



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI FOGGIA



COMUNE DI RIGNANO GARGANICO

## AGROVOLTAICO "COPPA DEL VENTO"

Progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto agrovoltaiico per la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica e delle relative opere ed infrastrutture connesse, della potenza elettrica di 33,86796 MW DC e 33,00 MW AC, con contestuale utilizzo del terreno ad attività agricole di qualità e apicoltura, da realizzare nel Comune di Rignano Garganico (FG) in località "Coppa del vento"

### PROGETTO DEFINITIVO

Proponente dell'impianto FV:

**ILOS**

**INE COPPA DEL VENTO S.R.L.**

A Company of ILOS New Energy Italy

**INE COPPA DEL VENTO S.r.l.**

Piazza di Sant Anastasia n. 7, 00186, Roma (RM)

PEC: [inccoppadelventosrl@legalmail.it](mailto:inccoppadelventosrl@legalmail.it)

**CHIERICONI SERGIO**

Documento firmato digitalmente, ai sensi del  
D.Lgs. 28.12.2000 n. 445 s.m.i. e del D.Lgs.  
7.03.2005 n. 82 s.m.i.

Gruppo di progettazione:

Ing. Giovanni Montanarella - progettazione generale e progettazione elettrica

Arch. Giuseppe Pulizzi - progettazione generale e coordinamento gruppo di lavoro

Ing. Salvatore Di Croce - progettazione generale, studi e indagini idrologiche e idrauliche

Dott. Arturo Urso - studi e progettazione agronomica

Ing. Angela Cuonzo - studio d'impatto ambientale e analisi territoriale

Geom. Donato Lensi - studio d'impatto ambientale e rilievi topografici

Dott. Geologo Baldassarre F. La Tessa - studi e indagini geologiche, geotecniche e sismiche

Dott.ssa Archeologa Paola Guacci - studi e indagini archeologiche

Ing. Nicola Robles - valutazione d'impatto acustico

Ing. Filippo A. Filippetti - valutazione d'impatto acustico

Proponente del progetto agronomico e  
Coordinatore generale e progettazione:

**m2  
energia**  
ENERGIE  
RINNOVABILI

**M2 ENERGIA S.r.l.**

Via C. D'Ambrosio n. 6, 71016, San Severo (FG)

[m2energia@gmail.com](mailto:m2energia@gmail.com) - [m2energia@pec.it](mailto:m2energia@pec.it)

+39 0882.600963 - 340.8533113

**GIANCARLO FRANCESCO DIMAURO**

Documento firmato digitalmente, ai sensi del  
D.Lgs. 28.12.2000 n. 445 s.m.i. e del D.Lgs.  
7.03.2005 n. 82 s.m.i.

Elaborato redatto da:

Dott.geol. Baldassarre Franco LA TESSA

Ordine dei Geologi della Regione Puglia - n. 499



Spazio riservato agli uffici:

<b>PD</b>	Titolo elaborato:				Codice elaborato
	<b>Relazione geotecnica</b>				<b>PD02_02</b>
N. progetto: FG0RG01	N. commessa:	Codice pratica:	Protocollo:	Scala:	Formato di stampa:
		-		-	A4
Redatto il: 28/11/2022	Revis. 01 del:	Revis. 02 del:	Revis. 03 del:	Approvato il:	Nome_file o Identificatore:
	-	-	-	-	FG0RG01_PD02_02_RelazioneGeotecnica

## **CARICO LIMITE E CEDIMENTI**

### **Premessa:**

Il progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto agrovoltaiico per la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica e delle relative opere ed infrastrutture connesse, della potenza elettrica di 33,86796 MW OC e 33,00 MW AC, con contestuale utilizzo del terreno ad attività agricole di qualità e apicoltura, da realizzare nel Comune di Rignano Garganico (FG) in località "Coppa del vento", prevede come strutture di fondazione pali in acciaio a sezione IPE, dimensionate per far fronte al cedimento della struttura metallica in elevazione con i margini di sicurezza imposti dalla vigente normativa.

### **Analisi stratigrafica**

Tolto il terreno vegetale la stratigrafia del sito è così schematizzabile:

- Da 0,0m a 30,00m: Argilla e sabbia argillosa con decalcificazione e livelli ghiaiosi
- Da 30,00m: Argille marnose grigio azzurre

### **Rilevamento indagini e prove geotecniche**

Sulla scorta della relazione geologica, si è proceduto alla valutazione degli stati pressori esercitati dalle future strutture che si andranno a realizzare sui tratti di superficie di sedime interessati. La campagna geognostica ha interessato un'area molto vasta sulla quale sono state eseguite prove penetrometriche dinamiche, trincee esplorative e prove sismiche tipo Masw. Di seguito viene riportato una sintesi di quanto è stato rilevato nella campagna geognostica: nello specifico sono state eseguite cinque prove Masw con strumentazione della PASI srl e cinque prove penetrometriche dinamiche impiegando una attrezzatura leggera tipo "Penni 30". Le prove penetrometriche hanno consentito l'infissione della batteria di aste fino alla profondità strumentale, ottenuta a profondità variabile da circa 5m a 12m dal p.c..

### Caratteristiche geotecniche medie

- Peso di volume:  $\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito:  $\varphi = 26^\circ$
- Coesione drenata  $C' = 0,04 \text{ kg/cm}^2$

### Modellazione sismica effetti di sito

- Coordinate Sito: Lat. =  $41,619846^\circ$ ; Long. =  $15,574300^\circ$ ;
- Si assume una vita nominale della struttura in progetto  $V_N = 50$  anni;
- L'opera rientra nella Classe d'uso II-Coefficiente d'uso  $C_u : 1,0$
- Categoria del sito T1; Coefficiente amplificazione topografica  $S_T = 1.2$

Aztec Informatica © \* Aztec Sisma 10.0

Parametri sismici	$T_R$ [anni]	$a_g$ [m/s <sup>2</sup> ]	$F_0$ [...]	$T_C^x$ [s]
SLO	30	0,539	2,462	0,281
SLD	50	0,707	2,493	0,293
SLV	475	1,917	2,474	0,340
SLC	975	2,537	2,450	0,347

ID Punto 1 = 29668  
 ID Punto 2 = 29669  
 ID Punto 3 = 29447  
 ID Punto 4 = 29446  
**Dati sismici rilevati correttamente.**

Aztec Informatica s.r.l. \* Corso Umberto, 43 \* 87050 Casole Bruzio (CS) \* www.aztec.it

In relazione ai valori della velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_{seq}$  ottenute, nello specifico  $V_{seq} 236 \text{ m/s}$ , il terreno si può classificare come Categoria **C**: *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s*, al fine della definizione sismica di progetto (NTC2018)

---

Sulla base di queste considerazioni si è proceduto alla determinazione della capacità portante dei pali in acciaio. Per tale scopo è stato utilizzato il software AZTEC CARL 16.00 della Aztec informatica srl. Il software accetta come dati di input la geometria del pendio, le caratteristiche fisico meccaniche degli strati, l'andamento della falda freatica, eventuali carichi agenti, l'azione sismica dell'area, eventuali opere di intervento necessarie per la stabilizzazione. La metodologia viene utilizzata per risolvere un'ampia gamma di problemi di ingegneria civile, geotecnica e mineraria.

