Ministero per i Beni e le Attività Culturali
Direzione Regionale
per i Beni Culturali e Paesaggistici della Calabria
Soprintendenza per i Beni Archeologici della Calabria

Regione Calabria
Dipartimento 12 -Turismo e Beni Culturali-

Accordo di Programma Quadro (APQ)
"Beni e attività culturali per il territorio della Regione Calabria"



CAPOCOLONNA (KR)

Ampliamento delle conoscenze della realtà archeologica di Capocolonna e messa in sicurezza delle strutture archeologiche riportate in luce

Codice APQ	**SPA 2 - 4**	Finanziamento	**Fondo Aree Sottoutilizzate (F.A.S.) - Delibera CIPE n. 84/2000**

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO N.	TITOLO ELABORATO :	SCALA:
P.1d.2	**Capo D) Opere di fruibilità e copertura mosaici** **Relazione geotecnica e sulle fondazioni**	

REDAZIONE		VISTI E PARERI	FIRMA E SIGLE
Ufficio di progettazione interno		Perizia di spesa N. del Approvata con Decreto N. del	**I PROGETTISTI**
Responsabile del procedimento	dott.ssa Simonetta BONOMI		
Progettazione	Dott.ssa Maria Grazia AISA Arch. Vincenzo AMMENDOLIA Arch. Elisabetta DOMINIJANNI		
Consulenze e collaborazioni esterne			
Consulenza tecnica	Ing. Angelo Gerardo MAIORINO Ing. Salvatore TALARICO Arch. Fortunato M. CRUGLIANO		**IL DIRETTORE REGIONALE** ***Francesco PROSPERETTI***

Sommario

1 Normativa di riferimento 2
2 Descrizione delle opere in sito 2
3 Problemi geotecnici e scelte tipologiche 6
Tipologia di fondazione 6
4 Caratterizzazione geotecnica dei terreni in sito 7
4.1 Terreni 7
5 Modellazione del sottosuolo e metodi di analisi e di verifica 7
Modello di fondazione 8
6 Verifiche delle fondazioni 11
6.1 Verifiche pali 11
6.2 Verifiche plinti su pali 22

1 Normativa di riferimento

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.

EUROCODICE 8
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).

2 Descrizione delle opere in sito

Descrizione delle opere in sito: contiene la descrizione delle opere esistenti in sito e da edificare, la tipologia strutturale presente, la tipologia di intervento previsto, la localizzazione geografica e la pericolosità sismica di base.

La **struttura in oggetto** è stata analizzata secondo la norma D.M. 14-01-08 (N.T.C.), considerandola come tipo di costruzione 2. In particolare si è prevista, in accordo con il committente, una vita nominale dell'opera di Vn=50 anni per una classe d'uso II, e quindi una vita di riferimento di 50 anni (§2.4.3).
L'opera è edificata in località Crotone, Isola Di Capo Rizzuto, Marinella - Latitudine (deg) 39,0265°; Longitudine (deg) 17,2046° (N 39° 1' 35"; E 17° 12' 17") ED50 (coordinate esatte: 39,0264686385282 17,2046461701393), punto che risulta corrispondere come zonazione sismica ad una Zona 1.

La pericolosità sismica di base del sito di costruzione è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa al suolo in condizioni ideali su sito di riferimento rigido e superficie topografica orizzontale. Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni ag e dalle relative forme spettrali, come previsto nell'allegato A della norma. I tre parametri fondamentali (accelerazione ag, fattore di amplificazione Fo e periodo T*C) si ricavano per ciascun nodo del del reticolo di riferimento in funzione del periodo di ritorno dell'azione sismica TR previsto, espresso in anni; quest'ultimo è noto una volta fissate la vita di riferimento Vr della costruzione e la probabilità di superamento attesa nell'arco della vita di riferimento. Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVr cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati sono riportate nella tabella 3.2.I del §3.2.1 della norma; i valori di PVr forniti in tabella possono essere ridotti in funzione del grado di protezione che si vuole raggiungere (cfr. anche il §C3.2.1).
Nella presente progettazione si sono considerati i seguenti parametri sismici:

PVr SLD (%)	63
Tr SLD	50
Ag/g SLD	0.0475
Fo SLD	2.357
Tc* SLD	0.31
PVr SLV (%)	10
Tr SLV	475
Ag/g SLV	0.1257
Fo SLV	2.446
Tc* SLV	0.399

Risposta sismica locale

Le condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera e le condizioni topografiche concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale. Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale.
Gli effetti stratigrafici sono legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno. Gli effetti topografici sono invece legati alla configurazione topografica del piano campagna ed alla possibile focalizzazione delle onde sismiche in punti particolari (pendii, creste).
Nella presente progettazione l'effetto della risposta sismica locale è stato valutato individuando la categoria di sottosuolo di riferimento corrispondente alla situazione in sito e considerando le condizioni topografiche locali (§3.2.2).Per la valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafica SS la caratterizzazione geotecnica condotta nel volume significativo consente di identificare il sottosuolo prevalente nella categoria D - terreni sciolti o inconsistenti. Si riporta per completezza la corrispondente descrizione indicata nella norma (Tab. 3.2.II e Tab. 3.2.III).

Per la valutazione del coefficiente di amplificazione topografica ST, viste le condizioni in sito e l'orografia della zona, si è attribuita la categoria topografica T1. Si riporta per completezza la corrispondente descrizione indicata nella norma (Tab. 3.2.IV).

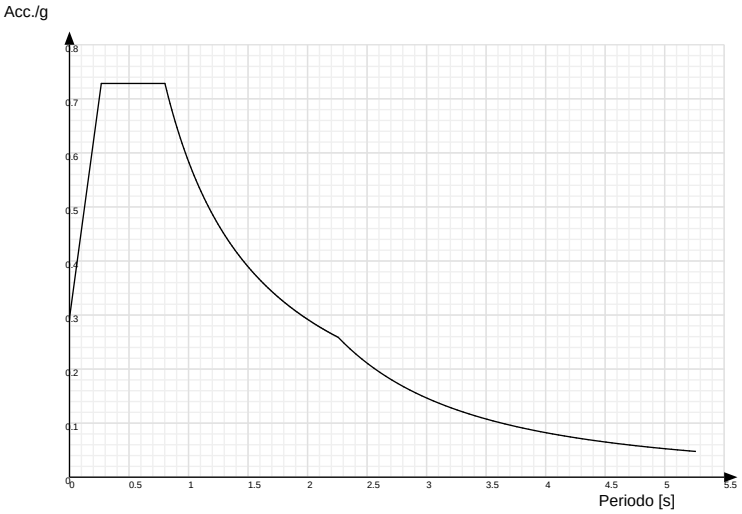
Categoria T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i <= 15°

In base alle categorie scelte si sono infine adottati i seguenti coefficienti di amplificazione e spettrali:

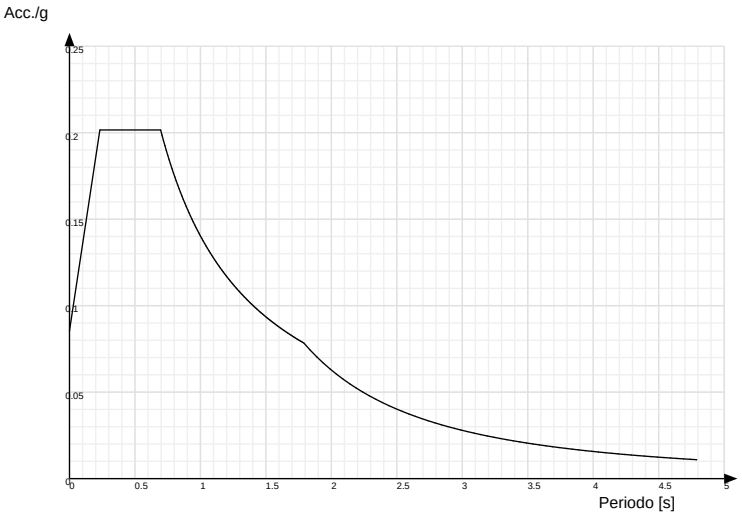
Ss orizzontale SLD	1.8	
Tb orizzontale SLD	0.232	[s]
Tc orizzontale SLD	0.696	[s]
Td orizzontale SLD	1.79	[s]

Ss orizzontale SLV	1.8	
Tb orizzontale SLV	0.263	[s]
Tc orizzontale SLV	0.789	[s]
Td orizzontale SLV	2.103	[s]

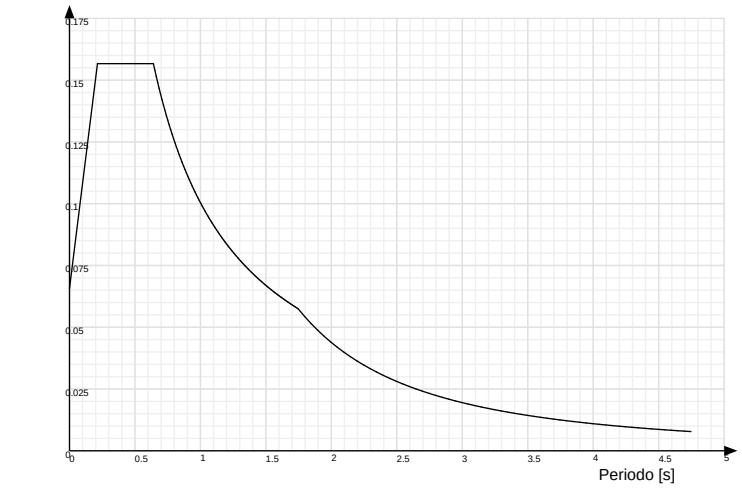
Si riportano infine gli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontali per gli stati limite considerati.
Viene mostrato lo spettro di risposta elastico " Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLC § 3.2.3.2.1 (3.2.4)".



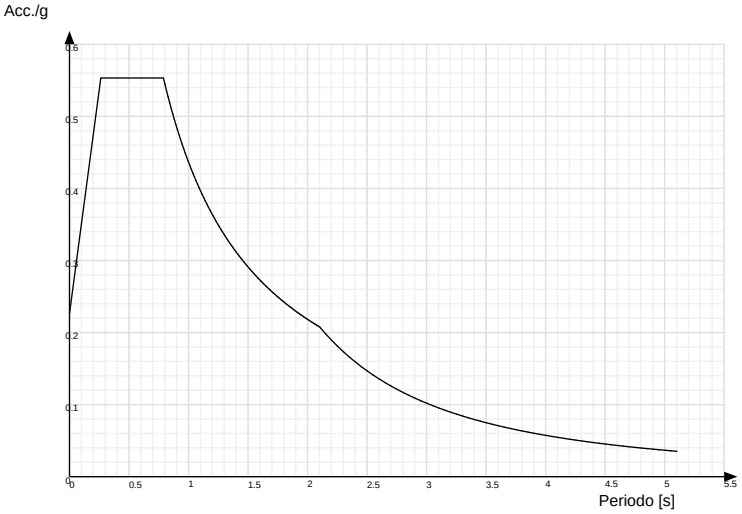
Viene mostrato lo spettro di risposta elastico " Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.2.1 (3.2.4)".



Viene mostrato lo spettro di risposta elastico " Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.2.1 (3.2.4)".



Viene mostrato lo spettro di risposta elastico " Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLV § 3.2.3.2.1 (3.2.4)".



Parametri di analisi

Si è condotta una analisi di tipo Lineare statica su una costruzione di acciaioregolare in altezza.

Le parti strutturali in acciaio sono inquadrabili nella tipologia d) Strutture a mensola o pendolo inverso q0=2.0, con rapporto alfaU/alfa1 corrispondente a .

Si è considerata una classe di duttilità Non dissipativa, a cui corrispondono per la struttura in esame i seguenti fattori di struttura:

Fattore di struttura per sisma X	1	
Fattore di struttura per sisma Y	1	
Fattore di struttura per sisma Z	1	

Altri parametri che influenzano l'azione sismica di progetto sono riassunti in questo prospetto:

Smorzamento viscoso (%)	5	
Rotazione del sisma	0	[deg]
Quota dello '0' sismico	0	[cm]
Moltiplicatore sisma X per combinazioni di default	1	
Moltiplicatore sisma Y per combinazioni di default	1	

Nell'analisi statica ci si è riferiti ad una altezza della costruzione di 450, valutando un periodo del modo di vibrare principale della struttura pari a 0.154. I parametri adottati per l'analisi statica sono riassunti in questo prospetto:

Altezza costruzione	450	[cm]
C1	0.05	
T1	0.154	[s]
Lambda SLD	1	
Lambda SLV	1	

Per tenere conto della variabilità spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze nellalocalizzazione delle masse, la normativa richiede di attribuire al centro di massa una eccentricità accidentale (§7.2.6), in aggiunta alla eccentricità naturale della costruzione, mediante l'applicazione di carichi statici costituiti da momenti torcenti di valore pari alla risultante orizzontale della forza agente al piano, moltiplicata per l'eccentricità accidentale del baricentro delle masse rispetto alla sua posizione di calcolo.

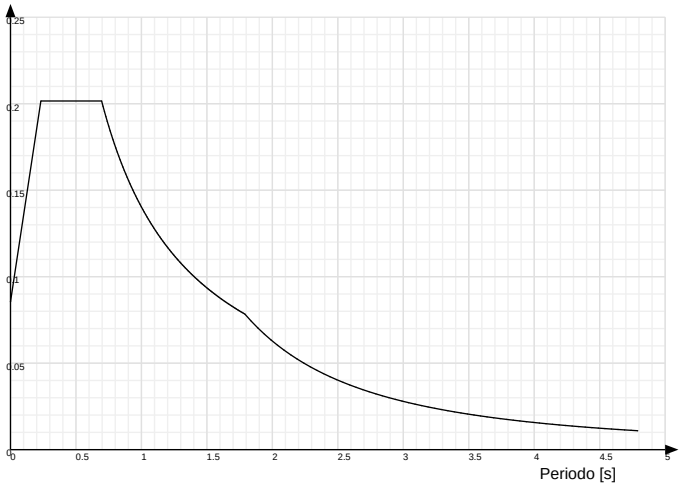
Nella struttura in oggetto si è applicata una eccentricità accidentale secondo il seguente prospetto:

Eccentricità X (per sisma Y) livello "fondpali"	0	[cm]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "fondpali"	0	[cm]
Eccentricità X (per sisma Y) livello "Fondazione"	0	[cm]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Fondazione"	0	[cm]
Eccentricità X (per sisma Y) livello "Piano 1"	0	[cm]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Piano 1"	0	[cm]

Si riportano infine gli spettri di risposta di progetto delle componenti orizzontali per gli stati limite considerati.

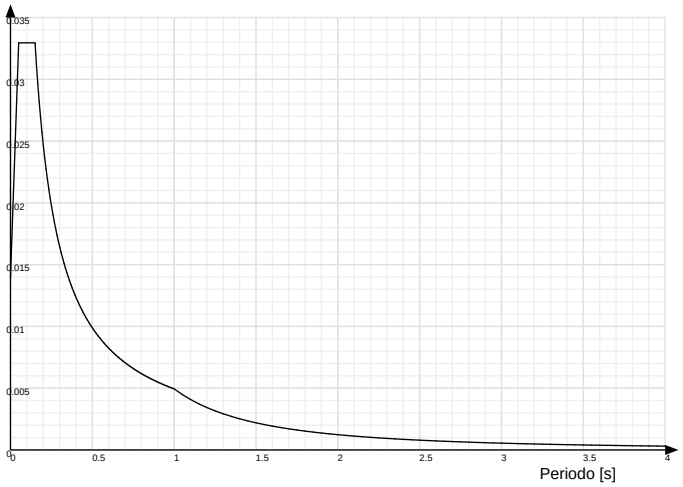
Viene mostrato lo spettro di progetto " Spettro di risposta di progetto in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.4".

