



AGOSTO 2023

PACECO S.R.L.

IMPIANTO EOLICO “PACECO WIND”

LOCALITÀ LA PERGOLA

**COMUNE di PACECO (TP), MISILISEMI (TP) e
TRAPANI (TP)**

ELABORATI TECNICI DI PROGETTO

ELABORATO R12

RELAZIONE STRUTTURE

Montagna

Progettista

Ing. Laura Maria Conti – Ordine Ing. Prov. Pavia n. 1726

Coordinamento

Eleonora Lamanna

Matteo Lana

Lorenzo Griso

Codice elaborato

2995_5531_PAC_PFTE_R12_Rev0_RELAZIONESTRUTTURE

Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2995_5531_PAC_PFTE_R12_Rev0_RELAZIONESTRUTTURE	08/2023	Prima emissione	M.Aires	E. Lamanna	A.Angeloni

Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Conti	Direttore Tecnico - Progettista	Ord. Ing. Prov. PV n. 1726
Corrado Pluchino	Responsabile Tecnico Operativo	Ord. Ing. Prov. MI n. A27174
Eleonora Lamanna	Coordinamento Generale, Progettazione, Studio Ambientale, Studi Specialistici	
Matteo Lana	Coordinamento Progettazione Civile	
Riccardo Festante	Coordinamento Progettazione Elettrica	
Lorenzo Griso	Coordinamento Dati Territoriali – Senior GIS Expert	
Ali Basharзад	Ingegnere Civile - Progettazione civile e viabilità	Ord. Ing. Prov. PV n. 2301
Mauro Aires	Ingegnere Civile – Progettazione Strutture	Ord. Ing. Prov. Torino – n. 9588
Vincenzo Ferrante	Ingegnere Civile – Progettazione Strutture	
Andrea Amantia	Geologo - Progettazione Civile	
Filippo Di Pietra	Geologo	Ord. Reg. Sicilia - n. 3362 sez. A
Fabio Lassini	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	Ord. Ing. Prov. MI n. A29719
Marco Iannotti	Ingegnere Civile Idraulico - Progettazione Civile	
Carla Marcis	Ingegnere per l’Ambiente ed il Territorio, Tecnico competente in acustica	Ord. Ing. Prov. CA n. 6664 – Sez. A ENTECA n. 4200

Lia Buvoli	Biologa – Esperto GIS – Esperto Ambientale	
Elena Comi	Biologa – Esperto GIS – Esperto Ambientale	Ord. Nazionale Biologi n. 060746 Sez. A
Sara Zucca	Architetto – Esperto GIS – Esperto Ambientale	
Andrea Mastio	Ingegnere per l’Ambiente e il Territorio – Esperto Ambientale Junior	
Andrea Delusso	Ingegnere Elettrico – Progettazione Elettrica	
Matthew Pisedda	Esperto in Discipline Elettriche	
Francesca Casero	Esperto GIS – Esperto Ambientale Junior	
Simone Demonti	Esperto GIS – Esperto Ambientale Junior	
Alessia Papeti	Esperto Ambientale – Geologo - GIS Junior	
Ricardo Coronati	Geourbanista – Pianificatore junior	
Fabio Bonelli	Esperto Ambientale - Naturalista	
Davide Molinetti	Esperto GIS – Esperto Ambientale Junior	
Laura Lodi	Ingegnere per l’Ambiente e il Territorio – Esperto Ambientale Junior	
Elide Moneta	Esperto GIS – Esperto Ambientale Junior	
Roberto Camera	Esperto GIS – Esperto Ambientale Junior	



INDICE

1. PREMESSA	5
2. DESCRIZIONE OPERE IN PROGETTO	6
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	10
4. DATI DI BASE PER IL PREDIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI FONDAZIONE	11
4.1 MATERIALI	11
4.1.1 Cemento armato.....	11
4.1.2 Armature per cemento armato.....	11
4.2 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA.....	12
4.3 DATI DI DEFINIZIONE.....	12
4.3.1 Preferenze di normativa	12
4.3.2 Preferenze di verifica cemento armato	14
5. CARICHI DI PROGETTO	15
6. VERIFICHE DI RESISTENZA OPERE DI FONDAZIONE.....	16
7. VERIFICHE GEOTECNICHE OPERE DI FONDAZIONE.....	18
7.1 MODELLO DI FONDAZIONE	18
7.2 VERIFICHE GEOTECNICHE	18
7.2.1 Verifica di scorrimento	18
7.2.2 Verifica di capacità portante	19
7.2.3 Verifica di capacità portante pali	22
7.2.4 Risultati delle verifiche	23
8. VERIFICA OPERE DI FONDAZIONE	24
8.1 DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA SISMICAD.....	24
8.2 SPECIFICHE TECNICHE.....	24
8.3 SCHEMATIZZAZIONE STRUTTURALE E CRITERI DI CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI	24
8.4 VERIFICHE DELLE MEMBRATURE IN CEMENTO ARMATO.....	26

ALLEGATO

ALLEGATO 01 Risultati verifiche strutturali opere di fondazione

ALLEGATO 02 Risultati verifiche geotecniche opere di fondazione

1. PREMESSA

Il progetto in esame riguarda la realizzazione di un nuovo Parco Eolico della potenza complessiva di **108 MW**, che prevede l'installazione di **n. 15 aerogeneratori da 7,2 MW** con relative opere di connessione da installarsi nel territorio comunale di Paceco, Misiliscemi e Trapani, nel territorio provinciale di Trapani.

La Società Proponente è la Paceco S.R.L., con sede legale in Via Carlo Angelo Fumagalli 6, 20143 Milano (MI).

Tale opera si inserisce nel quadro istituzionale di cui al D.Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387 "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità" le cui finalità sono:

- promuovere un maggior contributo delle fonti energetiche rinnovabili alla produzione di elettricità nel relativo mercato italiano e comunitario;
- promuovere misure per il perseguimento degli obiettivi indicativi nazionali;
- concorrere alla creazione delle basi per un futuro quadro comunitario in materia;
- favorire lo sviluppo di impianti di microgenerazione elettrica alimentati da fonti rinnovabili, in particolare per gli impieghi agricoli e per le aree montane.

La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) elaborata, prevede che l'impianto eolico venga collegato in antenna a 220 kV con una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) a 220/36 kV della RTN, da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV "Fulgatore - Partanna", previa:

- realizzazione del nuovo elettrodotto RTN 220 kV "Fulgatore – Partinico", di cui al Piano di Sviluppo Terna;
- realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 220 kV di collegamento della suddetta stazione con la stazione 220/150 kV di Fulgatore, previo ampliamento della stessa;
- realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 220 kV di collegamento della suddetta stazione a 220kV con la stazione 220 kV di Partanna, previo ampliamento della stessa.

Nel suo complesso il parco di progetto sarà composto da:

- N° 15 aerogeneratori della potenza nominale di 7,2 MW ciascuno;
- dalla viabilità di servizio interna realizzata in parte ex-novo e in parte adeguando strade comunali e/o agricole esistenti;
- dalle opere di regimentazione delle acque meteoriche
- dalle opere di collegamento alla rete elettrica
- dalla viabilità di servizio interna;
- dalle reti tecnologiche per il controllo del parco e dalle opere di regimentazione delle acque meteoriche;
- dalle reti tecnologiche per il controllo del parco

Si riportano nel seguito i calcoli di verifica per il basamento di fondazione delle torri eoliche, e i dati tecnici e i carichi considerati per le verifiche saranno riportati nei capitoli seguenti.

2. DESCRIZIONE OPERE IN PROGETTO

Il parco eolico in progetto si estende nella provincia di Trapani e prevede l'installazione di n. 15 aerogeneratori territorialmente così collocati:

- n. 2 aerogeneratori nel comune di Misiliscemi (PAC03, PAC10);
- n. 6 aerogeneratori nel comune di Paceco (PAC01, PAC02, PAC06, PAC05, PAC7, PAC11);
- n. 7 aerogeneratori nel comune di Trapani (PAC04, PAC14, PAC12, PAC08, PAC09, PAC13, PAC15).

Il basamento di fondazione è del tipo a plinto superficiale su fondazioni profonde costituite da pali trivellati, da realizzarsi in opera in calcestruzzo armato, a pianta circolare di diametro 23 metri [rif. Figura 2.1: Pianta e sezione tipologica fondazione – Figura 2.2: Tipologico fondazioni profonde].

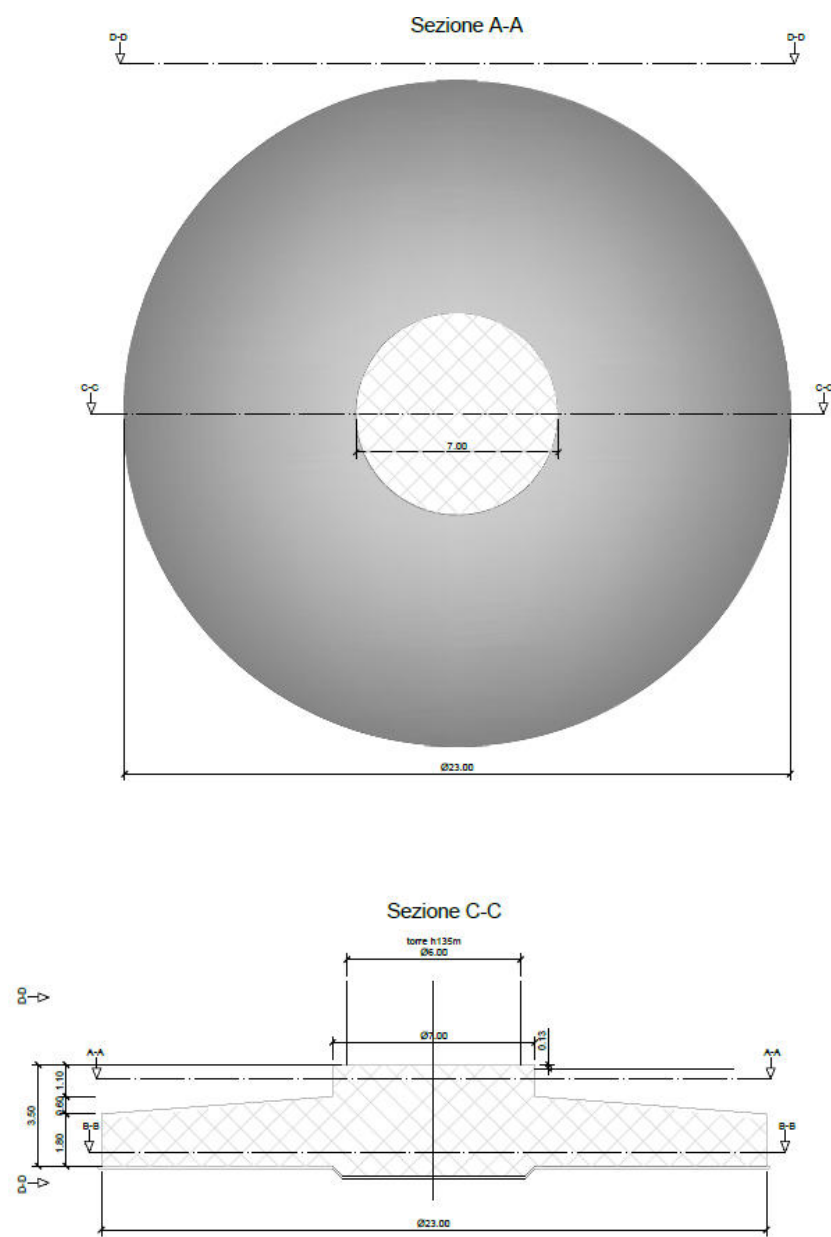


Figura 2.1: Pianta e sezione tipologica fondazione

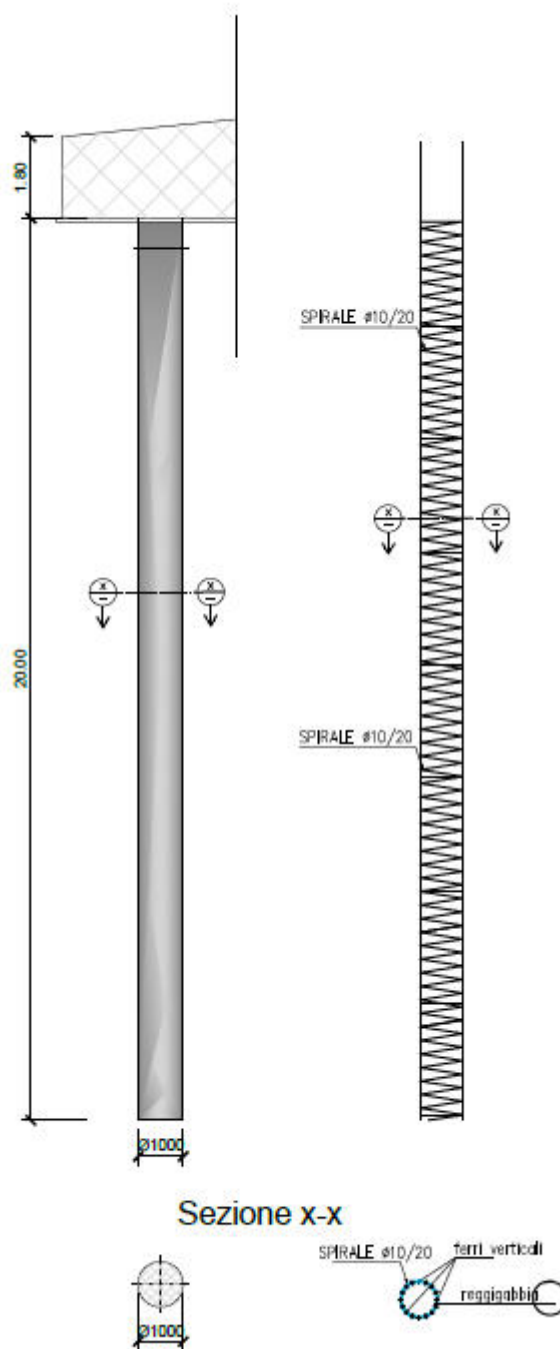


Figura 2.2: Tipologico fondazioni profonde

Le opere di fondazione in progetto hanno la funzione di scaricare sul terreno il peso proprio e quello del carico di vento dell'impianto di energia eolica. Ad opera ultimata la fondazione risulterà totalmente interrata con materiale di cava o terra di riporto proveniente dagli scavi opportunamente rullata e compattata se ritenuta idonea, sulla superficie della terra verrà disposto uno strato di ghiaietto che ne permetterà il drenaggio superficiale e quindi la carrabilità.

Nel dettaglio il basamento oggetto di verifica è una piastra circolare a sezione variabile con spessore massimo al centro pari a 240 cm e spessore minimo al bordo pari a 180 cm.

La porzione centrale, denominata "colletto", presenta sezione costante per un diametro pari a 7,00

mt. Tale elemento è il nucleo del basamento in cui verranno posizionati i tirafondi di ancoraggio del primo anello della torre metallica da realizzarsi con miscela tipo C45/55. Il restante settore circolare sarà realizzato con miscela tipo C35/45.

Al fine di contenere i cedimenti e garantire la stabilità dell'opera il manufatto di fondazione poggerà su fondazioni profonde costituite da pali trivellati del tipo gettato in opera con miscela tipo C25/30, diametro 100 cm e lunghezza 20 mt. [rif. Figura 2.3 – Planimetria tracciamento pali di fondazione]:

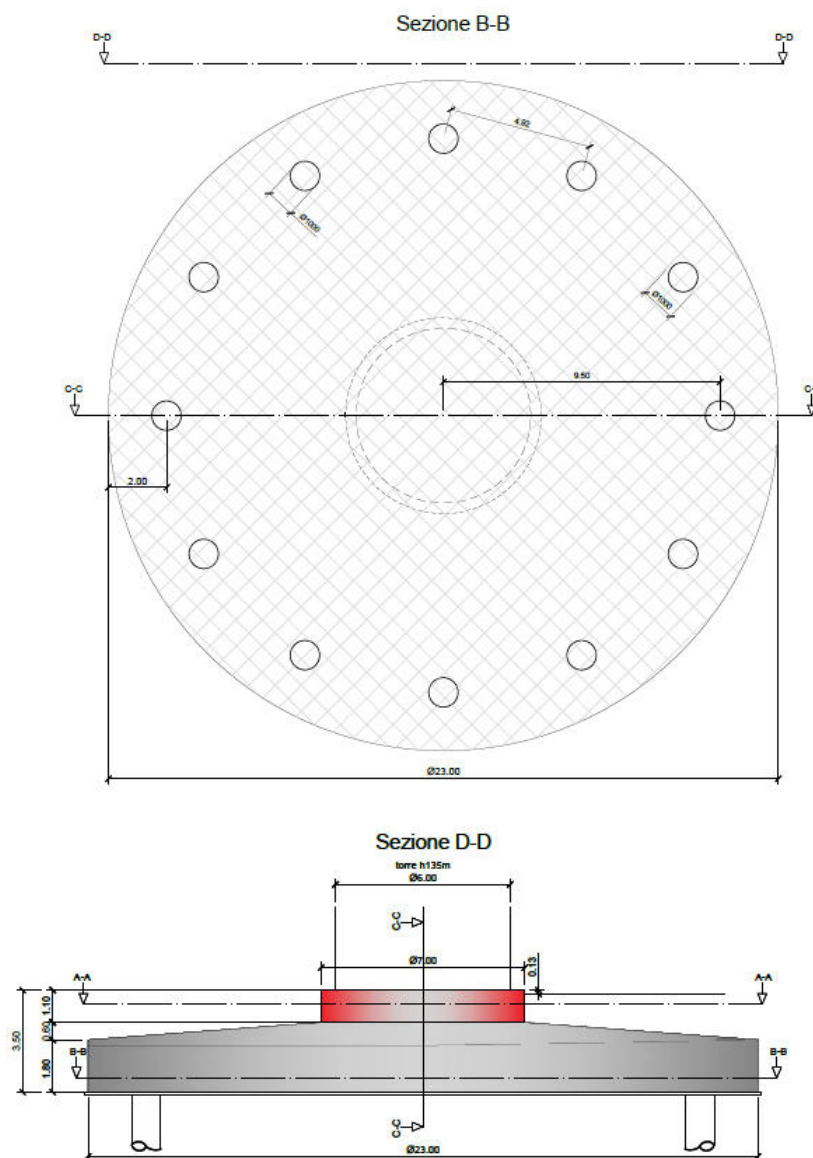


Figura 2.3: Planimetria tracciamento pali di fondazione

Nello specifico sono stati condotti i seguenti accertamenti: verifica di stabilità globale del manufatto, considerato come corpo rigido, verifiche di resistenza del manufatto in calcestruzzo, verifiche di resistenza del terreno nonché il calcolo dei cedimenti attesi, applicando i coefficienti di sicurezza previsti dalla normativa tecnica in corso di validità [D.M. 17/01/2018].



Le notevoli azioni orizzontali e flettenti, dovute alla significativa altezza delle torri in progetto, indirizzano il dimensionamento della fondazione ad un manufatto massivo tale da garantire anzitutto la stabilità globale oltre che a distribuire i carichi sul piano di posa.

Il dimensionamento eseguito ha carattere di verifica preliminare, la geometria e le dimensioni del plinto indicate in precedenza sono da ritenersi orientative e potrebbero variare a seguito delle risultanze del dimensionamento esecutivo delle opere nonché delle ulteriori verifiche geotecniche da effettuarsi in corrispondenza di ogni basamento previsto a progetto.



3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI NTC 2018: Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17 gennaio 2018.

CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI: Istruzioni per l'applicazione dell'"Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"" di cui al D.M. 17 gennaio 2018. Circolare 21 gennaio 2019, n.7.

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI NTC 2008: Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14 gennaio 2008.

CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.

CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI: Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

NORMA TECNICA UNI EN 1997-1:2005 (EUROCODICE 7 - PROGETTAZIONE GEOTECNICA): Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.

NORMA TECNICA UNI EN 1998:2005 (EUROCODICE 8 - PROGETTAZIONE SISMICA): Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

D.M. 11/03/1988: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione (norma possibile se si opera in Zona sismica 4, attuali Classi I e II).

4. DATI DI BASE PER IL PREDIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI FONDAZIONE

4.1 MATERIALI

4.1.1 Cemento armato

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Rck: resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [daN/cm²]

E: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm²]

G: modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [daN/cm²]

v: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

γ: peso specifico del materiale. [daN/cm³]

α: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]

Descrizione	Rck	E	G	v	γ	α
C25/30 [*]	300	314472	142941.64	0.1	0.0025	0.00001
C35/45 [**]	450	346255	157388.57	0.1	0.0025	0.00001
C45/55 [***]	550	364161	165527.79	0.1	0.0025	0.00001

[*]: miscela cementizia per pali di fondazione

[**]: miscela cementizia settore circolare basamento

[***]: miscela cementizia per colletto basamento

4.1.2 Armature per cemento armato

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

f_{yk}: resistenza caratteristica. [daN/cm²]

σ_{amm.}: tensione ammissibile. [daN/cm²]

Tipo: tipo di barra.

