		302	256	0,04524	NS		-260	288	0,04524	NS		0	0	0,04524	-
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		-1	333	0,04524	NS		37	292	0,04524	NS		209	1 681	0,04524	34,26
P	S	00186	0	0	0,04524	-	00187	653	81	0,04524	NS	00188	-833	120	0,04524	NS
	I		-25	1 093	0,04524	52,72		748	280	0,04524	NS		-861	285	0,04524	NS
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		119	546	0,04524	NS		-684	704	0,04524	81,98		650	356	0,04524	NS
P	S	00189	-843	679	0,04524	85,03	00190	2 129	550	0,04524	NS	00191	-1 152	824	0,04524	70,12
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		0	0	0,04524	-		-1 637	79	0,04524	NS		0	0	0,04524	-
	I		906	380	0,04524	NS		-1 438	196	0,04524	NS		694	321	0,04524	NS
P	S	00192	-936	642	0,04524	89,95	00193	2 180	787	0,04524	72,85	00194	-1 354	544	0,04524	NS
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		874	275	0,04524	NS		-1 381	295	0,04524	NS		858	352	0,04524	NS
P	S	00195	-371	502	0,04524	NS	00196	1 322	638	0,04524	90,04	00197	-516	498	0,04524	NS
	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		536	516	0,04524	NS		-1 100	489	0,04524	NS		307	344	0,04524	NS
P	S	00198	15	550	0,04524	NS	00264	0	0	0,04524	-	00265	0	0	0,04524	-
	I		0	0	0,04524	-		-224	1 274	0,04524	45,25		-160	1 832	0,04524	31,47
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		42	113	0,04524	NS		-436	4 205	0,04524	13,72		-269	7 152	0,04524	8,06
P	S	00266	0	0	0,04524	-	00267	0	0	0,04524	-	00268	0	0	0,04524	-
	I		21	2 278	0,04524	25,29		334	1 500	0,04524	38,39		-73	2 645	0,04524	21,79
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		208	7 652	0,04524	7,53		898	8 779	0,04524	6,55		-23	9 141	0,04524	6,30
P	S	00269	0	0	0,04524	-	00270	0	0	0,04524	-	00271	0	0	0,04524	-
	I		79	2 341	0,04524	24,61		345	1 665	0,04524	34,58		59	3 173	0,04524	18,16
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		750	9 203	0,04524	6,25		976	9 469	0,04524	6,07		669	8 926	0,04524	6,45
P	S	00272	0	0	0,04524	-	00273	0	0	0,04524	-	00274	0	0	0,04524	-
	I		-224	1 547	0,04524	37,27		-60	2 621	0,04524	21,99		-128	1 180	0,04524	48,85
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		-770	9 186	0,04524	6,28		-893	7 785	0,04524	7,42		-342	6 994	0,04524	8,25
P	S	00275	0	0	0,04524	-	00294	0	0	0,04524	-	00295	0	0	0,04524	-
	I		-56	422	0,04524	NS		-74	663	0,04524	86,93		-128	845	0,04524	68,21
S	S		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
	I		330	4 803	0,04524	11,99		-449	4 946	0,04524	11,66		-389	6 911	0,04524	8,35

Verifiche pressoflessione retta allo SLD

Dir	Pos	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	CS
			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> ]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> ]	
P	S	00296	0	0	0,04524	-	00297	0	0	0,04524	-	00298	0	0	0,04524	-
I	I		22	2 646	0,04524	21,78		336	1 752	0,04524	32,86		-11	2 842	0,04524	20,28
S	S	00299	0	0	0,04524	-	00300	0	0	0,04524	-	00301	0	0	0,04524	-
I	I		446	7 686	0,04524	7,49		990	9 158	0,04524	6,28		66	8 688	0,04524	6,63
P	S	00302	0	0	0,04524	-	00303	0	0	0,04524	-	00304	0	0	0,04524	-
I	I		-212	1 809	0,04524	31,87		-137	2 440	0,04524	23,62		134	2 371	0,04524	24,30
S	S	00305	0	0	0,04524	-	00334	0	0	0,04524	-	00335	0	0	0,04524	-
I	I		-367	9 561	0,04524	6,03		-1 422	9 086	0,04524	6,36		807	8 973	0,04524	6,41
P	S	00336	0	0	0,04524	-	00337	0	0	0,04524	-	00401	-21	223	0,04524	NS
I	I		-279	1 764	0,04524	32,69		-21	2 335	0,04524	24,68		-405	159	0,04524	NS
S	S	00402	0	0	0,04524	-	00403	0	0	0,04524	-	00404	0	0	0,04524	-
I	I		-716	8 925	0,04524	6,47		-704	7 561	0,04524	7,63		46	6 938	0,04524	8,30
P	S	00575	0	0	0,04524	-	00576	0	0	0,04524	-	00577	0	0	0,04524	-
I	I		59	1 464	0,04524	39,35		-38	1 942	0,04524	29,67		-29	3 432	0,04524	16,79
S	S	00578	0	0	0,04524	-	00579	0	0	0,04524	-	00580	0	0	0,04524	-
I	I		-73	4 209	0,04524	13,69		13	1 516	0,04524	38,01		-30	1 857	0,04524	31,03
P	S	00581	0	0	0,04524	-	00582	0	0	0,04524	-	00583	-21	223	0,04524	NS
I	I		0	0	0,04524	16,99		86	1 916	0,04524	30,07		-405	159	0,04524	NS
S	S	00584	0	0	0,04524	-	00585	0	0	0,04524	-	00586	24	16	0,04524	NS
I	I		2	1 704	0,04524	33,82		-22	1 462	0,04524	39,42		-63	385	0,04524	NS
P	S	00587	0	0	0,04524	-	00588	0	0	0,04524	-	00589	307	318	0,04524	NS
I	I		25	536	0,04524	NS		-254	528	0,04524	NS		-183	124	0,04524	NS
S	S	00589	0	0	0,04524	-	00590	0	0	0,04524	-	00591	21	215	0,04524	NS
I	I		111	258	0,04524	NS		-82	101	0,04524	NS		-57	444	0,04524	NS
P	S	00593	0	0	0,04524	-	00594	0	0	0,04524	-	00595	0	0	0,04524	-
I	I		-163	997	0,04524	57,82		-62	2 745	0,04524	20,99		-82	2 776	0,04524	20,76
S	S	00596	0	0	0,04524	-	00597	0	0	0,04524	-	00598	0	0	0,04524	-
I	I		424	1 675	0,04524	34,37		399	2 072	0,04524	27,78		628	2 010	0,04524	28,63
P	S	00599	0	0	0,04524	-	00770	314	1 484	0,04524	38,80	00580	81	619	0,04524	93,07
I	I		-94	913	0,04524	63,13		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S	00599	0	0	0,04524	-	00599	38	207	0,04524	NS	00599	0	0	0,04524	-
I	I		5	1 677	0,04524	34,36		-34	118	0,04524	NS		1 396	1 759	0,04524	32,65
P	S	00599	0	0	0,04524	-	00599	0	0	0,04524	-	00599	0	0	0,04524	-
I	I		-6	790	0,04524	72,94		167	1 175	0,04524	49,02		83	931	0,04524	61,88
S	S	00599	0	0	0,04524	-	00599	0	0	0,04524	-	00599	0	0	0,04524	-
I	I		-2 353	4 125	0,04524	14,05		2 369	5 284	0,04524	10,85		-1 368	5 126	0,04524	11,28
P	S	00599	-142	123	0,04524	NS	00585	-1	548	0,04524	NS	00586	-28	3 327	0,04524	17,32
I	I		-168	752	0,04524	76,66		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S	00599	0	0	0,04524	-	00585	0	0	0,04524	-	00586	-33	3 629	0,04524	15,88
I	I		867	4 173	0,04524	13,78		-460	2 292	0,04524	25,17		0	0	0,04524	-
P	S	00599	29	2 482	0,04524	23,21	00588	-37	1 675	0,04524	34,40	00589	18	1 535	0,04524	37,54
I	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S	00599	-28	4 652	0,04524	12,39	00591	31	4 223	0,04524	13,64	00592	-16	3 851	0,04524	14,96
I	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
P	S	00599	-15	2 014	0,04524	28,61	00591	-6	2 881	0,04524	20,00	00592	133	2 206	0,04524	26,11
I	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
S	S	00599	14	4 115	0,04524	14,00	00594	6	4 324	0,04524	13,33	00595	-97	2 744	0,04524	21,00
I	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-
P	S	00599	-147	1 460	0,04524	39,48	00594	-98	760	0,04524	75,84	00595	0	0	0,04524	-
I	I		0	0	0,04524	-		0	0	0,04524	-		-13	949	0,04524	60,72
S	S	00599	-957	137	0,04524	NS	00594	0	0	0,04524	-	00595	0	0	0,04524	-
I	I		-757	28	0,04524	NS		216	1 818	0,04524	31,68		1 589	4 362	0,04524	13,16
P	S	00599	0	0	0,04524	-	00597	0	0	0,04524	-	00598	67	250	0,04524	NS
I	I		-42	1 094	0,04524	52,68		-140	1 139	0,04524	50,61		74	500	0,04524	NS
S	S	00599	0	0	0,04524	-	00599	0	0	0,04524	-	00599	0	0	0,04524	-
I	I		-2 724	5 463	0,04524	10,61		2 180	5 434	0,04524	10,55		-1 911	4 190	0,04524	13,81
P	S	00599	8	229	0,04524	NS	00770	0	0	0,04524	-	00770				
I	I		16	14	0,04524	NS		3	3 173	0,04524	18,16					
S	S	00599	0	0	0,04524	-	00770	0	0	0,04524	-	00770				
I	I		1 164	2 263	0,04524	25,39		-336	4 651	0,04524	12,40					

LEGENDA:

**Dir** Direzione [P] = principale (asse locale 1) - [S] = secondaria (asse locale 2).

**Pos** Posizione [S] = superiore - [I] = inferiore.

**A<sub>s</sub>** Area delle armature esecutive per unità di lunghezza.

**CS** Coefficiente di sicurezza [NS] = Non Significativo se CS ≥ 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).