Acc./g



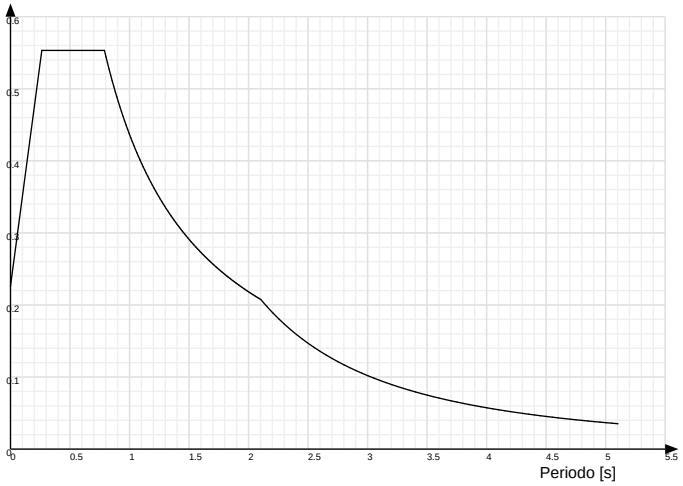
Viene mostrato lo spettro di progetto " Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLD § 3.2.3.4".

Acc./g

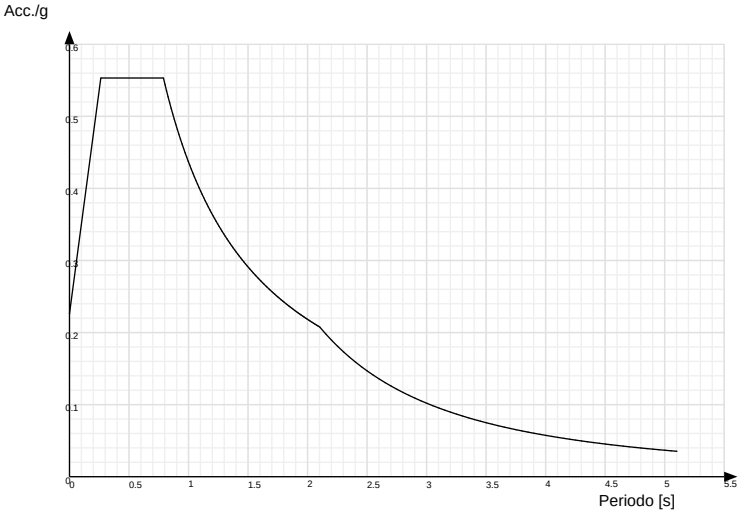


Viene mostrato lo spettro di progetto " Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5".

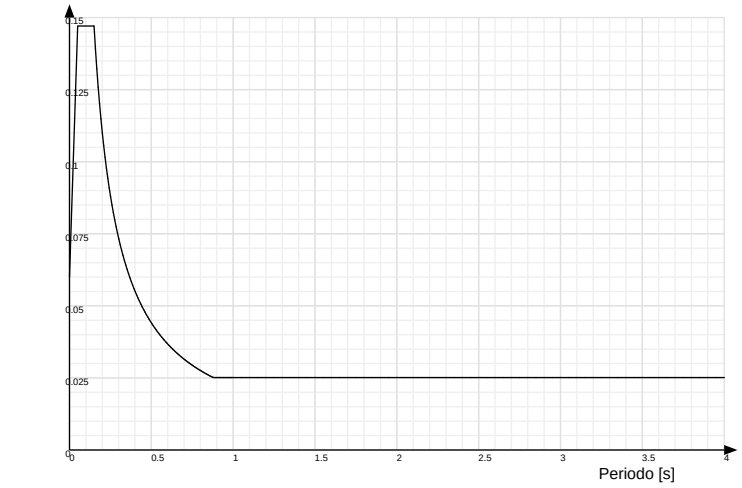
Acc./g



Viene mostrato lo spettro di progetto " Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5".



Viene mostrato lo spettro di progetto " Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLV § 3.2.3.5".



3 Problemi geotecnici e scelte tipologiche

Problemi geotecnici e scelte tipologiche: contiene la valutazione eseguita dal progettista sulle problematiche geotecniche inerenti l'opera in oggetto, sulla base di quanto emerso dalle documentazioni esistenti, in particolare dalla relazione geologica del sito; a questo proposito è possibile richiamare i termini presenti nella carta geologica. Viene indicata la tipologia di fondazioni previste, le modalità costruttive, gli accertamenti preliminari necessari, gli eventuali interventi aggiuntivi richiesti (sbancamenti, consolidamenti, sistemi di drenaggio, abbassamento di falda, ecc.).

Tipologia di fondazione

Nella modellazione si è considerata la presenza di fondazioni profonde, schematizzando il suolo con un letto di molle elastiche di assegnata rigidezza. In direzione orizzontale si è considerata una rigidezza pari a 0.5 volte quella verticale.

I valori di default dei parametri di modellazione del suolo, cioè quelli adottati dove non diversamente specificato, sono i seguenti:.

Coefficiente di sottofondo verticale per fondazioni superficiali (default)	3	[daN/cm3]
K punta palo (default)	4	[daN/cm3]
Pressione limite punta palo (default)	10	[daN/cm2]

Per elementi nei quali si sono valutati i parametri geotecnici in funzione della stratigrafia sottostante si sono adottate le seguenti formulazioni di letteratura:

Metodo di calcolo della K verticale	Vesic
Metodo di calcolo della capacità portante	Vesic
Metodo di calcolo della pressione limite punta palo	Vesic

La resistenza limite offerta dai pali in direzione orizzontale e verticale è funzione dell'attrito e della coesione che si può sviluppare all'interfaccia con il terreno. Oltre ai dati del suolo, descritti nelle seguenti stratigrafie, hanno influenza anche i seguenti parametri:

Coefficiente di sicurezza portanza fondazioni superficiali	2.3
Coefficiente di sicurezza scorrimento fondazioni superficiali	1.1
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, punta	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale trazione	1.25

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 verticale micropali, punta	1.35
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale trazione	1.25
Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali indagate	1.7



Immagine: rappresentazione in pianta di tutti gli elementi strutturali di fondazione.

4 Caratterizzazione geotecnica dei terreni in sito

4.1 Terreni

***Descrizione**: Descrizione o nome assegnato all'elemento.*
***Coesione**: Coesione del terreno. [daN/cm2]*
***Coesione non drenata**: Coesione non drenata (Cu) del terreno. [daN/cm2]*
***Attrito interno**: Angolo di attrito interno del terreno. [deg]*
***Delta**: Angolo di attrito all'interfaccia terreno-cls. [deg]*
***Adesione**: Coeff. di adesione della coesione all'interfaccia terreno-cls. Il valore è adimensionale.*
***K0**: Coefficiente di spinta a riposo del terreno. Il valore è adimensionale.*
***Gamma naturale**: Peso specifico naturale del terreno in sito, assegnato alle zone non immerse. [daN/cm3]*
***Gamma saturo**: Peso specifico saturo del terreno in sito, assegnato alle zone immerse. [daN/cm3]*
***E**: Modulo elastico longitudinale del terreno. [daN/cm2]*
***Poisson**: Coefficiente di Poisson del terreno. Il valore è adimensionale.*

Descrizione	Coesione	Coesione non drenata	Attrito interno	Delta	Adesione	K0	Gamma naturale	Gamma saturo	E	Poisson
Riporto	0	0	20	0	1	0.66	0.0016	0.00215	900	0.3
Riporto_1	0	0	38	0	1	0.38	0.0016	0.00215	900	0.3

5 Modellazione del sottosuolo e metodi di analisi e di

verifica
Modello di fondazione

Le travi di fondazione sono modellate tramite uno specifico elemento finito che gestisce il suolo elastico alla Winkler. Le fondazioni a plinto superficiale sono modellate con un numero elevato di molle verticali elastiche agenti su nodi collegati rigidamente al nodo centrale. Le fondazioni a platea sono modellate con l'inserimento di molle verticali elastiche agenti nei nodi delle mesh.

Il palo di fondazione è stato modellato tramite il frazionamento in più aste verticali. Nei nodi di suddivisione vengono posizionate molle assialsimmetriche elastiche 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 elastica verticale le cui caratteristiche sono ricavate dai dati di input del palo o dalla stratigrafia.

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 (Rd) e quelle instabilizzanti (Ed):

$$Rd = (N \cdot Tan(\varphi) + c_a \cdot B \cdot L + \alpha \cdot S_p) / \gamma_{Rs}$$

$$Ed = \sqrt{T_x^{\,2} + T_y^{\,2}}$$

dove:
N = risultante delle forze normali al piano di scorrimento;
Tx, Ty = componenti delle forze tangenziali al piano di scorrimento;
tan(phi) = coefficiente di attrito terreno-fondazione;
ca = 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.

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, che viene descritto nei paragrafi successivi.

Metodo di Vesic

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

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

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 = Bf - 2e);
L = lunghezza efficace della fondazione (L = Lf - 2e);
c = coesione dello strato di fondazione;

cu = coesione non drenata dello strato di fondazione;
q = sovraccarico del terreno sovrastante il piano di fondazione;
Nc, Nq, Ny = fattori di capacità portante;
sc, sq, sy = fattori di forma della fondazione;
dc, dq, dy = fattori di profondità del piano di posa della fondazione;
ic, iq, iy = fattori di inclinazione del carico;
bc, bq, by = fattori di inclinazione della base della fondazione;
gc, gq, gy = 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 * gamma * B * N_gamma con N_gamma = -2 * sen beta
Per la teoria di Vesic i coefficienti sopra definiti assumono le espressioni che seguono:

$$N_c = (N_q - 1)\cdot ctg\phi\,;\quad N_q = tg^2\left(45^o + \frac{\phi}{2}\right)\cdot e^{(\pi\cdot tg\varphi)};\quad N_\gamma = 2\cdot(N_q + 1)\cdot tg\phi$$

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

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

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

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

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

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

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

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:

$$H = ½ \cdot B \cdot Tan(45° + \phi/2)$$

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 qult 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 kh, 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 e (earthquake), valutati secondo **Paolucci** e **Pecker**:

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

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 data dalla sommatoria:

$$P_V = \sum_i \left(\alpha \cdot c + k_0 \cdot p_v \cdot \tan\varphi\right) \cdot S_i$$

dove si sono indicati con:
k0 il coefficiente di spinta a riposo dell'i-esimo terreno della stratigrafia
pv= Sum gamma_i*hi, la pressione litostatica verticale efficace nel punto di calcolo
po=ko * pv, la pressione litostatica orizzontale efficace nel punto di calcolo
c, phi la coesione e l'angolo di attrito interno dell'i-esimo terreno
alpha il coefficiente di adesione della coesione all'interfaccia terreno-pali (usualmente tra 0.5÷0.8)
D il diametro di perforazione del palo
Si la superficie laterale dell'i-esimo tratto di calcolo (Pi * D * hi)
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:

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

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

L'indice di rigidezza ridotto Irr tiene conto della deformazione volumetrica eps_v raggiunta dal terreno in condizioni prossime alla rottura e riduce l'indice di rigidezza Ir 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).

$$I_r = \frac{G}{c + q \cdot tg\varphi}$$

$$I_{rr} = \frac{I_r}{1 + \varepsilon \cdot I_r}$$

Il valore di portanza alla punta è quindi:

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

dove si sono indicati con:
Ap, l'area della punta del palo
c, phi la coesione e l'angolo di attrito interno del terreno sottostante la punta
nu, coefficiente indicato da Vesic, dato da: (1 + 2 * K0)/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=cU e phi=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:

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

6 Verifiche delle fondazioni

6.1 Verifiche pali

Rck: resistenza caratteristica cubica a compressione del cls
fyk: tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
quota: quota della sezione
comb: combinazione di carico
Af: area totale di acciaio a pressoflessione
cop.: copriferro
sigmac: tensione in esercizio sul cls
sigmaf: tensione in esercizio sull'acciaio
Wk: apertura caratteristica delle fessure
c.s.: coefficiente di sicurezza per stati limite ultimi
Ast: area delle staffe (cmq/m)
Mx: momento attorno all'asse X
My: momento attorno all'asse Y
N: sforzo normale
VEd: taglio risultante di calcolo
VEdx: taglio di calcolo in direzione x
VEdy: taglio di calcolo in direzione y
VRd: resistenza a taglio del solo calcestruzzo
VRcd: resistenza a taglio delle bielle in cls
VRsd: resistenza a taglio per la presenza delle staffe
coefV: coefficiente per verifica di resistenza a taglio e torsione micropali
coefM: coefficiente per verifica di resistenza a pressoflessione micropali
V: taglio di progetto
Mt: momento torcente di progetto
Mf: momento flettente di progetto

Pali di plinto su pali 1

Unità di misura: daN, cm
Metodo di calcolo: DM 14-01-08 Norme tecniche per le costruzioni

Caratteristiche dei materiali:

Calcestruzzo C25/30; Rck = 300
Acciaio B450C; fyk = 4500

Caratteristiche geometriche:

Quota di testa -130 cm
Quota di punta -830 cm
Diametro 60,0 cm

Palo al filo 1 alle coordinate X=575 Y=210

Sollecitazioni massime in testa palo:

Combinazione corrispondente alla minima compressione in testa

N	Mx	My	Tx	Ty	comb	
-1.666E+03	-9.862E+04	6.6653E+04	-1.134E+02	-8.966E+02	5	slu
-3.918E+03	-3.475E+04	4.4437E+04	-7.561E+01	-3.159E+02	5	ra
-6.834E+03	5.1159E+04	2.4390E+00	6.6133E-03	4.6508E+02	3	fr
-7.258E+03	6.5925E+04	5.5026E+00	1.0670E-02	5.9932E+02	1	qp
-6.292E+03	-6.661E+04	-2.393E+05	4.0440E+02	-6.055E+02	13	SLV fond

Combinazione corrispondente alla massima compressione in testa

N	Mx	My	Tx	Ty	comb	
-1.139E+04	1.3219E+05	1.6573E+01	2.9454E-02	1.2017E+03	49	slu
-8.485E+03	9.5112E+04	1.1409E+01	2.0433E-02	8.6465E+02	10	ra
-7.503E+03	7.1762E+04	6.6838E+00	1.2623E-02	6.5238E+02	4	fr
-7.258E+03	6.5925E+04	5.5026E+00	1.0670E-02	5.9932E+02	1	qp
-8.223E+03	1.9847E+05	2.3939E+05	-4.043E+02	1.8043E+03	3	SLV fond

Combinazione corrispondente al massimo taglio in testa

N	Mx	My	Tx	Ty	comb	
-1.139E+04	1.3219E+05	1.6573E+01	2.9454E-02	1.2017E+03	49	slu
-8.485E+03	9.5112E+04	1.1409E+01	2.0433E-02	8.6465E+02	10	ra
-7.503E+03	7.1762E+04	6.6838E+00	1.2623E-02	6.5238E+02	4	fr
-7.258E+03	6.5925E+04	5.5026E+00	1.0670E-02	5.9932E+02	1	qp
-7.749E+03	1.5921E+05	7.9797E+05	-1.348E+03	1.4474E+03	7	SLV fond

Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo:

Fattore di correlazione Psi scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7
Coeff. parziale di sicurezza sulla resistenza laterale = 1.15
Coeff. parziale di sicurezza sulla resistenza alla punta = 1.35
Portanza laterale di progetto = 9079.3
Portanza di punta di progetto = 12320
verifica condotta in combinazione SLU 49 per la condizione a breve termine
Sforzo normale = -11392.8
Peso del palo = 4948 * 1.3
Carico totale di progetto = -17825.2
Resistenza totale di progetto = 21399.2

Coefficiente di sicurezza = 1.2 > 1

Verifica di capacità portante trasversale riferita al palo singolo:

Fattore di correlazione Psi scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7
Coeff. parziale di sicurezza sulla resistenza trasversale = 1.3
Verifica condotta in combinazione SLU 49
Portanza trasversale di progetto = 12058.4
Sforzo trasversale di progetto = 1201.7
Coefficiente di sicurezza = 10.03 > 1