E: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm²]

γ: peso specifico del materiale. [daN/cm³]

v: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

α: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]

Livello di conoscenza: indica se il materiale è nuovo o esistente, e in tal caso il livello di conoscenza secondo Circ.617 02/02/09 §C8A. Informazione impiegata solo in analisi D.M. 14-01-08 (N.T.C.) e D.M. 17-01-18 (N.T.C.).

Descrizione	f _{yk}	σ _{amm.}	Tipo	E	γ	v	α	Livello di conoscenza
B450C	4500	2550	Aderenza migliorata	2060000	0.00785	0.3	0.000012	Nuovo

4.2 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Natura geologica: natura geologica del terreno (granulare, coesivo, roccia).

Coesione (c'): coesione efficace del terreno. [daN/cm²]

Coesione non drenata (Cu): coesione non drenata (Cu), per terreni eminentemente coesivi (argille). [daN/cm²]

Angolo di attrito interno ϕ : angolo di attrito interno del terreno. [deg]

Angolo di attrito di interfaccia δ : angolo di attrito all'interfaccia tra terreno-cls. [deg]

Coeff. α di adesione della coesione (0;1): coeff. di adesione della coesione all'interfaccia terreno-cls, compreso tra 0 ed 1. Il valore è adimensionale.

Coeff. di spinta K0: coefficiente di spinta a riposo del terreno. Il valore è adimensionale.

γ naturale: peso specifico naturale del terreno in sito, assegnato alle zone non immerse. [daN/cm³]

γ saturo: peso specifico saturo del terreno in sito, assegnato alle zone immerse. [daN/cm³]

E: modulo elastico longitudinale del terreno. [daN/cm²]

v: coefficiente di Poisson del terreno. Il valore è adimensionale.

Qualità roccia RQD (0;1): rock quality degree. Indice di qualità della roccia, assume valori nell'intervallo (0;1). Il valore è adimensionale.

Descrizione	Natura geologica	Coesione (c')	Coesione non drenata (Cu)	Angolo di attrito interno ϕ	Angolo di attrito di interfaccia δ	Coeff. α di adesione della coesione (0;1)	Coeff. di spinta K0	γ naturale	γ saturo	E	v	Qualità roccia RQD (0;1)
Calcareniti torbidiche	Roccia	0	0	36	24	1	0.41	0.00196	0.00223	265	0.3	0.75

N.B.: Ai fini del dimensionamento della fondazione delle torri eoliche si è considerato il solo substrato roccioso sul quale si appoggia direttamente il plinto di fondazione. Al di sopra di tale strato il terreno del sito è caratterizzato da un primo strato superficiale di spessore medio 90 cm di terreno agrario e da uno strato intermedio di spessore medio 2,50 cm di argille siltose, sabbiose umide e plastiche. Tali strati saranno rimossi sia per garantire l'appoggio della fondazione sullo strato roccioso con caratteristiche di portanza migliori e sia per permettere il futuro interrimento del plinto, come da previsioni progettuali. Alla luce di quanto sopra riportato i due strati superficiali non sono stati considerati ai fini del dimensionamento delle opere di fondazione.

4.3 DATI DI DEFINIZIONE

4.3.1 Preferenze di normativa

Normativa	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Tipo di costruzione	2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
Vn	50
Classe d'uso	II
Vr	50
Tipo di analisi	Lineare statica
Considera sisma Z	Solo se $A_g \geq 0.15$ g, conformemente a §3.2.3.1
Località	Trapani, Paceco, Dattilo; Latitudine ED50 37,935° (37° 56')



	6"); Longitudine ED50 12,6143° (12° 36' 51"); Altitudine s.l.m. 76,95 m.
Categoria del suolo	B – Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti
Categoria topografica	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
Ss orizzontale SLD	1.2
Tb orizzontale SLD	0.097 [s]
Tc orizzontale SLD	0.291 [s]
Td orizzontale SLD	1.696 [s]
Ss orizzontale SLV	1.2
Tb orizzontale SLV	0.144 [s]
Tc orizzontale SLV	0.431 [s]
Td orizzontale SLV	1.836 [s]
St	1
PVr SLD (%)	63
Tr SLD	50
Ag/g SLD	0.0241
Fo SLD	2.458
Tc* SLD	0.19 [s]
PVr SLV (%)	10
Tr SLV	475
Ag/g SLV	0.0589
Fo SLV	2.544
Tc* SLV	0.31 [s]
Smorzamento viscoso (%)	5
Classe di duttilità	Non dissipativa
Rotazione del sisma	0 [deg]
Quota dello '0' sismico	-170 [cm]
Regolarità in pianta	Si
Regolarità in elevazione	Si
Edificio C.A.	Si
Tipologia C.A.	Strutture a pendolo inverso $q_0=1.5$
Edificio esistente	No
Altezza costruzione	0 [cm]
T1,x	0.08897 [s]
T1,y	0.08902 [s]
λ SLD,x	0.85
λ SLD,y	0.85
λ SLV,x	0.85
λ SLV,y	0.85
Limite spostamenti interpiano SLD	0.005
Fattore di comportamento per sisma SLD X	1
Fattore di comportamento per sisma SLD Y	1
Fattore di comportamento per sisma SLV X	1
Fattore di comportamento per sisma SLV Y	1
Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)	2.3



Coefficiente di sicurezza per scorrimento (fondazioni superficiali)	1.1
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, punta	1.35
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale trazione	1.25
Coefficiente di sicurezza portanza trasversale pali	1.3
Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali indagate	1.7
Coefficiente di sicurezza per ribaltamento (plinti superficiali)	1.15
Eseguì verifiche in combinazioni SLD secondo Circolare 7	Si

4.3.2 Preferenze di verifica cemento armato

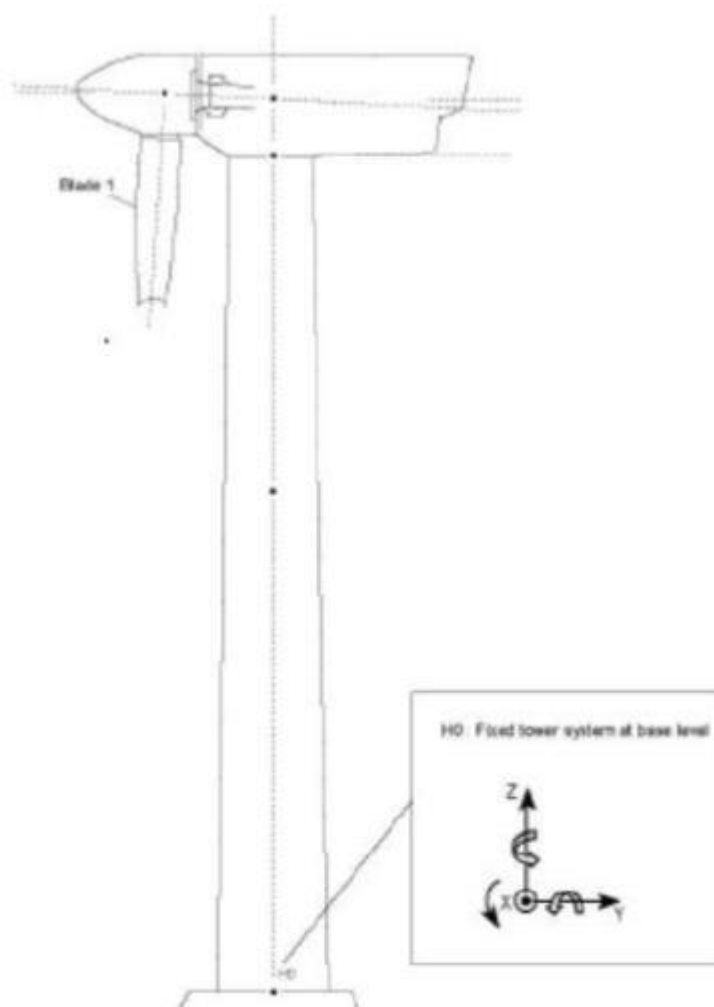
Le verifiche strutturali e di stabilità globale sono stati eseguiti utilizzando i metodi agli stati limite così come previsto dalle NTC 2018 [D.M. 17/01/2018]. Tutte le verifiche sono state svolte utilizzando il programma di calcolo agli elementi finiti SISMICAD [versione 12.21] della CONCRETE srl.

I fini delle verifiche e della progettazione delle opere in cemento armato si sono adottati i seguenti parametri:

γ_s (fattore di sicurezza parziale per l'acciaio)	1.15
γ_c (fattore di sicurezza parziale per il calcestruzzo)	1.5
Limite σ_c/f_{ck} in combinazione rara	0.6
Limite σ_c/f_{ck} in combinazione quasi permanente	0.45
Limite σ_s/f_{yk} in combinazione rara	0.8
Coefficiente di riduzione della τ per cattiva aderenza	0.7
Dimensione limite fessure w_1 §4.1.2.2.4	0.02 [cm]
Dimensione limite fessure w_2 §4.1.2.2.4	0.03 [cm]
Dimensione limite fessure w_3 §4.1.2.2.4	0.04 [cm]
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q	Si
Copriferro secondo EC2	No
α_{cc} elementi nuovi nelle combinazioni sismiche	0.85
α_{cc} elementi esistenti	0.85

5. CARICHI DI PROGETTO

Ai fini del dimensionamento delle opere di fondazione delle torri eoliche si è considerata una torre con altezza del mozzo da piano campagna di 115 mt, diametro del rotore pari a 170 mt per un'altezza massima torre/rotore di 200 mt. Non avendo a disposizione i carichi forniti dal produttore per gli aerogeneratori in progetto (Diametro rotore 172 m e altezza mozzo 114 m) si è ipotizzato che la torre sopra riportata scarichi al piede della torre sollecitazioni comparabili. Nella figura seguente si riportano i carichi di progetto alla base della torre utilizzati per il progetto delle relative di fondazione.



Load case	Load factor	F_x (kN)	F_y (kN)	F_z (kN)	F_{xy} (kN)	M_x (kNm)	M_y (kNm)	M_z (kNm)	M_{xy} (kNm)
D1c22_3bn_V11.0_n_s7	1,1	1688,55	55,55	-7508,71	1689,47	4580,25	196184,46	412,39	196237,91
D1c22_3bn_V11.0_n_s7	1.0	1535,05	50,5	-6826,1	1535,88	4163,87	178349,5	374,9	178398,1

Figura 5.1 – Carichi agenti sulla fondazione dell'aerogeneratore

Nella tabella precedente sono definite le azioni previste in condizioni eccezionali, tali valori verranno utilizzati per le verifiche allo stato ultimo.

6. VERIFICHE DI RESISTENZA OPERE DI FONDAZIONE

In “Allegato 1 – Risultati verifiche strutturali opere di fondazione” si riportano i risultati di calcolo del modello strutturale rappresentato in Figura 6.1: Modello agli elementi finiti delle opere di fondazione, realizzato discretizzando il basamento in elementi finiti di sezione variabile e verificando le sezioni in c.a..

La fondazione è stata verificata con riferimento alla stratigrafia di progetto, considerando la Categoria di Sottosuolo B ed una costante di Winkler pari a 5 kg/cm².

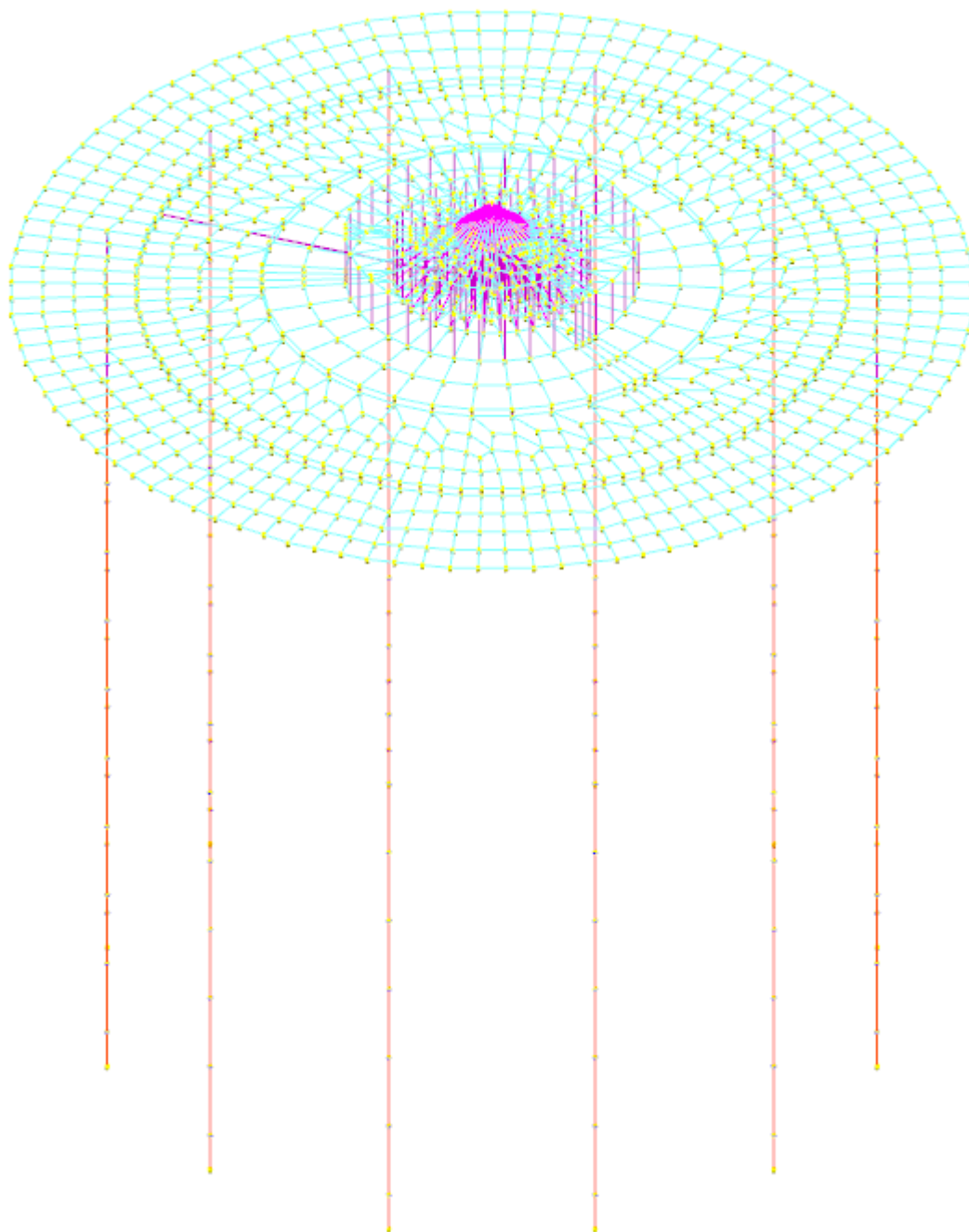


Figura 6.1: Modello agli elementi finiti delle opere di fondazione

Le verifiche strutturali del basamento di fondazione e delle opere di fondazione [pali trivellati] risultano soddisfatte, come risulta dalle figure seguenti estratte dal programma di calcolo [colore verde = verifiche soddisfatte]

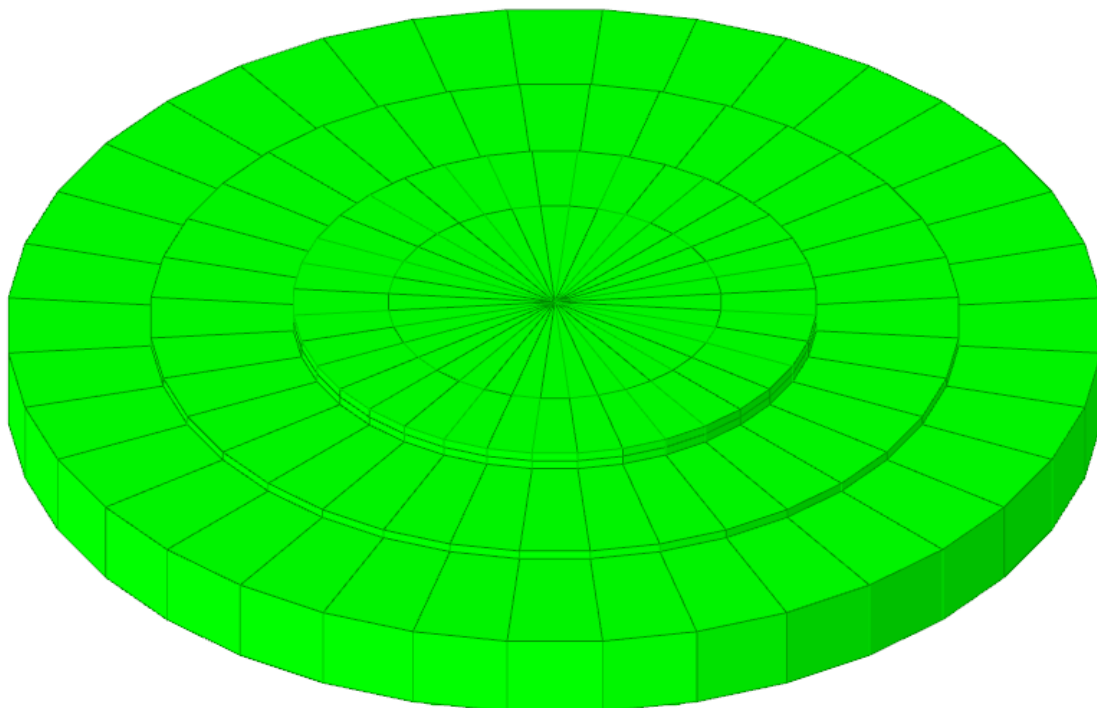


Figura 6.2: Colormap verifiche basamento di fondazione

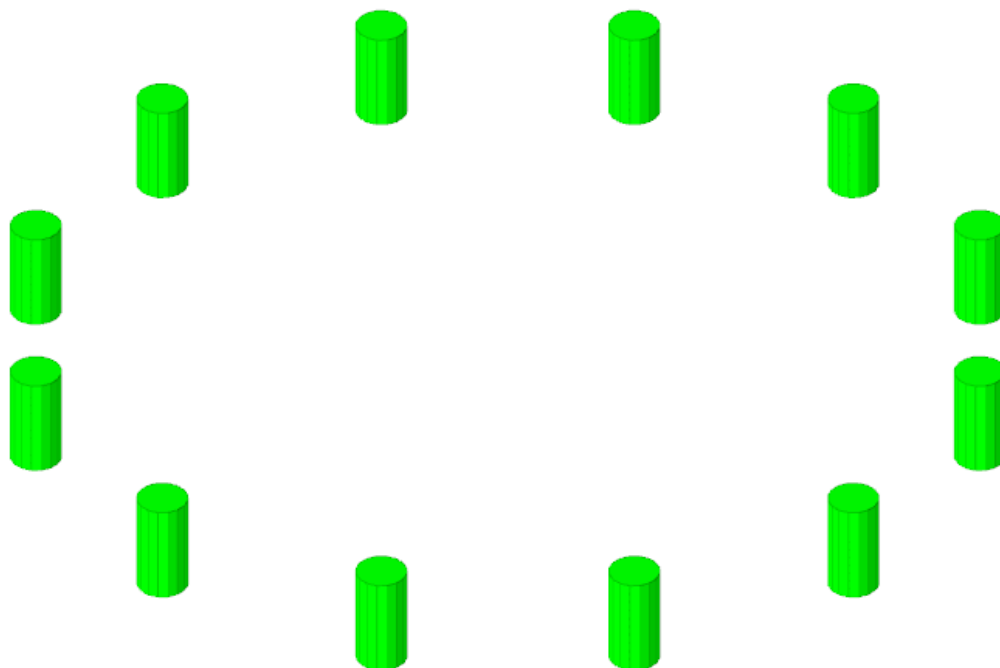


Figura 6.3: Colormap verifiche pali di fondazione

7. VERIFICHE GEOTECNICHE OPERE DI FONDAZIONE

7.1 MODELLO DI FONDAZIONE

Le fondazioni a platea sono modellate con l'inserimento di molle verticali elastoplastiche agenti nei nodi della mesh. I valori di pressione verticale limite per abbassamento ed innalzamento servono per definire i confini di plasticità nel caso si adotti un suolo elastoplastico. Ponendo a zero la pressione verticale limite per innalzamento si gestisce la non reagenza della fondazione in caso di sollevamento.