**N<sub>Ed</sub>**, **M<sub>Ed</sub>** Sollecitazioni di progetto.

## 7.2 Verifica delle tensioni di esercizio delle fondazioni dello shelter

Si riporta di seguito, in forma tabellare, la verifica delle tensioni di esercizio delle fondazioni dello shelter, sia per il calcestruzzo che per l'acciaio.

### VERIFICHE DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO (Fondazione)

verifiche delle tensioni di esercizio															
Nodo/ Tp <sub>rnf</sub>	Dir	Compressione calcestruzzo							Trazione acciaio						
		IdCmb	Compressione calcestruzzo rinforzo					Verificato	IdCmb	Trazione acciaio/FRP rinforzo				Verificato	
			σ <sub>cc</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	σ <sub>cd,amm</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	N <sub>Ed</sub> [N]	M <sub>Ed</sub> [N-m]	CS			σ <sub>at</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	σ <sub>td,amm</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	N <sub>Ed</sub> [N]	M <sub>Ed</sub> [N-m]		CS
<b>Piano Terra</b>															
<b>Platea 1</b>															
00038	P	RAR	1,085	17,43	64	-17 466	16,06	SI	RAR	11,934	360,00	64	-17 466	30,17	SI
		QPR	1,085	13,07	64	-17 466	12,04	SI	-	-	-	-	-	-	-
	S	RAR	0,842	17,43	-163	-13 563	20,70	SI	RAR	9,277	360,00	-163	-13 563	38,80	SI
		QPR	0,842	13,07	-163	-13 563	15,52	SI	-	-	-	-	-	-	-
<b>Piano Terra</b>															
<b>Platea 2</b>															
00552	P	RAR	0,634	17,43	1	10 202	27,50	SI	RAR	6,973	360,00	1	10 202	51,63	SI
		QPR	0,634	13,07	1	10 202	20,62	SI	-	-	-	-	-	-	-
	S	RAR	0,501	17,43	-1	8 065	34,78	SI	RAR	5,512	360,00	-1	8 065	65,31	SI
		QPR	0,501	13,07	-1	8 065	26,09	SI	-	-	-	-	-	-	-
<b>Fondazione</b>															
<b>Platea 1</b>															
00297	P	RAR	0,103	17,43	-233	-1 669	NS	SI	RAR	1,152	360,00	-233	-1 669	NS	SI
		QPR	0,103	13,07	-233	-1 669	NS	SI	-	-	-	-	-	-	-
	S	RAR	0,456	17,43	-681	-7 370	38,25	SI	RAR	5,070	360,00	-681	-7 370	71,01	SI
		QPR	0,456	13,07	-681	-7 370	28,68	SI	-	-	-	-	-	-	-

#### LEGENDA:

- Rinf.** Indica la presenza del rinforzo sulla sezione di verifica.  
**Dir** Direzione [P] = principale (asse locale 1) - [S] = secondaria (asse locale 2).  
**IdCmb** Identificativo della Combinazione di Azione: [QPR] = Quasi Permanente - [FRQ] = Frequente - [RAR] = Rara.  
**σ<sub>cc</sub>** Tensione massima di compressione nel calcestruzzo della Trave/Rinforzo.  
**σ<sub>cd,amm</sub>** Tensione ammissibile per la verifica a compressione del calcestruzzo.  
**σ<sub>at</sub>** Tensione massima di trazione nell'acciaio della Trave/Rinforzo o nel FRP.  
**σ<sub>td,amm</sub>** Tensione ammissibile per la verifica a trazione dell'acciaio/rinforzo.  
**N<sub>Ed</sub>, M<sub>Ed</sub>** Sollecitazioni di progetto.  
**CS** Coefficiente di Sicurezza (=  $\sigma_{cc} / \sigma_{cd,amm}$ ;  $\sigma_{td,amm} / \sigma_{at}$ ). [NS] = Non Significativo (CS ≥ 100).  
**Verificato** [SI] = La verifica è soddisfatta ( $\sigma_{cc} \leq \sigma_{cd,amm}$ ;  $\sigma_{at} \leq \sigma_{td,amm}$ ). [NO] = La verifica NON è soddisfatta ( $\sigma_{cc} > \sigma_{cd,amm}$ ;  $\sigma_{at} > \sigma_{td,amm}$ ).  
**Nota** Nella tabella, per ogni elemento, viene riportato il nodo della shell che ha il coefficiente di sicurezza (CS) più piccolo.

## 7.3 Verifica a fessurazione delle fondazioni dello shelter

Si riporta di seguito, in forma tabellare, la verifica a fessurazione delle fondazioni dello shelter.

### VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

verifica allo stato limite di fessurazione													
Nodo	Dir	IdCmb	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	σ <sub>ct,f</sub>	σ <sub>t</sub>	ε <sub>sm</sub>	A <sub>e</sub>	Δ <sub>sm</sub>	W <sub>d</sub>	W <sub>amm</sub>	CS	Verificato
			[N]	[N-m]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		[cm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]		
<b>Piano Terra</b>													
<b>Platea 1</b>													
<b>AA= PCA</b>													
<b>NOTA: L'elemento NON è fessurato. Di seguito si riporta il nodo strutturale per la quale si riscontra la massima tensione di trazione(max σ<sub>ct,f</sub>)</b>													
00038	P	FRQ	64	-17 466	1,08	2,36	0 E+00	0	0	0,000	0,400	-	SI
		QPR	64	-17 466	1,08	2,36	0 E+00	0	0	0,000	0,300	-	SI
	S	FRQ	-163	-13 563	0,84	2,36	0 E+00	0	0	0,000	0,400	-	SI
		QPR	-163	-13 563	0,84	2,36	0 E+00	0	0	0,000	0,300	-	SI
<b>Piano Terra</b>													
<b>Platea 2</b>													
<b>AA= PCA</b>													
<b>NOTA: L'elemento NON è fessurato. Di seguito si riporta il nodo strutturale per la quale si riscontra la massima tensione di trazione(max σ<sub>ct,f</sub>)</b>													
00552	P	FRQ	1	10 202	0,63	2,36	0 E+00	0	0	0,000	0,400	-	SI
		QPR	1	10 202	0,63	2,36	0 E+00	0	0	0,000	0,300	-	SI
	S	FRQ	-1	8 065	0,50	2,36	0 E+00	0	0	0,000	0,400	-	SI
		QPR	-1	8 065	0,50	2,36	0 E+00	0	0	0,000	0,300	-	SI

verifica allo stato limite di fessurazione													
Nodo	Dir	Id <sub>Cmb</sub>	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	σ <sub>ct,f</sub>	σ <sub>t</sub>	ε <sub>sm</sub>	A <sub>e</sub>	Δ <sub>sm</sub>	W <sub>d</sub>	W <sub>amm</sub>	CS	Verificato
			[N]	[N-m]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		[cm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]		
<b>Fondazione</b>			<b>Platea 1</b>				<b>AA= PCA</b>						
<b>NOTA: L'elemento NON è fessurato. Di seguito si riporta il nodo strutturale per la quale si riscontra la massima tensione di trazione(max σ<sub>ct,f</sub>)</b>													
00297	P	FRQ	-233	-1 669	0,10	2,36	0 E+00	0	0	0,000	0,400	-	SI
		QPR	-233	-1 669	0,10	2,36	0 E+00	0	0	0,000	0,300	-	SI
	S	FRQ	-681	-7 370	0,46	2,36	0 E+00	0	0	0,000	0,400	-	SI
		QPR	-681	-7 370	0,46	2,36	0 E+00	0	0	0,000	0,300	-	SI