PARAMETRI UTILIZZATI NEL CALCOLO
Geometria:
Palo a testa incastrata
Lunghezza del tratto infisso nel terreno = 700
Larghezza del fronte di spinta = 60
Dati del suolo:
Calcolo condotto per la condizione drenata e terreno incoerente
Angolo di attrito interno di progetto (deg) = 20
Peso specifico del terreno di progetto = 0.0016
Sforzo trasversale massimo al collasso = 26649
Meccanismo di collasso come palo lungo (doppia cerniera)
Momento di plasticizzazione della cerniera plastica superiore = 2706990
a quota attacco fondazione
con sforzo normale di calcolo = -11760
Momento di plasticizzazione della cerniera plastica inferiore = 2641983
a quota = -549.9
con sforzo normale di calcolo = -6759

Verifica di resistenza allo stato limite:

quota	Af	cop.	c.s.	Mx	My	N	comb
-130	29.2	3.70	3.58	1.5921E+05	7.9797E+05	-7.749E+03	7SLV fond
-210	29.2	3.70	3.05	2.7500E+05	9.0579E+05	-8.315E+03	7SLV fond
-290	29.2	3.70	3.33	2.6984E+05	8.0005E+05	-5.901E+03	7SLV fond
-370	29.2	3.70	4.03	2.5216E+05	6.7223E+05	-6.466E+03	7SLV fond
-450	29.2	3.70	5.14	2.0251E+05	5.1171E+05	-4.095E+03	7SLV fond
-530	29.2	3.70	8.35	1.4034E+05	3.3840E+05	-4.661E+03	7SLV fond
-610	29.2	3.70	14.04	8.4191E+04	1.9470E+05	-2.321E+03	7SLV fond
-690	29.2	3.70	43.43	3.3358E+04	7.7147E+04	-2.886E+03	7SLV fond
-770	29.2	3.70	100.00	-3.492E-10	1.6088E-14	-8.362E+02	49SLU

Verifica di esercizio (combinazione rara):

quota	Af	cop.	sigmaf	sigmac	Mx	My	N	comb	Wk	comb
-130	29.2	3.70		6.4	9.5112E+04	1.1409E+01	-8.485E+03	10	0.000	1
-130	29.2	3.70	43.6		-2.311E+04	7.4056E+04	-3.948E+03	3	0.000	1
-210	29.2	3.70	80.1	10.3	1.6428E+05	9.7738E+00	-9.051E+03	10	0.000	1
-290	29.2	3.70	128.9	10.3	1.6120E+05	7.7254E+00	-6.462E+03	10	0.000	1
-370	29.2	3.70	97.6	9.5	1.5064E+05	5.6341E+00	-7.028E+03	10	0.000	1
-450	29.2	3.70	106.1	7.8	1.2098E+05	3.9331E+00	-4.486E+03	10	0.000	1
-530	29.2	3.70	34.1	5.3	8.3837E+04	2.3848E+00	-5.052E+03	10	0.000	1
-610	29.2	3.70	28.6	3.2	5.0295E+04	1.2561E+00	-2.544E+03	10	0.000	1
-690	29.2	3.70		1.7	1.9928E+04	4.9770E-01	-3.109E+03	10	0.000	1
-770	29.2	3.70		0.2	2.5739E-10	6.4879E-16	-6.217E+02	10	0.000	1

Verifica di esercizio (combinazione quasi permanente):

quota	Af	cop.	sigmaf	sigmac	Mx	My	N	comb	Wk	comb
-130	29.2	3.70		4.8	6.5925E+04	5.5026E+00	-7.258E+03	1	0.000	1
-210	29.2	3.70	34.1	7.2	1.1387E+05	4.6489E+00	-7.823E+03	1	0.000	1
-290	29.2	3.70	66.0	7.1	1.1173E+05	3.6499E+00	-5.526E+03	1	0.000	1
-370	29.2	3.70	45.4	6.6	1.0441E+05	2.6358E+00	-6.091E+03	1	0.000	1
-450	29.2	3.70	56.0	5.3	8.3852E+04	1.8276E+00	-3.834E+03	1	0.000	1
-530	29.2	3.70	13.2	3.7	5.8110E+04	1.0999E+00	-4.400E+03	1	0.000	1
-610	29.2	3.70	13.2	2.2	3.4861E+04	5.7450E-01	-2.172E+03	1	0.000	1
-690	29.2	3.70		1.4	1.3813E+04	2.2763E-01	-2.737E+03	1	0.000	1
-770	29.2	3.70		0.2	-5.116E-10	4.4580E-16	-5.268E+02	1	0.000	1

Verifica di esercizio (combinazione frequente):

quota	Af	cop.	Mx	My	N	comb	Wk
-130	29.2	3.70	6.5925E+04	5.5026E+00	-7.258E+03	1	0.000
-210	29.2	3.70	1.1387E+05	4.6489E+00	-7.823E+03	1	0.000
-290	29.2	3.70	1.1173E+05	3.6499E+00	-5.526E+03	1	0.000
-370	29.2	3.70	1.0441E+05	2.6358E+00	-6.091E+03	1	0.000
-450	29.2	3.70	8.3852E+04	1.8276E+00	-3.834E+03	1	0.000
-530	29.2	3.70	5.8110E+04	1.0999E+00	-4.400E+03	1	0.000
-610	29.2	3.70	3.4861E+04	5.7450E-01	-2.172E+03	1	0.000
-690	29.2	3.70	1.3813E+04	2.2763E-01	-2.737E+03	1	0.000
-770	29.2	3.70	-5.116E-10	4.4580E-16	-5.268E+02	1	0.000

Verifica a taglio:

quota	Ast	VEd	VEdx	VEdy	N comb	VRd	VRcd	VRsd

-130	0.20	1978	-1348	1447	-7749	7SLV fond	11215	68895	32482	VEd < VRd
-210	0.20	1978	-1348	1447	-8315	7SLV fond	11293	68895	32482	VEd < VRd
-290	0.11	1613	1598	-221	-5901	7SLV fond	10959	68895	18561	VEd < VRd
-370	0.11	1613	1598	-221	-6466	7SLV fond	11037	68895	18561	VEd < VRd
-450	0.11	2302	2166	-777	-4095	7SLV fond	10710	68895	18561	VEd < VRd
-530	0.11	2302	2166	-777	-4661	7SLV fond	10788	68895	18561	VEd < VRd
-610	0.11	1601	1469	-635	-2321	7SLV fond	10465	68895	18561	VEd < VRd
-690	0.11	1601	1469	-635	-2886	7SLV fond	10543	68895	18561	VEd < VRd
-770	0.11	0	0	0	-489	9SLV fond	10211	68895	18561	VEd < VRd

Pali di plinto su pali 2

Unità di misura: daN, cm
Metodo di calcolo: DM 14-01-08 Norme tecniche per le costruzioni

Caratteristiche dei materiali:

Calcestruzzo C25/30; Rck = 300
Acciaio B450C; fyk = 4500

Caratteristiche geometriche:

Quota di testa -130 cm
Quota di punta -830 cm
Diametro 60,0 cm

Palo al filo 2 alle coordinate X=575 Y=710

Sollecitazioni massime in testa palo:

Combinazione corrispondente alla minima compressione in testa

N	Mx	My	Tx	Ty	comb	
2.3150E+03	-1.843E+05	6.6427E+04	-1.128E+02	-1.675E+03	5	slu
-2.004E+03	-8.025E+04	4.4290E+04	-7.518E+01	-7.295E+02	5	ra
-7.583E+03	5.8571E+04	2.8100E-07	-4.747E-10	5.3246E+02	3	fr
-8.384E+03	8.0970E+04	-5.096E-07	9.3078E-10	7.3609E+02	1	qp
-7.409E+03	-4.715E+04	-2.394E+05	4.0478E+02	-4.287E+02	13	SLV fond

Combinazione corrispondente alla massima compressione in testa

N	Mx	My	Tx	Ty	comb	
-1.470E+04	1.8611E+05	-2.333E-06	4.2263E-09	1.6919E+03	49	slu
-1.077E+04	1.3174E+05	-1.558E-06	2.8232E-09	1.1977E+03	10	ra
-8.861E+03	9.1125E+04	-7.192E-07	1.3092E-09	8.2841E+02	4	fr
-8.384E+03	8.0970E+04	-5.096E-07	9.3078E-10	7.3609E+02	1	qp
-9.360E+03	2.0904E+05	-2.394E+05	4.0468E+02	1.9004E+03	1	SLV fond

Combinazione corrispondente al massimo taglio in testa

N	Mx	My	Tx	Ty	comb	
-1.470E+04	1.8611E+05	-2.333E-06	4.2263E-09	1.6919E+03	49	slu
-1.077E+04	1.3174E+05	-1.558E-06	2.8232E-09	1.1977E+03	10	ra
-8.861E+03	9.1125E+04	-7.192E-07	1.3092E-09	8.2841E+02	4	fr
-8.384E+03	8.0970E+04	-5.096E-07	9.3078E-10	7.3609E+02	1	qp
-9.360E+03	2.0904E+05	-2.394E+05	4.0468E+02	1.9004E+03	1	SLV fond

Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo:

Fattore di correlazione Psi scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7
Coeff. parziale di sicurezza sulla resistenza laterale = 1.15
Coeff. parziale di sicurezza sulla resistenza alla punta = 1.35
Portanza laterale di progetto = 9079.3
Portanza di punta di progetto = 12320
verifica condotta in combinazione SLU 49 per la condizione a breve termine
Sforzo normale = -14701.6
Peso del palo = 4948 * 1.3
Carico totale di progetto = -21134
Resistenza totale di progetto = 21399.2
Coefficiente di sicurezza = 1.01 > 1

Verifica di capacità portante trasversale riferita al palo singolo:

Fattore di correlazione Psi scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7
Coeff. parziale di sicurezza sulla resistenza trasversale = 1.3
Verifica condotta in combinazione SLU 5
Portanza trasversale di progetto = 11630
Sforzo trasversale di progetto = 1679.1
Coefficiente di sicurezza = 6.93 > 1

PARAMETRI UTILIZZATI NEL CALCOLO
Geometria:
Palo a testa incastrata
Lunghezza del tratto infisso nel terreno = 700
Larghezza del fronte di spinta = 60
Dati del suolo:
Calcolo condotto per la condizione drenata e terreno incoerente
Angolo di attrito interno di progetto (deg) = 20
Peso specifico del terreno di progetto = 0.0016
Sforzo trasversale massimo al collasso = 25702
Meccanismo di collasso come palo lungo (doppia cerniera)
Momento di plasticizzazione della cerniera plastica superiore = 2521193

a quota attacco fondazione
con sforzo normale di calcolo = 2032
Momento di plasticizzazione della cerniera plastica inferiore = 2545235
a quota = -548.8
con sforzo normale di calcolo = 684

Verifica di resistenza allo stato limite:

quota	Af	cop.	c.s.	Mx	My	N	comb
-130	29.2	3.70	3.68	1.1933E+05	-7.980E+05	-8.677E+03	5SLV fond
-210	29.2	3.70	3.16	2.0612E+05	-9.059E+05	-9.242E+03	5SLV fond
-290	29.2	3.70	3.45	2.0225E+05	-8.002E+05	-6.608E+03	5SLV fond
-370	29.2	3.70	4.22	1.8900E+05	-6.724E+05	-7.174E+03	5SLV fond
-450	29.2	3.70	5.39	1.5179E+05	-5.118E+05	-4.588E+03	5SLV fond
-530	29.2	3.70	8.89	1.0519E+05	-3.385E+05	-5.153E+03	5SLV fond
-610	29.2	3.70	14.94	6.3104E+04	-1.948E+05	-2.602E+03	5SLV fond
-690	29.2	3.70	44.81	2.5003E+04	-7.717E+04	-3.167E+03	5SLV fond
-770	29.2	3.70	100.00	-8.367E-11	0.0000E+00	-1.092E+03	49SLU

Verifica di esercizio (combinazione rara):

quota	Af	cop.	sigmaf	sigmac	Mx	My	N	comb	Wk	comb
-130	29.2	3.70		8.6	1.3174E+05	-1.558E-06	-1.077E+04	10	0.000	1
-130	29.2	3.70	140.2		-6.826E+04	7.3827E+04	-2.026E+03	3	0.000	1
-210	29.2	3.70		14.4	2.2756E+05	-1.784E-06	-1.133E+04	10	0.000	1
-210	29.2	3.70	219.4		-1.386E+05	5.0305E+04	-2.570E+03	5	0.000	1
-290	29.2	3.70		14.4	2.2328E+05	-1.580E-06	-8.204E+03	10	0.000	1
-290	29.2	3.70	247.7		-1.360E+05	4.4441E+04	-1.519E+03	5	0.000	1
-370	29.2	3.70		13.3	2.0866E+05	-1.332E-06	-8.769E+03	10	0.000	1
-370	29.2	3.70	204.9		-1.271E+05	3.7349E+04	-2.084E+03	5	0.000	1
-450	29.2	3.70		10.9	1.6757E+05	-1.015E-06	-5.698E+03	10	0.000	1
-450	29.2	3.70	186.4		-1.021E+05	2.8434E+04	-1.044E+03	5	0.000	1
-530	29.2	3.70		7.3	1.1613E+05	-6.725E-07	-6.264E+03	10	0.000	1
-530	29.2	3.70	97.5		-7.074E+04	1.8806E+04	-1.610E+03	5	0.000	1
-610	29.2	3.70		4.4	6.9666E+04	-3.875E-07	-3.236E+03	10	0.000	1
-610	29.2	3.70	71.7		-4.244E+04	1.0821E+04	-5.793E+02	5	0.000	1
-690	29.2	3.70		2.2	2.7603E+04	-1.535E-07	-3.801E+03	10	0.000	1
-690	29.2	3.70	5.7		-1.681E+04	4.2877E+03	-1.145E+03	5	0.000	1
-770	29.2	3.70		0.2	-4.311E-10	0.0000E+00	-7.982E+02	10	0.000	1

Verifica di esercizio (combinazione quasi permanente):

quota	Af	cop.	sigmaf	sigmac	Mx	My	N	comb	Wk	comb
-130	29.2	3.70	2.7	5.7	8.0970E+04	-5.096E-07	-8.384E+03	1	0.000	1
-210	29.2	3.70	49.8	8.8	1.3986E+05	-5.841E-07	-8.950E+03	1	0.000	1
-290	29.2	3.70	89.3	8.7	1.3723E+05	-5.175E-07	-6.385E+03	1	0.000	1
-370	29.2	3.70	64.4	8.1	1.2824E+05	-4.363E-07	-6.951E+03	1	0.000	1
-450	29.2	3.70	75.0	6.6	1.0299E+05	-3.328E-07	-4.432E+03	1	0.000	1
-530	29.2	3.70	20.3	4.5	7.1371E+04	-2.204E-07	-4.998E+03	1	0.000	1
-610	29.2	3.70	18.4	2.7	4.2817E+04	-1.270E-07	-2.513E+03	1	0.000	1
-690	29.2	3.70		1.6	1.6965E+04	-5.034E-08	-3.079E+03	1	0.000	1
-770	29.2	3.70		0.2	-1.946E-10	0.0000E+00	-6.139E+02	1	0.000	1

Verifica di esercizio (combinazione frequente):

quota	Af	cop.	Mx	My	N	comb	Wk
-130	29.2	3.70	8.0970E+04	-5.096E-07	-8.384E+03	1	0.000
-210	29.2	3.70	1.3986E+05	-5.841E-07	-8.950E+03	1	0.000
-290	29.2	3.70	1.3723E+05	-5.175E-07	-6.385E+03	1	0.000
-370	29.2	3.70	1.2824E+05	-4.363E-07	-6.951E+03	1	0.000
-450	29.2	3.70	1.0299E+05	-3.328E-07	-4.432E+03	1	0.000
-530	29.2	3.70	7.1371E+04	-2.204E-07	-4.998E+03	1	0.000
-610	29.2	3.70	4.2817E+04	-1.270E-07	-2.513E+03	1	0.000
-690	29.2	3.70	1.6965E+04	-5.034E-08	-3.079E+03	1	0.000
-770	29.2	3.70	-1.946E-10	0.0000E+00	-6.139E+02	1	0.000