Il palo di fondazione è stato modellato tramite il frazionamento in più aste verticali. Nei nodi di suddivisione vengono posizionate molle assialsimmetriche elastoplastiche denominate FLAT, che riproducono l'interazione con il terreno lungo la superficie laterale del palo. L'elemento finito denominato FLAT possiede 3 gradi di libertà, ovvero spostamento lungo l'asse del palo (verticale), spostamento planare (orizzontale), rotazione attorno all'asse (torcente). Il comportamento elastico degli elementi FLAT è dato dalle costanti elastiche orizzontali, verticali e rotazionali. Esse sono calcolate a partire dalle costanti elastiche orizzontali e verticali caratteristiche di ogni strato di terreno che compone la stratigrafia nella quale il palo è immerso. In punta al palo, in aggiunta all'elemento FLAT, viene inserita una molla elastoplastica verticale le cui caratteristiche sono ricavate dai dati di input del palo o dalla stratigrafia.

7.2 VERIFICHE GEOTECNICHE

7.2.1 Verifica di scorrimento

La verifica di scorrimento della fondazione superficiale viene eseguita considerando le caratteristiche del terreno immediatamente sottostante al piano di posa della fondazione, ricavato in base alla stratigrafia associata all'elemento, e trascurando, a favore di sicurezza, l'eventuale spinta passiva laterale.

Qualora l'elemento in verifica sia formato da parti non omogenee tra loro, ad esempio una travata in cui le singole travi di fondazione siano associate ad un differente sondaggio, verranno condotte verifiche geotecniche distinte sui singoli tratti.

Lo scorrimento di una fondazione avviene nel momento in cui le componenti delle forze parallele al piano di contatto tra fondazione e terreno vincono l'attrito e la coesione terreno-fondazione e, qualora fosse presente, la spinta passiva laterale.

Il coefficiente di sicurezza a scorrimento si ottiene dal rapporto tra le forze stabilizzanti di progetto (R_d) e quelle instabilizzanti (E_d):

$$R_d = (N \cdot \tan(\varphi) + c_a \cdot B \cdot L + \alpha \cdot S_p) / \gamma_{RS}$$
$$|E_d = \sqrt{T_x^2 + T_y^2}$$

dove:

N	risultante delle forze normali al piano di scorrimento;
T _x , T _y	componenti delle forze tangenziali al piano di scorrimento;
tan(phi)	coefficiente di attrito terreno-fondazione;
c _a	aderenza alla base, pari alla coesione del terreno di fondazione o ad una sua frazione;

B, L	dimensioni della fondazione;
alpha	fattore di riduzione della spinta passiva;
Sp	spinta passiva dell'eventuale terreno laterale;
gamma rs	fattore di sicurezza parziale per lo scorrimento;

Le normative prevedono che il fattore di sicurezza a scorrimento $FS=Rd/Ed$ sia non minore di un prefissato limite.

7.2.2 Verifica di capacità portante

La verifica di capacità portante della fondazione superficiale viene eseguita mediante formulazioni di letteratura geotecnica considerando le caratteristiche dei terreni sottostanti al piano di posa della fondazione, ricavati in base alla stratigrafia associata all'elemento.

Qualora l'elemento in verifica sia formato da parti non omogenee tra loro, ad esempio una travata in cui le singole travi di fondazione siano associate ad un differente sondaggio, verranno condotte verifiche geotecniche distinte sui singoli tratti.

La verifica viene fatta raffrontando la portanza di progetto (Rd) con la sollecitazione di progetto (Ed); la prima deriva dalla portanza calcolata con metodi della letteratura geotecnica, ridotta da opportuni fattori di sicurezza parziali; la seconda viene valutata ricavando la risultante della sollecitazione scaricata al suolo con una integrazione delle pressioni nel tratto di calcolo. Le normative prevedono che il fattore di sicurezza alla capacità portante, espresso come rapporto tra il carico ultimo di progetto della fondazione (Rd) ed il carico agente (Ed), sia non minore di un prefissato limite.

La portanza di una fondazione rappresenta il carico ultimo trasmissibile al suolo prima di arrivare alla rottura del terreno. Le formule di calcolo presenti in letteratura sono nate per la fondazione nastriforme indefinita ma aggiungono una serie di termini correttivi per considerare le effettive condizioni al contorno della fondazione, esprimendo la capacità portante ultima in termini di pressione limite agente su di una fondazione equivalente soggetta a carico centrato.

La determinazione della capacità portante ai fini della verifica è stata condotta secondo il metodo di Vesic, nel seguito descritto.

Metodo di Vesic

La capacità portante valutata attraverso la formula di Vesic risulta, nel caso generale:

$$Q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + \frac{1}{2} \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

Nel caso di terreno eminentemente coesivo ($\phi = 0$) tale relazione diventa:

$$Q_{lim} = (2 + \pi) \cdot c_u \cdot (1 + s'_c + d'_c - i'_c - b'_c - g'_c) + q$$

dove:

gamma'	peso di volume efficace dello strato di fondazione;
B	larghezza efficace della fondazione ($B = B_f - 2e$);



L	lunghezza efficace della fondazione ($L = L_f - 2e$);
c	coesione dello strato di fondazione;
cu	coesione non drenata dello strato di fondazione;
q	sovraccarico del terreno sovrastante il piano di fondazione;
N_c, N_q, N_γ	fattori di capacità portante;
s_c, s_q, s_γ	fattori di forma della fondazione;
d_c, d_q, d_γ	fattori di profondità del piano di posa della fondazione;
i_c, i_q, i_γ	fattori di inclinazione del carico;
b_c, b_q, b_γ	fattori di inclinazione della base della fondazione;
g_c, g_q, g_γ	fattori di inclinazione del piano campagna;

Nel caso di piano di campagna inclinato ($\beta > 0$) e $\phi = 0$, Vesic propone l'aggiunta, nella formula sopra definita, del termine

$$0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \quad \text{con } N_\gamma = -2 \cdot \tan \beta$$

Per la teoria di Vesic i coefficienti sopra definiti assumono le espressioni che seguono:

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \tan \phi; \quad N_q = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \phi)}; \quad N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi$$

$$s_c = 1 + \frac{B}{L} \cdot \frac{N_q}{N_c}; \quad s'_c = 0.2 \cdot \frac{B}{L}; \quad s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot \tan \phi; \quad s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_c = 1 + 0.4 \cdot k; \quad d'_c = 0.4 \cdot k; \quad d_q = 1 + 2 \cdot k \cdot \tan \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2; \quad d_\gamma = 1$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}; \quad i'_c = \frac{m \cdot H}{B \cdot L \cdot c_a \cdot N_c}; \quad i_q = \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c_a \cdot \tan \phi} \right)^m;$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c_a \cdot \tan \phi} \right)^{m+1}$$

$$g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}; \quad g'_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}; \quad g_q = (1 - \tan \beta)^2; \quad g_\gamma = g_q$$

$$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}; \quad b'_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}; \quad b_q = (1 - \eta \cdot \tan \phi)^2; \quad b_\gamma = b_q$$

$$k = \frac{D}{B_f} \quad \left(\text{se } \frac{D}{B_f} \leq 1 \right); \quad k = \arctg \left(\frac{D}{B_f} \right) \quad \left(\text{se } \frac{D}{B_f} > 1 \right); \quad m = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}}$$

nelle quali si sono considerati i seguenti dati:

phi	angolo di attrito dello strato di fondazione;
ca	aderenza alla base della fondazione;



nu	inclinazione del piano di posa della fondazione sull'orizzontale (nu = 0 se orizzontale);
beta	inclinazione del pendio;
H	componente orizzontale del carico trasmesso sul piano di posa della fondazione;
V	componente verticale del carico trasmesso sul piano di posa della fondazione;
D	profondità del piano di posa della fondazione dal piano campagna;

Influenza degli strati sulla capacità portante

Le formulazioni utilizzate per la portanza prevedono la presenza di uno stesso terreno nella zona interessata dalla potenziale rottura. In prima approssimazione lo spessore di tale zona è pari a:

$$H = \frac{1}{2} \cdot B \cdot \tan(45^\circ + \phi / 2)$$

In presenza di stratificazioni di terreni diversi all'interno di tale zona, il calcolo diventa più complesso; non esiste una metodologia univoca per questi casi, differenti autori hanno proposto soluzioni diverse a seconda dei casi che si possono presentare. In prima approssimazione, nel caso di stratificazioni, viene trovata una media delle caratteristiche dei terreni, pesata sullo spessore degli strati interessati. Nel caso in cui il primo strato incontrato sia coesivo viene anche verificato che la compressione media agente sulla fondazione non superi la tensione limite di espulsione, circostanza che provocherebbe il rifluimento del terreno da sotto la fondazione, rendendo impossibile la portanza.

La tensione limite di espulsione q_{ult} per terreno coesivo viene calcolata come:

$$q_{ult} = 4c + q$$

dove c è la coesione e q è il sovraccarico agente sul piano di posa.

Influenza del sisma sulla capacità portante

La capacità portante nelle combinazioni sismiche viene valutata mediante l'estensione di procedure classiche al caso di azione sismica.

L'**effetto inerziale** prodotto dalla struttura in elevazione sulla fondazione può essere considerato tenendo conto dell'effetto dell'inclinazione (rapporto tra forze T parallele al piano di posa e carico normale N) e dell'eccentricità (rapporto tra momento M e carico normale N) delle azioni in fondazione, e produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite, oltre alla riduzione dell'area efficace.

L'**effetto cinematico** si manifesta per effetto dell'inerzia delle masse del suolo sotto la fondazione come una riduzione della resistenza teorica calcolata in condizioni statiche; tale riduzione è in funzione del coefficiente sismico orizzontale k_h , cioè dell'accelerazione normalizzata massima attesa al suolo, e delle caratteristiche del suolo. L'effetto è più marcato su terreni granulari, mentre nei suoli coesivi è poco rilevante.

Per tener conto nella determinazione del carico limite di tali effetti inerziali vengono introdotti nelle combinazioni sismiche anche i fattori correttivi γ e β (earthquake), valutati secondo **Paolucci e Pecker**:

$$e_q = \left(1 - \frac{k_h}{\text{tg}\phi}\right)^{0.35} ; \quad e_c = 1 - 0.32 \cdot k_h ; \quad e_\gamma = e_q$$

7.2.3 Verifica di capacità portante pali

La verifica di capacità portante del palo viene eseguita raffrontando la portanza di progetto (Rd) con la sollecitazione di progetto (Ed), valutata come sforzo normale agente alla sommità del palo, compreso il peso proprio del palo. La portanza di progetto (Rd) è pari alla portanza verticale calcolata, mediante una formulazione analitica, divisa per opportuni fattori di sicurezza parziali.

La portanza verticale complessiva calcolata è data dalla somma del contributo laterale+punta, o del solo contributo laterale nel caso di palo in trazione.

La **capacità portante laterale** viene calcolata con una formulazione statica, in funzione della coesione e dell'attrito laterale dei terreni incontrati lungo il fusto del palo, valutata nel punto medio di ciascuno strato omogeneo presente. Il valore complessivo laterale è dato dalla sommatoria:

$$P_v = \sum_i (\alpha \cdot c + k_0 \cdot p_v \cdot \tan \phi) \cdot S_i$$

dove si sono indicati con:

k_0	il coefficiente di spinta a riposo dell'i-esimo terreno della stratigrafia
$p_v = \sum \gamma_i \cdot h_i$	la pressione litostatica verticale efficace nel punto di calcolo
$p_o = k_0 \cdot p_v$	la pressione litostatica orizzontale efficace nel punto di calcolo
c, ϕ	la coesione e l'angolo di attrito interno dell'i-esimo terreno
α	il coefficiente di adesione della coesione all'interfaccia terreno-pali (usualmente tra 0.5÷0.8)
D	il diametro di perforazione del palo
S_i	la superficie laterale dell'i-esimo tratto di calcolo ($\pi \cdot D \cdot h_i$)

La capacità portante di punta del palo viene presa pari al prodotto tra la pressione limite di rottura in punta palo, dichiarata espressamente o calcolata con formule analitiche di letteratura, e l'area della punta del palo. Nei pali in cui si è calcolata la pressione limite con formule analitiche in funzione della stratigrafia sottostante la punta del palo, questa viene calcolata utilizzando la formulazione proposta da Vesic per la capacità portante alla punta dei pali.

Con tale formulazione i fattori di capacità portante sono:

$$N'_q = \frac{3e^{(\pi/2 - \phi)\tan\phi}}{3 - \sin\phi} \cdot \left[\text{tg}\left(45 + \frac{\phi}{2}\right) \right]^2 \cdot I_{rr} \left[\frac{4 \sin\phi}{3(1 + \sin\phi)} \right]$$

$$N'_c = (N'_q - 1) \cdot \cot\phi$$

L'indice di rigidezza ridotto I_{rr} tiene conto della deformazione volumetrica ϵ_{s_v} raggiunta dal terreno in condizioni prossime alla rottura e riduce l'indice di rigidezza I_r teorico. Secondo la formulazione proposta da Vesic quest'ultimo è pari al rapporto tra modulo di elasticità tangenziale G e resistenza al taglio del terreno (Fondazioni, J.E.Bowles).

$$I_r = \frac{G}{c + q \cdot \operatorname{tg} \varphi}$$
$$I_{rr} = \frac{I_r}{1 + \varepsilon \cdot I_r}$$

Il valore di portanza alla punta è quindi:

$$P_{pu} = A_p \cdot [c \cdot N'_c + \eta \cdot q \cdot (N'_q - 1)]$$

dove si sono indicati con:

A_p l'area della punta del palo

c, φ la coesione e l'angolo di attrito interno del terreno sottostante la punta

η coefficiente indicato da Vesic, dato da: $(1 + 2 \cdot K_0)/3$

q sforzo verticale efficace (pressione geostatica) agente alla profondità della punta

A favore di sicurezza tale formulazione trascura il termine N'_q e considera il peso proprio del palo.

In condizioni non drenate ($c=c_u$ e $\varphi=0$) il termine N'_q diventa pari a 1, mentre il termine N'_c viene assunto pari all'usuale valore (9) utilizzato per pali. In tali condizioni la portanza alla punta si semplifica in:

$$P_{pu} = A_p \cdot [9 \cdot c_u]$$

7.2.4 Risultati delle verifiche

In "Allegato 2 – Risultati verifiche geotecniche opere di fondazione" si riportano i risultati delle verifiche geotecniche delle opere di fondazione [superficiali e profonde] sviluppate sulla base dei parametri e delle condizioni sopra esposte.

Come risulta dalle verifiche riportate le opere risultano verificate e correttamente dimensionate.

8. VERIFICA OPERE DI FONDAZIONE

8.1 DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA SISMICAD

Si tratta di un programma di calcolo strutturale che nella versione più estesa è dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato, acciaio, muratura e legno di opere civili.

Il programma utilizza come analizzatore e solutore del modello strutturale un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale fornito col pacchetto. Il programma è sostanzialmente diviso in tre moduli:

- un pre processore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input al solutore;
- il solutore agli elementi finiti;
- un post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output.

8.2 SPECIFICHE TECNICHE

Denominazione del software: Sismicad 12.21

Produttore del software: Concrete

Concrete srl, via della Pieve, 19, 35121 PADOVA - Italy

<http://www.concrete.it>

Rivenditore: CONCRETE SRL - Via della Pieve 19 - 35121 Padova - tel.049-8754720

Versione: 12.21

Identificatore licenza: SW-8672175

Intestatario della licenza: AIRES ING. MAURO - VIA G. VERDI, 40 - COLLEGNO (TO)

Versione regolarmente licenziata

8.3 SCHEMATIZZAZIONE STRUTTURALE E CRITERI DI CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

Il programma schematizza la struttura attraverso l'introduzione nell'ordine di fondazioni, poste anche a quote diverse, platee, platee nervate, plinti e travi di fondazione poggianti tutte su suolo elastico alla Winkler, di elementi verticali, pilastri e pareti in c.a. anche con fori, di orizzontamenti costituiti da solai orizzontali e inclinati (falde), e relative travi di piano e di falda; è ammessa anche l'introduzione di elementi prismatici in c.a. di interpiano con possibilità di collegamento in inclinato a solai posti a quote diverse.

I nodi strutturali possono essere connessi solo a travi, pilastri e pareti, simulando così impalcati infinitamente deformabili nel piano, oppure a elementi lastra di spessore dichiarato dall'utente simulando in tal modo impalcati a rigidità finita. I nodi appartenenti agli impalcati orizzontali possono essere connessi rigidamente ad uno o più nodi principali giacenti nel piano dell'impalcato; generalmente un nodo principale coincide con il baricentro delle masse. Tale opzione, oltre a ridurre significativamente i tempi di elaborazione, elimina le approssimazioni numeriche connesse all'utilizzo di elementi lastra quando si richiede l'analisi a impalcati infinitamente rigidi.

Per quanto concerne i carichi, in fase di immissione dati, vengono definite, in numero a scelta dell'utente, condizioni di carico elementari le quali, in aggiunta alle azioni sismiche e variazioni termiche, vengono combinate attraverso coefficienti moltiplicativi per fornire le combinazioni richieste per le verifiche successive. L'effetto di disassamento delle forze orizzontali, indotto ad esempio dai torcenti di piano per costruzioni in zona sismica, viene simulato attraverso l'introduzione di eccentricità planari aggiuntive le quali costituiscono ulteriori condizioni elementari di carico da



cumulare e combinare secondo i criteri del paragrafo precedente.

Tipologicamente sono ammessi sulle travi e sulle pareti carichi uniformemente distribuiti e carichi trapezoidali; lungo le aste e nei nodi di incrocio delle membrature sono anche definibili componenti di forze e coppie concentrate comunque dirette nello spazio. Sono previste distribuzioni di temperatura, di intensità a scelta dell'utente, agenti anche su singole porzioni di struttura.

Il calcolo delle sollecitazioni si basa sulle seguenti ipotesi e modalità:

- travi e pilastri deformabili a sforzo normale, flessione deviata, taglio deviato e momento torcente. Sono previsti coefficienti riduttivi dei momenti di inerzia a scelta dell'utente per considerare la riduzione della rigidità flessionale e torsionale per effetto della fessurazione del conglomerato cementizio. E' previsto un moltiplicatore della rigidità assiale dei pilastri per considerare, se pure in modo approssimato, l'accorciamento dei pilastri per sforzo normale durante la costruzione;
- le travi di fondazione su suolo alla Winkler sono risolte in forma chiusa tramite uno specifico elemento finito;
- le pareti in c.a. sono analizzate schematizzandole come elementi lastra-piastra discretizzati con passo massimo assegnato in fase di immissione dati;
- le pareti in muratura possono essere schematizzate con elementi lastra-piastra con spessore flessionale ridotto rispetto allo spessore membranale;
- i plinti su suolo alla Winkler sono modellati con la introduzione di molle verticali elastoplastiche. La traslazione orizzontale a scelta dell'utente è bloccata o gestita da molle orizzontali di modulo di reazione proporzionale al verticale;
- i pali sono modellati suddividendo l'asta in più aste immerse in terreni di stratigrafia definita dall'utente. Nei nodi di divisione tra le aste vengono inserite molle assialsimmetriche elastoplastiche precaricate dalla spinta a riposo che hanno come pressione limite minima la spinta attiva e come pressione limite massima la spinta passiva modificabile attraverso opportuni coefficienti;
- i plinti su pali sono modellati attraverso aste di rigidità elevata che collegano un punto della struttura in elevazione con le aste che simulano la presenza dei pali;
- le piastre sono discretizzate in un numero finito di elementi lastra-piastra con passo massimo assegnato in fase di immissione dati; nel caso di platee di fondazione i nodi sono collegati al suolo da molle aventi rigidità alla traslazione verticale ed richiesta anche orizzontale;
- la deformabilità nel proprio piano di piani dichiarati non infinitamente rigidi e di falde (piani inclinati) può essere controllata attraverso la introduzione di elementi membranali nelle zone di solaio;
- i disassamenti tra elementi asta sono gestiti automaticamente dal programma attraverso la introduzione di collegamenti rigidi locali;
- alle estremità di elementi asta è possibile inserire svincolamenti tradizionali così come cerniere parziali (che trasmettono una quota di ciò che trasmetterebbero in condizioni di collegamento rigido) o cerniere plastiche;
- alle estremità di elementi bidimensionali è possibile inserire svincolamenti con cerniere parziali del momento flettente avente come asse il bordo dell'elemento;
- il calcolo degli effetti del sisma è condotto, a scelta dell'utente, con analisi statica lineare, con analisi dinamica modale o con analisi statica non lineare, in accordo alle varie normative adottate. Le masse, nel caso di impalcati dichiarati rigidi sono concentrate nei nodi principali di

piano altrimenti vengono considerate diffuse nei nodi giacenti sull'impalcato stesso. Nel caso di analisi sismica vengono anche controllati gli spostamenti di interpiano.