### LEGENDA:

- Dir** Direzione [P] = principale (asse locale 1) - [S] = secondaria (asse locale 2).
- AA** Identificativo dell'aggressività dell'ambiente: [PCA] = "Ordinario"; [MDA] = "Aggressivo"; [MLA] = "Molto aggressivo".
- Id<sub>Cmb</sub>** Identificativo della Combinazione di Azione: [QPR] = Quasi Permanente - [FRQ] = Frequente - [RAR] = Rara.
- N<sub>Ed</sub>, M<sub>Ed</sub>** Sollecitazioni di progetto.
- σ<sub>ct,f</sub>** Tensione massima di trazione nel calcestruzzo per la fessurazione, calcolata nell'ipotesi di calcestruzzo resistente a trazione. Se tale valore è maggiore di σ<sub>t</sub> la sezione è soggetta a fessurazione.
- σ<sub>t</sub>** N.B. I valori negativi indicano una sezione interamente compressa. In tal caso le sollecitazioni forniscono il minimo valore di compressione.  
Tensione massima di trazione nel calcestruzzo relativa allo stato limite di formazione delle fessure [relazione (4.1.13) del § 4.1.2.2.4 del DM 2018].
- ε<sub>sm</sub>** Deformazione unitaria media delle barre di armatura.
- A<sub>e</sub>** Area efficace del calcestruzzo teso.
- Δ<sub>sm</sub>** Distanza media tra le fessure.
- W<sub>d</sub>** Valore di calcolo di apertura massima delle fessure.
- W<sub>amm</sub>** Valore ammissibile di apertura delle fessure.
- CS** Coefficiente di Sicurezza (=W<sub>d</sub> / W<sub>amm</sub>). [NS] = Non Significativo (CS ≥ 100). [-] = Fessurazioni nulle (W<sub>d</sub> = 0).
- Verificato** [SI] = W<sub>d</sub> ≤ W<sub>amm</sub>; [NO] = W<sub>d</sub> > W<sub>amm</sub>

# **PALO TELECOMUNICAZIONI**

# 1 Introduzione – Palo telecomunicazioni

La fondazione per il palo telecomunicazioni ha una superficie in pianta di 3.00 x 3.00 m per uno spessore di 1.70 m. Il carico permanente agente utilizzato nel calcolo è pari a 1300 kg

N <sub>id</sub>	Descrizione	F+E	+/- F	CDC	Tipologie di carico		
					ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>
0001	Carico Permanente	-	NO	Permanente	1,00	1,00	1,00
0002	C16_SLU,C(Z)	-	NO	Media	0,00	0,00	0,00

## LEGENDA:

**N<sub>id</sub>** Numero identificativo della Tipologia di Carico.

**F+E** Indica se la tipologia di carico considerata è AGENTE con il sisma.

**+/-** Indica se la tipologia di carico è ALTERNATA (cioè considerata due volte con segno opposto) o meno.

**F**

**CDC** Indica la classe di durata del carico.

NOTA: dato significativo solo per elementi in materiale legnoso.

ψ<sub>0</sub> Coefficiente riduttivo dei carichi allo SLU e SLE (carichi rari).

ψ<sub>1</sub> Coefficiente riduttivo dei carichi allo SLE (carichi frequenti).

ψ<sub>2</sub> Coefficiente riduttivo dei carichi allo SLE (carichi frequenti e quasi permanenti).

Viene riportate di seguito una vista assonometrica del modello utilizzato per il calcolo:

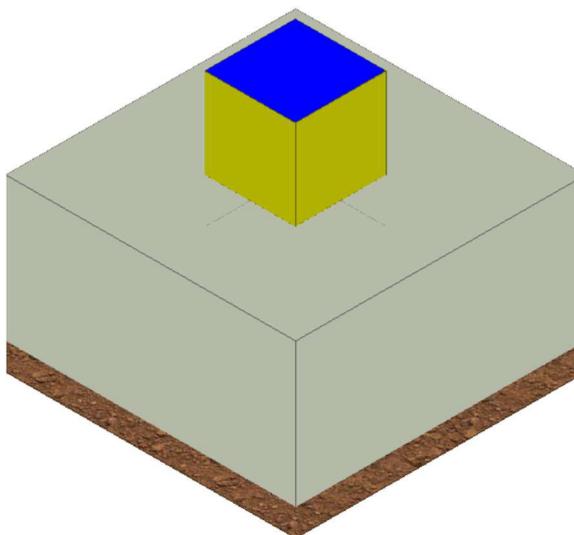


Figura 1: vista tridimensionale della fondazione del PALO TELECOMUNICAZIONI

## 2 Materiali impiegati

Tutti i materiali strutturali impiegati devono essere muniti di marcatura "CE" ed essere conformi alle prescrizioni del "REGOLAMENTO (UE) N. 305/2011 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 9 marzo 2011", in merito ai prodotti da costruzione.

Per la realizzazione dell'opera in oggetto saranno impiegati i seguenti materiali:

### CALCESTRUZZO

Caratteristiche calcestruzzo armato															
N <sub>id</sub>	γ <sub>k</sub>	α <sub>T, i</sub>	E	G	C <sub>Erid</sub>	Stz	R <sub>ck</sub>	R <sub>cm</sub>	%R <sub>ck</sub>	γ <sub>c</sub>	f <sub>cd</sub>	f <sub>ctd</sub>	f <sub>cfm</sub>	N	n Ac
	[N/m <sup>3</sup> ]	[1/°C]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[%]		[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]			[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		
<b>Cls C28/35_B450C - (C28/35)</b>															
002	25 000	0,000010	32 588	13 578	60	P	35,00	-	0,85	1,50	16,46	1,32	3,40	15	003

#### LEGENDA:

- N<sub>id</sub>** Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.  
**γ<sub>k</sub>** Peso specifico.  
**α<sub>T, i</sub>** Coefficiente di dilatazione termica.  
**E** Modulo elastico normale.  
**G** Modulo elastico tangenziale.  
**C<sub>Erid</sub>** Coefficiente di riduzione del Modulo elastico normale per Analisi Sismica [ $E_{sisma} = E \cdot C_{Erid}$ ].  
**Stz** Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).  
**R<sub>ck</sub>** Resistenza caratteristica cubica.  
**R<sub>cm</sub>** Resistenza media cubica.  
**%R<sub>ck</sub>** Percentuale di riduzione della R<sub>ck</sub>.  
**γ<sub>c</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza del materiale.  
**f<sub>cd</sub>** Resistenza di calcolo a compressione.  
**f<sub>ctd</sub>** Resistenza di calcolo a trazione.  
**f<sub>cfm</sub>** Resistenza media a trazione per flessione.  
**n Ac** Identificativo, nella relativa tabella materiali, dell'acciaio utilizzato: [-] = parametro NON significativo per il materiale.

### ACCIAIO

Caratteristiche acciaio																	
N <sub>id</sub>	γ <sub>k</sub>	α <sub>T, i</sub>	E	G	Stz	LMT	f <sub>yk</sub>	f <sub>tk</sub>	f <sub>yd</sub>	f <sub>td</sub>	γ <sub>s</sub>	γ <sub>M1</sub>	γ <sub>M2</sub>	γ <sub>M3,SLV</sub>	γ <sub>M3,SLE</sub>	γ <sub>M7</sub>	NCnt Cnt
	[N/m <sup>3</sup> ]	[1/°C]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]			[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]							
<b>Acciaio B450C - Acciaio in Tondini - (B450C)</b>																	
003	78 500	0,000010	210 000	80 769	P	-	450,00	-	391,30	-	1,15	-	-	-	-	-	-

#### LEGENDA:

- N<sub>id</sub>** Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.  
**γ<sub>k</sub>** Peso specifico.  
**α<sub>T, i</sub>** Coefficiente di dilatazione termica.  
**E** Modulo elastico normale.  
**G** Modulo elastico tangenziale.  
**Stz** Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).  
**LMT** Campo di validità in termini di spessore t, (per profili, piastre, saldature) o diametro, d (per bulloni, tondini, chiodi, viti, spinotti)  
**f<sub>yk</sub>** Resistenza caratteristica allo snervamento  
**f<sub>tk</sub>** Resistenza caratteristica a rottura  
**f<sub>yd</sub>** Resistenza di calcolo  
**f<sub>td</sub>** Resistenza di calcolo a Rottura (Bulloni).  
**γ<sub>s</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza allo SLV del materiale.  
**γ<sub>M1</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza per instabilità.  
**γ<sub>M2</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza per sezioni tese indebolite.  
**γ<sub>M3,SLV</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLV (Bulloni).  
**γ<sub>M3,SLE</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLE (Bulloni).  
**γ<sub>M7</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza precarico di bulloni ad alta resistenza (Bulloni - NCnt = con serraggio NON controllato; Cnt = con serraggio controllato). [-] = parametro NON significativo per il materiale.  
**NOTE** [-] = Parametro non significativo per il materiale.