## **Normative di riferimento**

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- D.M. LL.PP. del 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.

- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.M. 9 Gennaio 1996

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)

- Circolare 7 del 21/01/2019

Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

## Richiami teorici

### Determinazione della capacità portante

Il carico verticale che grava sul palo va confrontato con il valore di calcolo della resistenza verticale del palo stesso. Il problema che si pone, quindi, è quello di determinare la capacità portante del palo. Determinata la capacità portante, la resistenza di calcolo verticale del palo si ottiene applicando degli opportuni coefficienti di sicurezza.

La capacità portante di un palo viene valutata come somma di due contributi: portanza di base (o di punta) e portanza per attrito laterale lungo il fusto. Cioè si assume valida l'espressione:

$$Q_T = Q_P + Q_L - W_P$$

dove:

$Q_T$  Portanza totale del palo;

$Q_P$  Portanza di base del palo;

$Q_L$  Portanza per attrito laterale del palo;

$W_P$  Peso proprio del palo.

Le due componenti  $Q_P$  e  $Q_L$  sono calcolate in modo indipendente fra loro. Risulta molto difficoltoso, tranne che in poche situazioni, stabilire quanta parte del carico viene assorbita per attrito laterale e quanta per resistenza alla base.

Nel caso di pali soggetti a trazione la resistenza allo sfilamento vale:

$$Q_T = Q_L + W_P$$

Dalla capacità portante del palo si ricava il carico ammissibile del palo  $Q_A$  applicando degli opportuni coefficienti di sicurezza rispettivamente  $g_b$  e  $g_s$ .

I coefficienti  $g_b$  e  $g_s$  rappresentano rispettivamente i valori del coefficiente di sicurezza per la portanza di punta e quello per la portanza laterale.

Quindi nel caso di pali compressi abbiamo la seguente relazione:

$$Q_A = Q_P/g_b + Q_L/g_s - W_P$$

Nel caso invece di pali soggetti a sforzi di trazione abbiamo la seguente relazione:

$$Q_A = Q_L/g_s + W_P$$

### *Capacità portante di punta*

In generale la capacità portante di punta viene calcolata tramite l'espressione:

$$Q_P = A_P (c N_c + q_b N_q)$$

dove  $A_P$  è l'area portante efficace della punta del palo,  $c$  è la coesione,  $q_b$  è la pressione del terreno alla quota della punta del palo ed i coefficienti  $N_c$  e  $N_q$  sono i coefficienti delle formule della capacità portante corretti per tener conto degli effetti di profondità.

$N_c$  ed  $N_q$  dipendono sia dalla geometria del palo che dalle caratteristiche del terreno angolo di attrito e coesione ( $f$  e  $c$ ).

In letteratura è possibile trovare diverse formule per il calcolo dei valori di  $N_c$  ed  $N_q$ .

Per pali in argilla in condizioni non drenate ( $f=0$ ,  $c=c_u$ ) si assume in genere per  $N_c$  il valore proposto da Skempton pari a 9 (valore in corrispondenza della punta del palo) mentre  $N_q=1$ .

Diversi autori hanno proposto altri valori per il fattore  $N_c$  ma in generale le variazioni sono abbastanza contenute.

Diverso è il caso del fattore  $N_q$  per il quale diversi autori propongono dei valori spesso molto discordanti fra di loro.

In particolare da prove effettuati su pali realizzati in terreni non coesivi, si vede che la variazione della resistenza alla punta non cresce in modo lineare con la profondità, ma raggiunto un certo valore essa si mantiene pressochè costante. Questo fenomeno è stato spiegato da Vesic mettendo in conto un <<effetto arco>> che si manifesta nei dintorni del palo.

Un modo semplice per tener conto del fatto che la resistenza alla punta non può crescere indefinitamente è quello di considerare il diagramma delle pressioni verticali in corrispondenza del palo opportunamente modificato.

In particolare si assume che la pressione verticale  $s_v$  cresca linearmente (pressione geostatica) fino ad una certa profondità  $z_c$  ( $s_v = s_c$ ); superata tale profondità il valore della pressione verticale si mantiene costante e pari a  $s_c$ : in pratica si assume un diagramma bilatero per l'andamento della pressione verticale in corrispondenza del palo.

Il valore di  $z_c$  (detta anche profondità critica) dipende dal diametro del palo,  $D$ , dalla tecnologia di realizzazione (palo infisso o trivellato) dall'angolo di attrito del terreno  $f$ .

Nella determinazione di  $z_c$  il valore di  $f$  da considerare è funzione del valore dell'angolo di attrito prima dell'installazione del palo,  $f'$ , secondo le seguenti relazioni:

Per pali infissi  $f = 3/4 f' + 10$

Per pali trivellati  $f = f' - 3$

A parità di diametro influisce il grado di addensamento del terreno (densità relativa  $D_r$ ) e la resistenza alla punta cresce con il crescere della densità.

Nella sezione successiva descriveremo le relazioni per la determinazione di  $N_c$  ed  $N_q$ .