8.4 VERIFICHE DELLE MEMBRATURE IN CEMENTO ARMATO

Nel caso più generale le verifiche degli elementi in c.a. possono essere condotte col metodo delle tensioni ammissibili (D.M. 14-1-92) o agli stati limite in accordo al D.M. 09-01-96, al D.M. 14-01-08, al D.M. 17-01-18 o secondo Eurocodice 2.

Le travi sono progettate e verificate a flessione retta e taglio; a richiesta è possibile la verifica per le sei componenti della sollecitazione.

I pilastri ed i pali sono verificati per le sei componenti della sollecitazione.

Per gli elementi bidimensionali giacenti in un medesimo piano è disponibile la modalità di verifica che consente di analizzare lo stato di verifica nei singoli nodi degli elementi. Nelle verifiche (a presso flessione e punzonamento) è ammessa la introduzione dei momenti di calcolo modificati in base alle direttive dell'EC2, Appendice A.2.8.

I plinti superficiali sono verificati assumendo lo schema statico di mensole con incastri posti a filo o in asse pilastro.

Gli ancoraggi delle armature delle membrature in c.a. sono calcolati sulla base della effettiva tensione normale che ogni barra assume nella sezione di verifica distinguendo le zone di ancoraggio in zone di buona o cattiva aderenza. In particolare il programma valuta la tensione normale che ciascuna barra può assumere in una sezione sviluppando l'aderenza sulla superficie cilindrica posta a sinistra o a destra della sezione considerata; se in una sezione una barra assume per effetto dell'aderenza una tensione normale minore di quella ammissibile, il suo contributo all'area complessiva viene ridotto dal programma nel rapporto tra la tensione normale che la barra può assumere per effetto dell'aderenza e quella ammissibile. Le verifiche sono effettuate a partire dalle aree di acciaio equivalenti così calcolate che vengono evidenziate in relazione.

A seguito di analisi inelastiche eseguite in accordo a OPCM 3431 o D.M. 14-01-08, al D.M. 17-01-18 vengono condotte verifiche di resistenza per i meccanismi fragili (nodi e taglio) e verifiche di deformabilità per i meccanismi duttili.



ALLEGATO 01 – RISULTATI VERIFICHE STRUTTURALI OPERE DI FONDAZIONE

VERIFICHE PIASTRE C.A.

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [cm, daN, deg] ove non espressamente specificato.

Nodo: indice del nodo di verifica.

Dir.: direzione della sezione di verifica.

B: base della sezione rettangolare di verifica. [cm]

H: altezza della sezione rettangolare di verifica. [cm]

A. sup.: area barre armatura superiori. [cm²]

C. sup.: distanza media delle barre superiori dal bordo superiore della sezione. [cm]

A. inf.: area barre armatura inferiori. [cm²]

C. inf.: distanza media delle barre inferiori dal bordo inferiore della sezione. [cm]

Comb.: combinazione di verifica.

M: momento flettente. [daN*cm]

N: sforzo normale. [daN]

Mu: momento flettente ultimo. [daN*cm]

Nu: sforzo normale ultimo. [daN]

c.s.: coefficiente di sicurezza.

Verifica: stato di verifica.

σc: tensione nel calcestruzzo. [daN/cm²]

σlim: tensione limite. [daN/cm²]

Es/Ec: coefficiente di omogenizzazione.

σf: tensione nell'acciaio d'armatura. [daN/cm²]

ID: indice della verifica di capacità portante.

Comb.: combinazione.

Fx: componente lungo x del carico. [daN]

Fy: componente lungo y del carico. [daN]

Fz: componente verticale del carico. [daN]

Mx: componente lungo x del momento. [daN*cm]

My: componente lungo y del momento. [daN*cm]

ix: inclinazione del carico in x. [deg]

iy: inclinazione del carico in y. [deg]

ex: eccentricità del carico in x. [cm]

ey: eccentricità del carico in y. [cm]

B': larghezza efficace. [cm]

L': lunghezza efficace. [cm]

Cnd: resistenza valutata per condizione a breve o lungo termine (BT - LT).

C: coesione di progetto. [daN/cm²]

Phi: angolo di attrito di progetto. [deg]

Qs: sovraccarico laterale da piano di posa. [daN/cm²]

γR: coefficiente parziale sulla resistenza di progetto.

Rd: resistenza alla rottura del complesso di progetto. [daN]

Ed: azione di progetto (sforzo normale al piano di posa). [daN]

Rd/Ed: coefficiente di sicurezza alla capacità portante.

N:

Nq: fattore di capacità portante per il termine di sovraccarico.

Nc: fattore di capacità portante per il termine coesivo.

Ng: fattore di capacità portante per il termine attritivo.

S:

Sq: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine di sovraccarico.

Sc: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine coesivo.

Sg: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine attritivo.

D:

Dq: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine di sovraccarico.

Dc: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine coesivo.



Dg: *fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine attritivo.*

I:

Iq: *fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine di sovraccarico.*

Ic: *fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine coesivo.*

Ig: *fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine attritivo.*

B:

Bq: *fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine di sovraccarico.*

Bc: *fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine coesivo.*

Bg: *fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine attritivo.*

G:

Gq: *fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine di sovraccarico.*

Gc: *fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine coesivo.*

Gg: *fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine attritivo.*

P:

Pq: *fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine di sovraccarico.*

Pc: *fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine coesivo.*

Pg: *fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine attritivo.*

E:

Eq: *fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine di sovraccarico.*

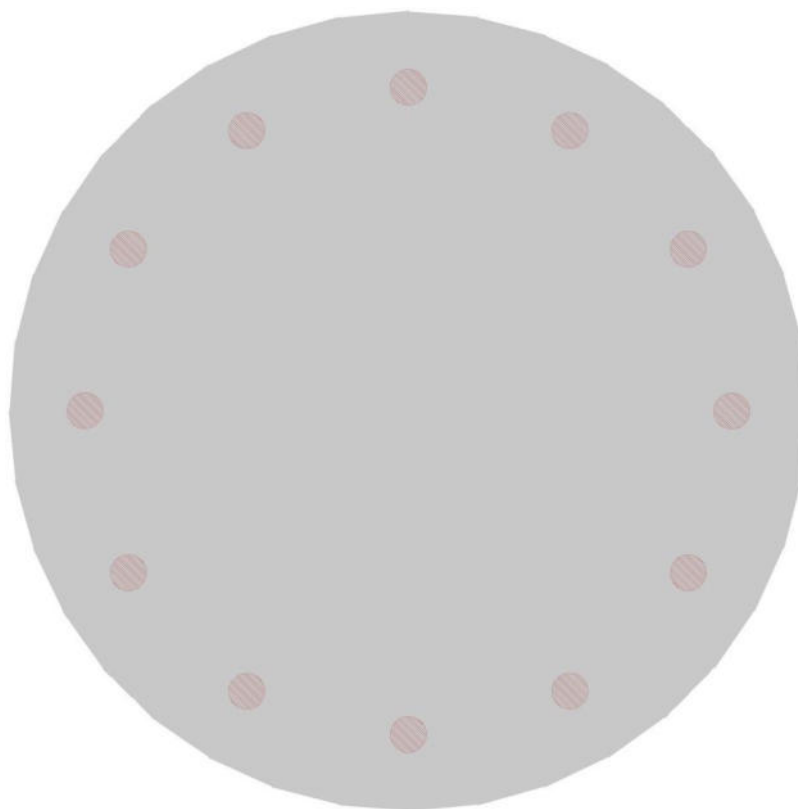
Ec: *fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine coesivo.*

Eg: *fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine attritivo.*

Basamento di fondazione torre eolica

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Geometria



Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 4500

Calcestruzzo: C45/55 Rck 550

Calcestruzzo: C35/45 Rck 450

Sistema di riferimento e direzioni di armatura

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in (-1150; -1150; -170), direzione dell'asse X = (1; 0; 0), direzione dell'asse Y = (0; 1; 0).

Le direzioni X/Y di armatura e le sezioni X/Y di verifica sono individuate dagli assi del sistema di riferimento.



Verifiche nei nodi

Verifiche SLU flessione nei nodi

La struttura è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione, per le combinazioni SLV, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
1279	Y	100	240	61.58	6.4	61.58	6.4	SLU 4	26570732	0	55112296	0	2.0742	Si
1255	Y	100	240	61.58	6.4	61.58	6.4	SLU 4	25576987	0	55112296	0	2.1548	Si
1327	Y	100	240	61.58	6.4	61.58	6.4	SLU 4	24998123	0	55112296	0	2.2047	Si
1335	Y	100	240	61.58	6.4	61.58	6.4	SLU 4	24902046	0	55112296	0	2.2132	Si
1351	Y	100	240	61.58	6.4	61.58	6.4	SLU 4	24788103	0	55112296	0	2.2233	Si

Verifiche SLD Resistenza flessione nei nodi

La struttura è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
1279	Y	100	240	61.58	6.4	61.58	6.4	SLD 13	18338699	0	52999629	0	2.89	Si
1255	Y	100	240	61.58	6.4	61.58	6.4	SLD 13	17653931	0	52999629	0	3.0021	Si
1327	Y	100	240	61.58	6.4	61.58	6.4	SLD 13	17238413	0	52999629	0	3.0745	Si
1335	Y	100	240	61.58	6.4	61.58	6.4	SLD 13	17170780	0	52999629	0	3.0866	Si
1351	Y	100	240	61.58	6.4	61.58	6.4	SLD 15	17112816	0	52999629	0	3.0971	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σ_c	σ_{lim}	Es/Ec	Verifica
1279	Y	100	240	61.58	6.4	61.58	6.4	SLE QP 1	17822840	0	-15.4	168.1	15	Si
1255	Y	100	240	61.58	6.4	61.58	6.4	SLE QP 1	17161293	0	-14.8	168.1	15	Si
1327	Y	100	240	61.58	6.4	61.58	6.4	SLE QP 1	16773747	0	-14.5	168.1	15	Si
1335	Y	100	240	61.58	6.4	61.58	6.4	SLE QP 1	16710687	0	-14.4	168.1	15	Si
1351	Y	100	240	61.58	6.4	61.58	6.4	SLE QP 1	16633160	0	-14.4	168.1	15	Si

Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σ_f	σ_{lim}	Es/Ec	Verifica
1279	Y	100	240	61.58	6.4	61.58	6.4	SLE RA 1	17822840	0	218.4	3600	15	Si
1255	Y	100	240	61.58	6.4	61.58	6.4	SLE RA 1	17161293	0	210.3	3600	15	Si
1327	Y	100	240	61.58	6.4	61.58	6.4	SLE RA 1	16773747	0	205.6	3600	15	Si
1335	Y	100	240	61.58	6.4	61.58	6.4	SLE RA 1	16710687	0	204.8	3600	15	Si
1351	Y	100	240	61.58	6.4	61.58	6.4	SLE RA 1	16633160	0	203.8	3600	15	Si

VERIFICHE PALI TRIVELLATI

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [cm, daN, deg] ove non espressamente specificato.

Quota: quota sezione. [cm]

Filo: numero del filo (se assegnato).

Ind.: indice del palo.

Xp: coordinata x del palo che ha prodotto la verifica peggiore. [cm]

Yp: coordinata y del palo che ha prodotto la verifica peggiore. [cm]

As: area complessiva delle armature verticali. [cm²]

Cop.: distanza baricentrica minima delle barre dal lembo esterno. [cm]

N: sforzo normale. [daN]

|M|: momento agente in valore assoluto. [daN*cm]

Mu: momento ultimo. [daN*cm]

Dom.: tipo di dominio utilizzato in questa sezione (P=plastico; SE=sostanzialmente elastico NTC18 §7.4.1).

SnmFcd: tensione normale media su Fcd (minore di 0.45, NTC18 §7.2.5).

MultM: fattore di sovraresistenza sul momento flettente (NTC18 §7.2.5).

Comb.: combinazione peggiore.

C.S.: coefficiente sicurezza minimo.

Verifica: stato di verifica.

Mx: momento Mx. [daN*cm]

My: momento My. [daN*cm]

Sc,max: tensione massima sul calcestruzzo. [daN/cm²]

Sf,max: tensione massima sull'acciaio. [daN/cm²]

Fess: sezione fessurata.

Wka,mm: apertura delle fessure ammissibile, in [mm].

Wk,mm: apertura delle fessure, in [mm].

Sm,cm: distanza media fra le fessure, in [cm].

Tx: taglio Tx. [daN]

Ty: taglio Ty. [daN]

MultT: fattore di sovraresistenza sul taglio.

Vrd,4.1.23: resistenza calcestruzzo non staffato. [daN]

VRsd,4.1.27: resistenza staffe. [daN]

VRcd,4.1.28: resistenza delle bielle compresse. [daN]

Cotg: cotagente delle bielle.

γR laterale: coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza laterale.

γR punta: coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza alla punta.

Pl,d: portanza laterale di progetto. [daN]

Pp,d: portanza di punta di progetto. [daN]

Def.vol: deformazione volumetrica (usata per formula portanza punta secondo Vesic).

Cnd: resistenza valutata per condizione a breve o lungo termine (BT - LT).

N: sforzo normale in testa. [daN]



Ed: azione totale di progetto. [daN]

Rd: resistenza totale di progetto. [daN]

C.S.: coefficiente di sicurezza.

Verifiche Gruppo pali di sottofondazione – n° 12 pali "Trivellato D80"

Verifiche effettuate secondo D.M. 17-01-18, Circolare 7 21-01-19

Geometria



Pali coinvolti

Palo a coordinate x,y: (-950, 0);(-950, 0);(-822.7, -475);(-475, -822.7);(0, -950);(475, -822.7);(822.7, -475);(950, 0);(822.7, 475);(475, 822.7);(0, 950);(-475, 822.7);(-822.7, 475);

Caratteristiche geometriche

Diametro 100

Lunghezza 2000

Caratteristiche dei materiali

Calcestruzzo C25/30 Rck 300

Acciaio B450C fyk,m: 4500

Verifiche a pressoflessione

Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	As	Cop.	N	M	Mu	Dom.	SnmFcd	MultM	Comb.	C.S.	Verifica
-180	-	-	-822.71	-474.99	24.63	6.5	-22237	411342	12561891	P			SLU 4	30.54	Si
-180	-	-	-949.98	0	24.63	6.5	-17774	389182	13164689	P			SLU 4	33.83	Si
-180	-	-	-949.98	0	24.63	6.5	-17774	389182	13164689	P			SLU 4	33.83	Si
-180	-	-	0	-949.98	24.63	6.5	-39359	531304	10833852	P			SLU 4	20.39	Si
-180	-	-	949.98	0	24.63	6.5	-52981	679571	10520519	P			SLU 4	15.48	Si
-180	-	-	474.99	822.71	24.63	6.5	-42097	598496	11154273	P			SLU 4	18.64	Si
-180	-	-	-474.99	822.71	24.63	6.5	-24872	446094	12404635	P			SLU 4	27.81	Si



Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	As	Cop.	N	[M]	Mu	Dom.	SnmFcd	MultM	Comb.	C.S.	Verifica
-1950	-	-	-822.71	-474.99	21.35	6.5	-1755	0	0	SE			SLD 1	550.29	Si
-1950	-	-	-822.71	474.99	21.35	6.5	-1656	0	0	SE			SLD 3	583.1	Si
-1950	-	-	822.71	-474.99	21.35	6.5	-2813	0	0	SE			SLV 13	343.29	Si
-1950	-	-	822.71	474.99	21.35	6.5	-2715	0	0	SE			SLV 15	355.59	Si
-1950	-	-	-949.98	0	21.35	6.5	-1660	0	0	SE			SLV 3	581.77	Si
-1950	-	-	-474.99	-822.71	21.35	6.5	-2088	0	0	SE			SLV 5	462.42	Si
-1950	-	-	474.99	822.71	21.35	6.5	-2478	0	0	SE			SLV 11	389.69	Si
-1950	-	-	474.99	-822.71	21.35	6.5	-2651	0	0	SE			SLV 9	364.26	Si
-1950	-	-	-949.98	0	21.35	6.5	-2387	0	0	SE			SLV 9	404.61	Si
-1950	-	-	0	949.98	21.35	6.5	-2184	0	0	SE			SLV 11	442.16	Si
-1950	-	-	949.98	0	21.35	6.5	-2836	0	0	SE			SLV 15	340.54	Si
-1950	-	-	-474.99	822.71	21.35	6.5	-1914	0	0	SE			SLV 7	504.62	Si
-1950	-	-	-949.98	0	21.35	6.5	-1660	0	0	SE			SLV 3	581.77	Si
-1950	-	-	-822.71	-474.99	21.35	6.5	-1816	0	0	SE			SLV 1	531.62	Si
-1950	-	-	-822.71	474.99	21.35	6.5	-1718	0	0	SE			SLV 3	562.17	Si

Verifiche delle tensioni nella famiglia Rara

Tensione limite del calcestruzzo: 149.4

Tensione limite dell'acciaio: 3600

Coefficiente di omogeneizzazione impiegato: $E_s / E_c = 6.55$

Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Mx	My	N	Comb.	Sc,max	Mx	My	N	Comb.	Sf,max	Verifica
-180	-	-	-822.71	-474.99	105575	-271335	-16578	SLE RA 1	-5	105575	-271335	-16578	SLE RA 1	2.9	Si
-180	-	-	-949.98	0	-18331	-277111	-13497	SLE RA 1	-4.5	-18331	-277111	-13497	SLE RA 1	4.7	Si
-180	-	-	-949.98	0	-18331	-277111	-13497	SLE RA 1	-4.5	-18331	-277111	-13497	SLE RA 1	4.7	Si
-180	-	-	0	-949.98	367876	-30418	-28150	SLE RA 1	-7.2	367876	-30418	-28150	SLE RA 1	-2.1	Si
-180	-	-	949.98	0	-23549	468106	-37368	SLE RA 1	-9.4	-23549	468106	-37368	SLE RA 1	-4	Si
-180	-	-	474.99	822.71	-377419	170343	-29990	SLE RA 1	-7.9	-377419	170343	-29990	SLE RA 1	-1.1	Si
-180	-	-	-474.99	822.71	-257633	-177359	-18440	SLE RA 1	-5.4	-257633	-177359	-18440	SLE RA 1	2.6	Si
-180	-	-	0	949.98	-360658	-36306	-24006	SLE RA 1	-6.6	-360658	-36306	-24006	SLE RA 1	0.9	Si
-180	-	-	822.71	474.99	-257389	372493	-34867	SLE RA 1	-8.9	-257389	372493	-34867	SLE RA 1	-2.9	Si
-180	-	-	-474.99	-822.71	254397	-195897	-22011	SLE RA 1	-6	254397	-195897	-22011	SLE RA 1	0.2	Si
-180	-	-	-822.71	474.99	-131227	-251153	-14557	SLE RA 1	-4.7	-131227	-251153	-14557	SLE RA 1	4.2	Si
-180	-	-	474.99	-822.71	369630	198324	-33528	SLE RA 1	-8.4	369630	198324	-33528	SLE RA 1	-3.7	Si
-180	-	-	822.71	-474.99	223046	398537	-36861	SLE RA 1	-9.2	223046	398537	-36861	SLE RA 1	-4.3	Si
-366	-	-	0	-949.98	178871	-47170	-24692	SLE RA 1	-4.9	178871	-47170	-24692	SLE RA 1	-9.8	Si
-366	-	-	822.71	-474.99	109675	161002	-32372	SLE RA 1	-6	109675	161002	-32372	SLE RA 1	-15.5	Si
-366	-	-	-949.98	0	-9164	-165128	-11775	SLE RA 1	-3.1	-9164	-165128	-11775	SLE RA 1	-0.3	Si
-366	-	-	-822.71	474.99	-63362	-152104	-12709	SLE RA 1	-3.2	-63362	-152104	-12709	SLE RA 1	-1.1	Si
-366	-	-	474.99	822.71	-181130	51859	-26315	SLE RA 1	-5.2	-181130	51859	-26315	SLE RA 1	-10.9	Si
-366	-	-	-949.98	0	-9164	-165128	-11775	SLE RA 1	-3.1	-9164	-165128	-11775	SLE RA 1	-0.3	Si
-366	-	-	949.98	0	-9541	195121	-32819	SLE RA 1	-6.1	-9541	195121	-32819	SLE RA 1	-15.8	Si
-366	-	-	-822.71	-474.99	50735	-163117	-14491	SLE RA 1	-3.5	50735	-163117	-14491	SLE RA 1	-2.2	Si
-366	-	-	474.99	-822.71	180272	63724	-29434	SLE RA 1	-5.6	180272	63724	-29434	SLE RA 1	-13.3	Si
-366	-	-	-474.99	822.71	-124093	-116107	-16133	SLE RA 1	-3.7	-124093	-116107	-16133	SLE RA 1	-3.6	Si
-366	-	-	822.71	474.99	-122787	149295	-30614	SLE RA 1	-5.8	-122787	149295	-30614	SLE RA 1	-14.2	Si
-366	-	-	-474.99	-822.71	123287	-127122	-19281	SLE RA 1	-4.2	123287	-127122	-19281	SLE RA 1	-5.8	Si
-366	-	-	0	949.98	-173437	-47880	-21039	SLE RA 1	-4.4	-173437	-47880	-21039	SLE RA 1	-7.1	Si
-553	-	-	-949.98	0	-3051	-80114	-10116	SLE RA 1	-2.1	-3051	-80114	-10116	SLE RA 1	-3.8	Si
-553	-	-	0	949.98	-51265	-44035	-18183	SLE RA 1	-3	-51265	-44035	-18183	SLE RA 1	-11.1	Si
-553	-	-	822.71	-474.99	34790	17481	-28050	SLE RA 1	-3.9	34790	17481	-28050	SLE RA 1	-20.8	Si
-553	-	-	-474.99	822.71	-36876	-64591	-13911	SLE RA 1	-2.5	-36876	-64591	-13911	SLE RA 1	-7.2	Si
-553	-	-	-822.71	474.99	-18981	-75732	-10930	SLE RA 1	-2.1	-18981	-75732	-10930	SLE RA 1	-4.5	Si
-553	-	-	0	-949.98	54801	-45910	-21364	SLE RA 1	-3.4	54801	-45910	-21364	SLE RA 1	-13.5	Si



Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Mx	My	N	Comb.	Sc,max	Mx	My	N	Comb.	Sf,max	Verifica
-553	-	-	822.71	474.99	-35323	14823	-26520	SLE RA 1	-3.7	-35323	14823	-26520	SLE RA 1	-19.6	Si
-553	-	-	-474.99	-822.71	37375	-69911	-16652	SLE RA 1	-2.9	37375	-69911	-16652	SLE RA 1	-9.2	Si
-553	-	-	-949.98	0	-3051	-80114	-10116	SLE RA 1	-2.1	-3051	-80114	-10116	SLE RA 1	-3.8	Si
-553	-	-	949.98	0	-1069	28218	-28440	SLE RA 1	-3.8	-1069	28218	-28440	SLE RA 1	-21.8	Si
-553	-	-	474.99	822.71	-53179	-14197	-22777	SLE RA 1	-3.4	-53179	-14197	-22777	SLE RA 1	-15.6	Si
-553	-	-	474.99	-822.71	55761	-12252	-25492	SLE RA 1	-3.8	55761	-12252	-25492	SLE RA 1	-17.7	Si
-553	-	-	-822.71	-474.99	14963	-80273	-12481	SLE RA 1	-2.4	14963	-80273	-12481	SLE RA 1	-5.6	Si
-739	-	-	822.71	-474.99	-7138	-53284	-23877	SLE RA 1	-3.5	-7138	-53284	-23877	SLE RA 1	-16.6	Si
-739	-	-	-474.99	822.71	11245	-27821	-11764	SLE RA 1	-1.8	11245	-27821	-11764	SLE RA 1	-8	Si
-739	-	-	-949.98	0	413	-24596	-8514	SLE RA 1	-1.3	413	-24596	-8514	SLE RA 1	-5.6	Si
-739	-	-	474.99	822.71	17238	-42430	-19359	SLE RA 1	-2.9	17238	-42430	-19359	SLE RA 1	-13.3	Si
-739	-	-	0	-949.98	-14112	-36368	-18149	SLE RA 1	-2.7	-14112	-36368	-18149	SLE RA 1	-12.7	Si
-739	-	-	-822.71	-474.99	-4743	-25742	-10540	SLE RA 1	-1.6	-4743	-25742	-10540	SLE RA 1	-7.2	Si
-739	-	-	822.71	474.99	12612	-51176	-22566	SLE RA 1	-3.4	12612	-51176	-22566	SLE RA 1	-15.5	Si
-739	-	-	-474.99	-822.71	-10232	-29430	-14112	SLE RA 1	-2.1	-10232	-29430	-14112	SLE RA 1	-9.8	Si
-739	-	-	-822.71	474.99	5548	-25125	-9211	SLE RA 1	-1.4	5548	-25125	-9211	SLE RA 1	-6.1	Si
-739	-	-	-949.98	0	413	-24596	-8514	SLE RA 1	-1.3	413	-24596	-8514	SLE RA 1	-5.6	Si
-739	-	-	949.98	0	3116	-55614	-24210	SLE RA 1	-3.6	3116	-55614	-24210	SLE RA 1	-16.7	Si
-739	-	-	474.99	-822.71	-13545	-45520	-21685	SLE RA 1	-3.2	-13545	-45520	-21685	SLE RA 1	-15.1	Si
-739	-	-	0	949.98	16067	-33645	-15424	SLE RA 1	-2.3	16067	-33645	-15424	SLE RA 1	-10.5	Si
-925	-	-	0	-949.98	-43032	-24806	-15032	SLE RA 1	-2.4	-43032	-24806	-15032	SLE RA 1	-9.5	Si
-925	-	-	-949.98	0	1925	5795	-6961	SLE RA 1	-0.9	1925	5795	-6961	SLE RA 1	-5.4	Si
-925	-	-	-474.99	-822.71	-30115	-5003	-11651	SLE RA 1	-1.8	-30115	-5003	-11651	SLE RA 1	-7.8	Si
-925	-	-	0	949.98	43874	-22230	-12750	SLE RA 1	-2.1	43874	-22230	-12750	SLE RA 1	-7.7	Si
-925	-	-	474.99	-822.71	-42758	-51848	-17995	SLE RA 1	-2.9	-42758	-51848	-17995	SLE RA 1	-11	Si
-925	-	-	822.71	474.99	32177	-71447	-18733	SLE RA 1	-3.1	32177	-71447	-18733	SLE RA 1	-10.9	Si
-925	-	-	474.99	822.71	46234	-47051	-16046	SLE RA 1	-2.7	46234	-47051	-16046	SLE RA 1	-9.4	Si
-925	-	-	-822.71	-474.99	-12873	4421	-8658	SLE RA 1	-1.2	-12873	4421	-8658	SLE RA 1	-6.3	Si
-925	-	-	-822.71	474.99	15739	3112	-7545	SLE RA 1	-1.1	15739	3112	-7545	SLE RA 1	-5.3	Si
-925	-	-	949.98	0	4427	-83213	-20110	SLE RA 1	-3.4	4427	-83213	-20110	SLE RA 1	-11.8	Si
-925	-	-	-949.98	0	1925	5795	-6961	SLE RA 1	-0.9	1925	5795	-6961	SLE RA 1	-5.4	Si
-925	-	-	-474.99	822.71	31166	-5418	-9684	SLE RA 1	-1.5	31166	-5418	-9684	SLE RA 1	-6.2	Si
-925	-	-	822.71	-474.99	-25019	-75330	-19831	SLE RA 1	-3.3	-25019	-75330	-19831	SLE RA 1	-11.8	Si
-1205	-	-	0	-949.98	-42100	-10939	-13829	SLE RA 1	-2.2	-42100	-10939	-13829	SLE RA 1	-8.9	Si
-1205	-	-	822.71	-474.99	-24981	-60206	-17722	SLE RA 1	-2.9	-24981	-60206	-17722	SLE RA 1	-10.8	Si
-1205	-	-	-822.71	474.99	15216	15389	-7754	SLE RA 1	-1.2	15216	15389	-7754	SLE RA 1	-5.1	Si
-1205	-	-	-474.99	822.71	30007	6995	-9490	SLE RA 1	-1.5	30007	6995	-9490	SLE RA 1	-6	Si
-1205	-	-	474.99	822.71	44253	-33285	-14651	SLE RA 1	-2.4	44253	-33285	-14651	SLE RA 1	-8.9	Si
-1205	-	-	-949.98	0	1986	18180	-7280	SLE RA 1	-1.1	1986	18180	-7280	SLE RA 1	-4.9	Si
-1205	-	-	-474.99	-822.71	-29295	8225	-11085	SLE RA 1	-1.7	-29295	8225	-11085	SLE RA 1	-7.4	Si
-1205	-	-	0	949.98	42132	-9306	-11977	SLE RA 1	-1.9	42132	-9306	-11977	SLE RA 1	-7.4	Si
-1205	-	-	474.99	-822.71	-42058	-37262	-16233	SLE RA 1	-2.6	-42058	-37262	-16233	SLE RA 1	-10.1	Si
-1205	-	-	822.71	474.99	30508	-56800	-16831	SLE RA 1	-2.8	30508	-56800	-16831	SLE RA 1	-10.2	Si
-1205	-	-	-822.71	-474.99	-12348	17164	-8657	SLE RA 1	-1.3	-12348	17164	-8657	SLE RA 1	-5.9	Si
-1205	-	-	-949.98	0	1986	18180	-7280	SLE RA 1	-1.1	1986	18180	-7280	SLE RA 1	-4.9	Si
-1205	-	-	949.98	0	3545	-68038	-17949	SLE RA 1	-2.9	3545	-68038	-17949	SLE RA 1	-10.9	Si
-1391	-	-	0	949.98	30240	-4068	-9435	SLE RA 1	-1.5	30240	-4068	-9435	SLE RA 1	-6	Si



Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Mx	My	N	Comb.	Sc,max	Mx	My	N	Comb.	Sf,max	Verifica
-1391	-	-	-949.98	0	1456	15784	-5807	SLE RA 1	-0.9	1456	15784	-5807	SLE RA 1	-3.9	Si
-1391	-	-	-474.99	-822.71	-21108	8729	-8747	SLE RA 1	-1.3	-21108	8729	-8747	SLE RA 1	-5.9	Si
-1391	-	-	-822.71	474.99	10943	13734	-6173	SLE RA 1	-0.9	10943	13734	-6173	SLE RA 1	-4.1	Si
-1391	-	-	822.71	-474.99	-18137	-40582	-13874	SLE RA 1	-2.2	-18137	-40582	-13874	SLE RA 1	-8.9	Si
-1391	-	-	-822.71	-474.99	-8860	15121	-6871	SLE RA 1	-1	-8860	15121	-6871	SLE RA 1	-4.6	Si
-1391	-	-	822.71	474.99	21812	-38208	-13186	SLE RA 1	-2.1	21812	-38208	-13186	SLE RA 1	-8.3	Si
-1391	-	-	949.98	0	2391	-46260	-14049	SLE RA 1	-2.2	2391	-46260	-14049	SLE RA 1	-8.9	Si
-1391	-	-	474.99	-822.71	-30403	-24028	-12723	SLE RA 1	-2	-30403	-24028	-12723	SLE RA 1	-8.2	Si
-1391	-	-	-474.99	822.71	21555	7666	-7514	SLE RA 1	-1.2	21555	7666	-7514	SLE RA 1	-4.9	Si
-1391	-	-	0	-949.98	-30386	-5058	-10866	SLE RA 1	-1.7	-30386	-5058	-10866	SLE RA 1	-7.2	Si
-1391	-	-	474.99	822.71	31731	-21310	-11502	SLE RA 1	-1.8	31731	-21310	-11502	SLE RA 1	-7.3	Si
-1391	-	-	-949.98	0	1456	15784	-5807	SLE RA 1	-0.9	1456	15784	-5807	SLE RA 1	-3.9	Si
-1577	-	-	-474.99	-822.71	-11678	5878	-6453	SLE RA 1	-0.9	-11678	5878	-6453	SLE RA 1	-4.6	Si
-1577	-	-	-474.99	822.71	11900	5224	-5577	SLE RA 1	-0.8	11900	5224	-5577	SLE RA 1	-3.8	Si
-1577	-	-	822.71	474.99	12004	-20121	-9608	SLE RA 1	-1.4	12004	-20121	-9608	SLE RA 1	-6.6	Si
-1577	-	-	474.99	-822.71	-16858	-12238	-9279	SLE RA 1	-1.4	-16858	-12238	-9279	SLE RA 1	-6.4	Si
-1577	-	-	0	949.98	16686	-1264	-6943	SLE RA 1	-1	16686	-1264	-6943	SLE RA 1	-4.8	Si
-1577	-	-	0	-949.98	-16830	-1742	-7960	SLE RA 1	-1.2	-16830	-1742	-7960	SLE RA 1	-5.6	Si
-1577	-	-	474.99	822.71	17497	-10790	-8411	SLE RA 1	-1.3	17497	-10790	-8411	SLE RA 1	-5.7	Si
-1577	-	-	822.71	-474.99	-10086	-21405	-10097	SLE RA 1	-1.5	-10086	-21405	-10097	SLE RA 1	-6.9	Si
-1577	-	-	949.98	0	1262	-24560	-10222	SLE RA 1	-1.5	1262	-24560	-10222	SLE RA 1	-7	Si
-1577	-	-	-822.71	474.99	6047	8588	-4624	SLE RA 1	-0.7	6047	8588	-4624	SLE RA 1	-3.2	Si
-1577	-	-	-949.98	0	814	9737	-4364	SLE RA 1	-0.6	814	9737	-4364	SLE RA 1	-3	Si
-1577	-	-	-949.98	0	814	9737	-4364	SLE RA 1	-0.6	814	9737	-4364	SLE RA 1	-3	Si
-1577	-	-	-822.71	-474.99	-4888	9396	-5120	SLE RA 1	-0.7	-4888	9396	-5120	SLE RA 1	-3.6	Si
-1764	-	-	-949.98	0	279	3557	-2945	SLE RA 1	-0.4	279	3557	-2945	SLE RA 1	-2.2	Si
-1764	-	-	822.71	474.99	4063	-6584	-6082	SLE RA 1	-0.8	4063	-6584	-6082	SLE RA 1	-4.6	Si
-1764	-	-	-949.98	0	279	3557	-2945	SLE RA 1	-0.4	279	3557	-2945	SLE RA 1	-2.2	Si
-1764	-	-	-474.99	822.71	4037	2018	-3671	SLE RA 1	-0.5	4037	2018	-3671	SLE RA 1	-2.8	Si
-1764	-	-	0	-949.98	-5723	-330	-5096	SLE RA 1	-0.7	-5723	-330	-5096	SLE RA 1	-3.9	Si
-1764	-	-	-822.71	474.99	2053	3164	-3101	SLE RA 1	-0.4	2053	3164	-3101	SLE RA 1	-2.3	Si
-1764	-	-	474.99	-822.71	-5737	-3897	-5885	SLE RA 1	-0.8	-5737	-3897	-5885	SLE RA 1	-4.4	Si
-1764	-	-	0	949.98	5659	-185	-4488	SLE RA 1	-0.6	5659	-185	-4488	SLE RA 1	-3.4	Si
-1764	-	-	-822.71	-474.99	-1657	3448	-3397	SLE RA 1	-0.5	-1657	3448	-3397	SLE RA 1	-2.6	Si
-1764	-	-	822.71	-474.99	-3440	-7013	-6374	SLE RA 1	-0.9	-3440	-7013	-6374	SLE RA 1	-4.8	Si
-1764	-	-	-474.99	-822.71	-3968	2257	-4195	SLE RA 1	-0.6	-3968	2257	-4195	SLE RA 1	-3.2	Si
-1764	-	-	949.98	0	414	-8088	-6449	SLE RA 1	-0.9	414	-8088	-6449	SLE RA 1	-4.8	Si
-1764	-	-	474.99	822.71	5931	-3418	-5366	SLE RA 1	-0.7	5931	-3418	-5366	SLE RA 1	-4	Si
-1950	-	-	822.71	-474.99	0	0	-2687	SLE RA 1	-0.3	0	0	-2687	SLE RA 1	-2.2	Si
-1950	-	-	822.71	474.99	0	0	-2590	SLE RA 1	-0.3	0	0	-2590	SLE RA 1	-2.1	Si
-1950	-	-	-949.98	0	0	0	-1545	SLE RA 1	-0.2	0	0	-1545	SLE RA 1	-1.3	Si
-1950	-	-	-474.99	-822.71	0	0	-1962	SLE RA 1	-0.2	0	0	-1962	SLE RA 1	-1.6	Si
-1950	-	-	474.99	822.71	0	0	-2352	SLE RA 1	-0.3	0	0	-2352	SLE RA 1	-1.9	Si
-1950	-	-	474.99	-822.71	0	0	-2525	SLE RA 1	-0.3	0	0	-2525	SLE RA 1	-2.1	Si
-1950	-	-	0	-949.98	0	0	-2262	SLE RA 1	-0.3	0	0	-2262	SLE RA 1	-1.9	Si
-1950	-	-	0	949.98	0	0	-2059	SLE RA 1	-0.3	0	0	-2059	SLE RA 1	-1.7	Si
-1950	-	-	949.98	0	0	0	-2712	SLE RA 1	-0.3	0	0	-2712	SLE RA 1	-2.2	Si



Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Mx	My	N	Comb.	Sc,max	Mx	My	N	Comb.	Sf,max	Verifica
-1950	-	-	-474.99	822.71	0	0	-1787	SLE RA 1	-0.2	0	0	-1787	SLE RA 1	-1.5	Si
-1950	-	-	-949.98	0	0	0	-1545	SLE RA 1	-0.2	0	0	-1545	SLE RA 1	-1.3	Si
-1950	-	-	-822.71	-474.99	0	0	-1696	SLE RA 1	-0.2	0	0	-1696	SLE RA 1	-1.4	Si
-1950	-	-	-822.71	474.99	0	0	-1597	SLE RA 1	-0.2	0	0	-1597	SLE RA 1	-1.3	Si