Verifica a taglio:

quota	Ast	VEd	VEdx	VEdy	N	comb	VRd	VRcd	VRsd	
-130	0.20	1943	405	1900	-9360	1SLV fond	10005	68895	32482	VEd < VRd
-210	0.20	1943	405	1900	-9925	1SLV fond	10083	68895	32482	VEd < VRd
-290	0.11	1606	-1598	-166	-6608	5SLV fond	9625	68895	18561	VEd < VRd
-370	0.11	1606	-1598	-166	-7174	5SLV fond	9703	68895	18561	VEd < VRd
-450	0.11	2244	-2167	-582	-4588	5SLV fond	9346	68895	18561	VEd < VRd
-530	0.11	2244	-2167	-582	-5153	5SLV fond	9424	68895	18561	VEd < VRd
-610	0.11	1545	-1470	-476	-2602	5SLV fond	9072	68895	18561	VEd < VRd
-690	0.11	1545	-1470	-476	-3167	5SLV fond	9150	68895	18561	VEd < VRd
-770	0.11	0	0	0	73	7SLU	8712	68895	18561	VEd < VRd

Pali di plinto su pali 3

Unità di misura: daN, cm
Metodo di calcolo: DM 14-01-08 Norme tecniche per le costruzioni

Caratteristiche dei materiali:

Calcestruzzo C25/30; Rck = 300
Acciaio B450C; fyk = 4500

Caratteristiche geometriche:

Quota di testa -130 cm
Quota di punta -830 cm
Diametro 60,0 cm

Palo al filo 3 alle coordinate X=575 Y=1210

Sollecitazioni massime in testa palo:

Combinazione corrispondente alla minima compressione in testa

N	Mx	My	Tx	Ty	comb	
-1.672E+03	-1.034E+05	6.6381E+04	-1.126E+02	-9.396E+02	5	slu
-3.922E+03	-3.790E+04	4.4265E+04	-7.510E+01	-3.446E+02	5	ra
-6.834E+03	5.1159E+04	-2.439E+00	-6.613E-03	4.6508E+02	3	fr
-7.258E+03	6.5925E+04	-5.503E+00	-1.067E-02	5.9932E+02	1	qp
-6.292E+03	-6.661E+04	2.3929E+05	-4.044E+02	-6.055E+02	15	SLV fond

Combinazione corrispondente alla massima compressione in testa

N	Mx	My	Tx	Ty	comb	
-1.139E+04	1.3219E+05	-1.657E+01	-2.945E-02	1.2017E+03	49	slu
-8.485E+03	9.5112E+04	-1.141E+01	-2.043E-02	8.6465E+02	10	ra
-7.503E+03	7.1762E+04	-6.684E+00	-1.262E-02	6.5238E+02	4	fr
-7.258E+03	6.5925E+04	-5.503E+00	-1.067E-02	5.9932E+02	1	qp
-8.223E+03	1.9847E+05	-2.394E+05	4.0431E+02	1.8043E+03	1	SLV fond

Combinazione corrispondente al massimo taglio in testa

N	Mx	My	Tx	Ty	comb	
-1.139E+04	1.3219E+05	-1.657E+01	-2.945E-02	1.2017E+03	49	slu
-8.485E+03	9.5112E+04	-1.141E+01	-2.043E-02	8.6465E+02	10	ra
-7.503E+03	7.1762E+04	-6.684E+00	-1.262E-02	6.5238E+02	4	fr
-7.258E+03	6.5925E+04	-5.503E+00	-1.067E-02	5.9932E+02	1	qp
-7.749E+03	1.5921E+05	-7.980E+05	1.3477E+03	1.4474E+03	5	SLV fond

Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo:

Fattore di correlazione Psi scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7
Coeff. parziale di sicurezza sulla resistenza laterale = 1.15
Coeff. parziale di sicurezza sulla resistenza alla punta = 1.35
Portanza laterale di progetto = 9079.3
Portanza di punta di progetto = 12320
verifica condotta in combinazione SLU 49 per la condizione a breve termine
Sforzo normale = -11392.8
Peso del palo = 4948 * 1.3
Carico totale di progetto = -17825.2
Resistenza totale di progetto = 21399.2
Coefficiente di sicurezza = 1.2 > 1

Verifica di capacità portante trasversale riferita al palo singolo:

Fattore di correlazione Psi scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7
Coeff. parziale di sicurezza sulla resistenza trasversale = 1.3
Verifica condotta in combinazione SLU 49
Portanza trasversale di progetto = 12058.4
Sforzo trasversale di progetto = 1201.7
Coefficiente di sicurezza = 10.03 > 1

PARAMETRI UTILIZZATI NEL CALCOLO
Geometria:
Palo a testa incastrata
Lunghezza del tratto infisso nel terreno = 700
Larghezza del fronte di spinta = 60
Dati del suolo:
Calcolo condotto per la condizione drenata e terreno incoerente
Angolo di attrito interno di progetto (deg) = 20
Peso specifico del terreno di progetto = 0.0016
Sforzo trasversale massimo al collasso = 26649
Meccanismo di collasso come palo lungo (doppia cerniera)
Momento di plasticizzazione della cerniera plastica superiore = 2706990
a quota attacco fondazione
con sforzo normale di calcolo = -11760
Momento di plasticizzazione della cerniera plastica inferiore = 2641983
a quota = -549.9
con sforzo normale di calcolo = -6759

Verifica di resistenza allo stato limite:

quota	Af	cop.	c.s.	Mx	My	N	comb
-130	29.2	3.70	3.58	1.5921E+05	-7.980E+05	-7.749E+03	5SLV fond

-210	29.2	3.70	3.05	2.7500E+05	-9.058E+03	-8.315E+03	5SLV	fond
-290	29.2	3.70	3.33	2.6984E+05	-8.001E+03	-5.901E+03	5SLV	fond
-370	29.2	3.70	4.03	2.5216E+05	-6.722E+03	-6.466E+03	5SLV	fond
-450	29.2	3.70	5.14	2.0251E+05	-5.117E+03	-4.095E+03	5SLV	fond
-530	29.2	3.70	8.35	1.4034E+05	-3.384E+03	-4.661E+03	5SLV	fond
-610	29.2	3.70	14.04	8.4191E+04	-1.947E+05	-2.321E+03	5SLV	fond
-690	29.2	3.70	43.43	3.3358E+04	-7.715E+04	-2.886E+03	5SLV	fond
-770	29.2	3.70	100.00	-1.246E-10	3.4452E-15	-8.362E+02	49SLU	

Verifica di esercizio (combinazione rara):

quota	Af	cop.	sigmaf	sigmac	Mx	My	N	comb	Wk	comb
-130	29.2	3.70		6.4	9.5112E+04	-1.141E+01	-8.485E+03	10	0.000	1
-130	29.2	3.70	45.8		-2.837E+04	7.3788E+04	-3.955E+03	3	0.000	1
-210	29.2	3.70	80.1	10.3	1.6428E+05	-9.774E+00	-9.051E+03	10	0.000	1
-290	29.2	3.70	128.9	10.3	1.6120E+05	-7.725E+00	-6.462E+03	10	0.000	1
-370	29.2	3.70	97.6	9.5	1.5064E+05	-5.634E+00	-7.028E+03	10	0.000	1
-450	29.2	3.70	106.1	7.8	1.2098E+05	-3.933E+00	-4.486E+03	10	0.000	1
-530	29.2	3.70	34.1	5.3	8.3837E+04	-2.385E+00	-5.052E+03	10	0.000	1
-610	29.2	3.70	28.6	3.2	5.0295E+04	-1.256E+00	-2.544E+03	10	0.000	1
-690	29.2	3.70		1.7	1.9928E+04	-4.977E-01	-3.109E+03	10	0.000	1
-770	29.2	3.70		0.2	-1.728E-10	-4.014E-15	-6.217E+02	10	0.000	1

Verifica di esercizio (combinazione quasi permanente):

quota	Af	cop.	sigmaf	sigmac	Mx	My	N	comb	Wk	comb
-130	29.2	3.70		4.8	6.5925E+04	-5.503E+00	-7.258E+03	1	0.000	1
-210	29.2	3.70	34.1	7.2	1.1387E+05	-4.649E+00	-7.823E+03	1	0.000	1
-290	29.2	3.70	66.0	7.1	1.1173E+05	-3.650E+00	-5.526E+03	1	0.000	1
-370	29.2	3.70	45.4	6.6	1.0441E+05	-2.636E+00	-6.091E+03	1	0.000	1
-450	29.2	3.70	56.0	5.3	8.3852E+04	-1.828E+00	-3.834E+03	1	0.000	1
-530	29.2	3.70	13.2	3.7	5.8110E+04	-1.100E+00	-4.400E+03	1	0.000	1
-610	29.2	3.70	13.2	2.2	3.4861E+04	-5.745E-01	-2.172E+03	1	0.000	1
-690	29.2	3.70		1.4	1.3813E+04	-2.276E-01	-2.737E+03	1	0.000	1
-770	29.2	3.70		0.2	-4.120E-10	-2.011E-15	-5.268E+02	1	0.000	1

Verifica di esercizio (combinazione frequente):

quota	Af	cop.	Mx	My	N	comb	Wk
-130	29.2	3.70	6.5925E+04	-5.503E+00	-7.258E+03	1	0.000
-210	29.2	3.70	1.1387E+05	-4.649E+00	-7.823E+03	1	0.000
-290	29.2	3.70	1.1173E+05	-3.650E+00	-5.526E+03	1	0.000
-370	29.2	3.70	1.0441E+05	-2.636E+00	-6.091E+03	1	0.000
-450	29.2	3.70	8.3852E+04	-1.828E+00	-3.834E+03	1	0.000
-530	29.2	3.70	5.8110E+04	-1.100E+00	-4.400E+03	1	0.000
-610	29.2	3.70	3.4861E+04	-5.745E-01	-2.172E+03	1	0.000
-690	29.2	3.70	1.3813E+04	-2.276E-01	-2.737E+03	1	0.000
-770	29.2	3.70	-4.120E-10	-2.011E-15	-5.268E+02	1	0.000

Verifica a taglio:

quota	Ast	VEd	VEdx	VEdy	N	comb	VRd	VRcd	VRsd	
-130	0.20	1978	1348	1447	-7749	5SLV fond	9783	68895	32482	VEd < VRd
-210	0.20	1978	1348	1447	-8315	5SLV fond	9861	68895	32482	VEd < VRd
-290	0.11	1613	-1598	-221	-5901	5SLV fond	9527	68895	18561	VEd < VRd
-370	0.11	1613	-1598	-221	-6466	5SLV fond	9605	68895	18561	VEd < VRd
-450	0.11	2302	-2166	-777	-4095	5SLV fond	9278	68895	18561	VEd < VRd
-530	0.11	2302	-2166	-777	-4661	5SLV fond	9356	68895	18561	VEd < VRd
-610	0.11	1601	-1469	-635	-2321	5SLV fond	9033	68895	18561	VEd < VRd
-690	0.11	1601	-1469	-635	-2886	5SLV fond	9111	68895	18561	VEd < VRd
-770	0.11	0	0	0	-523	9SLV fond	8784	68895	18561	VEd < VRd

Pali di plinto su pali 4

Unità di misura: daN, cm
Metodo di calcolo: DM 14-01-08 Norme tecniche per le costruzioni

Caratteristiche dei materiali:

Calcestruzzo C25/30; Rck = 300
Acciaio B450C; fyk = 4500

Caratteristiche geometriche:

Quota di testa -130 cm
Quota di punta -830 cm
Diametro 60,0 cm

Palo al filo 4 alle coordinate X=2045 Y=210

Sollecitazioni massime in testa palo:

Combinazione corrispondente alla minima compressione in testa

N	Mx	My	Tx	Ty	comb

```
-2.322E+03 2.6302E+04 1.5826E+05 -5.063E+02 2.3911E+02  3      slu
-3.992E+03 -1.003E+04 1.0550E+05 -3.375E+02 -9.117E+01  3      ra
-6.123E+03 -5.203E+04 2.1097E+04 -6.749E+01 -4.730E+02  2      fr
-6.440E+03 -6.073E+04 1.0344E+01 -2.055E-02 -5.521E+02  1      qp
-5.350E+03 1.5975E+05 2.2383E+05 -4.470E+02 1.4523E+03  3      SLV fond

Combinazione corrispondente alla massima compressione in testa
         N          Mx          My          Tx          Ty  comb
-9.892E+03 -1.169E+05 3.0117E+01 -5.974E-02 -1.063E+03  49     slu
-7.394E+03 -8.459E+04 2.0790E+01 -4.124E-02 -7.690E+02  10     ra
-6.631E+03 -6.550E+04 1.2433E+01 -2.468E-02 -5.955E+02  4      fr
-6.440E+03 -6.073E+04 1.0344E+01 -2.055E-02 -5.521E+02  1      qp
-7.530E+03 -2.812E+05 -2.234E+05 4.4600E+02 -2.556E+03  13     SLV fond

Combinazione corrispondente al massimo taglio in testa
         N          Mx          My          Tx          Ty  comb
-9.892E+03 -1.169E+05 3.0117E+01 -5.974E-02 -1.063E+03  49     slu
-7.394E+03 -8.459E+04 2.0790E+01 -4.124E-02 -7.690E+02  10     ra
-6.631E+03 -6.550E+04 1.2433E+01 -2.468E-02 -5.955E+02  4      fr
-6.440E+03 -6.073E+04 1.0344E+01 -2.055E-02 -5.521E+02  1      qp
-7.530E+03 -2.812E+05 -2.234E+05 4.4600E+02 -2.556E+03  13     SLV fond


Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo:

Fattore di correlazione Psi scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7
Coeff. parziale di sicurezza sulla resistenza laterale = 1.15
Coeff. parziale di sicurezza sulla resistenza alla punta = 1.35
Portanza laterale di progetto = 9079.3
Portanza di punta di progetto = 12320
verifica condotta in combinazione SLU 49 per la condizione a breve termine
Sforzo normale     = -9892.1
Peso del palo      = 4948 * 1.3
Carico totale di progetto = -16324.5
Resistenza totale di progetto = 21399.2
Coefficiente di sicurezza = 1.31 > 1


Verifica di capacità portante trasversale riferita al palo singolo:

Fattore di correlazione Psi scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7
Coeff. parziale di sicurezza sulla resistenza trasversale = 1.3
Verifica condotta in combinazione SLU 49
Portanza trasversale di progetto = 12013.5
Sforzo trasversale di progetto   = 1063
Coefficiente di sicurezza = 11.3 > 1

PARAMETRI UTILIZZATI NEL CALCOLO
Geometria:
Palo a testa incastrata
Lunghezza del tratto infisso nel terreno = 700
Larghezza del fronte di spinta = 60
Dati del suolo:
Calcolo condotto per la condizione drenata e terreno incoerente
Angolo di attrito interno di progetto (deg) = 20
Peso specifico del terreno di progetto = 0.0016
Sforzo trasversale massimo al collasso = 26550
Meccanismo di collasso come palo lungo (doppia cerniera)
Momento di plasticizzazione della cerniera plastica superiore = 2687484
a quota attacco fondazione
con sforzo normale di calcolo = -10260
Momento di plasticizzazione della cerniera plastica inferiore = 2631624
a quota = -549.8
con sforzo normale di calcolo = -5962


Verifica di resistenza allo stato limite:

quota    Af  cop.   c.s.         Mx         My          N  comb
 -130  29.2  3.70   3.74 -2.273E+05 -7.446E+05 -7.317E+03  9SLV fond
 -210  29.2  3.70   3.02 -3.927E+05 -8.635E+05 -7.883E+03  9SLV fond
 -290  29.2  3.70   3.25 -3.853E+05 -7.680E+05 -5.571E+03  9SLV fond
 -370  29.2  3.70   3.85 -3.601E+05 -6.502E+05 -6.137E+03  9SLV fond
 -450  29.2  3.70   4.87 -2.892E+05 -4.970E+05 -3.866E+03  9SLV fond
 -530  29.2  3.70   7.78 -2.004E+05 -3.299E+05 -4.431E+03  9SLV fond
 -610  29.2  3.70  12.98 -1.202E+05 -1.905E+05 -2.190E+03  9SLV fond
 -690  29.2  3.70  40.97 -4.763E+04 -7.548E+04 -2.755E+03  9SLV fond
 -770  29.2  3.70 100.00 -9.093E-12 4.4742E-14 -7.202E+02  49SLU


Verifica di esercizio (combinazione rara):

quota    Af   cop.  sigmaf   sigmac         Mx         My          N comb     Wk comb
 -130  29.2   3.70              6.9 -2.913E+04 1.0548E+05 -5.329E+03  6    0.000  1

 -130  29.2   3.70    91.3          -1.003E+04 1.0550E+05 -3.992E+03  3    0.000  1
 -210  29.2   3.70              9.2 -1.461E+05 2.4090E+01 -7.959E+03  10   0.000  1

 -210  29.2   3.70   128.1          -1.732E+04 1.3250E+05 -4.558E+03  3    0.000  1
 -290  29.2   3.70              9.2 -1.434E+05 2.1418E+01 -5.630E+03  10   0.000  1

 -290  29.2   3.70   150.7          -1.700E+04 1.2068E+05 -3.035E+03  3    0.000  1
 -370  29.2   3.70              8.5 -1.340E+05 1.8128E+01 -6.195E+03  10   0.000  1
```