### *Capacità portante per attrito laterale*

La portanza laterale è data dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali palo-terreno in condizioni limiti:

$$Q_L = \text{Int}(t_a) dS$$

dove  $t_a$  è dato dalla nota relazione di Coulomb:

$$t_a = c_a + s_h \text{tg } d$$

dove  $c_a$  è l'adesione palo-terreno,  $d$  è l'angolo di attrito palo-terreno, e  $s_h$  è la tensione orizzontale alla generica profondità  $z$ . La tensione orizzontale  $s_h$  è legata alla pressione verticale  $s_v$  tramite il coefficiente di spinta  $K_s$

$$s_h = K_s s_v$$

Indicando con  $C$  il perimetro e con  $L$  la lunghezza del palo abbiamo:

$$\text{Int}^L (C(c_a + K_s s_v \text{tg } d) dz)$$

### Analisi del palo soggetto a forze orizzontali (Portanza trasversale)

La resistenza limite laterale di un palo è determinata dal minimo valore fra il carico orizzontale necessario per produrre il collasso del terreno lungo il fusto del palo ed il carico orizzontale necessario per produrre la plasticizzazione del palo. Il primo meccanismo (plasticizzazione del terreno) si verifica nel caso di pali molto rigidi in terreni poco resistenti (meccanismo di palo corto) mentre il secondo meccanismo si verifica nel caso di pali aventi rigidità non eccessive rispetto al terreno di infissione (meccanismo di palo lungo o intermedio). Nel modello di terreno alla Winkler il terreno viene schematizzato come una serie di molle elastiche indipendenti fra di loro. Le molle che schematizzano il terreno vengono caratterizzate tramite una costante di rigidità elastica,  $K_h$ , espressa in  $\text{Kg/cm}^2/\text{cm}$  che rappresenta la pressione (in  $\text{Kg/cm}^2$ ) che bisogna applicare per ottenere lo spostamento di 1 cm. La determinazione di questa costante può essere fatta o tramite prove di carico su piastra o mediante metodi analitici (convenzionali). La variazione della costante di Winkler con la profondità dipende dal tipo di terreno in cui il palo è immerso. Ad esempio nel caso di terreni coesivi in condizioni non drenate  $K_h$  assume un valore costante con la profondità mentre nel caso di terreni incoerenti la variazione di  $K_h$  è di tipo lineare (crescente con la profondità). In generale l'espressione di  $K_h$  assume una forma binomia del tipo:

$$K_h(z) = A + B z^n$$

Per l'analisi di pali caricati trasversalmente si utilizza il modello di Winkler. Il palo viene suddiviso in un determinato numero (100) di elementi tipo trave aventi area ed inerzia pari a quella della sezione trasversale del palo. In corrispondenza di ogni nodo di separazione fra i vari elementi viene inserita una molla orizzontale di opportuna rigidità che schematizza il terreno. Il comportamento delle molle che schematizzano il terreno non è infinitamente elastico ma è di tipo elastoplastico. La singola molla reagisce fino ad un valore limite di spostamento o di reazione; una volta che è stato superato tale limite la molla non offre ulteriori incrementi di resistenza (diagramma tipo elastoplastico perfetto). Indicando con  $d_{ye}$  la lunghezza del tratto di influenza della molla, con  $D$  il diametro del palo la molla avrà una rigidità pari a:

$$K_m = d_{ye} D K_k$$

La resistenza limite del terreno rappresenta il valore limite di resistenza che il terreno può esplicitare quando il palo è soggetto ad un carico orizzontale. La resistenza limite  $p_u = p_u(z)$  dipende dalle caratteristiche del terreno e dalla geometria del palo. In terreni puramente coesivi ( $c=c_u$ ,  $f=0$ ) la resistenza cresce dal valore 0 in sommità fino ad un valore limite in corrispondenza di una profondità pari a circa 3 diametri. Il valore limite in tal caso è variabile fra 8 e 12  $c_u$ . Nel caso di terreni dotati di attrito e coesione la resistenza limite ad una generica profondità  $z$  è rappresentata dalla relazione (Brinch Hansen):

$$P_u = q K_{pq} + c K_{pc}$$

dove:

$D$  diametro del palo

$q$  pressione geostatica alla profondità  $z$

$c$  coesione alla profondità  $z$

$K_{pq}$ ,  $K_{pc}$  coefficienti funzione dell'angolo di attrito del terreno  $f$  e del rapporto  $z/D$ .

Broms ha eseguito l'analisi considerando il caso sia di palo vincolato in testa che di palo libero immerso in un mezzo omogeneo. Nel caso di terreni coesivi Broms assume in questo caso un diagramma di resistenza nullo fino ad una profondità pari a  $1,5D$  e poi valore costante pari a  $9c_u D$ .

Nel caso di terreni incoerenti Broms assume che la resistenza laterale sia variabile con la profondità dal valore 0 (in testa) fino al valore  $3s_v K_p D$  (alla base) essendo  $K_p$  il coefficiente di resistenza passiva espresso da  $K_p = \tan^2(45^\circ + f/2)$ .

## Dati

### Geometria della fondazione

#### *Simbologia adottata*

<i>Descr</i>	Descrizione del palo
<i>Frm</i>	Forma del palo ((C)=Costante, (R)=Rastremato)
<i>X</i>	Ascissa del baricentro del palo espressa in [m]
<i>Y</i>	Ordinata del baricentro del palo espressa in [m]
<i>D</i>	Diametro del palo espresso in [cm]
<i>L</i>	Lunghezza del palo espressa in [m]

Descr	Frm	X [m]	Y [m]	D [cm]	L [m]
PALO A SEZIONE IPE	(C)	0,00	0,00	20,00	3,50

### Materiali palo

#### *Acciaio*

Tipo	B450A	
Tensione caratteristica di snervamento	4588,65	[kg/cmq]
Modulo elastico	2100000,00	[kg/cmq]

### Coefficienti di sicurezza sui materiali

Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza sezione	1.00

### Caratteristiche pali

Pali in acciaio

Armatura con ferri longitudinali e staffe

Vincolo in testa di tipo CERNIERA

Tipo di palo INFISSO

Contributo sia della portanza laterale sia della portanza di punta

Descrizione terreni e falda*Simbologia adottata**Descrizione* Descrizione terreno*g* Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]*g<sub>sat</sub>* Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]*f* Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi*d* Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi*c* Coesione del terreno espressa in [kg/cm<sup>2</sup>]*ca* Adesione del terreno espressa in [kg/cm<sup>2</sup>]*f<sub>min</sub>, f<sub>med</sub>* Angolo di attrito interno del terreno minimo e medio espresso in gradi*d<sub>min</sub>, d<sub>med</sub>* Angolo di attrito palo-terreno minimo e medio espresso in gradi*c<sub>min</sub>, c<sub>med</sub>* Coesione del terreno minima e media espressa in [kg/cm<sup>2</sup>]*ca<sub>min</sub>, ca<sub>med</sub>* Adesione del terreno minima e media espressa in [kg/cm<sup>2</sup>]**Parametri caratteristici**

Descrizione	$\gamma$ [kg/mc]	$\gamma_{sat}$ [kg/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	<i>c</i> [kg/cm <sup>2</sup> ]	<i>ca</i> [kg/cm <sup>2</sup> ]
Argille e Sabbie Gh	1800,0	1900,0	26,00	20,00	0,040	0,000
Argilla gri-azzurra	1900,0	2000,0	24,00	20,00	0,200	0,004