Verifiche delle tensioni nella famiglia Quasi permanenti

Tensione limite del calcestruzzo: 112.1

Coefficiente di omogeneizzazione impiegato: $E_s * (1 + \phi) / E_c = 6.55$

Coefficiente di viscosità: $\phi = 0$

Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Mx	My	N	Comb.	Sc,max	Verifica
-180	-	-	-822.71	-474.99	105575	-271335	-16578	SLE QP 1	-5	Si
-180	-	-	-949.98	0	-18331	-277111	-13497	SLE QP 1	-4.5	Si
-180	-	-	-949.98	0	-18331	-277111	-13497	SLE QP 1	-4.5	Si
-180	-	-	0	-949.98	367876	-30418	-28150	SLE QP 1	-7.2	Si
-180	-	-	949.98	0	-23549	468106	-37368	SLE QP 1	-9.4	Si
-180	-	-	474.99	822.71	-377419	170343	-29990	SLE QP 1	-7.9	Si
-180	-	-	-474.99	822.71	-257633	-177359	-18440	SLE QP 1	-5.4	Si
-180	-	-	0	949.98	-360658	-36306	-24006	SLE QP 1	-6.6	Si
-180	-	-	822.71	474.99	-257389	372493	-34867	SLE QP 1	-8.9	Si
-180	-	-	-474.99	-822.71	254397	-195897	-22011	SLE QP 1	-6	Si
-180	-	-	-822.71	474.99	-131227	-251153	-14557	SLE QP 1	-4.7	Si
-180	-	-	474.99	-822.71	369630	198324	-33528	SLE QP 1	-8.4	Si
-180	-	-	822.71	-474.99	223046	398537	-36861	SLE QP 1	-9.2	Si
-366	-	-	0	-949.98	178871	-47170	-24692	SLE QP 1	-4.9	Si
-366	-	-	822.71	-474.99	109675	161002	-32372	SLE QP 1	-6	Si
-366	-	-	-949.98	0	-9164	-165128	-11775	SLE QP 1	-3.1	Si
-366	-	-	-822.71	474.99	-63362	-152104	-12709	SLE QP 1	-3.2	Si
-366	-	-	474.99	822.71	-181130	51859	-26315	SLE QP 1	-5.2	Si
-366	-	-	-949.98	0	-9164	-165128	-11775	SLE QP 1	-3.1	Si
-366	-	-	949.98	0	-9541	195121	-32819	SLE QP 1	-6.1	Si
-366	-	-	-822.71	-474.99	50735	-163117	-14491	SLE QP 1	-3.5	Si
-366	-	-	474.99	-822.71	180272	63724	-29434	SLE QP 1	-5.6	Si
-366	-	-	-474.99	822.71	-124093	-116107	-16133	SLE QP 1	-3.7	Si
-366	-	-	822.71	474.99	-122787	149295	-30614	SLE QP 1	-5.8	Si
-366	-	-	-474.99	-822.71	123287	-127122	-19281	SLE QP 1	-4.2	Si
-366	-	-	0	949.98	-173437	-47880	-21039	SLE QP 1	-4.4	Si
-553	-	-	-949.98	0	-3051	-80114	-10116	SLE QP 1	-2.1	Si
-553	-	-	0	949.98	-51265	-44035	-18183	SLE QP 1	-3	Si
-553	-	-	822.71	-474.99	34790	17481	-28050	SLE QP 1	-3.9	Si
-553	-	-	-474.99	822.71	-36876	-64591	-13911	SLE QP 1	-2.5	Si
-553	-	-	-822.71	474.99	-18981	-75732	-10930	SLE QP 1	-2.1	Si
-553	-	-	0	-949.98	54801	-45910	-21364	SLE QP 1	-3.4	Si
-553	-	-	822.71	474.99	-35323	14823	-26520	SLE QP 1	-3.7	Si
-553	-	-	-474.99	-822.71	37375	-69911	-16652	SLE QP 1	-2.9	Si
-553	-	-	-949.98	0	-3051	-80114	-10116	SLE QP 1	-2.1	Si
-553	-	-	949.98	0	-10669	28218	-28440	SLE QP 1	-3.8	Si
-553	-	-	474.99	822.71	-53179	-14197	-22777	SLE QP 1	-3.4	Si
-553	-	-	474.99	-822.71	55761	-12252	-25492	SLE QP 1	-3.8	Si
-553	-	-	-822.71	-474.99	14963	-80273	-12481	SLE QP 1	-2.4	Si
-739	-	-	822.71	-474.99	-7138	-53284	-23877	SLE QP 1	-3.5	Si
-739	-	-	-474.99	822.71	11245	-27821	-11764	SLE QP 1	-1.8	Si
-739	-	-	-949.98	0	413	-24596	-8514	SLE QP 1	-1.3	Si
-739	-	-	474.99	822.71	17238	-42430	-19359	SLE QP 1	-2.9	Si
-739	-	-	0	-949.98	-14112	-36368	-18149	SLE QP 1	-2.7	Si
-739	-	-	-822.71	-474.99	-4743	-25742	-10540	SLE QP 1	-1.6	Si
-739	-	-	822.71	474.99	12612	-51176	-22566	SLE QP 1	-3.4	Si
-739	-	-	-474.99	-822.71	-10232	-29430	-14112	SLE QP 1	-2.1	Si
-739	-	-	-822.71	474.99	5548	-25125	-9211	SLE QP 1	-1.4	Si
-739	-	-	-949.98	0	413	-24596	-8514	SLE QP 1	-1.3	Si
-739	-	-	949.98	0	3116	-55614	-24210	SLE QP 1	-3.6	Si
-739	-	-	474.99	-822.71	-13545	-45520	-21685	SLE QP 1	-3.2	Si
-739	-	-	0	949.98	16067	-33645	-15424	SLE QP 1	-2.3	Si
-925	-	-	0	-949.98	-43032	-24806	-15032	SLE QP 1	-2.4	Si
-925	-	-	-949.98	0	1925	5795	-6961	SLE QP 1	-0.9	Si
-925	-	-	-474.99	-822.71	-30115	-5003	-11651	SLE QP 1	-1.8	Si
-925	-	-	0	949.98	43874	-22230	-12750	SLE QP 1	-2.1	Si
-925	-	-	474.99	-822.71	-42758	-51848	-17995	SLE QP 1	-2.9	Si
-925	-	-	822.71	474.99	32177	-71447	-18733	SLE QP 1	-3.1	Si
-925	-	-	474.99	822.71	46234	-47051	-16046	SLE QP 1	-2.7	Si
-925	-	-	-822.71	-474.99	-12873	4421	-8658	SLE QP 1	-1.2	Si
-925	-	-	-822.71	474.99	15739	3112	-7545	SLE QP 1	-1.1	Si
-925	-	-	949.98	0	4427	-83213	-20110	SLE QP 1	-3.4	Si
-925	-	-	-949.98	0	1925	5795	-6961	SLE QP 1	-0.9	Si
-925	-	-	-474.99	822.71	31166	-5418	-9684	SLE QP 1	-1.5	Si
-925	-	-	822.71	-474.99	-25019	-75330	-19831	SLE QP 1	-3.3	Si
-1205	-	-	0	-949.98	-42100	-10939	-13829	SLE QP 1	-2.2	Si
-1205	-	-	822.71	-474.99	-24981	-60206	-17722	SLE QP 1	-2.9	Si
-1205	-	-	-822.71	474.99	15216	15389	-7754	SLE QP 1	-1.2	Si



Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Mx	My	N	Comb.	Sc,max	Verifica
-1205	-	-	-474.99	822.71	30007	6995	-9490	SLE QP 1	-1.5	Si
-1205	-	-	474.99	822.71	44253	-33285	-14651	SLE QP 1	-2.4	Si
-1205	-	-	-949.98	0	1986	18180	-7280	SLE QP 1	-1.1	Si
-1205	-	-	-474.99	-822.71	-29295	8225	-11085	SLE QP 1	-1.7	Si
-1205	-	-	0	949.98	42132	-9306	-11977	SLE QP 1	-1.9	Si
-1205	-	-	474.99	-822.71	-42058	-37262	-16233	SLE QP 1	-2.6	Si
-1205	-	-	822.71	474.99	30508	-56800	-16831	SLE QP 1	-2.8	Si
-1205	-	-	-822.71	-474.99	-12348	17164	-8657	SLE QP 1	-1.3	Si
-1205	-	-	-949.98	0	1986	18180	-7280	SLE QP 1	-1.1	Si
-1205	-	-	949.98	0	3545	-68038	-17949	SLE QP 1	-2.9	Si
-1391	-	-	0	949.98	30240	-4068	-9435	SLE QP 1	-1.5	Si
-1391	-	-	-949.98	0	1456	15784	-5807	SLE QP 1	-0.9	Si
-1391	-	-	-474.99	-822.71	-21108	8729	-8747	SLE QP 1	-1.3	Si
-1391	-	-	-822.71	474.99	10943	13734	-6173	SLE QP 1	-0.9	Si
-1391	-	-	822.71	-474.99	-18137	-40582	-13874	SLE QP 1	-2.2	Si
-1391	-	-	-822.71	-474.99	-8860	15121	-6871	SLE QP 1	-1	Si
-1391	-	-	822.71	474.99	21812	-38208	-13186	SLE QP 1	-2.1	Si
-1391	-	-	949.98	0	2391	-46260	-14049	SLE QP 1	-2.2	Si
-1391	-	-	474.99	-822.71	-30403	-24028	-12723	SLE QP 1	-2	Si
-1391	-	-	-474.99	822.71	21555	7666	-7514	SLE QP 1	-1.2	Si
-1391	-	-	0	-949.98	-30386	-5058	-10866	SLE QP 1	-1.7	Si
-1391	-	-	474.99	822.71	31731	-21310	-11502	SLE QP 1	-1.8	Si
-1391	-	-	-949.98	0	1456	15784	-5807	SLE QP 1	-0.9	Si
-1577	-	-	-474.99	-822.71	-11678	5878	-6453	SLE QP 1	-0.9	Si
-1577	-	-	-474.99	822.71	11900	5224	-5577	SLE QP 1	-0.8	Si
-1577	-	-	822.71	474.99	12004	-20121	-9608	SLE QP 1	-1.4	Si
-1577	-	-	474.99	-822.71	-16858	-12238	-9279	SLE QP 1	-1.4	Si
-1577	-	-	0	949.98	16686	-1264	-6943	SLE QP 1	-1	Si
-1577	-	-	0	-949.98	-16830	-1742	-7960	SLE QP 1	-1.2	Si
-1577	-	-	474.99	822.71	17497	-10790	-8411	SLE QP 1	-1.3	Si
-1577	-	-	822.71	-474.99	-10086	-21405	-10097	SLE QP 1	-1.5	Si
-1577	-	-	949.98	0	1262	-24560	-10222	SLE QP 1	-1.5	Si
-1577	-	-	-822.71	474.99	6047	8588	-4624	SLE QP 1	-0.7	Si
-1577	-	-	-949.98	0	814	9737	-4364	SLE QP 1	-0.6	Si
-1577	-	-	-949.98	0	814	9737	-4364	SLE QP 1	-0.6	Si
-1577	-	-	-822.71	-474.99	-4888	9396	-5120	SLE QP 1	-0.7	Si
-1764	-	-	-949.98	0	279	3557	-2945	SLE QP 1	-0.4	Si
-1764	-	-	822.71	474.99	4063	-6584	-6082	SLE QP 1	-0.8	Si
-1764	-	-	-949.98	0	279	3557	-2945	SLE QP 1	-0.4	Si
-1764	-	-	-474.99	822.71	4037	2018	-3671	SLE QP 1	-0.5	Si
-1764	-	-	0	-949.98	-5723	-330	-5096	SLE QP 1	-0.7	Si
-1764	-	-	-822.71	474.99	2053	3164	-3101	SLE QP 1	-0.4	Si
-1764	-	-	474.99	-822.71	-5737	-3897	-5885	SLE QP 1	-0.8	Si
-1764	-	-	0	949.98	5659	-185	-4488	SLE QP 1	-0.6	Si
-1764	-	-	-822.71	-474.99	-1657	3448	-3397	SLE QP 1	-0.5	Si
-1764	-	-	822.71	-474.99	-3440	-7013	-6374	SLE QP 1	-0.9	Si
-1764	-	-	-474.99	-822.71	-3968	2257	-4195	SLE QP 1	-0.6	Si
-1764	-	-	949.98	0	414	-8088	-6449	SLE QP 1	-0.9	Si
-1764	-	-	474.99	822.71	5931	-3418	-5366	SLE QP 1	-0.7	Si
-1950	-	-	822.71	-474.99	0	0	-2687	SLE QP 1	-0.3	Si
-1950	-	-	822.71	474.99	0	0	-2590	SLE QP 1	-0.3	Si
-1950	-	-	-949.98	0	0	0	-1545	SLE QP 1	-0.2	Si
-1950	-	-	-474.99	-822.71	0	0	-1962	SLE QP 1	-0.2	Si
-1950	-	-	474.99	822.71	0	0	-2352	SLE QP 1	-0.3	Si
-1950	-	-	474.99	-822.71	0	0	-2525	SLE QP 1	-0.3	Si
-1950	-	-	0	-949.98	0	0	-2262	SLE QP 1	-0.3	Si
-1950	-	-	0	949.98	0	0	-2059	SLE QP 1	-0.3	Si
-1950	-	-	949.98	0	0	0	-2712	SLE QP 1	-0.3	Si
-1950	-	-	-474.99	822.71	0	0	-1787	SLE QP 1	-0.2	Si
-1950	-	-	-949.98	0	0	0	-1545	SLE QP 1	-0.2	Si
-1950	-	-	-822.71	-474.99	0	0	-1696	SLE QP 1	-0.2	Si
-1950	-	-	-822.71	474.99	0	0	-1597	SLE QP 1	-0.2	Si

Verifiche delle fessure nella famiglia Esercizio frequente

Valore limite di controllo: 0.3 mm

Coefficiente di omogeneizzazione impiegato: $E_s / E_c = 6.55$

Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Mx	My	N	Comb.	Fess	Wka,mm	Wk,mm	Sm,cm	Verifica
-180	-	-	-822.71	-474.99	105575	-271335	-16578	SLE FR 1	No				Si
-180	-	-	0	0	-18331	-277111	-13497	SLE FR 1	No				Si
-180	-	-	-949.98	0	-18331	-277111	-13497	SLE FR 1	No				Si
-180	-	-	0	-949.98	367876	-30418	-28150	SLE FR 1	No				Si
-180	-	-	949.98	0	-23549	468106	-37368	SLE FR 1	No				Si
-180	-	-	474.99	822.71	-377419	170343	-29990	SLE FR 1	No				Si
-180	-	-	-474.99	822.71	-257633	-177359	-18440	SLE FR 1	No				Si
-180	-	-	0	949.98	-360658	-36306	-24006	SLE FR 1	No				Si
-180	-	-	822.71	474.99	-257389	372493	-34867	SLE FR 1	No				Si
-180	-	-	-474.99	-822.71	254397	-195897	-22011	SLE FR 1	No				Si
-180	-	-	-822.71	474.99	-131227	-251153	-14557	SLE FR 1	No				Si
-180	-	-	474.99	-822.71	369630	198324	-33528	SLE FR 1	No				Si
-180	-	-	822.71	-474.99	223046	398537	-36861	SLE FR 1	No				Si
-366	-	-	0	-949.98	178871	-47170	-24692	SLE FR 1	No				Si
-366	-	-	822.71	-474.99	109675	161002	-32372	SLE FR 1	No				Si
-366	-	-	-949.98	0	-9164	-165128	-11775	SLE FR 1	No				Si
-366	-	-	-822.71	474.99	-63362	-152104	-12709	SLE FR 1	No				Si



Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Mx	My	N	Comb.	Fess	Wka,mm	Wk,mm	Sm,cm	Verifica
-1764	-	-	-822.71	474.99	2053	3164	-3101	SLE FR 1	No				Si
-1764	-	-	474.99	-822.71	-5737	-3897	-5885	SLE FR 1	No				Si
-1764	-	-	0	949.98	5659	-185	-4488	SLE FR 1	No				Si
-1764	-	-	-822.71	-474.99	-1657	3448	-3397	SLE FR 1	No				Si
-1764	-	-	822.71	-474.99	-3440	-7013	-6374	SLE FR 1	No				Si
-1764	-	-	-474.99	-822.71	-3968	2257	-4195	SLE FR 1	No				Si
-1764	-	-	949.98	0	414	-8088	-6449	SLE FR 1	No				Si
-1764	-	-	474.99	822.71	5931	-3418	-5366	SLE FR 1	No				Si
-1950	-	-	822.71	-474.99	0	0	-2687	SLE FR 1	No				Si
-1950	-	-	822.71	474.99	0	0	-2590	SLE FR 1	No				Si
-1950	-	-	-949.98	0	0	0	-1545	SLE FR 1	No				Si
-1950	-	-	-474.99	-822.71	0	0	-1962	SLE FR 1	No				Si
-1950	-	-	474.99	822.71	0	0	-2352	SLE FR 1	No				Si
-1950	-	-	474.99	-822.71	0	0	-2525	SLE FR 1	No				Si
-1950	-	-	0	-949.98	0	0	-2262	SLE FR 1	No				Si
-1950	-	-	0	949.98	0	0	-2059	SLE FR 1	No				Si
-1950	-	-	949.98	0	0	0	-2712	SLE FR 1	No				Si
-1950	-	-	-474.99	822.71	0	0	-1787	SLE FR 1	No				Si
-1950	-	-	-949.98	0	0	0	-1545	SLE FR 1	No				Si
-1950	-	-	-822.71	-474.99	0	0	-1696	SLE FR 1	No				Si
-1950	-	-	-822.71	474.99	0	0	-1597	SLE FR 1	No				Si

Verifiche delle fessure nella famiglia Esercizio quasi permanente

Valore limite di controllo: 0.2 mm

Coefficiente di omogeneizzazione impiegato: $E_s * (1 + \phi) / E_c = 6.55$

Coefficiente di viscosità: $\phi = 0$

Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Mx	My	N	Comb.	Fess	Wka,mm	Wk,mm	Sm,cm	Verifica
-180	-	-	-822.71	-474.99	105575	-271335	-16578	SLE QP 1	No				Si
-180	-	-	-949.98	0	-18331	-277111	-13497	SLE QP 1	No				Si
-180	-	-	-949.98	0	-18331	-277111	-13497	SLE QP 1	No				Si
-180	-	-	0	-949.98	367876	-30418	-28150	SLE QP 1	No				Si
-180	-	-	949.98	0	-23549	468106	-37368	SLE QP 1	No				Si
-180	-	-	474.99	822.71	-377419	170343	-29990	SLE QP 1	No				Si
-180	-	-	-474.99	822.71	-257633	-177359	-18440	SLE QP 1	No				Si
-180	-	-	0	949.98	-360658	-36306	-24006	SLE QP 1	No				Si
-180	-	-	822.71	474.99	-257389	372493	-34867	SLE QP 1	No				Si
-180	-	-	-474.99	-822.71	254397	-195897	-22011	SLE QP 1	No				Si
-180	-	-	-822.71	474.99	-131227	-251153	-14557	SLE QP 1	No				Si
-180	-	-	474.99	-822.71	369630	198324	-33528	SLE QP 1	No				Si
-180	-	-	822.71	-474.99	223046	398537	-36861	SLE QP 1	No				Si
-366	-	-	0	-949.98	178871	-47170	-24692	SLE QP 1	No				Si
-366	-	-	822.71	-474.99	109675	161002	-32372	SLE QP 1	No				Si
-366	-	-	-949.98	0	-9164	-165128	-11775	SLE QP 1	No				Si
-366	-	-	-822.71	474.99	-63362	-152104	-12709	SLE QP 1	No				Si
-366	-	-	474.99	822.71	-181130	51859	-26315	SLE QP 1	No				Si
-366	-	-	-949.98	0	-9164	-165128	-11775	SLE QP 1	No				Si
-366	-	-	949.98	0	-9541	195121	-32819	SLE QP 1	No				Si
-366	-	-	-822.71	-474.99	50735	-163117	-14491	SLE QP 1	No				Si
-366	-	-	474.99	-822.71	180272	63724	-29434	SLE QP 1	No				Si
-366	-	-	-474.99	822.71	-124093	-116107	-16133	SLE QP 1	No				Si
-366	-	-	822.71	474.99	-122787	149295	-30614	SLE QP 1	No				Si
-366	-	-	-474.99	-822.71	123287	-127122	-19281	SLE QP 1	No				Si
-366	-	-	0	949.98	-173437	-47880	-21039	SLE QP 1	No				Si
-553	-	-	-949.98	0	-3051	-80114	-10116	SLE QP 1	No				Si
-553	-	-	0	949.98	-51265	-44035	-18183	SLE QP 1	No				Si
-553	-	-	822.71	-474.99	34790	17481	-28050	SLE QP 1	No				Si
-553	-	-	-474.99	822.71	-36876	-64591	-13911	SLE QP 1	No				Si
-553	-	-	-822.71	474.99	-18981	-75732	-10930	SLE QP 1	No				Si
-553	-	-	0	-949.98	54801	-45910	-21364	SLE QP 1	No				Si
-553	-	-	822.71	474.99	-35323	14823	-26520	SLE QP 1	No				Si
-553	-	-	-474.99	-822.71	37375	-69911	-16652	SLE QP 1	No				Si
-553	-	-	-949.98	0	-3051	-80114	-10116	SLE QP 1	No				Si
-553	-	-	949.98	0	-1069	28218	-28440	SLE QP 1	No				Si
-553	-	-	474.99	822.71	-53179	-14197	-22777	SLE QP 1	No				Si
-553	-	-	474.99	-822.71	55761	-12252	-25492	SLE QP 1	No				Si
-553	-	-	-822.71	-474.99	14963	-80273	-12481	SLE QP 1	No				Si
-739	-	-	822.71	-474.99	-7138	-53284	-23877	SLE QP 1	No				Si
-739	-	-	-474.99	822.71	11245	-27821	-11764	SLE QP 1	No				Si
-739	-	-	-949.98	0	413	-24596	-8514	SLE QP 1	No				Si
-739	-	-	474.99	822.71	17238	-42430	-19359	SLE QP 1	No				Si
-739	-	-	0	-949.98	-14112	-36368	-18149	SLE QP 1	No				Si
-739	-	-	-822.71	-474.99	-4743	-25742	-10540	SLE QP 1	No				Si
-739	-	-	822.71	474.99	12612	-51176	-22566	SLE QP 1	No				Si
-739	-	-	-474.99	-822.71	-10232	-29430	-14112	SLE QP 1	No				Si
-739	-	-	-822.71	474.99	5548	-25125	-9211	SLE QP 1	No				Si
-739	-	-	-949.98	0	413	-24596	-8514	SLE QP 1	No				Si
-739	-	-	949.98	0	3116	-55614	-24210	SLE QP 1	No				Si
-739	-	-	474.99	-822.71	-13545	-45520	-21685	SLE QP 1	No				Si
-739	-	-	0	949.98	16067	-33645	-15424	SLE QP 1	No				Si
-925	-	-	0	-949.98	-43032	-24806	-15032	SLE QP 1	No				Si
-925	-	-	-949.98	0	1925	5795	-6961	SLE QP 1	No				Si
-925	-	-	-474.99	-822.71	-30115	-5003	-11651	SLE QP 1	No				Si



Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	N	MultT	Vrd,4.1.23	VRsd,4.1.27	VRcd,4.1.28	Cotg	Comb.	C.S.	Verifica
-1950	-	-	822.71	-474.99	0	0	-1618		23435	26447	231529	1	SLV 1	100	Si
-1950	-	-	822.71	474.99	0	0	-1483		23416	26447	231501	1	SLV 1	100	Si
-1950	-	-	-949.98	0	0	0	-678		23304	26447	231333	1	SLV 1	100	Si
-1950	-	-	-474.99	-822.71	0	0	-1072		23359	26447	231416	1	SLV 1	100	Si
-1950	-	-	474.99	822.71	0	0	-1276		23387	26447	231458	1	SLV 1	100	Si
-1950	-	-	474.99	-822.71	0	0	-1513		23420	26447	231508	1	SLV 1	100	Si
-1950	-	-	0	-949.98	0	0	-1317		23393	26447	231467	1	SLV 1	100	Si
-1950	-	-	0	949.98	0	0	-1039		23354	26447	231409	1	SLV 1	100	Si
-1950	-	-	949.98	0	0	0	-1607		23433	26447	231527	1	SLV 1	100	Si
-1950	-	-	-474.99	822.71	0	0	-832		23326	26447	231366	1	SLV 1	100	Si
-1950	-	-	-949.98	0	0	0	-678		23304	26447	231333	1	SLV 1	100	Si
-1950	-	-	-822.71	-474.99	0	0	-835		23326	26447	231366	1	SLV 1	100	Si
-1950	-	-	-822.71	474.99	0	0	-698		23307	26447	231338	1	SLV 1	100	Si



ALLEGATO 02 – RISULTATI VERIFICHE GEOTECNICHE OPERE DI FONDAZIONE

VERIFICHE PIASTRE IN C.A.