-370	29.2	3.70	102.1		-1.588E+04	1.0484E+05	-3.600E+03	3	0.000	1
-450	29.2	3.70		6.9	-1.076E+05	1.3854E+01	-3.907E+03	10	0.000	1
-450	29.2	3.70	100.0		-1.276E+04	8.1230E+04	-2.100E+03	3	0.000	1
-530	29.2	3.70		4.7	-7.456E+04	9.1954E+00	-4.472E+03	10	0.000	1
-530	29.2	3.70	34.0		-8.839E+03	5.4586E+04	-2.666E+03	3	0.000	1
-610	29.2	3.70		2.8	-4.473E+04	5.3087E+00	-2.213E+03	10	0.000	1
-610	29.2	3.70	28.8		-5.303E+03	3.1873E+04	-1.182E+03	3	0.000	1
-690	29.2	3.70		1.5	-1.772E+04	2.1034E+00	-2.778E+03	10	0.000	1
-770	29.2	3.70		0.2	3.8199E-10	-1.621E-14	-5.373E+02	10	0.000	1

Verifica di esercizio (combinazione quasi permanente):

quota	Af	cop.	sigmaf	sigmac	Mx	My	N	comb	Wk	comb
-130	29.2	3.70	1.2	4.3	-6.073E+04	1.0344E+01	-6.440E+03	1	0.000	1
-210	29.2	3.70	33.7	6.6	-1.049E+05	1.1987E+01	-7.006E+03	1	0.000	1
-290	29.2	3.70	64.6	6.5	-1.029E+05	1.0658E+01	-4.902E+03	1	0.000	1
-370	29.2	3.70	44.1	6.0	-9.619E+04	9.0219E+00	-5.468E+03	1	0.000	1
-450	29.2	3.70	54.5	4.9	-7.724E+04	6.8951E+00	-3.400E+03	1	0.000	1
-530	29.2	3.70	13.0	3.4	-5.353E+04	4.5766E+00	-3.966E+03	1	0.000	1
-610	29.2	3.70	13.2	2.0	-3.211E+04	2.6422E+00	-1.924E+03	1	0.000	1
-690	29.2	3.70		1.3	-1.272E+04	1.0469E+00	-2.489E+03	1	0.000	1
-770	29.2	3.70		0.1	-3.579E-10	-3.830E-15	-4.636E+02	1	0.000	1

Verifica di esercizio (combinazione frequente):

quota	Af	cop.	Mx	My	N	comb	Wk
-130	29.2	3.70	-6.073E+04	1.0344E+01	-6.440E+03	1	0.000
-210	29.2	3.70	-1.049E+05	1.1987E+01	-7.006E+03	1	0.000
-290	29.2	3.70	-1.029E+05	1.0658E+01	-4.902E+03	1	0.000
-370	29.2	3.70	-9.619E+04	9.0219E+00	-5.468E+03	1	0.000
-450	29.2	3.70	-7.724E+04	6.8951E+00	-3.400E+03	1	0.000
-530	29.2	3.70	-5.353E+04	4.5766E+00	-3.966E+03	1	0.000
-610	29.2	3.70	-3.211E+04	2.6422E+00	-1.924E+03	1	0.000
-690	29.2	3.70	-1.272E+04	1.0469E+00	-2.489E+03	1	0.000
-770	29.2	3.70	-3.579E-10	-3.830E-15	-4.636E+02	1	0.000

Verifica a taglio:

quota	Ast	VEd	VEdx	VEdy	N	comb	VRd	VRcd	VRsd	
-130	0.20	2595	446	-2556	-7530	13SLV fond	11184	68895	32482	VEd < VRd
-210	0.20	2595	446	-2556	-8095	13SLV fond	11262	68895	32482	VEd < VRd
-290	0.11	1505	-1472	315	-5571	9SLV fond	10914	68895	18561	VEd < VRd
-370	0.11	1505	-1472	315	-6137	9SLV fond	10992	68895	18561	VEd < VRd
-450	0.11	2365	-2089	1110	-3866	9SLV fond	10678	68895	18561	VEd < VRd
-530	0.11	2365	-2089	1110	-4431	9SLV fond	10756	68895	18561	VEd < VRd
-610	0.11	1700	-1438	907	-2190	9SLV fond	10446	68895	18561	VEd < VRd
-690	0.11	1700	-1438	907	-2755	9SLV fond	10525	68895	18561	VEd < VRd
-770	0.11	0	0	0	-531	9SLV fond	10217	68895	18561	VEd < VRd

Pali di plinto su pali 5

Unità di misura: daN, cm
Metodo di calcolo: DM 14-01-08 Norme tecniche per le costruzioni

Caratteristiche dei materiali:

Calcestruzzo C25/30; Rck = 300
Acciaio B450C; fyk = 4500

Caratteristiche geometriche:

Quota di testa -130 cm
Quota di punta -830 cm
Diametro 60,0 cm

Palo al filo 5 alle coordinate X=2045 Y=710

Sollecitazioni massime in testa palo:

Combinazione corrispondente alla minima compressione in testa

N	Mx	My	Tx	Ty	comb	
1.1420E+03	1.4907E+05	1.3187E+05	-2.637E+02	1.3551E+03	3	slu
-2.340E+03	4.9888E+04	8.7906E+04	-1.758E+02	4.5353E+02	3	ra
-6.799E+03	-7.139E+04	1.7565E+04	-3.513E+01	-6.490E+02	2	fr
-7.449E+03	-9.136E+04	4.9239E-07	-1.048E-09	-8.305E+02	1	qp
-6.493E+03	1.1211E+05	-2.236E+05	4.4645E+02	1.0192E+03	1	SLV fond

Combinazione corrispondente alla massima compressione in testa

N	Mx	My	Tx	Ty	comb	
-1.284E+04	-2.166E+05	2.1853E-06	-4.523E-09	-1.969E+03	49	slu
-9.431E+03	-1.528E+05	1.4618E-06	-3.031E-09	-1.389E+03	10	ra
-7.845E+03	-1.036E+05	6.8621E-07	-1.445E-09	-9.422E+02	4	fr
-7.449E+03	-9.136E+04	4.9239E-07	-1.048E-09	-8.305E+02	1	qp

-8.405E+03 -2.949E+05 -2.236E+05 4.4653E+02 -2.681E+03 13   SLV fond

Combinazione corrispondente al massimo taglio in testa

N	Mx	My	Tx	Ty	comb	
-1.284E+04	-2.166E+05	2.1853E-06	-4.523E-09	-1.969E+03	49	slu
-9.431E+03	-1.528E+05	1.4618E-06	-3.031E-09	-1.389E+03	10	ra
-7.845E+03	-1.036E+05	6.8621E-07	-1.445E-09	-9.422E+02	4	fr
-7.449E+03	-9.136E+04	4.9239E-07	-1.048E-09	-8.305E+02	1	qp
-8.405E+03	-2.949E+05	-2.236E+05	4.4653E+02	-2.681E+03	13	SLV fond

Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo:

Fattore di correlazione Psi scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7
Coeff. parziale di sicurezza sulla resistenza laterale = 1.15
Coeff. parziale di sicurezza sulla resistenza alla punta = 1.35
Portanza laterale di progetto = 9079.3
Portanza di punta di progetto = 12320
verifica condotta in combinazione SLU 49 per la condizione a breve termine
Sforzo normale   = -12841.7
Peso del palo   = 4948 * 1.3
Carico totale di progetto = -19274.1
Resistenza totale di progetto = 21399.2
Coefficiente di sicurezza = 1.11 > 1

Verifica di capacità portante trasversale riferita al palo singolo:

Fattore di correlazione Psi scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7
Coeff. parziale di sicurezza sulla resistenza trasversale = 1.3
Verifica condotta in combinazione SLU 49
Portanza trasversale di progetto = 12101.7
Sforzo trasversale di progetto   = 1969.3
Coefficiente di sicurezza = 6.15 > 1

PARAMETRI UTILIZZATI NEL CALCOLO
Geometria:
Palo a testa incastrata
Lunghezza del tratto infisso nel terreno = 700
Larghezza del fronte di spinta = 60
Dati del suolo:
Calcolo condotto per la condizione drenata e terreno incoerente
Angolo di attrito interno di progetto (deg) = 20
Peso specifico del terreno di progetto = 0.0016
Sforzo trasversale massimo al collasso = 26745
Meccanismo di collasso come palo lungo (doppia cerniera)
Momento di plasticizzazione della cerniera plastica superiore = 2725824
a quota attacco fondazione
con sforzo normale di calcolo = -13209
Momento di plasticizzazione della cerniera plastica inferiore = 2651984
a quota = -550
con sforzo normale di calcolo = -7529

Verifica di resistenza allo stato limite:

quota	Af	cop.	c.s.	Mx	My	N	comb
-130	29.2	3.70	3.87	-1.524E+05	-7.454E+05	-7.736E+03	9SLV fond
-210	29.2	3.70	3.21	-2.633E+05	-8.644E+05	-8.301E+03	9SLV fond
-290	29.2	3.70	3.48	-2.584E+05	-7.688E+05	-5.890E+03	9SLV fond
-370	29.2	3.70	4.18	-2.414E+05	-6.509E+05	-6.456E+03	9SLV fond
-450	29.2	3.70	5.31	-1.939E+05	-4.975E+05	-4.088E+03	9SLV fond
-530	29.2	3.70	8.63	-1.344E+05	-3.303E+05	-4.653E+03	9SLV fond
-610	29.2	3.70	14.44	-8.061E+04	-1.907E+05	-2.316E+03	9SLV fond
-690	29.2	3.70	44.46	-3.194E+04	-7.556E+04	-2.882E+03	9SLV fond
-770	29.2	3.70	100.00	1.0004E-10	0.0000E+00	-9.482E+02	49SLU

Verifica di esercizio (combinazione rara):

quota	Af	cop.	sigmaf	sigmac	Mx	My	N	comb	Wk	comb
-130	29.2	3.70		9.6	-1.528E+05	1.4618E-06	-9.431E+03	10	0.000	1
-130	29.2	3.70	130.8		4.9888E+04	8.7906E+04	-2.340E+03	3	0.000	1
-210	29.2	3.70	225.9	17.0	-2.639E+05	1.7043E-06	-9.996E+03	10	0.000	1
-290	29.2	3.70	297.0	17.0	-2.590E+05	1.5182E-06	-7.183E+03	10	0.000	1
-370	29.2	3.70	246.4	15.8	-2.420E+05	1.2877E-06	-7.749E+03	10	0.000	1
-450	29.2	3.70	235.6	12.8	-1.943E+05	9.8527E-07	-4.988E+03	10	0.000	1
-530	29.2	3.70	103.9	8.6	-1.347E+05	6.5463E-07	-5.554E+03	10	0.000	1
-610	29.2	3.70	75.4	5.2	-8.080E+04	3.7830E-07	-2.830E+03	10	0.000	1
-690	29.2	3.70		2.3	-3.201E+04	1.4989E-07	-3.396E+03	10	0.000	1
-690	29.2	3.70	1.5		1.0453E+04	8.9157E+03	-1.247E+03	3	0.000	1
-770	29.2	3.70		0.2	4.0017E-10	0.0000E+00	-6.948E+02	10	0.000	1

Verifica di esercizio (combinazione quasi permanente):

quota	Af	cop.	sigmaf	sigmac	Mx	My	N	comb	Wk	comb
-130	29.2	3.70	16.2	6.0	-9.136E+04	4.9239E-07	-7.449E+03	1	0.000	1
-210	29.2	3.70	89.1	10.0	-1.578E+05	5.7623E-07	-8.014E+03	1	0.000	1
-290	29.2	3.70	137.7	10.0	-1.548E+05	5.1391E-07	-5.671E+03	1	0.000	1

-370	29.2	3.70	105.2	9.2	-1.447E+05	4.3648E-07	-6.237E+03	1	0.000	1
-450	29.2	3.70	112.1	7.5	-1.162E+05	3.3419E-07	-3.936E+03	1	0.000	1
-530	29.2	3.70	38.2	5.1	-8.053E+04	2.2218E-07	-4.501E+03	1	0.000	1
-610	29.2	3.70	31.8	3.1	-4.831E+04	1.2847E-07	-2.229E+03	1	0.000	1
-690	29.2	3.70		1.6	-1.914E+04	5.0903E-08	-2.795E+03	1	0.000	1
-770	29.2	3.70		0.2	-4.129E-10	0.0000E+00	-5.415E+02	1	0.000	1

Verifica di esercizio (combinazione frequente):

quota	Af	cop.	Mx	My	N	comb	Wk
-130	29.2	3.70	-9.136E+04	4.9239E-07	-7.449E+03	1	0.000
-210	29.2	3.70	-1.578E+05	5.7623E-07	-8.014E+03	1	0.000
-290	29.2	3.70	-1.548E+05	5.1391E-07	-5.671E+03	1	0.000
-370	29.2	3.70	-1.447E+05	4.3648E-07	-6.237E+03	1	0.000
-450	29.2	3.70	-1.162E+05	3.3419E-07	-3.936E+03	1	0.000
-530	29.2	3.70	-8.053E+04	2.2218E-07	-4.501E+03	1	0.000
-610	29.2	3.70	-4.831E+04	1.2847E-07	-2.229E+03	1	0.000
-690	29.2	3.70	-1.914E+04	5.0903E-08	-2.795E+03	1	0.000
-770	29.2	3.70	-4.129E-10	0.0000E+00	-5.415E+02	1	0.000