### 3 Terreni

Tutti i parametri che caratterizzano i terreni di fondazione sono riportati di seguito. La stratigrafia è la medesima in corrispondenza di ciascuna fonazione

#### TERRENI

N <sub>TRN</sub>	γ <sub>T</sub>	K <sub>1</sub>			φ	c <sub>u</sub>	c'	E <sub>d</sub>	E <sub>cu</sub>	A <sub>S-B</sub>
		K <sub>1X</sub>	K <sub>1Y</sub>	K <sub>1Z</sub>						
	[N/m <sup>3</sup> ]	[N/cm <sup>2</sup> ]	[N/cm <sup>2</sup> ]	[N/cm <sup>2</sup> ]	[°]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	
<b>CONGLOMERATI</b>										
T001	17 450	60	60	30	31	0,000	0,002	15	0	0,000
<b>SABBIE FINI</b>										
T002	17 450	60	60	30	31	0,000	0,002	10	0	0,000
<b>SABBIE CALCAREO QUARZOSE</b>										
T003	18 030	60	60	300	31	0,000	0,002	12	0	0,000
<b>ARGILLE</b>										
T004	19 750	60	60	300	26	0,000	0,007	25	0	0,000

#### LEGENDA:

- N<sub>TRN</sub>** Numero identificativo del terreno.  
**γ<sub>T</sub>** Peso specifico del terreno.  
**K<sub>1</sub>** Valori della costante di Winkler riferita alla piastra Standard di lato b = 30 cm nelle direzioni degli assi del riferimento globale X (K<sub>1X</sub>), Y (K<sub>1Y</sub>), e Z (K<sub>1Z</sub>).  
**φ** Angolo di attrito del terreno.  
**c<sub>u</sub>** Coesione non drenata.  
**c'** Coesione efficace.  
**E<sub>d</sub>** Modulo edometrico.  
**E<sub>cu</sub>** Modulo elastico in condizione non drenate.  
**A<sub>S-B</sub>** Parametro "A" di Skempton-Bjerrum per pressioni interstiziali.

#### STRATIGRAFIE

N <sub>TRN</sub>	Q <sub>i</sub>	Q <sub>f</sub>	Cmp. S.	Add	Stratigrafie
					ΔEd
	[m]	[m]			
<b>[S001]-Stratigrafia</b>					
T001	0,00	-4,00	incoerente	sciolto	nulla
T002	-4,00	-12,00	incoerente	sciolto	nulla
T003	-12,00	-20,00	incoerente	sciolto	nulla
T004	-20,00	INF	coerente	sciolto	nulla

#### LEGENDA:

- N<sub>TRN</sub>** Numero identificativo della stratigrafia.  
**Q<sub>i</sub>** Quota iniziale dello strato (riferito alla quota iniziale della stratigrafia).  
**Q<sub>f</sub>** Quota finale dello strato (riferito alla quota iniziale della stratigrafia). INF = infinito (profondità dello strato finale).  
**Cmp. S.** Comportamento dello strato.  
**Add** Addensamento dello strato.  
**ΔEd** Variazione con la profondità del modulo edometrico.

## 4 Analisi dei carichi

### 4.1 Combinazioni di carico

La struttura è calcolata con vita utile 50 anni. In accordo con il paragrafo 2.5.3 del D.M. 17/01/2018 la combinazione per le verifiche agli S.L.U. è:

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

dove:

- $\gamma_{G1}$  coefficiente parziale per peso proprio della struttura e dei pesi permanenti;
- $G_1$  è il valore caratteristico dei carichi permanenti;
- $\gamma_{Q1}$  coefficiente parziale dell'azione variabile;
- $\psi_{0i}$  = è il coefficiente di combinazione che fornisce il valore raro dell'azione variabile  $Q_{kj}$ ;
- $\psi_{2i}$  = è il coefficiente di combinazione che fornisce il valore quasi-permanente dell'azione variabile  $Q_{kj}$ ;
- $Q_{kj}$  è il valore caratteristico dell'azione variabile  $Q_i$ ;

Allo S.L.E. le sollecitazioni con cui sono state semiprogettate le aste in c.a. sono state ricavate applicando le formule riportate nel D.M. 2018 al §2.5.3. Per le verifiche agli stati limite di esercizio, a seconda dei casi, si fa riferimento alle seguenti combinazioni di carico:

rara	frequente	quasi permanente
$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P + Q_{k1} + \sum_{i > 1} \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$	$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_{i > 1} \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$	$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P + \sum_{i > 1} \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

dove:

- $G_{kj}$ : valore caratteristico della j-esima azione permanente;
- $P_{kh}$ : valore caratteristico della h-esima deformazione impressa;
- $Q_{ki}$ : valore caratteristico dell'azione variabile di base di ogni combinazione;
- $Q_{kj}$ : valore caratteristico della i-esima azione variabile;
- $\psi_{0i}$ : coefficiente atto a definire i valori delle azioni ammissibili di durata breve ma ancora significativi nei riguardi della possibile concomitanza con altre azioni variabili;
- $\psi_{1i}$ : coefficiente atto a definire i valori delle azioni ammissibili ai frattili di ordine 0,95 delle distribuzioni dei valori istantanei;
- $\psi_{2i}$ : coefficiente atto a definire i valori quasi permanenti delle azioni ammissibili ai valori medi delle distribuzioni dei valori istantanei.

## 5 Codice di calcolo impiegato

---

L'analisi strutturale della fondazione è stata sviluppata mediante calcolo automatico con modello tridimensionale utilizzando il programma Edilus sviluppato dalla ACCA Software.

Il software consente di modellare la struttura, di effettuare il dimensionamento e le verifiche di tutti gli elementi strutturali e di generare gli elaborati grafici esecutivi.

È una procedura integrata dotata di tutte le funzionalità necessarie per consentire il calcolo completo di una struttura mediante il metodo degli elementi finiti (FEM); la modellazione della struttura è realizzata tramite elementi Beam (travi e pilastri) e Shell (platee, pareti, solette, setti, travi-parete).

L'input della struttura avviene per oggetti (travi, pilastri, solai, solette, pareti, etc.) in un ambiente grafico integrato; il modello di calcolo agli elementi finiti, che può essere visualizzato in qualsiasi momento in una apposita finestra, viene generato dinamicamente dal software.

Apposite funzioni consentono la creazione e la manutenzione di archivi Sezioni, Materiali e Carichi; tali archivi sono generali, nel senso che sono creati una tantum e sono pronti per ogni calcolo, potendoli comunque integrare/modificare in ogni momento.

L'utente non può modificare il codice, ma soltanto eseguire delle scelte come:

- definire i vincoli di estremità per ciascuna asta (vincoli interni) e gli eventuali vincoli nei nodi (vincoli esterni);
- modificare i parametri necessari alla definizione dell'azione sismica;
- definire condizioni di carico;
- definire gli impalcati come rigidi o meno.

Il programma è dotato di un manuale tecnico ed operativo. L'assistenza è effettuata direttamente dalla casa produttrice, mediante linea telefonica o e-mail.

Il calcolo si basa sul solutore agli elementi finiti MICROSAP prodotto dalla società TESYS srl. La scelta di tale codice è motivata dall'elevata affidabilità dimostrata e dall'ampia documentazione a disposizione, dalla quale risulta la sostanziale uniformità dei risultati ottenuti su strutture standard con i risultati internazionalmente accettati ed utilizzati come riferimento.

Tutti i risultati del calcolo sono forniti, oltre che in formato numerico, anche in formato grafico permettendo così di evidenziare agevolmente eventuali incongruenze.

Il programma consente la stampa di tutti i dati di input, dei dati del modello strutturale utilizzato, dei risultati del calcolo e delle verifiche dei diagrammi delle sollecitazioni e delle deformate.

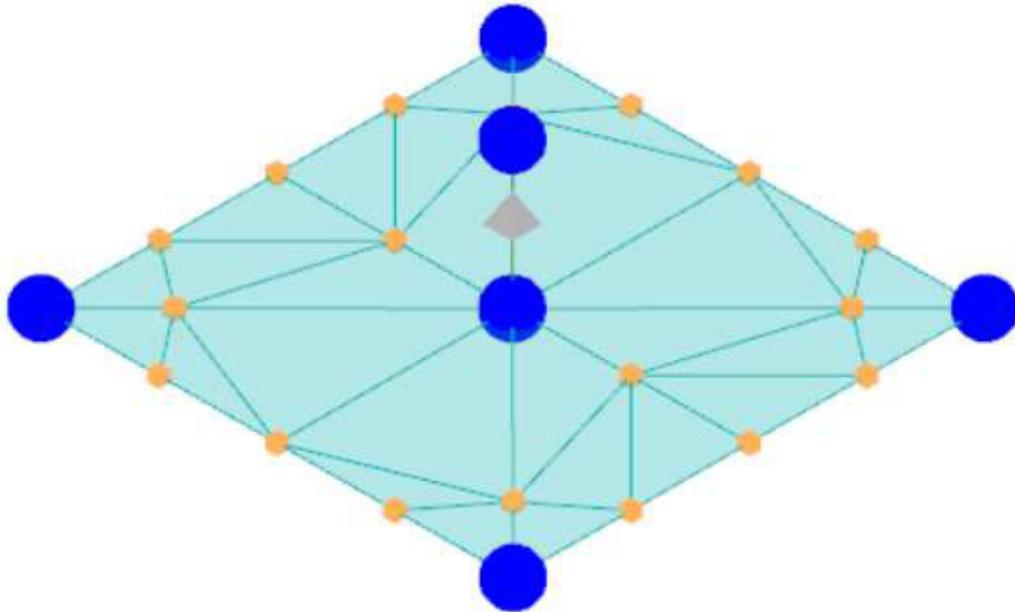
### 5.1 Modello di calcolo

---

Il modello della struttura viene creato automaticamente dal codice di calcolo, individuando i vari elementi strutturali e fornendo le loro caratteristiche geometriche e meccaniche.

Viene definita un'opportuna numerazione degli elementi (nodi, aste, shell) costituenti il modello, al fine di individuare celermente ed univocamente ciascun elemento.