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [cm, daN, deg] ove non espressamente specificato.

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [cm, daN, deg] ove non espressamente specificato.

Nodo: indice del nodo di verifica.

Dir.: direzione della sezione di verifica.

B: base della sezione rettangolare di verifica. [cm]

H: altezza della sezione rettangolare di verifica. [cm]

A. sup.: area barre armatura superiori. [cm²]

C. sup.: distanza media delle barre superiori dal bordo superiore della sezione. [cm]

A. inf.: area barre armatura inferiori. [cm²]

C. inf.: distanza media delle barre inferiori dal bordo inferiore della sezione. [cm]

Comb.: combinazione di verifica.

M: momento flettente. [daN*cm]

N: sforzo normale. [daN]

Mu: momento flettente ultimo. [daN*cm]

Nu: sforzo normale ultimo. [daN]

c.s.: coefficiente di sicurezza.

Verifica: stato di verifica.

oc: tensione nel calcestruzzo. [daN/cm²]

olim: tensione limite. [daN/cm²]

Es/Ec: coefficiente di omogenizzazione.

of: tensione nell'acciaio d'armatura. [daN/cm²]

ID: indice della verifica di capacità portante.

Comb.: combinazione.

Fx: componente lungo x del carico. [daN]

Fy: componente lungo y del carico. [daN]

Fz: componente verticale del carico. [daN]

Mx: componente lungo x del momento. [daN*cm]

My: componente lungo y del momento. [daN*cm]

ix: inclinazione del carico in x. [deg]

iy: inclinazione del carico in y. [deg]

ex: eccentricità del carico in x. [cm]

ey: eccentricità del carico in y. [cm]

B': larghezza efficace. [cm]

L': lunghezza efficace. [cm]

Cnd: resistenza valutata per condizione a breve o lungo termine (BT - LT).

C: coesione di progetto. [daN/cm²]

Phi: angolo di attrito di progetto. [deg]

Qs: sovraccarico laterale da piano di posa. [daN/cm²]

γR: coefficiente parziale sulla resistenza di progetto.

Rd: resistenza alla rottura del complesso di progetto. [daN]

Ed: azione di progetto (sforzo normale al piano di posa). [daN]

Rd/Ed: coefficiente di sicurezza alla capacità portante.

N:

Nq: fattore di capacità portante per il termine di sovraccarico.

Nc: fattore di capacità portante per il termine coesivo.

Ng: fattore di capacità portante per il termine attritivo.

S:

Sq: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine di sovraccarico.

Sc: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine coesivo.

Sg: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine attritivo.



D:

Dq: *fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine di sovraccarico.*

Dc: *fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine coesivo.*

Dg: *fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine attritivo.*

I:

Iq: *fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine di sovraccarico.*

Ic: *fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine coesivo.*

Ig: *fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine attritivo.*

B:

Bq: *fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine di sovraccarico.*

Bc: *fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine coesivo.*

Bg: *fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine attritivo.*

G:

Gq: *fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine di sovraccarico.*

Gc: *fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine coesivo.*

Gg: *fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine attritivo.*

P:

Pq: *fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine di sovraccarico.*

Pc: *fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine coesivo.*

Pg: *fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine attritivo.*

E:

Eq: *fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine di sovraccarico.*

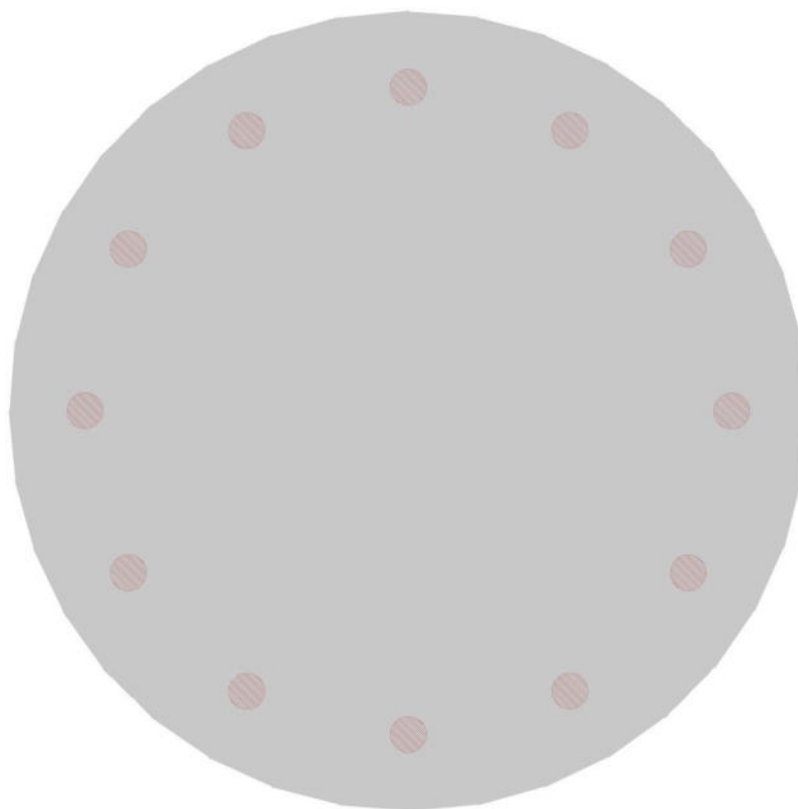
Ec: *fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine coesivo.*

Eg: *fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine attritivo.*

Basamento di fondazione torre eolica

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Geometria



Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 4500

Calcestruzzo: C45/55 Rck 550

Calcestruzzo: C35/45 Rck 450

Sistema di riferimento e direzioni di armatura

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in (-1150; -1150; -170), direzione dell'asse X = (1; 0; 0), direzione dell'asse Y = (0; 1; 0).

Le direzioni X/Y di armatura e le sezioni X/Y di verifica sono individuate dagli assi del sistema di riferimento.



Verifiche geotecniche

Dati geometrici dell'impronta di calcolo

Forma dell'impronta di calcolo: rettangolare di area equivalente

Area di ingombro esterno minore: 4133694.9

Angolo di rotazione corrispondente all'ingombro minore: 35

Rapporto di forma trovato (area ingombro esterno/area fondazione): 1.27

Centro impronta, nel sistema globale: 0; 0; -350

Lato minore B dell'impronta: 2033.1

Lato maggiore L dell'impronta: 2033.1

Area dell'impronta rettangolare di calcolo: 4133694.9

Verifiche geotecniche di capacità portante sul piano di posa

Profondità massima del bulbo di rottura considerato: 19.95 m

Peso specifico efficace del terreno di progetto γ_s : 1960 daN/m³

Accelerazione normalizzata massima attesa al suolo A_{max} per verifiche in SLD: 0.009

Accelerazione normalizzata massima attesa al suolo A_{max} per verifiche in SLV: 0.021

Coefficiente di sicurezza minimo per portanza 23.52

ID	Comb.	Fx	Fy	Fz	Mx	My	ix	iy	ex	ey	B'	L'	Cnd	C	Phi	Qs	γ_R	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica	
1	SLV 4	203840	-133744	-	223315898	236404616	3	-2	67	64	1899	1906	LT	0	36	0	2.3	82851767	3514241	23.58	Si	
				3514241																		
2	SLV 13	286135	-279434	-	218129422	212283106	6	-6	82	84	1865	1870	LT	0	36	0	2.3	61160679	2600457	23.52	Si	
				2600457																		
3	SLD 13	209258	-182050	-	183091845	184911115	5	-4	71	70	1891	1892	LT	0	36	0	2.3	73188150	2599523	28.15	Si	
				2599523																		

Verifiche geotecniche di capacità portante - Fattori utilizzati nel calcolo di Rd

ID	N			S			D			I			B			G			P			E		
	Nq	Nc	Ng	Sq	Sc	Sg	Dq	Dc	Dg	Iq	Ic	Ig	Bq	Bc	Bg	Gq	Gc	Gg	Pq	Pc	Pg	Eq	Ec	Eg
1	38	51	56	1.72	1.74	0.6	1	1	1	0.9	0.89	0.84	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	38	51	56	1.72	1.74	0.6	1	1	1	0.78	0.77	0.66	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.99	0.99	0.99
3	38	51	56	1.73	1.75	0.6	1	1	1	0.84	0.84	0.75	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

VERIFICHE PALI TRIVELLATI

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [cm, daN, deg] ove non espressamente specificato.

Quota: quota sezione. [cm]

Filo: numero del filo (se assegnato).

Ind.: indice del palo.

Xp: coordinata x del palo che ha prodotto la verifica peggiore. [cm]

Yp: coordinata y del palo che ha prodotto la verifica peggiore. [cm]

As: area complessiva delle armature verticali. [cm²]

Cop.: distanza baricentrica minima delle barre dal lembo esterno. [cm]

N: sforzo normale. [daN]

|M|: momento agente in valore assoluto. [daN*cm]

Mu: momento ultimo. [daN*cm]

Dom.: tipo di dominio utilizzato in questa sezione (P=plastico; SE=sostanzialmente elastico NTC18 §7.4.1).

SnmFcd: tensione normale media su Fcd (minore di 0.45, NTC18 §7.2.5).

MultM: fattore di sovraresistenza sul momento flettente (NTC18 §7.2.5).

Comb.: combinazione peggiore.

C.S.: coefficiente sicurezza minimo.

Verifica: stato di verifica.

Mx: momento Mx. [daN*cm]

My: momento My. [daN*cm]

Sc,max: tensione massima sul calcestruzzo. [daN/cm²]

Sf,max: tensione massima sull'acciaio. [daN/cm²]

Fess: sezione fessurata.

Wka,mm: apertura delle fessure ammissibile, in [mm].

Wk,mm: apertura delle fessure, in [mm].

Sm,cm: distanza media fra le fessure, in [cm].

Tx: taglio Tx. [daN]

Ty: taglio Ty. [daN]

MultT: fattore di sovraresistenza sul taglio.

Vrd,4.1.23: resistenza calcestruzzo non staffato. [daN]

VRsd,4.1.27: resistenza staffe. [daN]

VRcd,4.1.28: resistenza delle bielle compresse. [daN]

Cotg: cotagente delle bielle.

γR laterale: coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza laterale.

γR punta: coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza alla punta.

Pl,d: portanza laterale di progetto. [daN]

Pp,d: portanza di punta di progetto. [daN]

Def.vol: deformazione volumetrica (usata per formula portanza punta secondo Vesic).

Cnd: resistenza valutata per condizione a breve o lungo termine (BT - LT).

N: sforzo normale in testa. [daN]



Ed: azione totale di progetto. [daN]

Rd: resistenza totale di progetto. [daN]

C.S.: coefficiente di sicurezza.

Verifiche Gruppo pali di sottofondazione – n° 12 pali "Trivellato D100"

Verifiche effettuate secondo D.M. 17-01-18, Circolare 7 21-01-19

Geometria



Pali coinvolti

Palo a coordinate x,y: (-950, 0);(-950, 0);(-822.7, -475);(-475, -822.7);(0, -950);(475, -822.7);(822.7, -475);(950, 0);(822.7, 475);(475, 822.7);(0, 950);(-475, 822.7);(-822.7, 475);

Caratteristiche geometriche

Diametro 1000
Lunghezza 2000

Caratteristiche dei materiali

Calcestruzzo C25/30 Rck 300
Acciaio B450C fyk,m: 4500

Verifica di capacità portante per la famiglia SLU

Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo

Fattore di correlazione ψ scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7



Peso del palo = 39269.9 * 1.3

Filo	Ind.	Xp	Yp	yR laterale	yR punta	Pl,d	Pp,d	Def.vol	Comb.	Cnd	N	Ed	Rd	C.S.	Verifica
-	-	-949.98	0	1.15	1.35	187644	34222		SLU 3	LT	-17327	-68378	221866	3.24	Si
-	-	-949.98	0	1.15	1.35	187644	34222		SLU 3	LT	-17327	-68378	221866	3.24	Si
-	-	-822.71	-474.99	1.15	1.35	187644	34222		SLU 4	LT	-21311	-72362	221866	3.07	Si
-	-	-822.71	474.99	1.15	1.35	187644	34222		SLU 3	LT	-18461	-69512	221866	3.19	Si
-	-	-474.99	-822.71	1.15	1.35	187644	34222		SLU 4	LT	-29299	-80350	221866	2.76	Si
-	-	-474.99	822.71	1.15	1.35	187644	34222		SLU 4	LT	-23946	-74997	221866	2.96	Si
-	-	0	-949.98	1.15	1.35	187644	34222		SLU 4	LT	-38433	-89484	221866	2.48	Si
-	-	0	949.98	1.15	1.35	187644	34222		SLU 4	LT	-32222	-83273	221866	2.66	Si
-	-	474.99	-822.71	1.15	1.35	187644	34222		SLU 4	LT	-46486	-97537	221866	2.27	Si
-	-	474.99	822.71	1.15	1.35	187644	34222		SLU 4	LT	-41170	-92221	221866	2.41	Si
-	-	822.71	-474.99	1.15	1.35	187644	34222		SLU 4	LT	-51381	-102432	221866	2.17	Si
-	-	822.71	474.99	1.15	1.35	187644	34222		SLU 4	LT	-48486	-99537	221866	2.23	Si
-	-	949.98	0	1.15	1.35	187644	34222		SLU 4	LT	-52055	-103106	221866	2.15	Si

Verifica di capacità portante trasversale riferita al palo singolo

Fattore di correlazione ψ scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7

Filo	Ind.	Xp	Yp	yR trasversale	LRF	Comb.	Cnd	Rd	Ed (T)	C.S.	Verifica
-	-	-949.98	0	1.3	1	SLU 4	ND	18436.9	895.1	20.6	Si
-	-	-949.98	0	1.3	1	SLU 4	ND	18436.9	895.1	20.6	Si
-	-	-822.71	-474.99	1.3	1	SLU 4	ND	18863.5	1047.1	18.01	Si
-	-	-822.71	474.99	1.3	1	SLU 4	ND	18581.1	1072.2	17.33	Si
-	-	-474.99	-822.71	1.3	1	SLU 4	ND	19590.9	1519.9	12.89	Si
-	-	-474.99	822.71	1.3	1	SLU 4	ND	19105.3	1536.7	12.43	Si
-	-	0	-949.98	1.3	1	SLU 4	ND	20393	2179.9	9.36	Si
-	-	0	949.98	1.3	1	SLU 4	ND	19850.3	2159.7	9.19	Si
-	-	474.99	-822.71	1.3	1	SLU 4	ND	21072.6	2821	7.47	Si
-	-	474.99	822.71	1.3	1	SLU 4	ND	20629.8	2778.8	7.42	Si
-	-	822.71	-474.99	1.3	1	SLU 4	ND	21478.6	3275.3	6.56	Si
-	-	822.71	474.99	1.3	1	SLU 4	ND	21237.3	3239.9	6.55	Si
-	-	949.98	0	1.3	1	SLU 4	ND	21536.6	3424.4	6.29	Si

Parametri utilizzati nel calcolo

Filo	Ind.	Xp	Yp	Tipo	L.frs.	L.tr.lib.	L.tr.inf.	Coes.	Fi	P.spec	T max	Mecc.coll.	M.plast.sup.	Quota sup.	N sup.	M.plast.inf.	Quota inf.	N inf.
-	-	-	0	TI	100	0	2000	0.3	24	0.0019	40746	PLV	4673947	-260	-18124	4512326	-561	-13841
-	-	949.98	0	TI	100	0	2000	0.3	24	0.0019	40746	PLV	4673947	-260	-18124	4512326	-561	-13841
-	-	-	-	TI	100	0	2000	0.3	24	0.0019	41688	PLV	4841512	-260	-22587	4664086	-564.4	-17863
-	-	822.71	-474.99	TI	100	0	2000	0.3	24	0.0019	41064	PLV	4727840	-260	-19552	4560894	-562.1	-15128
-	-	822.71	474.99	TI	100	0	2000	0.3	24	0.0019	43296	PLV	5137366	-260	-30575	4932955	-570.4	-25056
-	-	474.99	-822.71	TI	100	0	2000	0.3	24	0.0019	42223	PLV	4939096	-260	-25222	4753635	-566.4	-20236
-	-	474.99	822.71	TI	100	0	2000	0.3	24	0.0019	45069	PLV	5470046	-260	-39710	5236328	-576.9	-33276
-	-	0	-949.98	TI	100	0	2000	0.3	24	0.0019	43869	PLV	5244398	-260	-33499	5030426	-572.5	-27688
-	-	0	949.98	TI	100	0	2000	0.3	24	0.0019	46570	PLV	5754692	-260	-47762	5499387	-582.5	-40517
-	-	474.99	-822.71	TI	100	0	2000	0.3	24	0.0019	45592	PLV	5569456	-260	-42447	5325788	-578.9	-35739
-	-	474.99	822.71	TI	100	0	2000	0.3	24	0.0019	47468	PLV	5925289	-260	-52658	5659255	-585.8	-45024
-	-	822.71	-474.99	TI	100	0	2000	0.3	24	0.0019	46935	PLV	5824388	-260	-49762	5564691	-583.8	-42315
-	-	822.71	474.99	TI	100	0	2000	0.3	24	0.0019	47596	PLV	5948758	-260	-53331	5683146	-586.3	-45709

Verifica di capacità portante per la famiglia SLD

Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo

Fattore di correlazione ψ scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7

Peso del palo = 39269.9 * 1

Filo	Ind.	Xp	Yp	yR laterale	yR punta	Pl,d	Pp,d	Def.vol	Comb.	Cnd	N	Ed	Rd	C.S.	Verifica
-	-	-949.98	0	1.15	1.35	187644	34222		SLD 3	LT	-14773	-54043	221866	4.11	Si
-	-	-949.98	0	1.15	1.35	187644	34222		SLD 3	LT	-14773	-54043	221866	4.11	Si
-	-	-822.71	-474.99	1.15	1.35	187644	34222		SLD 1	LT	-17914	-57183	221866	3.88	Si
-	-	-822.71	474.99	1.15	1.35	187644	34222		SLD 3	LT	-15893	-55163	221866	4.02	Si
-	-	-474.99	-822.71	1.15	1.35	187644	34222		SLD 5	LT	-23409	-62679	221866	3.54	Si
-	-	-474.99	822.71	1.15	1.35	187644	34222		SLD 7	LT	-19837	-59107	221866	3.75	Si
-	-	0	-949.98	1.15	1.35	187644	34222		SLD 9	LT	-29531	-68801	221866	3.22	Si
-	-	0	949.98	1.15	1.35	187644	34222		SLD 11	LT	-25386	-64656	221866	3.43	Si
-	-	474.99	-822.71	1.15	1.35	187644	34222		SLD 9	LT	-34924	-74193	221866	2.99	Si