**Parametri minimi**

Descrizione	$\phi_{min}$ [°]	$\delta_{min}$ [°]	<i>c<sub>min</sub></i> [kg/cm <sup>2</sup> ]	<i>ca<sub>min</sub></i> [kg/cm <sup>2</sup> ]
Argille e Sabbie Gh	20,00	18,00	0,008	0,000
Argilla gri-azzurra	30,00	20,00	0,100	0,005

**Parametri medi**

Descrizione	$\phi_{med}$ [°]	$\delta_{med}$ [°]	<i>c<sub>med</sub></i> [kg/cm <sup>2</sup> ]	<i>ca<sub>med</sub></i> [kg/cm <sup>2</sup> ]
Argille e Sabbie Gh	26,00	20,00	0,040	0,000
Argilla gri-azzurra	30,00	20,00	0,200	0,040

Falda

Profondità dal piano di posa 3,50 [m]

Descrizione stratigrafia*Simbologia adottata**N* Identificativo strato*Z1* Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°1 espressa in [m]*Z2* Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°2 espressa in [m]*Z3* Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°3 espressa in [m]*Terreno* Terreno dello strato*K<sub>w</sub>* Costante di Winkler espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm*K<sub>s</sub>* Coefficiente di spinta*a* Coefficiente di espansione laterale

n°	<i>Z1</i> [m]	<i>Z2</i> [m]	<i>Z3</i> [m]	Terreno	<i>K<sub>w</sub></i> [kg/cm <sup>2</sup> /cm]	<i>K<sub>s</sub></i>	$\alpha$
1	-30,0	-30,0	-30,0	Argille e Sabbie Gh	2.20	0.50	1.00
2	-31,0	-32,0	-32,0	Argilla gri-azzurra	0.00	0.00	1.00

Normativa

N.T.C. 2018

*Simbologia adottata*

- $g_{Gsfav}$  Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti  
 $g_{Gfav}$  Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti  
 $g_{Qsfav}$  Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili  
 $g_{Qfav}$  Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili  
 $g_{tanf'}$  Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato  
 $g_{c'}$  Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata  
 $g_{cu}$  Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata  
 $g_{qu}$  Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo  
 $g_g$  Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

**Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:**

Carichi	Effetto		Statici		Sismici	
			A1	A2	A1	A2
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30	1.00	1.00

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:**

Parametri		Statici		Sismici	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tanf'}$	1.00	1.25	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.40
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

**PALI DI FONDAZIONE**CARICHI VERTICALI. Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche dei pali**Pali infissi**

		R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	1.00	1.45	1.15
Laterale compressione	$\gamma_s$	1.00	1.45	1.15
Totale compressione	$\gamma_t$	1.00	1.45	1.15
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	1.00	1.60	1.25

CARICHI TRASVERSALI. Coefficienti parziali  $\gamma_T$  per le verifiche dei pali.

		R1	R2	R3
	$\gamma_T$	1.00	1.60	1.30

Coefficienti di riduzione  $x$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali  
 Numero di verticali indagate 1  $x_3=1.70$   $x_4=1.70$

Condizioni di carico**Le condizioni di carico definite rappresentano le combinazioni di calcolo***Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

$fnd$  Indice della fondazione

$N_{TOT}$  Sforzo normale totale espressa in [kg]

$My_{TOT}$  Momento in direzione Y espresso in [kgm]

$T_{TOT}$  Forza di taglio espressa in [kg]

Condizione n° 1 - Condizione n° 1 - A1-M1-R3 - Sismica

Fondazione	$N_{TOT}$ [kg]	$My_{TOT}$ [kgm]	$T_{TOT}$ [kg]
PALO A SEZIONE IPE	1375,0	0,0	325,0

Descrizione combinazioni di carico*Simbologia adottata*

$g$  Coefficiente di partecipazione della condizione

$Y$  Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - A1-M1-R3

Cond	$\gamma$	$\Psi$
Condizione n° 1	1.00	1.00

Opzioni di calcolo**Analisi in condizioni drenate***Verifica della portanza assiale*

Il metodo utilizzato per il calcolo della portanza verticale è: Hansen.

E' stato richiesto di correggere l'angolo di attrito in funzione del tipo di palo (Trivellato/Infisso).

L'andamento della pressione verticale  $s_v$  con la profondità, per il calcolo della portanza di punta, è stata definita come: Pressione geostatica.

*Verifica della portanza trasversale*

Costante di Winkler orizzontale definita da STRATO

Criterio di rottura palo-terreno: Pressione limite (Pressione passiva con moltiplicatore = 3.00)

Cedimento verticale in testa ai pali

Per il calcolo dei cedimenti è stato utilizzato il metodo degli Elementi Finiti.

Spostamento limite attrito laterale: 0,50 [cm]

Spostamento limite punta: 1,00 [cm]

**Risultati**Verifica della portanza assiale*Simbologia adottata*

cmb Identificativo della combinazione

Nc, Nq Fattori di capacità portante

N'c = f(Nc, sc, dc)

N'q = f(Nq, sq, dq)

dove:

sc, sq Fattori di forma

dc, dq Fattori di profondità

Pl<sub>min</sub>, Pl<sub>med</sub> Portanza laterale minima e media espressa in [kg]

Pp<sub>min</sub>, Pp<sub>med</sub> Portanza di punta minima e media espressa in [kg]

Pd Portanza di progetto espressa in [kg]

N Scarico verticale in testa al palo espresso in [kg]

h Coeff. di sicurezza per carichi verticali

cmb	Nc	Nq	N'c	N'q
1	38.64	26.09	103.92	36.73

cmb	Pl <sub>med</sub> [kg]	Pp <sub>med</sub> [kg]	Pl <sub>min</sub> [kg]	Pp <sub>min</sub> [kg]	Wp [kg]	Pd [kg]	N [kg]	η
1	1615	8575	1506	5429	78	3469	1375	2.523

Verifica della portanza trasversale*Simbologia adottata*

cmb Identificativo della combinazione

Td Taglio resistente di progetto in testa al palo, espresso in [kg]

T Taglio agente in testa al palo, espresso in [kg]

h=Td/T Coeff. di sicurezza per carichi orizzontali

cmb	Td [kg]	T [kg]	η
1	3783	325	11,641

Spostamenti e pressioni in esercizio*Simbologia adottata*

Nr. Identificativo sezione palo

Y ordinata palo espressa in [cm]

Ue spostamento in esercizio espresso in [cm]

Pe pressione in esercizio espressa in [kg/cmq]