Verifica a taglio:

quota	Ast	VEd	VEdx	VEdy	N	comb	VRd	VRcd	VRsd	
-130	0.20	2718	447	-2681	-8405	13SLV fond	9873	68895	32482	VEd < VRd
-210	0.20	2718	447	-2681	-8970	13SLV fond	9951	68895	32482	VEd < VRd
-290	0.11	1489	-1473	212	-5890	9SLV fond	9526	68895	18561	VEd < VRd
-370	0.11	1489	-1473	212	-6456	9SLV fond	9604	68895	18561	VEd < VRd
-450	0.11	2219	-2091	744	-4088	9SLV fond	9277	68895	18561	VEd < VRd
-530	0.11	2219	-2091	744	-4653	9SLV fond	9355	68895	18561	VEd < VRd
-610	0.11	1563	-1439	608	-2316	9SLV fond	9032	68895	18561	VEd < VRd
-690	0.11	1563	-1439	608	-2882	9SLV fond	9110	68895	18561	VEd < VRd
-770	0.11	0	0	0	-564	11SLV fond	8790	68895	18561	VEd < VRd

Pali di plinto su pali 6

Unità di misura: daN, cm
Metodo di calcolo: DM 14-01-08 Norme tecniche per le costruzioni

Caratteristiche dei materiali:

Calcestruzzo C25/30; Rck = 300
Acciaio B450C; fyk = 4500

Caratteristiche geometriche:

Quota di testa -130 cm
Quota di punta -830 cm
Diametro 60,0 cm

Palo al filo 6 alle coordinate X=2045 Y=1210

Sollecitazioni massime in testa palo:

Combinazione corrispondente alla minima compressione in testa

N	Mx	My	Tx	Ty	comb	
-2.407E+03	1.0995E+04	1.3168E+05	-2.634E+02	9.9951E+01	3	slu
-4.048E+03	-2.023E+04	8.7784E+04	-1.756E+02	-1.839E+02	3	ra
-6.134E+03	-5.405E+04	1.7551E+04	-3.510E+01	-4.914E+02	2	fr
-6.440E+03	-6.073E+04	-1.034E+01	2.0545E-02	-5.521E+02	1	qp
-5.350E+03	1.5975E+05	-2.238E+05	4.4696E+02	1.4523E+03	1	SLV fond

Combinazione corrispondente alla massima compressione in testa

N	Mx	My	Tx	Ty	comb	
-9.892E+03	-1.169E+05	-3.012E+01	5.9738E-02	-1.063E+03	49	slu
-7.394E+03	-8.459E+04	-2.079E+01	4.1243E-02	-7.690E+02	10	ra
-6.631E+03	-6.550E+04	-1.243E+01	2.4685E-02	-5.955E+02	4	fr
-6.440E+03	-6.073E+04	-1.034E+01	2.0545E-02	-5.521E+02	1	qp
-7.530E+03	-2.812E+05	2.2335E+05	-4.460E+02	-2.556E+03	15	SLV fond

Combinazione corrispondente al massimo taglio in testa

N	Mx	My	Tx	Ty	comb	
-9.892E+03	-1.169E+05	-3.012E+01	5.9738E-02	-1.063E+03	49	slu
-7.394E+03	-8.459E+04	-2.079E+01	4.1243E-02	-7.690E+02	10	ra
-6.631E+03	-6.550E+04	-1.243E+01	2.4685E-02	-5.955E+02	4	fr
-6.440E+03	-6.073E+04	-1.034E+01	2.0545E-02	-5.521E+02	1	qp
-7.530E+03	-2.812E+05	2.2335E+05	-4.460E+02	-2.556E+03	15	SLV fond

Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo:

Fattore di correlazione Psi scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7
Coeff. parziale di sicurezza sulla resistenza laterale = 1.15
Coeff. parziale di sicurezza sulla resistenza alla punta = 1.35
Portanza laterale di progetto = 9079.3
Portanza di punta di progetto = 12320
verifica condotta in combinazione SLU 49 per la condizione a breve termine
Sforzo normale = -9892.1
Peso del palo = 4948 * 1.3
Carico totale di progetto = -16324.5
Resistenza totale di progetto = 21399.2

Coefficiente di sicurezza = 1.31 > 1

Verifica di capacità portante trasversale riferita al palo singolo:

Fattore di correlazione Psi scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7
Coeff. parziale di sicurezza sulla resistenza trasversale = 1.3
Verifica condotta in combinazione SLU 49
Portanza trasversale di progetto = 12013.5
Sforzo trasversale di progetto = 1063
Coefficiente di sicurezza = 11.3 > 1

PARAMETRI UTILIZZATI NEL CALCOLO
Geometria:
Palo a testa incastrata
Lunghezza del tratto infisso nel terreno = 700
Larghezza del fronte di spinta = 60
Dati del suolo:
Calcolo condotto per la condizione drenata e terreno incoerente
Angolo di attrito interno di progetto (deg) = 20
Peso specifico del terreno di progetto = 0.0016
Sforzo trasversale massimo al collasso = 26550
Meccanismo di collasso come palo lungo (doppia cerniera)
Momento di plasticizzazione della cerniera plastica superiore = 2687484
a quota attacco fondazione
con sforzo normale di calcolo = -10260
Momento di plasticizzazione della cerniera plastica inferiore = 2631624
a quota = -549.8
con sforzo normale di calcolo = -5962

Verifica di resistenza allo stato limite:

quota	Af	cop.	c.s.	Mx	My	N	comb
-130	29.2	3.70	3.74	-2.273E+05	7.4458E+05	-7.317E+03	11SLV fond
-210	29.2	3.70	3.02	-3.927E+05	8.6353E+05	-7.883E+03	11SLV fond
-290	29.2	3.70	3.25	-3.853E+05	7.6797E+05	-5.571E+03	11SLV fond
-370	29.2	3.70	3.85	-3.601E+05	6.5022E+05	-6.137E+03	11SLV fond
-450	29.2	3.70	4.87	-2.892E+05	4.9701E+05	-3.866E+03	11SLV fond
-530	29.2	3.70	7.78	-2.004E+05	3.2993E+05	-4.431E+03	11SLV fond
-610	29.2	3.70	12.98	-1.202E+05	1.9050E+05	-2.190E+03	11SLV fond
-690	29.2	3.70	40.97	-4.763E+04	7.5481E+04	-2.755E+03	11SLV fond
-770	29.2	3.70	100.00	-9.186E-11	4.7629E-14	-7.202E+02	49SLU

Verifica di esercizio (combinazione rara):

quota	Af	cop.	sigmaf	sigmac	Mx	My	N	comb	Wk	comb
-130	29.2	3.70		6.0	-3.929E+04	8.7753E+04	-5.385E+03	6	0.000	1
-130	29.2	3.70	61.7		-2.023E+04	8.7784E+04	-4.048E+03	3	0.000	1
-210	29.2	3.70		9.2	-1.461E+05	-2.409E+01	-7.959E+03	10	0.000	1
-210	29.2	3.70	82.2		-5.553E+04	1.0182E+05	-5.091E+03	7	0.000	1
-290	29.2	3.70	117.6	9.2	-1.434E+05	-2.142E+01	-5.630E+03	10	0.000	1
-370	29.2	3.70	88.0	8.5	-1.340E+05	-1.813E+01	-6.195E+03	10	0.000	1
-450	29.2	3.70	96.6	6.9	-1.076E+05	-1.385E+01	-3.907E+03	10	0.000	1
-530	29.2	3.70	30.6	4.7	-7.456E+04	-9.195E+00	-4.472E+03	10	0.000	1
-610	29.2	3.70	26.4	2.8	-4.473E+04	-5.309E+00	-2.213E+03	10	0.000	1
-690	29.2	3.70		1.5	-1.772E+04	-2.103E+00	-2.778E+03	10	0.000	1
-770	29.2	3.70		0.2	-7.030E-10	1.5210E-14	-5.373E+02	10	0.000	1

Verifica di esercizio (combinazione quasi permanente):

quota	Af	cop.	sigmaf	sigmac	Mx	My	N	comb	Wk	comb
-130	29.2	3.70	1.2	4.3	-6.073E+04	-1.034E+01	-6.440E+03	1	0.000	1
-210	29.2	3.70	33.7	6.6	-1.049E+05	-1.199E+01	-7.006E+03	1	0.000	1
-290	29.2	3.70	64.6	6.5	-1.029E+05	-1.066E+01	-4.902E+03	1	0.000	1
-370	29.2	3.70	44.1	6.0	-9.619E+04	-9.022E+00	-5.468E+03	1	0.000	1
-450	29.2	3.70	54.5	4.9	-7.724E+04	-6.895E+00	-3.400E+03	1	0.000	1
-530	29.2	3.70	13.0	3.4	-5.353E+04	-4.577E+00	-3.966E+03	1	0.000	1
-610	29.2	3.70	13.2	2.0	-3.211E+04	-2.642E+00	-1.924E+03	1	0.000	1
-690	29.2	3.70		1.3	-1.272E+04	-1.047E+00	-2.489E+03	1	0.000	1
-770	29.2	3.70		0.1	1.2005E-10	9.9644E-15	-4.636E+02	1	0.000	1

Verifica di esercizio (combinazione frequente):

quota	Af	cop.	Mx	My	N	comb	Wk
-130	29.2	3.70	-6.073E+04	-1.034E+01	-6.440E+03	1	0.000
-210	29.2	3.70	-1.049E+05	-1.199E+01	-7.006E+03	1	0.000
-290	29.2	3.70	-1.029E+05	-1.066E+01	-4.902E+03	1	0.000
-370	29.2	3.70	-9.619E+04	-9.022E+00	-5.468E+03	1	0.000
-450	29.2	3.70	-7.724E+04	-6.895E+00	-3.400E+03	1	0.000
-530	29.2	3.70	-5.353E+04	-4.577E+00	-3.966E+03	1	0.000
-610	29.2	3.70	-3.211E+04	-2.642E+00	-1.924E+03	1	0.000
-690	29.2	3.70	-1.272E+04	-1.047E+00	-2.489E+03	1	0.000
-770	29.2	3.70	1.2005E-10	9.9644E-15	-4.636E+02	1	0.000

Verifica a taglio:

quota	Ast	VEd	VEdx	VEdy	N	comb	VRd	VRcd	VRsd	
-130	0.20	2595	-446	-2556	-7530	15SLV fond	9752	68895	32482	VEd < VRd
-210	0.20	2595	-446	-2556	-8095	15SLV fond	9831	68895	32482	VEd < VRd
-290	0.11	1505	1472	315	-5571	11SLV fond	9482	68895	18561	VEd < VRd
-370	0.11	1505	1472	315	-6137	11SLV fond	9560	68895	18561	VEd < VRd
-450	0.11	2365	2089	1110	-3866	11SLV fond	9246	68895	18561	VEd < VRd
-530	0.11	2365	2089	1110	-4431	11SLV fond	9324	68895	18561	VEd < VRd
-610	0.11	1700	1438	907	-2190	11SLV fond	9015	68895	18561	VEd < VRd
-690	0.11	1700	1438	907	-2755	11SLV fond	9093	68895	18561	VEd < VRd
-770	0.11	0	0	0	-396	5SLV fond	8767	68895	18561	VEd < VRd

6.2 Verifiche plinti su pali

fcd: resistenza a compressione di calcolo cilindrica del calcestruzzo
fyd: resistenza di calcolo dell'acciaio
n.palo: numero di palo
xp, yp: coordinate dell'asse del palo rispetto al baricentro del plinto
comb.: combinazione
Np: forza assiale sul palo
Pp: peso proprio del plinto
T: forza di trazione sulle barre
af: area di armatura tesa
aft: area di armatura complessiva
Nu: sforzo normale resistente ultimo
C: forza di compressione sul puntone di calcestruzzo
ac: area del puntone di calcestruzzo
sc: tensione sul calcestruzzo
Npu: sforzo di calcolo per punzonamento
sf: tensione di trazione in esercizio sulle armature
sc: tensione di compressione in esercizio sul calcestruzzo
b: base della sezione
h: altezza della sezione
a'f: area di armatura compressa
Msd: momento flettente di calcolo
Nsd: sforzo normale di calcolo
Mu: momento flettente resistente ultimo
Vsd: taglio di calcolo
Vrd1: taglio resistente ultimo in assenza di armatura al taglio
Mxu: momento Mx flettente resistente ultimo
Myu: momento My flettente resistente ultimo
wk: ampiezza delle fessure
srm: distanza media fra le fessure

Plinto su pali 1

Valori espressi in daN, cm.
Metodo di calcolo: stati limite D.M.14-01-2008
Calcestruzzo C25/30; Rck = 300
Acciaio B450C; fyk = 4500

Tipo n. 1 a base quadrata con 1 palo
diametro pali 60 ricopr.pali 30 spessore 100
Copriferro per la suola 5 copriferro per il bicchiere 3 dim. pilastro lungo X 21.9 dim. pilastro lungo Y 21.9
Rotazione in pianta rispetto al pilastro 0° 0' 0''
Classe di esposizione per la suola: X0 (Condizioni ordinarie)
fcd= 141.1 fyd= 3913
Peso proprio del plinto 3600

Coordinate dei pali rispetto al filo d'inserimento:

n.palo	xp	yp
1	0	0

Carichi trasmessi ai pali: valori ultimi

comb.	N palo1
1	-6676
2	-3616
3	-1712
4	-3502
5	-1666
6	-4537
7	-2633
8	-4423
9	-2587
10	-8517
11	-6682
12	-6613
13	-4777
14	-7548
15	-4489
16	-2584
17	-4374
18	-2539
19	-5410
20	-3505
21	-5295
22	-3460
23	-9390
24	-7554

25	-7486
26	-5650
27	-8679
28	-5619
29	-3715
30	-5504
31	-3669
32	-6540
33	-4635
34	-6425
35	-4590
36	-10520
37	-8684
38	-8616
39	-6780
40	-9551
41	-6492
42	-4587
43	-6377
44	-4541
45	-7412
46	-5508
47	-7298
48	-5462
49	-11393
50	-9557
51	-9488
52	-7653
53	-8090
54	-8090
55	-8223
56	-8223
57	-7305
58	-7305
59	-7749
60	-7749
61	-6766
62	-6766
63	-7210
64	-7210
65	-6292
66	-6292
67	-6425
68	-6425

Compressione max Np= -11393 nella combinazione n.49 sul palo n. 1

Carichi trasmessi ai pali: condizioni in esercizio rare

comb.	N palo1
1	-7258
2	-5218
3	-3948
4	-5142
5	-3918
6	-5832
7	-4562
8	-5755
9	-4532
10	-8485
11	-7261
12	-7216
13	-5992

Compressione max Np= -8485 nella combinazione SLE rara n.10 sul palo n. 1

Carichi trasmessi ai pali: condizioni in esercizio frequenti

comb.	N palo1
1	-7258
2	-6850
3	-6834
4	-7503

Compressione max Np= -7503 nella combinazione SLE frequente n.4 sul palo n. 1

Carichi trasmessi ai pali: condizioni in esercizio quasi-permanenti

comb.	N palo1
1	-7258

Compressione max Np= -7258 nella combinazione SLE quasi perm. n.1 sul palo n. 1

Verifiche ultime delle bielle tese e compresse
tiranti in acciaio:
quota di peso proprio per il singolo palo Pp= 4680
carico max di verifica sui pali Np= -11393
af= 10.1 (5d16) trazione di calcolo T= 0 < Nu = 39338 nella combinazione SLU n.49
puntone in cls:
ac= 3600 compressione C= 0 < Nu = 507960 nella combinazione SLU n.49

Verifiche a punzonamento:

Verifica a punzonamento per il pilastro.
  Verifica lungo la faccia del pilastro (combinazione SLVf n.16)
    Perimetro uo = 87.64 cm
    Altezza utile do = 95 cm

    Viene utilizzato il coefficiente Beta introdotto dall'utente.
    Beta = 1.15

    Carico punzonanante = 0 daN

    vEd(6.53) = 0 daN/cm²   vRd,max(§6.4.5) = 28.22 daN/cm²
    vEd <= vRd,max Verifica soddisfatta.