Filo	Ind.	Xp	Yp	yR laterale	yR punta	Pl,d	Pp,d	Def.vol	Comb.	Cnd	N	Ed	Rd	C.S.	Verifica
-	-	474.99	822.71	1.15	1.35	187644	34222		SLD 11	LT	-31385	-70655	221866	3.14	Si
-	-	822.71	-474.99	1.15	1.35	187644	34222		SLD 13	LT	-38247	-77517	221866	2.86	Si
-	-	822.71	474.99	1.15	1.35	187644	34222		SLD 15	LT	-36254	-75524	221866	2.94	Si
-	-	949.98	0	1.15	1.35	187644	34222		SLD 15	LT	-38733	-78003	221866	2.84	Si

Verifica di capacità portante per la famiglia SLV

Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo

Fattore di correlazione ψ scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7

Peso del palo = 39269.9 * 1

Filo	Ind.	Xp	Yp	yR laterale	yR punta	Pl,d	Pp,d	Def.vol	Comb.	Cnd	N	Ed	Rd	C.S.	Verifica
-	-	-949.98	0	1.15	1.35	187644	34222		SLV 3	LT	-15971	-55241	221866	4.02	Si
-	-	-949.98	0	1.15	1.35	187644	34222		SLV 3	LT	-15971	-55241	221866	4.02	Si
-	-	-822.71	-474.99	1.15	1.35	187644	34222		SLV 1	LT	-19174	-58444	221866	3.8	Si
-	-	-822.71	474.99	1.15	1.35	187644	34222		SLV 3	LT	-17155	-56425	221866	3.93	Si
-	-	-474.99	-822.71	1.15	1.35	187644	34222		SLV 5	LT	-24735	-64005	221866	3.47	Si
-	-	-474.99	822.71	1.15	1.35	187644	34222		SLV 7	LT	-21163	-60432	221866	3.67	Si
-	-	0	-949.98	1.15	1.35	187644	34222		SLV 9	LT	-30839	-70109	221866	3.16	Si
-	-	0	949.98	1.15	1.35	187644	34222		SLV 11	LT	-26693	-65963	221866	3.36	Si
-	-	474.99	-822.71	1.15	1.35	187644	34222		SLV 9	LT	-36247	-75517	221866	2.94	Si
-	-	474.99	822.71	1.15	1.35	187644	34222		SLV 11	LT	-32709	-71978	221866	3.08	Si
-	-	822.71	-474.99	1.15	1.35	187644	34222		SLV 13	LT	-39560	-78830	221866	2.81	Si
-	-	822.71	474.99	1.15	1.35	187644	34222		SLV 15	LT	-37569	-76839	221866	2.89	Si
-	-	949.98	0	1.15	1.35	187644	34222		SLV 15	LT	-40025	-79295	221866	2.8	Si

Verifica di capacità portante trasversale riferita al palo singolo

Fattore di correlazione ψ scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7

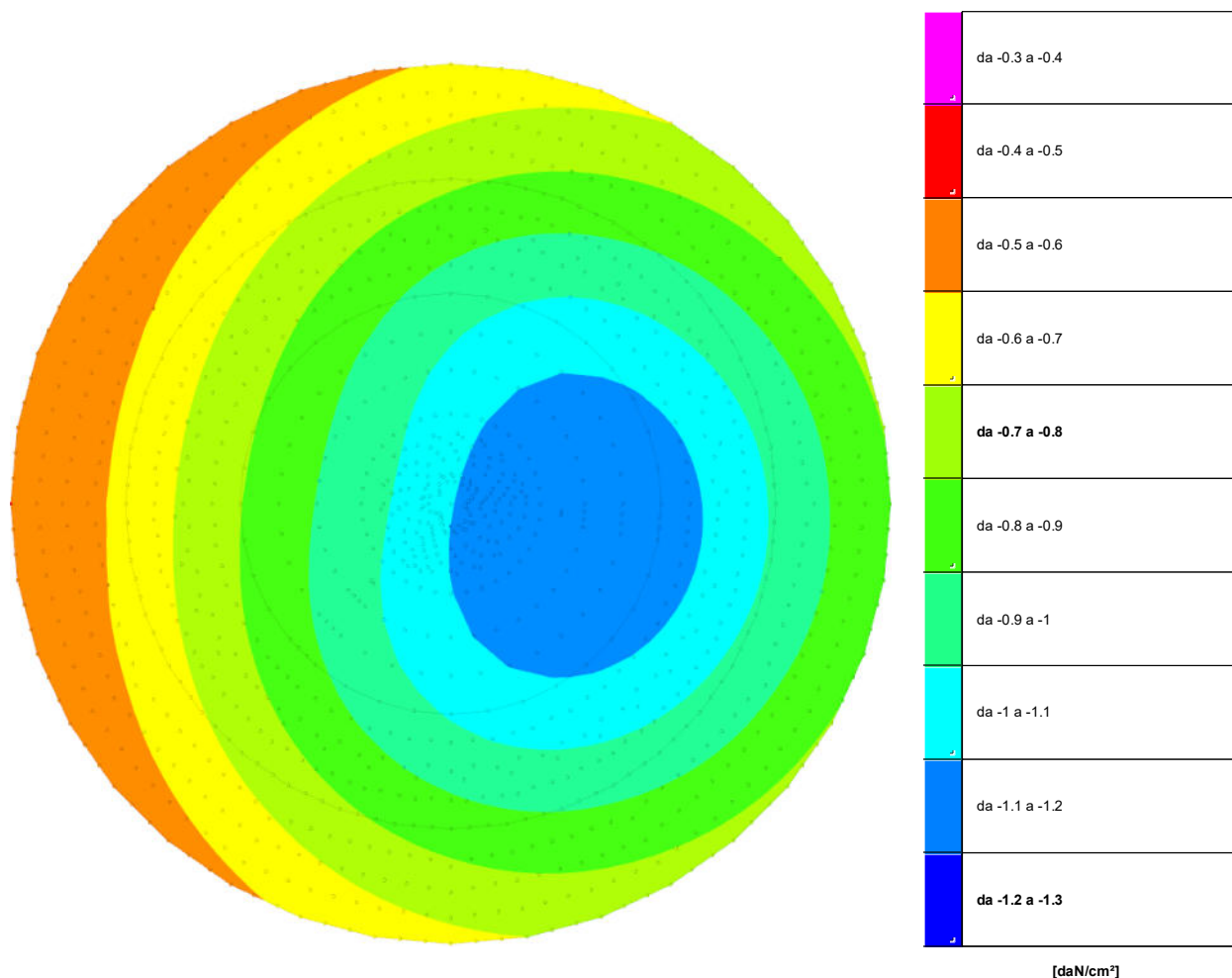
Filo	Ind.	Xp	Yp	yR trasversale	LRF	Comb.	Cnd	Rd	Ed (T)	C.S.	Verifica
-	-	-949.98	0	1.3	1	SLV 3	ND	14327.7	1763.5	8.12	Si
-	-	-949.98	0	1.3	1	SLV 3	ND	14327.7	1763.5	8.12	Si
-	-	-822.71	-474.99	1.3	1	SLV 1	ND	14621.8	1861.2	7.86	Si
-	-	-822.71	474.99	1.3	1	SLV 3	ND	14438.3	1848.5	7.81	Si
-	-	-474.99	-822.71	1.3	1	SLV 5	ND	15121.8	2184.2	6.92	Si
-	-	-474.99	822.71	1.3	1	SLV 7	ND	14801.5	2194.3	6.75	Si
-	-	0	-949.98	1.3	1	SLV 9	ND	15662.3	2623.1	5.97	Si
-	-	0	949.98	1.3	1	SLV 11	ND	15296.1	2609.6	5.86	Si
-	-	474.99	-822.71	1.3	1	SLV 9	ND	16133.9	3000.5	5.38	Si
-	-	474.99	822.71	1.3	1	SLV 11	ND	15826	2993.4	5.29	Si
-	-	822.71	-474.99	1.3	1	SLV 13	ND	16419.7	3359.4	4.89	Si
-	-	822.71	474.99	1.3	1	SLV 15	ND	16248.3	3325.2	4.89	Si
-	-	949.98	0	1.3	1	SLV 15	ND	16459.7	3442.2	4.78	Si

Parametri utilizzati nel calcolo

Filo	Ind.	Xp	Yp	Tipo	L.fr.s.	L.tr.lib.	L.tr.inf.	Coes.	Fi	P.spec	T max	Mecc.col.	M.plast.sup.	Quota sup.	N sup.	M.plast.inf.	Quota inf.	N inf.
-	-	949.98	0	TI	100	0	2000	0.3	24	0.0019	31664	PLV	3382272	-260	-16953	3401724	-527.3	-17550
-	-	949.98	0	TI	100	0	2000	0.3	24	0.0019	31664	PLV	3382272	-260	-16953	3401724	-527.3	-17550
-	-	822.71	474.99	TI	100	0	2000	0.3	24	0.0019	32314	PLV	3486529	-260	-20156	3507520	-529.7	-20801
-	-	822.71	-474.99	TI	100	0	2000	0.3	24	0.0019	31909	PLV	3420803	-260	-18137	3440834	-528.2	-18752
-	-	474.99	822.71	TI	100	0	2000	0.3	24	0.0019	33419	PLV	3667501	-260	-25717	3690714	-533.8	-26430
-	-	474.99	-822.71	TI	100	0	2000	0.3	24	0.0019	32711	PLV	3551234	-260	-22144	3573165	-531.2	-22818
-	-	0	-949.98	TI	100	0	2000	0.3	24	0.0019	34614	PLV	3866162	-260	-31821	3892595	-538.2	-32633
-	-	0	949.98	TI	100	0	2000	0.3	24	0.0019	33804	PLV	3731215	-260	-27675	3755733	-535.2	-28428
-	-	474.99	-822.71	TI	100	0	2000	0.3	24	0.0019	35656	PLV	4042141	-260	-37228	4071041	-542.1	-38116
-	-	474.99	822.71	TI	100	0	2000	0.3	24	0.0019	34976	PLV	3926994	-260	-33690	3954284	-539.5	-34529
-	-	822.71	-474.99	TI	100	0	2000	0.3	24	0.0019	36288	PLV	4149974	-260	-40542	4180369	-544.4	-41476
-	-	822.71	474.99	TI	100	0	2000	0.3	24	0.0019	35909	PLV	4085175	-260	-38551	4114673	-543	-39457
-	-	949.98	0	TI	100	0	2000	0.3	24	0.0019	36376	PLV	4165115	-260	-41007	4195719	-544.7	-41947

VERIFICHE PRESSIONI TERRENO

PRESSIONI TERRENO IN SLU



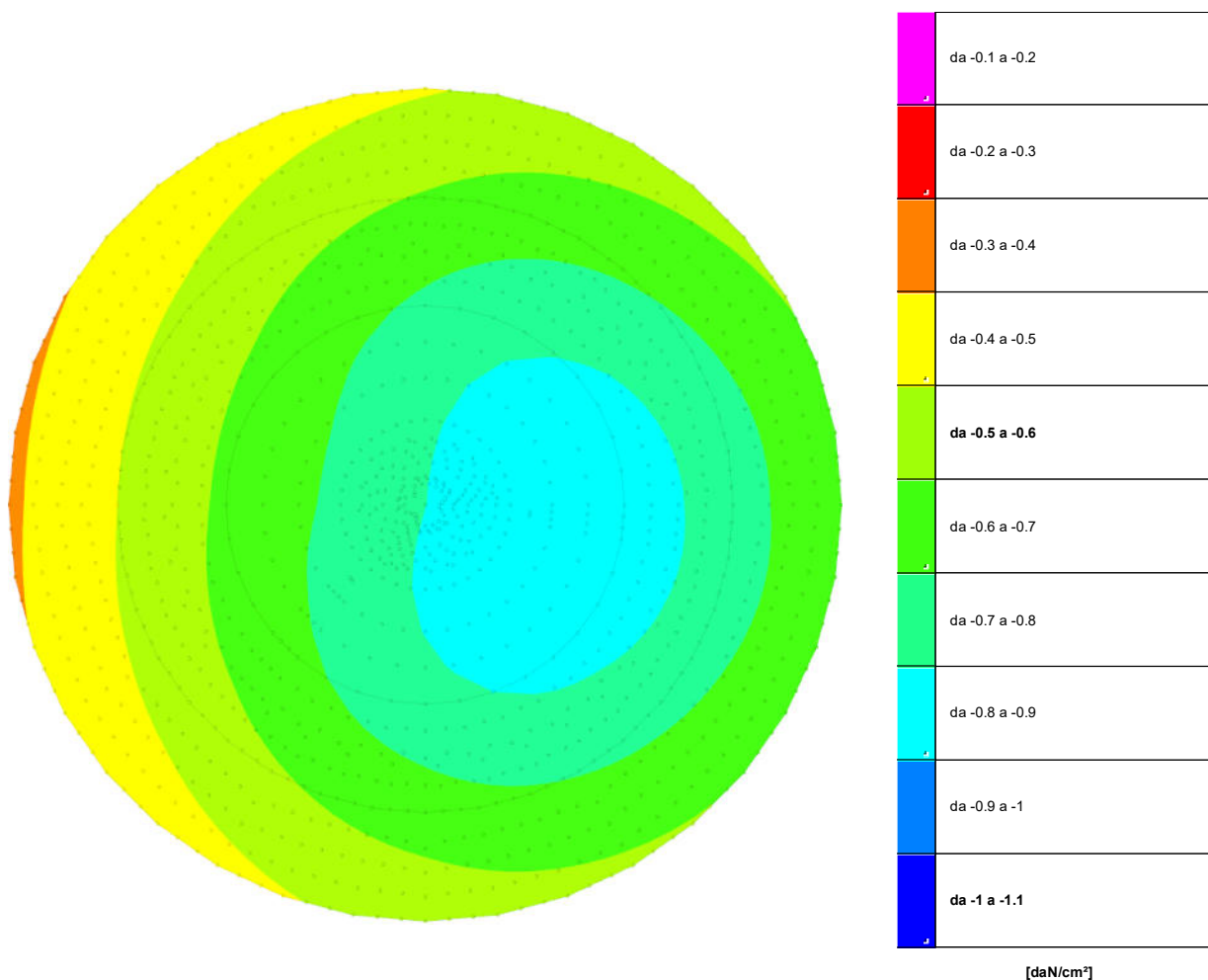
Rappresentazione in pianta delle massime compressioni allo SLU

Compressione estrema massima -1.19651 al nodo di indice 1258, di coordinate $x = 345$, $y = -61$, $z = -130$, nel contesto SLU 4.

Spostamento estremo minimo -0.2393 al nodo di indice 1258, di coordinate $x = 345$, $y = -61$, $z = -130$, nel contesto SLU 4.

Spostamento estremo massimo -0.06599 al nodo di indice 463, di coordinate $x = -1133$, $y = 200$, $z = -170$, nel contesto SLU 2.

PRESSIONI TERRENO IN SLV/SLVf/SLUEcc



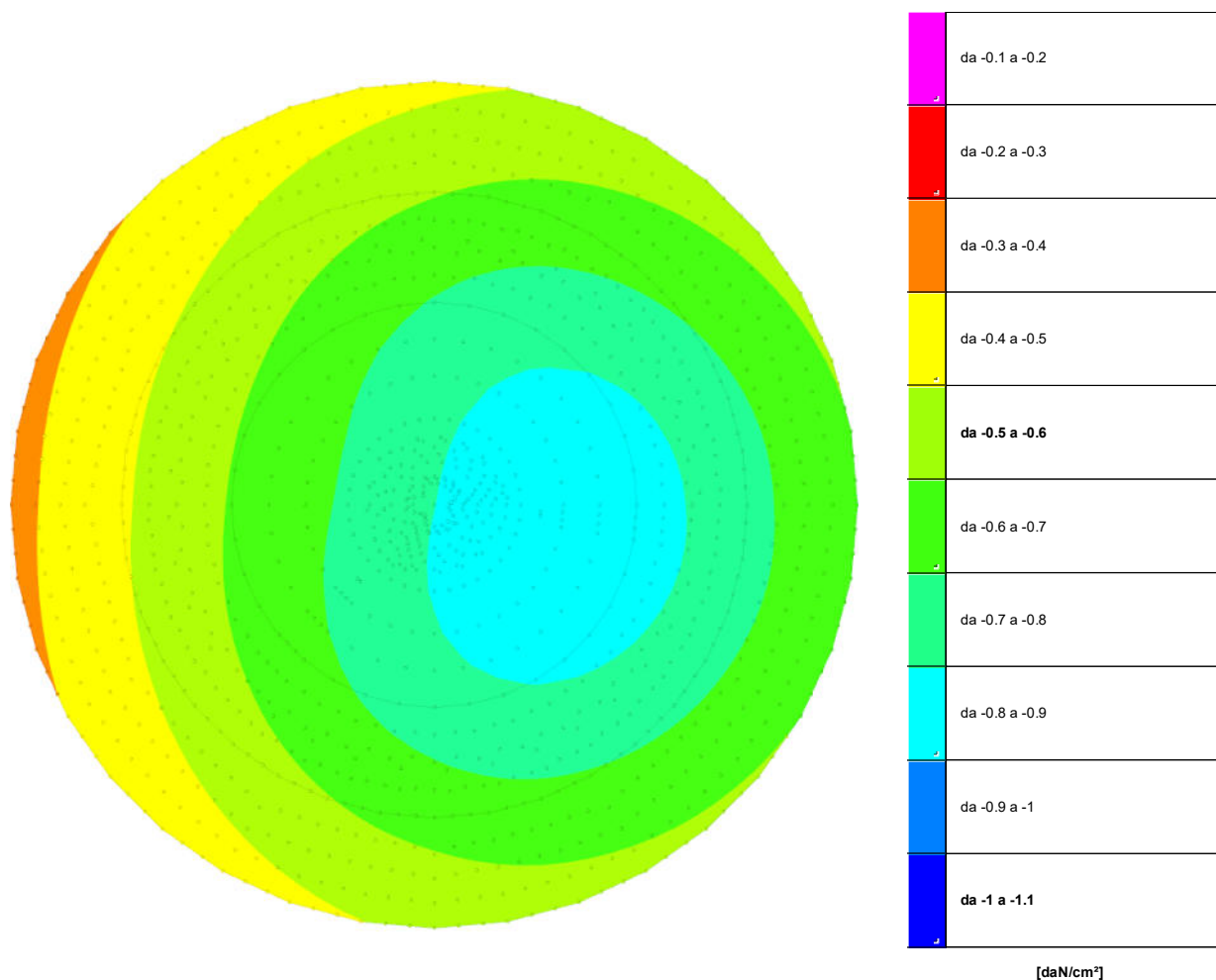
Rappresentazione in pianta delle massime compressioni allo SLV/SLVf/SLUEcc

Compressione estrema massima -0.88315 al nodo di indice 1258, di coordinate $x = 345$, $y = -61$, $z = -130$, nel contesto SLV 13.

Spostamento estremo minimo -0.17663 al nodo di indice 1258, di coordinate $x = 345$, $y = -61$, $z = -130$, nel contesto SLV 13.

Spostamento estremo massimo -0.06671 al nodo di indice 463, di coordinate $x = -1133$, $y = 200$, $z = -170$, nel contesto SLV 13.

PRESSIONI TERRENO IN SLE/SLD



Rappresentazione in pianta delle massime compressioni allo SLE/SLD

Compressione estrema massima -0.87398 al nodo di indice 1258, di coordinate $x = 345$, $y = -61$, $z = -130$, nel contesto SLD 13.

Spostamento estremo minimo -0.1748 al nodo di indice 1258, di coordinate $x = 345$, $y = -61$, $z = -130$, nel contesto SLD 13.

Spostamento estremo massimo -0.06935 al nodo di indice 463, di coordinate $x = -1133$, $y = 200$, $z = -170$, nel contesto SLD 13.



CEDIMENTI FONDAZIONI SUPERFICIALI

Spostamento estremo minimo -0.1748 al nodo di indice 1258, di coordinate $x = 345$, $y = -61$, $z = -130$, nel contesto SLD 13.

Spostamento estremo massimo -0.06935 al nodo di indice 463, di coordinate $x = -1133$, $y = 200$, $z = -170$, nel contesto SLD 13.

Cedimento elastico estremo massimo 4.43813 al nodo di indice 1270, di coordinate $x = 132$, $y = -48$, $z = -130$, nel contesto SLE rara 1.

Cedimento edometrico estremo massimo 21.3837 al nodo di indice 1270, di coordinate $x = 132$, $y = -48$, $z = -130$, nel contesto SLE rara 1.