Combinazione n° 1

n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
1	0,00	0,1105	0,243	2	0,04	0,1078	0,237	3	0,07	0,1050	0,231
4	0,11	0,1022	0,225	5	0,14	0,0995	0,219	6	0,18	0,0967	0,213
7	0,21	0,0940	0,207	8	0,25	0,0913	0,201	9	0,28	0,0887	0,195
10	0,32	0,0860	0,189	11	0,35	0,0834	0,183	12	0,39	0,0808	0,178
13	0,42	0,0782	0,172	14	0,46	0,0757	0,166	15	0,49	0,0731	0,161
16	0,53	0,0707	0,155	17	0,56	0,0682	0,150	18	0,60	0,0658	0,145
19	0,63	0,0635	0,140	20	0,67	0,0611	0,135	21	0,70	0,0589	0,129
22	0,74	0,0566	0,125	23	0,77	0,0544	0,120	24	0,81	0,0522	0,115
25	0,84	0,0501	0,110	26	0,88	0,0480	0,106	27	0,91	0,0460	0,101
28	0,95	0,0440	0,097	29	0,98	0,0420	0,092	30	1,02	0,0401	0,088
31	1,05	0,0382	0,084	32	1,09	0,0364	0,080	33	1,12	0,0346	0,076
34	1,16	0,0328	0,072	35	1,19	0,0311	0,069	36	1,23	0,0295	0,065
37	1,26	0,0278	0,061	38	1,30	0,0263	0,058	39	1,33	0,0247	0,054
40	1,37	0,0232	0,051	41	1,40	0,0217	0,048	42	1,44	0,0203	0,045
43	1,47	0,0189	0,042	44	1,51	0,0176	0,039	45	1,54	0,0162	0,036
46	1,58	0,0150	0,033	47	1,61	0,0137	0,030	48	1,65	0,0125	0,028
49	1,68	0,0113	0,025	50	1,72	0,0102	0,022	51	1,75	0,0091	0,020
52	1,79	0,0080	0,018	53	1,82	0,0069	0,015	54	1,86	0,0059	0,013
55	1,89	0,0049	0,011	56	1,93	0,0039	0,009	57	1,96	0,0030	0,007
58	2,00	0,0021	0,005	59	2,03	0,0012	0,003	60	2,07	0,0003	0,001
61	2,10	-0,0005	-0,001	62	2,14	-0,0014	-0,003	63	2,17	-0,0022	-0,005
64	2,21	-0,0029	-0,006	65	2,24	-0,0037	-0,008	66	2,28	-0,0044	-0,010
67	2,31	-0,0052	-0,011	68	2,35	-0,0059	-0,013	69	2,38	-0,0066	-0,014
70	2,42	-0,0072	-0,016	71	2,45	-0,0079	-0,017	72	2,49	-0,0085	-0,019
73	2,52	-0,0092	-0,020	74	2,56	-0,0098	-0,022	75	2,59	-0,0104	-0,023
76	2,63	-0,0110	-0,024	77	2,66	-0,0116	-0,025	78	2,70	-0,0122	-0,027
79	2,73	-0,0127	-0,028	80	2,77	-0,0133	-0,029	81	2,80	-0,0139	-0,030
82	2,84	-0,0144	-0,032	83	2,87	-0,0150	-0,033	84	2,91	-0,0155	-0,034
85	2,94	-0,0160	-0,035	86	2,98	-0,0166	-0,036	87	3,01	-0,0171	-0,038
88	3,05	-0,0176	-0,039	89	3,08	-0,0181	-0,040	90	3,12	-0,0187	-0,041
91	3,15	-0,0192	-0,042	92	3,19	-0,0197	-0,043	93	3,22	-0,0202	-0,044
94	3,26	-0,0207	-0,046	95	3,29	-0,0212	-0,047	96	3,33	-0,0217	-0,048
97	3,36	-0,0223	-0,049	98	3,40	-0,0228	-0,050	99	3,43	-0,0233	-0,051
100	3,47	-0,0238	-0,052	101	3,50	-0,0243	-0,053	102			

Spostamenti e pressioni limitiSimbologia adottata

- Nr. Identificativo sezione palo  
Y ordinata palo espressa in [cm]  
Ur spostamento limite espresso in [cm]  
Pr pressione limite espressa in [kg/cmq]

n°	Y	Ur	Pr	n°	Y	Ur	Pr	n°	Y	Ur	Pr
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
1	0,00	9,7859	0,384	2	0,04	9,6199	0,432	3	0,07	9,4539	0,481
4	0,11	9,2881	0,529	5	0,14	9,1224	0,578	6	0,18	8,9569	0,626
7	0,21	8,7917	0,675	8	0,25	8,6268	0,723	9	0,28	8,4622	0,771
10	0,32	8,2981	0,820	11	0,35	8,1344	0,868	12	0,39	7,9712	0,917
13	0,42	7,8086	0,965	14	0,46	7,6466	1,013	15	0,49	7,4852	1,062
16	0,53	7,3245	1,110	17	0,56	7,1645	1,159	18	0,60	7,0054	1,207
19	0,63	6,8470	1,255	20	0,67	6,6895	1,304	21	0,70	6,5329	1,352
22	0,74	6,3772	1,401	23	0,77	6,2226	1,449	24	0,81	6,0689	1,497
25	0,84	5,9163	1,546	26	0,88	5,7648	1,594	27	0,91	5,6145	1,643
28	0,95	5,4652	1,691	29	0,98	5,3172	1,739	30	1,02	5,1704	1,788
31	1,05	5,0249	1,836	32	1,09	4,8806	1,885	33	1,12	4,7376	1,933
34	1,16	4,5960	1,981	35	1,19	4,4558	2,030	36	1,23	4,3169	2,078
37	1,26	4,1794	2,127	38	1,30	4,0433	2,175	39	1,33	3,9087	2,223
40	1,37	3,7755	2,272	41	1,40	3,6438	2,320	42	1,44	3,5136	2,369
43	1,47	3,3849	2,417	44	1,51	3,2577	2,465	45	1,54	3,1320	2,514
46	1,58	3,0078	2,562	47	1,61	2,8852	2,611	48	1,65	2,7640	2,659
49	1,68	2,6444	2,707	50	1,72	2,5264	2,756	51	1,75	2,4098	2,804
52	1,79	2,2948	2,853	53	1,82	2,1812	2,901	54	1,86	2,0692	2,950
55	1,89	1,9587	2,998	56	1,93	1,8496	3,046	57	1,96	1,7420	3,095
58	2,00	1,6358	3,143	59	2,03	1,5311	3,192	60	2,07	1,4277	3,141
61	2,10	1,3257	2,917	62	2,14	1,2251	2,695	63	2,17	1,1257	2,477
64	2,21	1,0277	2,261	65	2,24	0,9309	2,048	66	2,28	0,8352	1,837
67	2,31	0,7407	1,630	68	2,35	0,6474	1,424	69	2,38	0,5551	1,221
70	2,42	0,4639	1,021	71	2,45	0,3736	0,822	72	2,49	0,2843	0,626
73	2,52	0,1959	0,431	74	2,56	0,1084	0,238	75	2,59	0,0216	0,048
76	2,63	-0,0643	-0,142	77	2,66	-0,1496	-0,329	78	2,70	-0,2342	-0,515
79	2,73	-0,3181	-0,700	80	2,77	-0,4015	-0,883	81	2,80	-0,4843	-1,066
82	2,84	-0,5667	-1,247	83	2,87	-0,6485	-1,427	84	2,91	-0,7300	-1,606
85	2,94	-0,8111	-1,785	86	2,98	-0,8919	-1,962	87	3,01	-0,9724	-2,139
88	3,05	-1,0527	-2,316	89	3,08	-1,1327	-2,492	90	3,12	-1,2125	-2,668
91	3,15	-1,2922	-2,843	92	3,19	-1,3718	-3,018	93	3,22	-1,4513	-3,193
94	3,26	-1,5307	-3,368	95	3,29	-1,6101	-3,542	96	3,33	-1,6894	-3,717
97	3,36	-1,7688	-3,891	98	3,40	-1,8482	-4,066	99	3,43	-1,9275	-4,241
100	3,47	-2,0070	-4,415	101	3,50	-2,0864	-4,590	102			