  Verifica lungo il perimetro di base (combinazione SLVf n.16)
    Perimetro u = 395.8 cm a distanza a = 49.05 cm   Altezza utile d = 95 cm

    Viene utilizzato il coefficiente Beta introdotto dall'utente.
    Beta = 1.15

    Carico punzonanante = 0 daN

    Area di acciaio totale per punzonamento   = 0 cm²   2*(afp,x = 0 cm² ; afp,y = 0 cm²)
    Area di acciaio necessaria per punzonamento = 0 cm²

    vEd(6.38) = 0 daN/cm²   vRd,c(6.47) = 3.08 daN/cm²   vRd,cs(6.52) = ---
    vEd <= vRd   Armatura a punzonamento non necessaria. Verifica soddisfatta.

Verifica a punzonamento per il palo.
  Verifica lungo la faccia del palo (combinazione SLU n.49)
    Perimetro uo = 167.12 cm
    Altezza utile do = 95 cm

    Valore di beta per palo di angolo.
    Beta = 1.5

    Carico punzonanante = 0 daN

    vEd(6.38) = 0 daN/cm²   vRd,max(§6.4.5) = 28.22 daN/cm²
    vEd <= vRd,max Verifica soddisfatta.

  Verifica lungo il perimetro di base (combinazione SLU n.49)
    Perimetro u = 465.58 cm a distanza a = 190 cm   Altezza utile d = 95 cm

    Il palo non effettua punzonamento sul perimetro di verifica.

   vEd(6.38) = 0 daN/cm²   vRd,c(6.47) = 3.08 daN/cm²   vRd,cs(6.52) = ---   vEd <= vRd,c
    Armatura a punzonamento non necessaria. Verifica soddisfatta.

Verifiche delle tensioni in esercizio: condizioni rare
puntone in calcestruzzo: sc=   0 < 149.4 nella combinazione SLE rara n.10
tiranti in acciaio   : sf=   0 < 3600 nella combinazione SLE rara n.10

Verifiche delle tensioni in esercizio: condizioni quasi permanenti
puntone in calcestruzzo: sc=   0 < 112.1 nella combinazione SLE quasi perm. n.1
tiranti in acciaio   : sf=   0 < 3600 nella combinazione SLE quasi perm. n.1

Plinto su pali 2

Valori espressi in daN, cm.
Metodo di calcolo: stati limite D.M.14-01-2008
Calcestruzzo C25/30; Rck = 300
Acciaio B450C; fyk = 4500

Tipo n. 1 a base quadrata con 1 palo
diametro pali   60   ricopr.pali   30   spessore   100
Copriferro per la suola   5   copriferro per il bicchiere   3   dim. pilastro lungo X   21.9   dim. pilastro lungo Y   21.9
Rotazione in pianta rispetto al pilastro   0° 0' 0''
Classe di esposizione per la suola: X0 (Condizioni ordinarie)
fcd= 141.1 fyd= 3913
Peso proprio del plinto 3600

Coordinate dei pali rispetto al filo d'inserimento:

n.palo	xp	yp
1	0	0

Carichi trasmessi ai pali: valori ultimi

comb.	N palo1
1	-7255
2	-1325
3	2282
4	-1243
5	2315
6	-3113
7	494
8	-3031
9	527
10	-10831
11	-7273
12	-7224
13	-3666
14	-8949
15	-3019
16	588
17	-2937

18	621
19	-4807
20	-1200
21	-4725
22	-1167
23	-12525
24	-8967
25	-8918
26	-5360
27	-9431
28	-3502
29	106
30	-3419
31	139
32	-5290
33	-1682
34	-5207
35	-1649
36	-13007
37	-9450
38	-9400
39	-5842
40	-11126
41	-5196
42	-1589
43	-5114
44	-1556
45	-6984
46	-3377
47	-6902
48	-3344
49	-14702
50	-11144
51	-11094
52	-7537
53	-9360
54	-9360
55	-9360
56	-9360
57	-8677
58	-8677
59	-8677
60	-8677
61	-8092
62	-8092
63	-8092
64	-8092
65	-7409
66	-7409
67	-7409
68	-7409

Compressione max Np= -14702 nella combinazione n.49 sul palo n. 1
Trazione max Np= 2315 nella combinazione n.5 sul palo n. 1

Carichi trasmessi ai pali: condizioni in esercizio rare

comb.	N palo1
1	-8384
2	-4431
3	-2026
4	-4376
5	-2004
6	-5623
7	-3218
8	-5568
9	-3196
10	-10768
11	-8397
12	-8364
13	-5992

Compressione max Np= -10768 nella combinazione SLE rara n.10 sul palo n. 1

Carichi trasmessi ai pali: condizioni in esercizio frequenti

comb.	N palo1
1	-8384
2	-7594
3	-7583
4	-8861

Compressione max Np= -8861 nella combinazione SLE frequente n.4 sul palo n. 1

Carichi trasmessi ai pali: condizioni in esercizio quasi-permanenti

comb.	N palo1
1	-8384

Compressione max Np= -8384 nella combinazione SLE quasi perm. n.1 sul palo n. 1

Verifiche ultime delle bielle tese e compresse
tiranti in acciaio:

quota di peso proprio per il singolo palo Pp=   4680
carico max di verifica sui pali Np= -14702
af= 10.1 (5d16)   trazione di calcolo   T=   0 < Nu =   39338 nella combinazione SLU n.49
puntone in cls:
ac=   3600   compressione C=   0 < Nu = 507960 nella combinazione SLU n.49

Verifiche a punzonamento:

Verifica a punzonamento per il pilastro.
  Verifica lungo la faccia del pilastro (combinazione SLVf n.16)
    Perimetro uo = 87.64 cm
    Altezza utile do = 95 cm

    Viene utilizzato il coefficiente Beta introdotto dall'utente.
    Beta = 1.15

    Carico punzonanante = 0 daN

    vEd(6.53) = 0 daN/cm²   vRd,max(§6.4.5) = 28.22 daN/cm²
    vEd <= vRd,max Verifica soddisfatta.

  Verifica lungo il perimetro di base (combinazione SLVf n.16)
    Perimetro u = 395.8 cm a distanza a = 49.05 cm   Altezza utile d = 95 cm

    Viene utilizzato il coefficiente Beta introdotto dall'utente.
    Beta = 1.15

    Carico punzonanante = 0 daN

    Area di acciaio totale per punzonamento   = 0 cm²   2*(afp,x = 0 cm² ; afp,y = 0 cm²)
    Area di acciaio necessaria per punzonamento = 0 cm²

    vEd(6.38) = 0 daN/cm²   vRd,c(6.47) = 3.08 daN/cm²   vRd,cs(6.52) = ---
    vEd <= vRd   Armatura a punzonamento non necessaria. Verifica soddisfatta.

Verifica a punzonamento per il palo.
  Verifica lungo la faccia del palo (combinazione SLU n.49)
    Perimetro uo = 167.12 cm
    Altezza utile do = 95 cm

    Valore di beta per palo di angolo.
    Beta = 1.5

    Carico punzonanante = 0 daN

    vEd(6.38) = 0 daN/cm²   vRd,max(§6.4.5) = 28.22 daN/cm²
    vEd <= vRd,max Verifica soddisfatta.

  Verifica lungo il perimetro di base (combinazione SLU n.49)
    Perimetro u = 465.58 cm a distanza a = 190 cm   Altezza utile d = 95 cm

    Il palo non effettua punzonamento sul perimetro di verifica.

   vEd(6.38) = 0 daN/cm²   vRd,c(6.47) = 3.08 daN/cm²   vRd,cs(6.52) = ---   vEd <= vRd,c
    Armatura a punzonamento non necessaria. Verifica soddisfatta.

Verifiche delle tensioni in esercizio: condizioni rare
puntone in calcestruzzo: sc=   0 < 149.4 nella combinazione SLE rara n.10
tiranti in acciaio   : sf=   0 < 3600 nella combinazione SLE rara n.10

Verifiche delle tensioni in esercizio: condizioni quasi permanenti
puntone in calcestruzzo: sc=   0 < 112.1 nella combinazione SLE quasi perm. n.1
tiranti in acciaio   : sf=   0 < 3600 nella combinazione SLE quasi perm. n.1

Plinto su pali 3
Valori espressi in daN, cm.
Metodo di calcolo: stati limite D.M.14-01-2008
Calcestruzzo C25/30; Rck = 300
Acciaio B450C; fyk = 4500

Tipo n. 1 a base quadrata con 1 palo
diametro pali   60   ricopr.pali   30   spessore   100
Copriferro per la suola   5   copriferro per il bicchiere   3   dim. pilastro lungo X   21.9   dim. pilastro lungo Y   21.9
Rotazione in pianta rispetto al pilastro   0° 0' 0''
Classe di esposizione per la suola: X0 (Condizioni ordinarie)
fcd= 141.1 fyd= 3913
Peso proprio del plinto 3600

Coordinate dei pali rispetto al filo d'inserimento:
n.palo   xp   yp
     1   0   0

Carichi trasmessi ai pali: valori ultimi

comb.	N palo1
1	-6676
2	-3627
3	-1722
4	-3502
5	-1672
6	-4548
7	-2643
8	-4423
9	-2593

10	-8517
11	-6688
12	-6613
13	-4784
14	-7548
15	-4499
16	-2595
17	-4374
18	-2545
19	-5420
20	-3516
21	-5295
22	-3466
23	-9390
24	-7561
25	-7486
26	-5656
27	-8679
28	-5629
29	-3725
30	-5504
31	-3675
32	-6550
33	-4646
34	-6425
35	-4596
36	-10520
37	-8691
38	-8616
39	-6786
40	-9551
41	-6502
42	-4598
43	-6377
44	-4548
45	-7423
46	-5519
47	-7298
48	-5468
49	-11393
50	-9563
51	-9488
52	-7659
53	-8223
54	-8223
55	-8090
56	-8090
57	-7749
58	-7749
59	-7305
60	-7305
61	-7210
62	-7210
63	-6766
64	-6766
65	-6425
66	-6425
67	-6292
68	-6292

Compressione max Np= -11393 nella combinazione n.49 sul palo n. 1

Carichi trasmessi ai pali: condizioni in esercizio rare

comb.	N palo1
1	-7258
2	-5225
3	-3955
4	-5142
5	-3922
6	-5839
7	-4569
8	-5755
9	-4536
10	-8485
11	-7266
12	-7216
13	-5996

Compressione max Np= -8485 nella combinazione SLE rara n.10 sul palo n. 1

Carichi trasmessi ai pali: condizioni in esercizio frequenti

comb.	N palo1
1	-7258
2	-6851
3	-6834
4	-7503

Compressione max Np= -7503 nella combinazione SLE frequente n.4 sul palo n. 1

Carichi trasmessi ai pali: condizioni in esercizio quasi-permanenti

comb.	N palo1

```
   1       -7258
_____________________

Compressione max  Np=    -7258 nella combinazione SLE quasi perm. n.1  sul palo n. 1


Verifiche ultime delle bielle tese e compresse
tiranti in acciaio:
quota di peso proprio per il singolo palo Pp=    4680
carico max di verifica sui pali Np=  -11393
af= 10.1  (5d16)      trazione di calcolo     T=       0 <  Nu =   39338 nella combinazione SLU n.49
puntone in cls:
ac=   3600    compressione C=       0 <  Nu =  507960 nella combinazione SLU n.49

Verifiche a punzonamento:

Verifica a punzonamento per il pilastro.
  Verifica lungo la faccia del pilastro (combinazione SLVf n.16)
    Perimetro uo = 87.64 cm
    Altezza utile do = 95 cm

    Viene utilizzato il coefficiente Beta introdotto dall'utente.
    Beta = 1.15

    Carico punzonanante = 0 daN

    vEd(6.53) = 0 daN/cm²    vRd,max(§6.4.5) = 28.22 daN/cm²
    vEd <= vRd,max Verifica soddisfatta.

  Verifica lungo il perimetro di base (combinazione SLVf n.16)
    Perimetro u = 395.8 cm a distanza a =  49.05 cm    Altezza utile d = 95 cm

    Viene utilizzato il coefficiente Beta introdotto dall'utente.
    Beta = 1.15

    Carico punzonanante = 0 daN

    Area di acciaio totale per punzonamento     = 0 cm²   2*(afp,x = 0 cm² ; afp,y = 0 cm²)
    Area di acciaio necessaria per punzonamento = 0 cm²

    vEd(6.38) = 0 daN/cm²   vRd,c(6.47) = 3.08 daN/cm²   vRd,cs(6.52) = ---
    vEd <= vRd     Armatura a punzonamento non necessaria. Verifica soddisfatta.

Verifica a punzonamento per il palo.
  Verifica lungo la faccia del palo (combinazione SLU n.49)
    Perimetro uo = 167.12 cm
    Altezza utile do = 95 cm

    Valore di beta per palo di angolo.
    Beta = 1.5

    Carico punzonanante = 0 daN

    vEd(6.38) = 0 daN/cm²    vRd,max(§6.4.5) = 28.22 daN/cm²
    vEd <= vRd,max  Verifica soddisfatta.

  Verifica lungo il perimetro di base (combinazione SLU n.49)
    Perimetro u = 465.58 cm a distanza a =  190 cm    Altezza utile d = 95 cm

    Il palo non effettua punzonamento sul perimetro di verifica.

   vEd(6.38) = 0 daN/cm²   vRd,c(6.47) = 3.08 daN/cm²   vRd,cs(6.52) = ---    vEd <= vRd,c
    Armatura a punzonamento non necessaria. Verifica soddisfatta.


Verifiche delle tensioni in esercizio: condizioni rare
puntone in calcestruzzo:  sc=     0 < 149.4 nella combinazione SLE rara n.10
tiranti in acciaio     :  sf=     0 <  3600 nella combinazione SLE rara n.10

Verifiche delle tensioni in esercizio: condizioni quasi permanenti
puntone in calcestruzzo:  sc=     0 < 112.1 nella combinazione SLE quasi perm. n.1
tiranti in acciaio     :  sf=     0 <  3600 nella combinazione SLE quasi perm. n.1
```

Plinto su pali 4

```
Valori espressi in daN, cm.
Metodo di calcolo: stati limite D.M.14-01-2008
Calcestruzzo C25/30; Rck = 300
Acciaio B450C; fyk = 4500

Tipo n. 1 a base quadrata con 1 palo
diametro pali     60   ricopr.pali      30    spessore     100
Copriferro per la suola     5   copriferro per il bicchiere     3   dim. pilastro lungo X   21.9   dim. pilastro lungo Y   21.9
Rotazione in pianta rispetto al pilastro     0°  0'  0''
Classe di esposizione per la suola: X0 (Condizioni ordinarie)
fcd= 141.1  fyd=  3913
Peso proprio del plinto 3600

Coordinate dei pali rispetto al filo d'inserimento:
n.palo        xp        yp
     1         0         0

Carichi trasmessi ai pali: valori ultimi
_____________________

comb.   N palo1
   1       -5995
   2       -3612
```

comb.	N palo1
3	-2322
4	-3846
5	-2416
6	-4327
7	-3038
8	-4561
9	-3131
10	-7425
11	-5996
12	-6136
13	-4706
14	-6663
15	-4281
16	-2991
17	-4514
18	-3085
19	-4996
20	-3706
21	-5230
22	-3800
23	-8094
24	-6664
25	-6804
26	-5375
27	-7793
28	-5410
29	-4121
30	-5644
31	-4214
32	-6125
33	-4836
34	-6359
35	-4930
36	-9223
37	-7794
38	-7934
39	-6504
40	-8462
41	-6079
42	-4789
43	-6313
44	-4883
45	-6794
46	-5505
47	-7028
48	-5598
49	-9892
50	-8463
51	-8603
52	-7173
53	-5713
54	-5713
55	-5351
56	-5351
57	-6772
58	-6772
59	-5563
60	-5563
61	-7317
62	-7317
63	-6108
64	-6108
65	-7530
66	-7530
67	-7167
68	-7167