Qui di seguito è fornita una rappresentazione grafica dettagliata della discretizzazione operata con evidenziazione dei nodi e degli elementi.



**Figura 2: modello strutturale della fondazione**

## 6 Verifiche geotecniche

Ai fini del calcolo strutturale, il terreno sottostante l'opera viene modellato secondo lo schema di Winkler, cioè un sistema costituito da un letto di molle elastiche mutuamente indipendenti. Ciò consente di ricavare le rigidità offerte dai manufatti di fondazione, siano queste profonde o superficiali, che sono state introdotte direttamente nel modello strutturale per tener conto dell'interazione opera/terreno.

Nelle verifiche allo stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove:

- $E_d$  è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;
- $R_d$  è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

Le verifiche strutturali e geotecniche delle fondazioni, sono state effettuate con l'Approccio 2 come definito al §2.6.1 del D.M. 2018, attraverso la combinazione A1+M1+R3. Le azioni sono state amplificate tramite i coefficienti della colonna A1 (STR) definiti nella tabella 6.2.I del D.M. 2018.

**Tabella 6.2.I - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni [cfr. D.M. 2018]**

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	A1 (STR)	A2 (GEO)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	1,00	1,00
	Sfavorevole		1,30	1,00
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,80	0,80
	Sfavorevole		1,50	1,30
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_Q$	0,00	0,00
	Sfavorevole		1,50	1,30

<sup>(1)</sup> Per i carichi permanenti  $G_2$  si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{G1}$

I valori di resistenza del terreno sono stati ridotti tramite i coefficienti della colonna M1 definiti nella tabella 6.2.II del D.M. 2018.

**Tabella 6.2.II - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno [cfr. D.M. 2018]**

PARAMETRO GEOTECNICO	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza a taglio	$\tan\phi_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40
Peso dell'unità di volume	$\gamma_f$	$\gamma_f$	1,00	1,00

Per le fondazioni su pali, i valori calcolati delle resistenze totali dell'elemento strutturale sono stati divisi per i coefficienti R3 della tabella 6.4.II del D.M. 2018.

**Tabella 6.4.II - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali (cfr. D.M. 2018)**

Resistenza	Simbolo	infissi	trivellati	ad elica continua
	$\gamma_R$	R3	R3	R3
Base	$\gamma_b$	1,15	1,35	1,30
Laterale in compressione	$\gamma_s$	1,15	1,15	1,15

Totale(*)	$\gamma_t$	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	$\gamma_{s,t}$	1,25	1,25	1,25

(\*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

## 6.1 Verifica a carico limite fondazioni dirette

La formula del carico limite esprime l'equilibrio fra il carico applicato alla fondazione e la resistenza limite del terreno. Il carico limite è dato dalla seguente espressione:

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot \Psi_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot \Psi_q + \frac{B'}{2} \cdot \gamma_f \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot \Psi_\gamma \cdot r_\gamma$$

in cui:

$c$  = coesione del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;

$q = \gamma \cdot D$  = pressione geostatica in corrispondenza del piano di posa della fondazione;

$\gamma$  = peso unità di volume del terreno al di sopra del piano di posa della fondazione;

$D$  = profondità del piano di posa della fondazione;

$B'$  = larghezza ridotta della suola di fondazione (vedi NB);

$L$  = lunghezza della fondazione;

$\gamma_f$  = peso unità di volume del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;

$N_c, N_q, N_\gamma$  = fattori di capacità portante;

$s, d, i, g, b, \Psi, r$  = coefficienti correttivi.

NB: Se la risultante dei carichi verticali è eccentrica,  $B$  e  $L$  saranno ridotte rispettivamente di:

$$B' = B - 2 \cdot eB$$

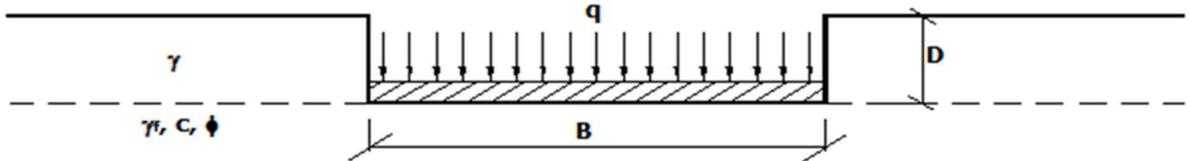
$eB$  = eccentricità parallela al lato di dimensione  $B$ ;

$$L' = L - 2 \cdot eL$$

$eL$  = eccentricità parallela al lato di dimensione  $L$ ;

con  $B' \leq L'$ .

dove:



Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLU

Id <sub>Fnd</sub>	CS	L <sub>x</sub> [m]	L <sub>y</sub> [m]	Rt <sub>z</sub> [°]	Z <sub>p.cmp</sub> [m]	Z <sub>Fld</sub> [m]	Cmp T	C. Terzaghi						Q <sub>Ed</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	Q <sub>Rd</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	R <sub>f</sub>
								per N <sub>q</sub>	per N <sub>c</sub>	per N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>c</sub>	N <sub>γ</sub>			
Platea 1	13,20	3,00	3,00	90,00	1,85	16,50	NON Coesivo	1,86	1,91	0,56	20,63	32,67	25,99	0,057	0,758	NO

### LEGENDA:

**Id<sub>Fnd</sub>** Descrizione dell'oggetto di fondazione al quale è riferita la verifica.

**CS** Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se CS ≥ 100; [VNR] = Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).

**L<sub>x/y</sub>** Dimensioni dell'elemento di fondazione.

**Rt<sub>z</sub>** Angolo compreso tra l'asse X e il lato più lungo del minimo rettangolo che delimita il poligono della platea.

**Z<sub>p.cmp</sub>** Profondità di posa dell'elemento di fondazione dal piano campagna.

**Z<sub>Fld</sub>** Profondità della falda dal piano campagna.

**Cmp T** Classificazione del comportamento del terreno ai fini del calcolo.

**C.** Coefficienti correttivi per la formula di Terzaghi.

### Terzaghi

**Q<sub>Ed</sub>** Carico di progetto sul terreno.

**Q<sub>Rd</sub>** Resistenza di progetto del terreno.

**R<sub>f</sub>** [SI] = elemento con presenza di rinforzo; [NO] = elemento senza rinforzo.

## 6.2 Tensioni sul terreno

Si riporta, di seguito, un'immagine raffigurante lo stato tensionale massimo allo S.L.U. sul terreno.

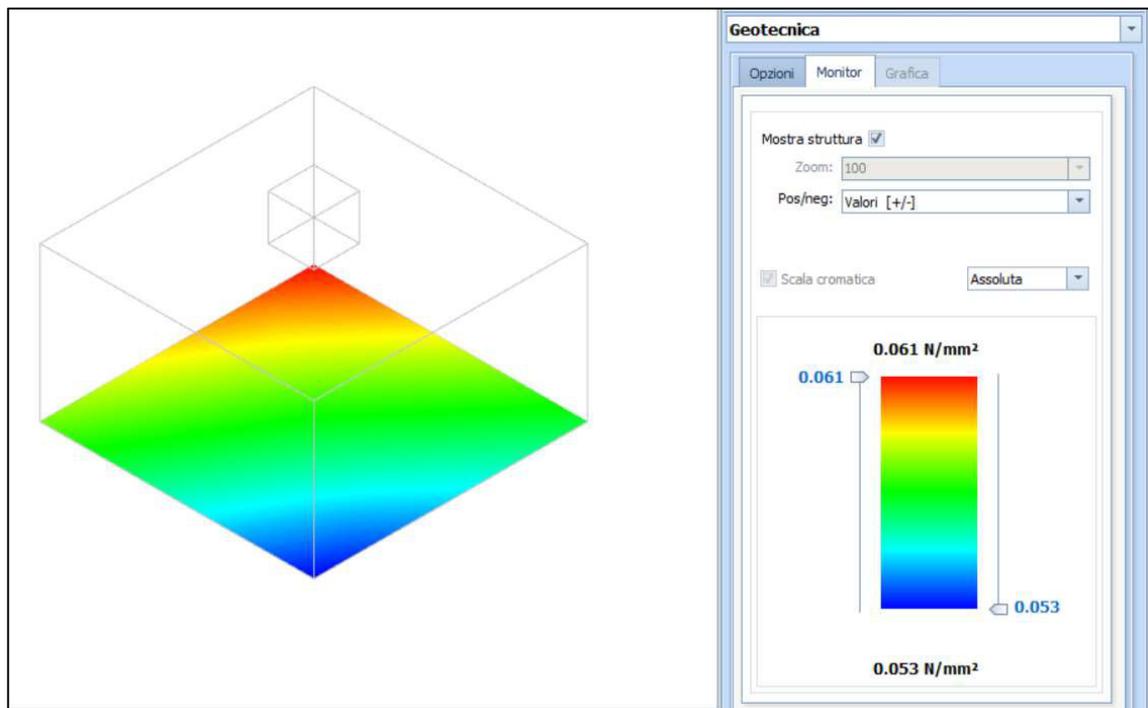


Figura 3: tensioni sul terreno

## 6.3 Calcolo dei cedimenti

Noti gli incrementi di tensione nei vari strati, per il calcolo dei cedimenti viene adottato il metodo edometrico di Terzaghi, distinguendo tra terreni a grana grossa e terreni a grana fine.