Sollecitazioni in esercizio*Simbologia adottata*

- Nr. Identificativo sezione  
 Y ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso (in [m])  
 N sforzo normale espresso in [kg]  
 T taglio espresso in [kg]  
 M momento espresso in [kgm]

Combinazione n° 1

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
1	0,00	0,00	325,00	1375,00	2	0,00	-11,08	299,89	1375,76
3	0,07	-21,57	283,72	1376,47	4	0,07	-31,50	267,98	1377,14
5	0,14	-40,88	252,66	1377,76	6	0,14	-49,73	237,76	1378,34
7	0,21	-58,05	223,28	1378,87	8	0,21	-65,86	209,21	1379,35
9	0,28	-73,18	195,56	1379,79	10	0,28	-80,03	182,32	1380,18
11	0,35	-86,41	169,48	1380,52	12	0,35	-92,34	157,04	1380,82
13	0,42	-97,84	145,00	1381,07	14	0,42	-102,91	133,35	1381,28
15	0,49	-107,58	122,08	1381,44	16	0,49	-111,85	111,20	1381,55
17	0,56	-115,75	100,69	1381,62	18	0,56	-119,27	90,55	1381,65
19	0,63	-122,44	80,78	1381,62	20	0,63	-125,27	71,36	1381,55
21	0,70	-127,76	62,30	1381,44	22	0,70	-129,94	53,58	1381,27
23	0,77	-131,82	45,21	1381,07	24	0,77	-133,40	37,16	1380,81
25	0,84	-134,70	29,45	1380,51	26	0,84	-135,73	22,05	1380,17
27	0,91	-136,51	14,97	1379,77	28	0,91	-137,03	8,20	1379,34
29	0,98	-137,32	1,73	1378,85	30	0,98	-137,38	-4,45	1378,32
31	1,05	-137,22	-10,33	1377,75	32	1,05	-136,86	-15,94	1377,12
33	1,12	-136,30	-21,26	1376,45	34	1,12	-135,56	-26,32	1375,74
35	1,19	-134,64	-31,12	1374,98	36	1,19	-133,55	-35,66	1374,17
37	1,26	-132,30	-39,95	1373,32	38	1,26	-130,90	-43,99	1372,42
39	1,33	-129,36	-47,80	1371,48	40	1,33	-127,69	-51,37	1370,48
41	1,40	-125,89	-54,72	1369,45	42	1,40	-123,98	-57,85	1368,36
43	1,47	-121,95	-60,76	1367,23	44	1,47	-119,82	-63,47	1366,06
45	1,54	-117,60	-65,97	1364,84	46	1,54	-115,29	-68,28	1363,57
47	1,61	-112,90	-70,39	1362,26	48	1,61	-110,44	-72,31	1360,90
49	1,68	-107,91	-74,06	1359,49	50	1,68	-105,32	-75,62	1358,04
51	1,75	-102,67	-77,02	1356,54	52	1,75	-99,97	-78,25	1355,00
53	1,82	-97,24	-79,31	1353,41	54	1,82	-94,46	-80,22	1351,77
55	1,89	-91,65	-80,98	1350,09	56	1,89	-88,82	-81,58	1348,36
57	1,96	-85,96	-82,04	1346,59	58	1,96	-83,09	-82,36	1344,77
59	2,03	-80,21	-82,54	1342,90	60	2,03	-77,32	-82,59	1340,99
61	2,10	-74,43	-82,51	1339,03	62	2,10	-71,54	-82,30	1337,03
63	2,17	-68,66	-81,97	1334,98	64	2,17	-65,79	-81,52	1332,88
65	2,24	-62,94	-80,95	1330,74	66	2,24	-60,11	-80,26	1328,55
67	2,31	-57,30	-79,47	1326,31	68	2,31	-54,52	-78,57	1324,03
69	2,38	-51,77	-77,56	1321,71	70	2,38	-49,05	-76,44	1319,33
71	2,45	-46,38	-75,23	1316,91	72	2,45	-43,74	-73,91	1314,45
73	2,52	-41,16	-72,50	1311,94	74	2,52	-38,62	-70,99	1309,38
75	2,59	-36,13	-69,39	1306,78	76	2,59	-33,70	-67,70	1304,13
77	2,66	-31,34	-65,91	1301,43	78	2,66	-29,03	-64,04	1298,69
79	2,73	-26,79	-62,08	1295,90	80	2,73	-24,61	-60,03	1293,07
81	2,80	-22,51	-57,89	1290,19	82	2,80	-20,49	-55,67	1287,26
83	2,87	-18,54	-53,37	1284,29	84	2,87	-16,67	-50,98	1281,27
85	2,94	-14,89	-48,51	1278,21	86	2,94	-13,19	-45,96	1275,10
87	3,01	-11,58	-43,33	1271,94	88	3,01	-10,06	-40,62	1268,74
89	3,08	-8,64	-37,83	1265,49	90	3,08	-7,32	-34,95	1262,20
91	3,15	-6,09	-32,00	1258,86	92	3,15	-4,97	-28,97	1255,47
93	3,22	-3,96	-25,86	1252,04	94	3,22	-3,05	-22,67	1248,56
95	3,29	-2,26	-19,40	1245,04	96	3,29	-1,58	-16,05	1241,46
97	3,36	-1,02	-12,63	1237,85	98	3,36	-0,58	-9,12	1234,18
99	3,43	-0,26	-5,54	1230,48	100	3,43	-0,07	-1,87	1226,72
101	3,50	0,00	-1,87	1222,92	102				