Compressione max Np= -9892 nella combinazione n.49 sul palo n. 1

Carichi trasmessi ai pali: condizioni in esercizio rare

comb.	N palo1
1	-6440
2	-4852
3	-3992
4	-5008
5	-4055
6	-5329
7	-4469
8	-5485
9	-4531
10	-7394
11	-6441
12	-6535
13	-5581

Compressione max Np= -7394 nella combinazione SLE rara n.10 sul palo n. 1

Carichi trasmessi ai pali: condizioni in esercizio frequenti

comb.	N palo1
1	-6440
2	-6123
3	-6154

```
   4       -6631
_____________________

Compressione max  Np=    -6631 nella combinazione SLE frequente n.4  sul palo n. 1

Carichi trasmessi ai pali: condizioni in esercizio quasi-permanenti
_____________________

comb.   N palo1
   1       -6440
_____________________

Compressione max  Np=    -6440 nella combinazione SLE quasi perm. n.1  sul palo n. 1


Verifiche ultime delle bielle tese e compresse
tiranti in acciaio:
quota di peso proprio per il singolo palo Pp=    4680
carico max di verifica sui pali Np=   -9892
af= 10.1  (5d16)      trazione di calcolo     T=       0 <  Nu =   39338 nella combinazione SLU n.49
puntone in cls:
ac=   3600    compressione C=       0 <  Nu =  507960 nella combinazione SLU n.49

Verifiche a punzonamento:

Verifica a punzonamento per il pilastro.
  Verifica lungo la faccia del pilastro (combinazione SLVf n.16)
    Perimetro uo = 87.64 cm
    Altezza utile do = 95 cm

    Viene utilizzato il coefficiente Beta introdotto dall'utente.
    Beta = 1.15

    Carico punzonanante = 0 daN

    vEd(6.53) = 0 daN/cm²    vRd,max(§6.4.5) = 28.22 daN/cm²
    vEd <= vRd,max Verifica soddisfatta.

  Verifica lungo il perimetro di base (combinazione SLVf n.16)
    Perimetro u = 395.8 cm a distanza a =  49.05 cm    Altezza utile d = 95 cm

    Viene utilizzato il coefficiente Beta introdotto dall'utente.
    Beta = 1.15

    Carico punzonanante = 0 daN

    Area di acciaio totale per punzonamento     = 0 cm²   2*(afp,x = 0 cm² ; afp,y = 0 cm²)
    Area di acciaio necessaria per punzonamento = 0 cm²

    vEd(6.38) = 0 daN/cm²   vRd,c(6.47) = 3.08 daN/cm²   vRd,cs(6.52) = ---
    vEd <= vRd     Armatura a punzonamento non necessaria. Verifica soddisfatta.

Verifica a punzonamento per il palo.
  Verifica lungo la faccia del palo (combinazione SLU n.49)
    Perimetro uo = 167.12 cm
    Altezza utile do = 95 cm

    Valore di beta per palo di angolo.
    Beta = 1.5

    Carico punzonanante = 0 daN

    vEd(6.38) = 0 daN/cm²    vRd,max(§6.4.5) = 28.22 daN/cm²
    vEd <= vRd,max  Verifica soddisfatta.

  Verifica lungo il perimetro di base (combinazione SLU n.49)
    Perimetro u = 465.58 cm a distanza a =  190 cm    Altezza utile d = 95 cm

    Il palo non effettua punzonamento sul perimetro di verifica.

   vEd(6.38) = 0 daN/cm²   vRd,c(6.47) = 3.08 daN/cm²   vRd,cs(6.52) = ---    vEd <= vRd,c
    Armatura a punzonamento non necessaria. Verifica soddisfatta.


Verifiche delle tensioni in esercizio: condizioni rare
puntone in calcestruzzo:  sc=     0 < 149.4 nella combinazione SLE rara n.10
tiranti in acciaio     :  sf=     0 <  3600 nella combinazione SLE rara n.10

Verifiche delle tensioni in esercizio: condizioni quasi permanenti
puntone in calcestruzzo:  sc=     0 < 112.1 nella combinazione SLE quasi perm. n.1
tiranti in acciaio     :  sf=     0 <  3600 nella combinazione SLE quasi perm. n.1
```

Plinto su pali 5

```
Valori espressi in daN, cm.
Metodo di calcolo: stati limite D.M.14-01-2008
Calcestruzzo C25/30; Rck = 300
Acciaio B450C; fyk = 4500

Tipo n. 1 a base quadrata con 1 palo
diametro pali     60   ricopr.pali      30    spessore     100
Copriferro per la suola     5   copriferro per il bicchiere     3   dim. pilastro lungo X   21.9   dim. pilastro lungo Y   21.9
Rotazione in pianta rispetto al pilastro     0°  0'  0''
Classe di esposizione per la suola: X0 (Condizioni ordinarie)
fcd= 141.1  fyd=  3913
Peso proprio del plinto 3600

Coordinate dei pali rispetto al filo d'inserimento:
n.palo        xp        yp
```

1 0 0

Carichi trasmessi ai pali: valori ultimi

comb.	N palo1
1	-6521
2	-1652
3	1142
4	-1864
5	1057
6	-3139
7	-345
8	-3350
9	-429
10	-9494
11	-6573
12	-6700
13	-3779
14	-7912
15	-3043
16	-249
17	-3255
18	-334
19	-4530
20	-1736
21	-4742
22	-1820
23	-10885
24	-7964
25	-8091
26	-5170
27	-8478
28	-3609
29	-814
30	-3820
31	-899
32	-5095
33	-2301
34	-5307
35	-2386
36	-11451
37	-8529
38	-8657
39	-5735
40	-9869
41	-5000
42	-2206
43	-5211
44	-2290
45	-6486
46	-3692
47	-6698
48	-3777
49	-12842
50	-9920
51	-10047
52	-7126
53	-6493
54	-6493
55	-6493
56	-6493
57	-7162
58	-7162
59	-7162
60	-7162
61	-7736
62	-7736
63	-7736
64	-7736
65	-8405
66	-8405
67	-8405
68	-8405

Compressione max Np= -12842 nella combinazione n.49 sul palo n. 1
Trazione max Np= 1142 nella combinazione n.3 sul palo n. 1

Carichi trasmessi ai pali: condizioni in esercizio rare

comb.	N palo1
1	-7449
2	-4203
3	-2340
4	-4344
5	-2396
6	-5194
7	-3331
8	-5335
9	-3387
10	-9431
11	-7483
12	-7568
13	-5620

Compressione max Np=   -9431 nella combinazione SLE rara n.10 sul palo n. 1

Carichi trasmessi ai pali: condizioni in esercizio frequenti

comb.	N palo1
1	-7449
2	-6799
3	-6828
4	-7845

Compressione max Np=   -7845 nella combinazione SLE frequente n.4 sul palo n. 1

Carichi trasmessi ai pali: condizioni in esercizio quasi-permanenti

comb.	N palo1
1	-7449

Compressione max Np=   -7449 nella combinazione SLE quasi perm. n.1 sul palo n. 1

Verifiche ultime delle bielle tese e compresse
tiranti in acciaio:
quota di peso proprio per il singolo palo Pp=   4680
carico max di verifica sui pali Np= -12842
af= 10.1 (5d16)   trazione di calcolo   T=   0 < Nu =   39338 nella combinazione SLU n.49
puntone in cls:
ac=   3600   compressione C=   0 < Nu = 507960 nella combinazione SLU n.49

Verifiche a punzonamento:

Verifica a punzonamento per il pilastro.
  Verifica lungo la faccia del pilastro (combinazione SLVf n.16)
    Perimetro uo = 87.64 cm
    Altezza utile do = 95 cm

    Viene utilizzato il coefficiente Beta introdotto dall'utente.
    Beta = 1.15

    Carico punzonanante = 0 daN

    vEd(6.53) = 0 daN/cm²   vRd,max(§6.4.5) = 28.22 daN/cm²
    vEd <= vRd,max Verifica soddisfatta.

  Verifica lungo il perimetro di base (combinazione SLVf n.16)
    Perimetro u = 395.8 cm a distanza a = 49.05 cm   Altezza utile d = 95 cm

    Viene utilizzato il coefficiente Beta introdotto dall'utente.
    Beta = 1.15

    Carico punzonanante = 0 daN

    Area di acciaio totale per punzonamento   = 0 cm²   2*(afp,x = 0 cm² ; afp,y = 0 cm²)
    Area di acciaio necessaria per punzonamento = 0 cm²

    vEd(6.38) = 0 daN/cm²   vRd,c(6.47) = 3.08 daN/cm²   vRd,cs(6.52) = ---
    vEd <= vRd   Armatura a punzonamento non necessaria. Verifica soddisfatta.

Verifica a punzonamento per il palo.
  Verifica lungo la faccia del palo (combinazione SLU n.49)
    Perimetro uo = 167.12 cm
    Altezza utile do = 95 cm

    Valore di beta per palo di angolo.
    Beta = 1.5

    Carico punzonanante = 0 daN

    vEd(6.38) = 0 daN/cm²   vRd,max(§6.4.5) = 28.22 daN/cm²
    vEd <= vRd,max Verifica soddisfatta.

  Verifica lungo il perimetro di base (combinazione SLU n.49)
    Perimetro u = 465.58 cm a distanza a = 190 cm   Altezza utile d = 95 cm

    Il palo non effettua punzonamento sul perimetro di verifica.

   vEd(6.38) = 0 daN/cm²   vRd,c(6.47) = 3.08 daN/cm²   vRd,cs(6.52) = ---   vEd <= vRd,c
    Armatura a punzonamento non necessaria. Verifica soddisfatta.

Verifiche delle tensioni in esercizio: condizioni rare
puntone in calcestruzzo: sc=   0 < 149.4 nella combinazione SLE rara n.10
tiranti in acciaio   : sf=   0 < 3600 nella combinazione SLE rara n.10

Verifiche delle tensioni in esercizio: condizioni quasi permanenti
puntone in calcestruzzo: sc=   0 < 112.1 nella combinazione SLE quasi perm. n.1
tiranti in acciaio   : sf=   0 < 3600 nella combinazione SLE quasi perm. n.1

Plinto su pali 6
Valori espressi in daN, cm.
Metodo di calcolo: stati limite D.M.14-01-2008
Calcestruzzo C25/30; Rck = 300
Acciaio B450C; fyk = 4500

Tipo n. 1 a base quadrata con 1 palo
diametro pali   60   ricopr.pali   30   spessore   100

Copriferro per la suola 5 copriferro per il bicchiere 3 dim. pilastro lungo X 21.9 dim. pilastro lungo Y 21.9
Rotazione in pianta rispetto al pilastro 0° 0' 0''
Classe di esposizione per la suola: X0 (Condizioni ordinarie)
fcd= 141.1 fyd= 3913
Peso proprio del plinto 3600

Coordinate dei pali rispetto al filo d'inserimento:

n.palo	xp	yp
1	0	0

Carichi trasmessi ai pali: valori ultimi

comb.	N palo1
1	-5995
2	-3696
3	-2407
4	-3846
5	-2467
6	-4411
7	-3122
8	-4561
9	-3182
10	-7425
11	-6046
12	-6136
13	-4757
14	-6663
15	-4365
16	-3075
17	-4514
18	-3135
19	-5080
20	-3791
21	-5230
22	-3851
23	-8094
24	-6715
25	-6804
26	-5425
27	-7793
28	-5494
29	-4205
30	-5644
31	-4265
32	-6209
33	-4920
34	-6359
35	-4980
36	-9223
37	-7844
38	-7934
39	-6555
40	-8462
41	-6163
42	-4874
43	-6313
44	-4934
45	-6878
46	-5589
47	-7028
48	-5649
49	-9892
50	-8513
51	-8603
52	-7224
53	-5351
54	-5351
55	-5713
56	-5713
57	-5563
58	-5563
59	-6772
60	-6772
61	-6108
62	-6108
63	-7317
64	-7317
65	-7167
66	-7167
67	-7530
68	-7530

Compressione max Np= -9892 nella combinazione n.49 sul palo n. 1

Carichi trasmessi ai pali: condizioni in esercizio rare

comb.	N palo1
1	-6440
2	-4908
3	-4048
4	-5008
5	-4088
6	-5385
7	-4525

8	-5485
9	-4565
10	-7394
11	-6475
12	-6535
13	-5615

Compressione max Np=   -7394 nella combinazione SLE rara n.10 sul palo n. 1

Carichi trasmessi ai pali: condizioni in esercizio frequenti

comb.	N palo1
1	-6440
2	-6134
3	-6154
4	-6631

Compressione max Np=   -6631 nella combinazione SLE frequente n.4 sul palo n. 1

Carichi trasmessi ai pali: condizioni in esercizio quasi-permanenti

comb.	N palo1
1	-6440

Compressione max Np=   -6440 nella combinazione SLE quasi perm. n.1 sul palo n. 1

Verifiche ultime delle bielle tese e compresse
tiranti in acciaio:
quota di peso proprio per il singolo palo Pp=   4680
carico max di verifica sui pali Np=   -9892
af= 10.1 (5d16)   trazione di calcolo   T=   0 < Nu =   39338 nella combinazione SLU n.49
puntone in cls:
ac=   3600   compressione C=   0 < Nu = 507960 nella combinazione SLU n.49

Verifiche a punzonamento:

Verifica a punzonamento per il pilastro.
  Verifica lungo la faccia del pilastro (combinazione SLVf n.16)
    Perimetro uo = 87.64 cm
    Altezza utile do = 95 cm

    Viene utilizzato il coefficiente Beta introdotto dall'utente.
    Beta = 1.15

    Carico punzonanante = 0 daN

    vEd(6.53) = 0 daN/cm²   vRd,max(§6.4.5) = 28.22 daN/cm²
    vEd <= vRd,max Verifica soddisfatta.

  Verifica lungo il perimetro di base (combinazione SLVf n.16)
    Perimetro u = 395.8 cm a distanza a = 49.05 cm   Altezza utile d = 95 cm

    Viene utilizzato il coefficiente Beta introdotto dall'utente.
    Beta = 1.15

    Carico punzonanante = 0 daN

    Area di acciaio totale per punzonamento   = 0 cm²   2*(afp,x = 0 cm² ; afp,y = 0 cm²)
    Area di acciaio necessaria per punzonamento = 0 cm²

    vEd(6.38) = 0 daN/cm²   vRd,c(6.47) = 3.08 daN/cm²   vRd,cs(6.52) = ---
    vEd <= vRd   Armatura a punzonamento non necessaria. Verifica soddisfatta.

Verifica a punzonamento per il palo.
  Verifica lungo la faccia del palo (combinazione SLU n.49)
    Perimetro uo = 167.12 cm
    Altezza utile do = 95 cm

    Valore di beta per palo di angolo.
    Beta = 1.5

    Carico punzonanante = 0 daN

    vEd(6.38) = 0 daN/cm²   vRd,max(§6.4.5) = 28.22 daN/cm²
    vEd <= vRd,max Verifica soddisfatta.

  Verifica lungo il perimetro di base (combinazione SLU n.49)
    Perimetro u = 465.58 cm a distanza a = 190 cm   Altezza utile d = 95 cm

    Il palo non effettua punzonamento sul perimetro di verifica.

   vEd(6.38) = 0 daN/cm²   vRd,c(6.47) = 3.08 daN/cm²   vRd,cs(6.52) = ---   vEd <= vRd,c
    Armatura a punzonamento non necessaria. Verifica soddisfatta.

Verifiche delle tensioni in esercizio: condizioni rare
puntone in calcestruzzo: sc=   0 < 149.4 nella combinazione SLE rara n.10
tiranti in acciaio   : sf=   0 < 3600 nella combinazione SLE rara n.10

Verifiche delle tensioni in esercizio: condizioni quasi permanenti
puntone in calcestruzzo: sc=   0 < 112.1 nella combinazione SLE quasi perm. n.1
tiranti in acciaio   : sf=   0 < 3600 nella combinazione SLE quasi perm. n.1