- **Terreni a grana grossa**

Per questi terreni i cedimenti si estinguono immediatamente per cui il cedimento iniziale ( $w_0$ ) coincide con quello finale ( $w_f$ ).

In tal caso, per il calcolo del cedimento, sarebbe indispensabile far ricorso a procedimenti empirici che utilizzano i risultati di prove in sito.

Viste le difficoltà e l'incertezza nella stima di specifici parametri geotecnici, il cedimento è stato valutato utilizzando il metodo edometrico.

- **Terreni a grana fina**

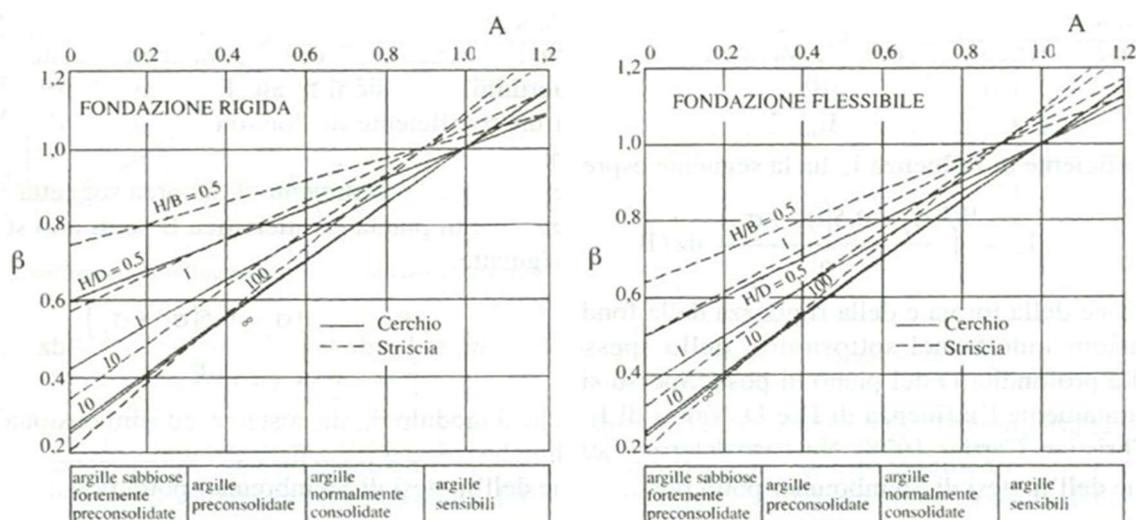
Il metodo edometrico fornisce il cedimento a lungo termine, NON consentendo di valutare il cedimento iniziale. Calcolato l'incremento di tensioni  $D_s$  nei vari strati, ognuno di spessore  $H_i$  e modulo  $E_{ed,i}$ , il cedimento edometrico risulta pari a:

$$w_{ed} = \sum_i \frac{\Delta\sigma_i}{E_{ed,i}} \cdot H_i$$

Per la stima del cedimento di consolidazione si utilizza il metodo di Skempton e Bjerrum che esprime tale cedimento come un'aliquota di quello edometrico, pertanto:

$$W_c = \beta \cdot W_{ed}$$

I valori del coefficiente  $\beta$  sono riportati in grafici in funzione della rigidezza della fondazione, della forma della fondazione, dello spessore dello strato deformabile e del coefficiente di Skempton "A" (vedi figura sottostante).



Il coefficiente "A" di Skempton può essere ricavato in funzione del grado di consolidazione del terreno come indicato nella seguente tabella.

Grado di consolidazione del terreno	A <sub>Skempton</sub>
basso	0,75 ÷ 1,50
normale	0,50 ÷ 1,00
poco sovraconsolidato	0,20 ÷ 0,50
molto sovraconsolidato	0,00 ÷ 0,25

Il software utilizza il valore medio degli intervalli indicati. Tuttavia il tecnico è libero di inserire manualmente tali parametri qualora siano state fatte indagini specifiche relative alla loro determinazione.

Il cedimento iniziale  $w_0$  è calcolato con la teoria dell'elasticità in termini di tensioni totali secondo la seguente espressione:

$$w_0 = \frac{q \cdot B}{E_u} \cdot I_w$$

in cui:

- $E_u$  è il modulo di elasticità NON drenato;
- $q$  è il carico (medio ripartito) sulla fondazione;
- $B$  è la larghezza caratteristica della fondazione,
- $I_w$  è il coefficiente di influenza.

Il coefficiente di influenza  $I_w$  ha la seguente espressione:

$$I_w = \int_0^{H/B} \frac{\sigma_z - 0.5 \cdot (\sigma_x + \sigma_y)}{q} dz/B$$

in cui  $H$  è lo spessore dello strato deformabile e le  $\sigma_x$  e  $\sigma_y$  sono calcolate con un coefficiente di Poisson che, in condizioni NON drenate, è assunto pari a 0,5.

Il modulo di elasticità NON drenato di un terreno può essere ricavato dalla seguente tabella in cui è messo in relazione con la coesione NON drenata ( $c_u$ ), l'indice di plasticità ( $I_p$ ) e il grado di consolidazione del terreno (OCR). Tuttavia il tecnico è libero di inserire manualmente tali parametri qualora siano state fatte indagini specifiche relative alla loro determinazione.

Noti i cedimenti in un certo numero di punti significativi, è possibile calcolare le distorsioni angolari ( $\beta$ ) come:

$$\beta_{ij} = \Delta W_{ij}/L_{ij};$$

dove:

$D_{w_{ij}}$ : cedimento differenziale tra i punti  $i$  e  $j$ ;

$L_{ij}$ : distanza tra la coppia di punti  $i$  e  $j$ .

Geotecnica - Calcolo dei cedimenti						
$I_{dw}$	$N_{ps}$	$N_{id}$	$W_{ed}$ [cm]	$W_o$ [cm]	$W_c$ [cm]	$W_f$ [cm]
<b>SLE Rare:Carico Permanente * 1 + C16_SLU,C(Z) * 1</b>						
C0001	00002	G1	0,14	0,14	0,00	0,14
C0002	00006		0,15	0,15	0,00	0,15
C0003	00005		0,16	0,16	0,00	0,16
C0004	00004		0,15	0,15	0,00	0,15
C0005	00003		0,14	0,14	0,00	0,14
<b>SLE Freq:Carico Permanente * 1</b>						
C0001	00002	G1	0,14	0,14	0,00	0,14
C0002	00006		0,15	0,15	0,00	0,15
C0003	00005		0,15	0,15	0,00	0,15
C0004	00004		0,15	0,15	0,00	0,15
C0005	00003		0,15	0,15	0,00	0,15
<b>SLE Perm:Carico Permanente * 1</b>						
C0001	00002	G1	0,14	0,14	0,00	0,14
C0002	00006		0,15	0,15	0,00	0,15
C0003	00005		0,15	0,15	0,00	0,15
C0004	00004		0,15	0,15	0,00	0,15
C0005	00003		0,15	0,15	0,00	0,15

#### LEGENDA:

<b><math>I_{dw}</math></b>	Identificativo del Punto Significativo (punto in cui viene calcolato il cedimento).
<b><math>N_{ps}</math></b>	Numero identificativo del Punto Significativo.
<b><math>N_{id}</math></b>	Numero identificativo dell'elemento verticale (pilastro, estremo parete, setto). [*]= indica la presenza di un nodo intermedio calcolato sulla base della parete/setto/muro.
<b><math>W_{ed}</math></b>	Cedimento edometrico.
<b><math>W_o</math></b>	Cedimento istantaneo.
<b><math>W_c</math></b>	Cedimento di consolidazione.
<b><math>W_f</math></b>	Cedimento finale.

## 6.4 Verifica a scorrimento

La verifica a scorrimento sul piano di posa della fondazione, eseguita allo SLU (SLV), consiste nel confronto fra la forza agente parallelamente al piano di scorrimento (azione,  $F_d$ ) e la resistenza ( $R_d$ ), ossia la risultante delle tensioni tangenziali limite sullo stesso piano, sommata, in casi particolari, alla risultante delle tensioni limite agenti sulle superfici laterali della fondazione.

La resistenza  $R_d$  della fondazione allo scorrimento è data dalla somma di tre componenti:

1. Componente dovuta all'attrito FRD1, pari a:

$$F_{RD1} = N_d \cdot \tan\phi;$$

dove:

$N_d$  = carico efficace di progetto, normale alla base della fondazione;

$\phi$  = angolo di resistenza a taglio (d'attrito) del terreno a contatto con la fondazione.

2. Componente dovuta all'adesione FRD2, pari a:

$$F_{RD2} = A' \cdot c;$$

dove:

$A'$  = superficie efficace della base della fondazione;

$c$  = coesione del terreno, pari alla coesione efficace ( $c'$ ) in condizioni drenate o alla coesione non drenata ( $c_u$ ) in condizioni non drenate.