Sollecitazioni limiti*Simbologia adottata*

- Nr. Identificativo sezione  
 Y ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso (in [m])  
 Nr sforzo normale espresso in [kg]  
 Tr taglio espresso in [kg]  
 Mr momento espresso in [kgm]

n°	Y [m]	Mr [kgm]	Tr [kg]	Nr [kg]	n°	Y [m]	Mr [kgm]	Tr [kg]	Nr [kg]
1	0,00	0,00	4918,22	9835,97	2	0,00	0,00	4918,22	9835,97
3	0,07	-342,27	4840,84	9835,21	4	0,07	-342,27	4840,84	9835,21
5	0,14	-679,84	4763,35	9833,45	6	0,14	-679,84	4763,35	9833,45
7	0,21	-1011,74	4672,31	9830,68	8	0,21	-1011,74	4672,31	9830,68
9	0,28	-1337,03	4567,71	9826,89	10	0,28	-1337,03	4567,71	9826,89
11	0,35	-1654,76	4449,56	9822,10	12	0,35	-1654,76	4449,56	9822,10
13	0,42	-1963,98	4317,86	9816,30	14	0,42	-1963,98	4317,86	9816,30
15	0,49	-2263,75	4172,61	9809,50	16	0,49	-2263,75	4172,61	9809,50
17	0,56	-2553,11	4013,80	9801,68	18	0,56	-2553,11	4013,80	9801,68
19	0,63	-2831,12	3841,44	9792,86	20	0,63	-2831,12	3841,44	9792,86
21	0,70	-3096,83	3655,52	9783,02	22	0,70	-3096,83	3655,52	9783,02
23	0,77	-3349,28	3456,05	9772,18	24	0,77	-3349,28	3456,05	9772,18
25	0,84	-3587,54	3243,03	9760,33	26	0,84	-3587,54	3243,03	9760,33
27	0,91	-3810,65	3016,46	9747,47	28	0,91	-3810,65	3016,46	9747,47
29	0,98	-4017,66	2776,33	9733,61	30	0,98	-4017,66	2776,33	9733,61
31	1,05	-4207,62	2522,65	9718,73	32	1,05	-4207,62	2522,65	9718,73
33	1,12	-4379,59	2255,42	9702,85	34	1,12	-4379,59	2255,42	9702,85
35	1,19	-4532,61	1974,63	9685,95	36	1,19	-4532,61	1974,63	9685,95
37	1,26	-4665,74	1680,29	9668,05	38	1,26	-4665,74	1680,29	9668,05
39	1,33	-4778,04	1372,40	9649,14	40	1,33	-4778,04	1372,40	9649,14
41	1,40	-4868,54	1050,95	9629,22	42	1,40	-4868,54	1050,95	9629,22
43	1,47	-4936,30	715,95	9608,30	44	1,47	-4936,30	715,95	9608,30
45	1,54	-4980,38	367,40	9586,36	46	1,54	-4980,38	367,40	9586,36
47	1,61	-4999,82	5,22	9563,42	48	1,61	-4999,82	5,22	9563,42
49	1,68	-4993,67	-370,37	9539,47	50	1,68	-4993,67	-370,37	9539,47
51	1,75	-4961,00	-759,58	9514,50	52	1,75	-4961,00	-759,58	9514,50
53	1,82	-4900,84	-1162,35	9488,54	54	1,82	-4900,84	-1162,35	9488,54
55	1,89	-4812,24	-1578,67	9461,56	56	1,89	-4812,24	-1578,67	9461,56
57	1,96	-4694,27	-2008,54	9433,57	58	1,96	-4694,27	-2008,54	9433,57
59	2,03	-4545,98	-2451,96	9404,58	60	2,03	-4545,98	-2451,96	9404,58
61	2,10	-4366,64	-2876,00	9374,57	62	2,10	-4366,64	-2876,00	9374,57
63	2,17	-4158,72	-3238,02	9343,56	64	2,17	-4158,72	-3238,02	9343,56
65	2,24	-3926,52	-3539,64	9311,54	66	2,24	-3926,52	-3539,64	9311,54
67	2,31	-3674,24	-3782,34	9278,51	68	2,31	-3674,24	-3782,34	9278,51
69	2,38	-3405,99	-3967,53	9244,47	70	2,38	-3405,99	-3967,53	9244,47
71	2,45	-3125,76	-4096,50	9209,43	72	2,45	-3125,76	-4096,50	9209,43
73	2,52	-2837,48	-4170,46	9173,37	74	2,52	-2837,48	-4170,46	9173,37
75	2,59	-2544,96	-4190,48	9136,31	76	2,59	-2544,96	-4190,48	9136,31
77	2,66	-2251,97	-4157,54	9098,24	78	2,66	-2251,97	-4157,54	9098,24
79	2,73	-1962,21	-4072,49	9059,16	80	2,73	-1962,21	-4072,49	9059,16
81	2,80	-1679,30	-3936,07	9019,07	82	2,80	-1679,30	-3936,07	9019,07
83	2,87	-1406,83	-3748,93	8977,97	84	2,87	-1406,83	-3748,93	8977,97
85	2,94	-1148,33	-3511,59	8935,87	86	2,94	-1148,33	-3511,59	8935,87
87	3,01	-907,33	-3224,48	8892,75	88	3,01	-907,33	-3224,48	8892,75
89	3,08	-687,29	-2887,93	8848,63	90	3,08	-687,29	-2887,93	8848,63
91	3,15	-491,67	-2502,20	8803,50	92	3,15	-491,67	-2502,20	8803,50
93	3,22	-323,91	-2067,44	8757,36	94	3,22	-323,91	-2067,44	8757,36
95	3,29	-187,44	-1583,75	8710,21	96	3,29	-187,44	-1583,75	8710,21
97	3,36	-85,68	-1051,19	8662,05	98	3,36	-85,68	-1051,19	8662,05
99	3,43	-22,06	-469,73	8612,89	100	3,43	-22,06	-469,73	8612,89
101	3,50	0,00	-160,65	0,00	102				