3. Componente dovuta all'affondamento FRD3 della fondazione. Tale eventuale contributo resistente è dovuto alla spinta passiva che si genera sul lato verticale della fondazione quando le forze orizzontali la spingono contro lo scavo (incasso).

Si evidenzia che nel caso in cui lo sforzo normale sia di trazione i primi due contributi vengono annullati.

Inoltre, nel caso in cui il terreno sia dotato di coesione non drenata e attrito, il programma esegue la verifica a scorrimento ignorando il contributo dovuto all'attrito terra-fondazione e calcola l'aliquota dovuta all'adesione con riferimento alla coesione non drenata.

Si precisa che il valore relativo alla colonna FRd, di cui nella tabella seguente, è da intendersi come il valore di progetto della resistenza allo scorrimento  $R_d$ , ossia il rapporto fra la resistenza ed il valore del coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_R$  relativo allo scorrimento della struttura di fondazione su piano di posa, in relazione all'approccio utilizzato. Nel caso in esame il coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_R$  è stato assunto pari a 1,10 (tabella 6.4.I del D.M. 2018).

Geotecnica - Verifiche a scorrimento									
Elm	Dir	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	V <sub>Ed</sub>	FRD1	FRD2	FRD3	FRD	CS
		[N]	[N-m]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	
Platea 1	B	497 252	6 683	4 460	271617	16125	113965	401708	90,07
	L	497 252	4 220	-2 824	271617	16125	113965	401708	NS

#### LEGENDA:

**Elm** Elemento di fondazione su cui si esegue la verifica.

**Dir** Direzione di verifica: per Plinti [B]= asse locale 2; [L]= asse locale 3. Per Winkler [B]= asse locale 3; [L]= asse locale 1. Per Platee [B]= asse globale Y; [L]= asse globale X.

**FRD1** Aliquota di resistenza allo scorrimento per attrito terra-fondazione.

**FRD2** Aliquota di resistenza allo scorrimento per adesione.

**FRD3** Aliquota di resistenza allo scorrimento per affondamento.

**FRD** Resistenza allo scorrimento.

**CS** Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se  $CS \geq 100$ ; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).

**N<sub>Ed</sub>, M<sub>Ed</sub>, V<sub>Ed</sub>** Sollecitazioni di progetto.

## 7 Verifiche strutturali

La verifica degli elementi allo S.L.U. avviene col seguente procedimento: si costruiscono le combinazioni non sismiche in base al D.M. 2018, ottenendo un insieme di sollecitazioni; si combinano tali sollecitazioni con quelle dovute all'azione del sisma secondo quanto indicato nel §2.5.3, relazione (2.5.5) del D.M. 2018; per sollecitazioni semplici (flessione retta, taglio, etc.) si individuano i valori minimo e massimo con cui progettare o verificare l'elemento considerato; per sollecitazioni composte (pressoflessione retta/deviata) vengono eseguite le verifiche per tutte le possibili combinazioni e solo a seguito di ciò si individua quella che ha originato il minimo coefficiente di sicurezza.

### 7.1 Verifica a pressoflessione retta della fondazione

Si riporta di seguito, in forma tabellare, la verifica a pressoflessione retta allo S.L.U. della fondazione del palo telecomunicazioni.

#### VERIFICHE PRESSOFLESSIONE RETTA ALLO SLU (Fondazione)

Verifiche pressoflessione retta allo SLU																			
Dir	Pos	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS
			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]	
<b>Fondazione</b>																			
<b>Platea 1</b>																			
P	S	00002	0	0	0,10263	0,10263	-	00003	0	0	0,10263	0,10263	-	00004	0	0	0,10263	0,10263	-
	I		0	2 189	0,10263	0,10263	NS		0	427	0,10263	0,10263	NS		0	455	0,10263	0,10263	NS
S	S		0	0	0,10263	0,10263	-		0	0	0,10263	0,10263	-		0	0	0,10263	0,10263	-
	I		0	2 541	0,10263	0,10263	NS		0	772	0,10263	0,10263	NS		0	738	0,10263	0,10263	NS
P	S	00005	0	0	0,10263	0,10263	-	00006	0	0	0,10263	0,10263	-	00007	0	0	0,10263	0,10263	-
	I		0	476	0,10263	0,10263	NS		0	503	0,10263	0,10263	NS		0	510	0,10263	0,10263	NS
S	S		0	0	0,10263	0,10263	-		0	0	0,10263	0,10263	-		0	0	0,10263	0,10263	-
	I		0	717	0,10263	0,10263	NS		0	699	0,10263	0,10263	NS		0	1 822	0,10263	0,10263	NS
P	S	00008	0	0	0,10263	0,10263	-	00009	0	0	0,10263	0,10263	-	00010	0	0	0,10263	0,10263	-
	I		0	0	0,10263	0,10263	-		0	1 403	0,10263	0,10263	NS		0	1 426	0,10263	0,10263	NS
S	S		0	0	0,10263	0,10263	-		0	0	0,10263	0,10263	-		0	0	0,10263	0,10263	-
	I		0	2 753	0,10263	0,10263	NS		0	3 168	0,10263	0,10263	NS		0	2 724	0,10263	0,10263	NS
P	S	00011	0	0	0,10263	0,10263	-	00012	0	0	0,10263	0,10263	-	00013	0	0	0,10263	0,10263	-
	I		0	29	0,10263	0,10263	NS		0	392	0,10263	0,10263	NS		0	1 147	0,10263	0,10263	NS
S	S		0	0	0,10263	0,10263	-		0	0	0,10263	0,10263	-		0	168	0,10263	0,10263	NS
	I		0	1 455	0,10263	0,10263	NS		0	1 119	0,10263	0,10263	NS		0	0	0,10263	0,10263	-
P	S	00014	0	0	0,10263	0,10263	-	00015	0	0	0,10263	0,10263	-	00016	0	0	0,10263	0,10263	-
	I		0	2 045	0,10263	0,10263	NS		0	1 719	0,10263	0,10263	NS		0	1 916	0,10263	0,10263	NS
S	S		0	0	0,10263	0,10263	-		0	0	0,10263	0,10263	-		0	0	0,10263	0,10263	-
	I		0	1 958	0,10263	0,10263	NS		0	2 634	0,10263	0,10263	NS		0	998	0,10263	0,10263	NS
P	S	00017	0	0	0,10263	0,10263	-	00018	0	0	0,10263	0,10263	-	00019	0	0	0,10263	0,10263	-
	I		0	2 495	0,10263	0,10263	NS		0	1 598	0,10263	0,10263	NS		0	515	0,10263	0,10263	NS
S	S		0	0	0,10263	0,10263	-		0	247	0,10263	0,10263	NS		0	0	0,10263	0,10263	-
	I		0	2 443	0,10263	0,10263	NS		0	0	0,10263	0,10263	-		0	1 606	0,10263	0,10263	NS
P	S	00020	0	0	0,10263	0,10263	-	00021	0	0	0,10263	0,10263	-	00022	0	0	0,10263	0,10263	-
	I		0	107	0,10263	0,10263	NS		0	1 471	0,10263	0,10263	NS		0	1 362	0,10263	0,10263	NS
S	S		0	0	0,10263	0,10263	-		0	0	0,10263	0,10263	-		0	0	0,10263	0,10263	-
	I		0	1 764	0,10263	0,10263	NS		0	2 514	0,10263	0,10263	NS		0	2 524	0,10263	0,10263	NS
P	S	00023	0	0	0,10263	0,10263	-	00024	0	0	0,10263	0,10263	-	00025	0	0	0,10263	0,10263	-

Verifiche pressoflessione retta allo SLU																			
Dir	Pos	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS	Nodo	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>df</sub>	CS
			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]			[N]	[N-m]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]	
	I		0	170	0,10263	0,10263	NS		0	375	0,10263	0,10263	NS		0	989	0,10263	0,10263	NS
S	S		0	0	0,10263	0,10263	-		0	0	0,10263	0,10263	-		0	109	0,10263	0,10263	NS
	I		0	1 471	0,10263	0,10263	NS		0	1 286	0,10263	0,10263	NS		0	0	0,10263	0,10263	-
P	S	00026	0	0	0,10263	0,10263	-	00027	0	0	0,10263	0,10263	-	00028	0	0	0,10263	0,10263	-
	I		0	1 486	0,10263	0,10263	NS		0	1 364	0,10263	0,10263	NS		0	2 473	0,10263	0,10263	NS
S	S		0	0	0,10263	0,10263	-		0	0	0,10263	0,10263	-		0	0	0,10263	0,10263	-
	I		0	2 088	0,10263	0,10263	NS		0	2 736	0,10263	0,10263	NS		0	909	0,10263	0,10263	NS
P	S	00029	0	0	0,10263	0,10263	-	00030	0	0	0,10263	0,10263	-	00031	0	0	0,10263	0,10263	-
	I		0	3 088	0,10263	0,10263	NS		0	1 702	0,10263	0,10263	NS		0	677	0,10263	0,10263	NS
S	S		0	0	0,10263	0,10263	-		0	389	0,10263	0,10263	NS		0	0	0,10263	0,10263	-
	I		0	2 413	0,10263	0,10263	NS		0	0	0,10263	0,10263	-		0	977	0,10263	0,10263	NS
P	S	00032	0	0	0,10263	0,10263	-	00033	0	0	0,10263	0,10263	-	00034	0	0	0,10263	0,10263	-
	I		0	898	0,10263	0,10263	NS		0	605	0,10263	0,10263	NS		0	944	0,10263	0,10263	NS
S	S		0	0	0,10263	0,10263	-		0	0	0,10263	0,10263	-		0	0	0,10263	0,10263	-
	I		0	1 425	0,10263	0,10263	NS		0	1 121	0,10263	0,10263	NS		0	1 427	0,10263	0,10263	NS
P	S	00035	0	0	0,10263	0,10263	-	00036	0	0	0,10263	0,10263	-	00037	0	0	0,10263	0,10263	-
	I		0	2 064	0,10263	0,10263	NS		0	3 561	0,10263	0,10263	NS		0	1 136	0,10263	0,10263	NS
S	S		0	0	0,10263	0,10263	-		0	0	0,10263	0,10263	-		0	0	0,10263	0,10263	-
	I		0	3 032	0,10263	0,10263	NS		0	4 246	0,10263	0,10263	NS		0	3 047	0,10263	0,10263	NS
P	S	00038	0	0	0,10263	0,10263	-	00039	0	0	0,10263	0,10263	-	00040	0	0	0,10263	0,10263	-
	I		0	1 050	0,10263	0,10263	NS		0	3 219	0,10263	0,10263	NS		0	1 842	0,10263	0,10263	NS
S	S		0	0	0,10263	0,10263	-		0	0	0,10263	0,10263	-		0	0	0,10263	0,10263	-
	I		0	1 887	0,10263	0,10263	NS		0	3 327	0,10263	0,10263	NS		0	2 288	0,10263	0,10263	NS
P	S	00041	0	0	0,10263	0,10263	-	00042	0	0	0,10263	0,10263	-	00043	0	0	0,10263	0,10263	-
	I		0	1 275	0,10263	0,10263	NS		0	2 167	0,10263	0,10263	NS		0	1 771	0,10263	0,10263	NS
S	S		0	0	0,10263	0,10263	-		0	0	0,10263	0,10263	-		0	0	0,10263	0,10263	-
	I		0	1 733	0,10263	0,10263	NS		0	2 614	0,10263	0,10263	NS		0	2 896	0,10263	0,10263	NS
P	S	00044	0	0	0,10263	0,10263	-						-						
	I		0	1 350	0,10263	0,10263	NS												
S	S		0	0	0,10263	0,10263	-						-						
	I		0	2 019	0,10263	0,10263	NS												

#### LEGENDA:

**Dir** Direzione [P] = principale (asse locale 1) - [S] = secondaria (asse locale 2).

**Pos** Posizione [S] = superiore - [I] = inferiore.

**A<sub>s</sub>** Area delle armature esecutive per unità di lunghezza.

**A<sub>df</sub>** Armatura disponibile per la flessione

**CS** Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se CS ≥ 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).

**N<sub>Ed</sub>** Sollecitazioni di progetto.

**M<sub>Ed</sub>**

## 7.2 Verifica delle tensioni di esercizio della fondazione

Si riporta di seguito, in forma tabellare, la verifica delle tensioni di esercizio della fondazione, sia per il calcestruzzo che per l'acciaio.

### VERIFICHE DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO (Fondazione)

verifiche delle tensioni di esercizio															
Nodo/ Tp <sub>mf</sub>	Dir	Compressione calcestruzzo							Trazione acciaio						
		Compressione calcestruzzo rinforzo							Trazione acciaio/FRP rinforzo						
		Id <sub>Cmb</sub>	σ <sub>cc</sub>	σ <sub>cd,amm</sub>	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	CS	Verificato	Id <sub>Cmb</sub>	σ <sub>at</sub>	σ <sub>td,amm</sub>	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	CS	Verificato
			[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N]	[N-m]				[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N]	[N-m]		
<b>Fondazione</b>		<b>Platea 1</b>													
00041	P	RAR	0,002	17,43	0	-982	NS	SI	RAR	0,028	360,00	0	-982	NS	SI
		QPR	0,002	13,07	0	-989	NS	SI	-	-	-	-	-	-	-
	S	RAR	0,003	17,43	0	-1 323	NS	SI	RAR	0,038	360,00	0	-1 323	NS	SI
		QPR	0,002	13,07	0	-1 258	NS	SI	-	-	-	-	-	-	-

#### LEGENDA:

- Rinf.** Indica la presenza del rinforzo sulla sezione di verifica.  
**Dir** Direzione [P] = principale (asse locale 1) - [S] = secondaria (asse locale 2).  
**Id<sub>Cmb</sub>** Identificativo della Combinazione di Azione: [QPR] = Quasi Permanente - [FRQ] = Frequente - [RAR] = Rara.  
**σ<sub>cc</sub>** Tensione massima di compressione nel calcestruzzo della Trave/Rinforzo.  
**σ<sub>cd,amm</sub>** Tensione ammissibile per la verifica a compressione del calcestruzzo.  
**σ<sub>at</sub>** Tensione massima di trazione nell'acciaio della Trave/Rinforzo o nel FRP.  
**σ<sub>td,amm</sub>** Tensione ammissibile per la verifica a trazione dell'acciaio/rinforzo.  
**N<sub>Ed</sub>, M<sub>Ed</sub>** Sollecitazioni di progetto.  
**CS** Coefficiente di Sicurezza (=  $\sigma_{cc,amm}/\sigma_{cc}$ ;  $\sigma_{td,amm}/\sigma_{at}$ ). [NS] = Non Significativo (CS ≥ 100).  
**Verificato** [SI] = La verifica è soddisfatta ( $\sigma_{cc} \leq \sigma_{cd,amm}$ ;  $\sigma_{at} \leq \sigma_{td,amm}$ ). [NO] = La verifica NON è soddisfatta ( $\sigma_{cc} > \sigma_{cd,amm}$ ;  $\sigma_{at} > \sigma_{td,amm}$ ).  
**Nota** Nella tabella, per ogni elemento, viene riportato il nodo della shell che ha il coefficiente di sicurezza (CS) più piccolo.

## 7.3 Verifica a fessurazione della fondazione

Si riporta di seguito, in forma tabellare, la verifica a fessurazione della fondazione.

### VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

verifica allo stato limite di fessurazione													
Nodo	Dir	Id <sub>Cmb</sub>	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	σ <sub>ct,f</sub>	σ <sub>t</sub>	ε <sub>sm</sub>	A <sub>e</sub>	Δ <sub>sm</sub>	W <sub>d</sub>	W <sub>amm</sub>	CS	Verificato
			[N]	[N-m]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		[cm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]		
<b>Fondazione</b>		<b>Platea 1 AA= PCA</b>											
<b>NOTA: L'elemento NON è fessurato. Di seguito si riporta il nodo strutturale per la quale si riscontra la massima tensione di trazione(max σ<sub>ct,f</sub>)</b>													
00036	P	FRQ	-	-2 718	0,01	2,36	0 E+00	0	0	0,000	0,400	-	SI
		QPR	-	-2 718	0,01	2,36	0 E+00	0	0	0,000	0,300	-	SI
	S	FRQ	-	-3 433	0,01	2,36	0 E+00	0	0	0,000	0,400	-	SI
		QPR	-	-3 433	0,01	2,36	0 E+00	0	0	0,000	0,300	-	SI

#### LEGENDA:

- Dir** Direzione [P] = principale (asse locale 1) - [S] = secondaria (asse locale 2).  
**AA** Identificativo dell'aggressività dell'ambiente: [PCA] = "Ordinario"; [MDA] = "Aggressivo"; [MLA] = "Molto aggressivo".  
**Id<sub>Cmb</sub>** Identificativo della Combinazione di Azione: [QPR] = Quasi Permanente - [FRQ] = Frequente - [RAR] = Rara.  
**N<sub>Ed</sub>, M<sub>Ed</sub>** Sollecitazioni di progetto.  
**σ<sub>ct,f</sub>** Tensione massima di trazione nel calcestruzzo per la fessurazione, calcolata nell'ipotesi di calcestruzzo resistente a trazione. Se tale valore è maggiore di σ<sub>t</sub> la sezione è soggetta a fessurazione.  
**σ<sub>t</sub>** Tensione massima di trazione nel calcestruzzo relativa allo stato limite di formazione delle fessure [relazione (4.1.13) del § 4.1.2.2.4 del DM 2018].  
**ε<sub>sm</sub>** Deformazione unitaria media delle barre di armatura.  
**A<sub>e</sub>** Area efficace del calcestruzzo teso.  
**Δ<sub>sm</sub>** Distanza media tra le fessure.  
**W<sub>d</sub>** Valore di calcolo di apertura massima delle fessure.  
**W<sub>amm</sub>** Valore ammissibile di apertura delle fessure.  
**CS** Coefficiente di Sicurezza (=  $W_d / W_{amm}$ ). [NS] = Non Significativo (CS ≥ 100). [-] = Fessurazioni nulle ( $W_d = 0$ ).  
**Verificato** [SI] =  $W_d \leq W_{amm}$ ; [NO] =  $W_d > W_{amm}$