Diagramma Carico-Cedimento verticale*Simbologia adottata*

N Carico sul palo espressa in [kg]

w Cedimento del palo espresso in [cm]

n°	N	w									
	[kg]	[cm]									
1	1042	0,099	2	2567	0,244	3	4854	0,462	4	7656	0,788
5	9836	1,083	6			7			8		

Diagramma Carico-Cedimento orizzontale*Simbologia adottata*

N Carico sul palo espressa in [kg]

u Cedimento del palo espresso in [cm]

n°	N	u									
	[kg]	[cm]									
1	325	0,111	2	325	0,111	3	326	0,111	4	328	0,112
5	337	0,115	6	372	0,127	7	437	0,149	8	502	0,171
9	566	0,193	10	628	0,216	11	691	0,239	12	753	0,263
13	815	0,289	14	878	0,315	15	940	0,343	16	1002	0,372
17	1065	0,402	18	1127	0,434	19	1189	0,466	20	1252	0,501
21	1314	0,536	22	1377	0,574	23	1439	0,612	24	1501	0,653
25	1564	0,695	26	1626	0,739	27	1689	0,784	28	1751	0,832
29	1813	0,881	30	1876	0,933	31	1938	0,986	32	2001	1,042
33	2063	1,100	34	2125	1,160	35	2188	1,223	36	2251	1,289
37	2313	1,357	38	2375	1,427	39	2438	1,501	40	2501	1,578
41	2563	1,657	42	2626	1,740	43	2688	1,826	44	2750	1,915
45	2813	2,009	46	2875	2,106	47	2938	2,206	48	2999	2,311
49	3061	2,419	50	3123	2,531	51	3184	2,648	52	3245	2,769
53	3298	2,877	54	3343	2,973	55	3382	3,058	56	3416	3,134
57	3453	3,219	58	3488	3,301	59	3550	3,452	60	3612	3,611
61	3666	3,755	62	3707	3,866	63	3733	3,940	64	3748	3,983
65	3756	4,007	66	3790	4,103	67	3851	4,291	68	3913	4,489
69	3962	4,649	70	3991	4,749	71	4006	4,802	72	4038	4,915
73	4089	5,101	74	4151	5,338	75	4204	5,554	76	4237	5,692
77	4253	5,762	78	4261	5,796	79	4293	5,935	80	4354	6,217
81	4416	6,515	82	4456	6,723	83	4476	6,827	84	4486	6,879
85	4524	7,088	86	4587	7,444	87	4648	7,815	88	4686	8,059
89	4705	8,180	90	4714	8,241	91	4718	8,272	92	4736	8,393
93	4798	8,834	94	4859	9,297	95	4895	9,592	96	4913	9,739
97	4913	9,740	98	4913	9,740	99	4913	9,740	100	4913	9,741
101	4913	9,745	102	4915	9,761	103	4915	9,761	104	4915	9,761
105	4915	9,761	106	4915	9,762	107	4916	9,765	108	4917	9,777
109	4917	9,777	110	4917	9,778	111	4917	9,778	112	4917	9,778
113	4918	9,780	114	4918	9,780	115	4918	9,780	116	4918	9,780
117	4918	9,780	118	4918	9,781	119	4918	9,783	120	4918	9,783
121	4918	9,783	122	4918	9,783	123	4918	9,783	124	4918	9,783
125	4918	9,785	126	4918	9,785	127	4918	9,785	128	4918	9,785
129	4918	9,785	130	4918	9,785	131	4918	9,785	132	4918	9,785
133	4918	9,785	134	4918	9,785	135	4918	9,785	136	4918	9,785
137	4918	9,785	138	4918	9,785	139	4918	9,786	140	4918	9,786
141	4918	9,786	142	4918	9,786	143	4918	9,786	144	4918	9,786
145	4918	9,786	146	4918	9,786	147	4918	9,786	148	4918	9,786
149	4918	9,786	150			151			152		

Descrizione armature

La verifica delle sezioni è stata effettuata con il metodo degli stati limite ultimi.

Verifica armature pali*Simbologia adottata*

- Y ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso espressa in [m]  
 CS coefficiente di sicurezza  
 M momento agente, espresso in [kgm]  
 N sforzo normale agente, espresso in [kg]  
 Mu momento ultimo, espresso in [kgm]  
 Nu sforzo normale ultimo, espresso in [kg]  
 T taglio agente, espresso in [kg]  
 VRd taglio resistente, espresso in [kg]

*Verifiche a presso-flessione*Combinazione n° 1

Y [m]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS	T [kg]	Tu [kg]	FSr
0,00	0	0	5000	0	100.00	325	230370	708.83
0,04	11	0	5000	0	451.38	300	230370	768.18
0,07	22	0	5000	0	231.77	284	230370	811.96
0,11	32	0	5000	0	158.71	268	230370	859.66
0,14	41	0	5000	0	122.30	253	230370	911.79
0,18	50	0	5000	0	100.55	238	230370	968.92
0,21	58	0	5000	0	86.14	223	230370	1031.76
0,25	66	0	5000	0	75.92	209	230370	1101.12
0,28	73	0	5000	0	68.32	196	230370	1177.99
0,32	80	0	5000	0	62.48	182	230370	1263.56
0,35	86	0	5000	0	57.86	169	230370	1359.28
0,39	92	0	5000	0	54.15	157	230370	1466.94
0,42	98	0	5000	0	51.10	145	230370	1588.76
0,46	103	0	5000	0	48.58	133	230370	1727.58
0,49	108	0	5000	0	46.48	122	230370	1886.99
0,53	112	0	5000	0	44.70	111	230370	2071.68
0,56	116	0	5000	0	43.20	101	230370	2287.88
0,60	119	0	5000	0	41.92	91	230370	2544.04
0,63	122	0	5000	0	40.84	81	230370	2851.87
0,67	125	0	5000	0	39.91	71	230370	3228.15
0,70	128	0	5000	0	39.13	62	230370	3697.78
0,74	130	0	5000	0	38.48	54	230370	4299.37
0,77	132	0	5000	0	37.93	45	230370	5096.09
0,81	133	0	5000	0	37.48	37	230370	6199.09
0,84	135	0	5000	0	37.12	29	230370	7823.44
0,88	136	0	5000	0	36.84	22	230370	10446.97
0,91	137	0	5000	0	36.63	15	230370	15387.47
0,95	137	0	5000	0	36.49	8	230370	28096.13
0,98	137	0	5000	0	36.41	2	230370	133229.59
1,02	137	0	5000	0	36.40	4	230370	51816.31
1,05	137	0	5000	0	36.44	10	230370	22296.34
1,09	137	0	5000	0	36.53	16	230370	14455.75
1,12	136	0	5000	0	36.68	21	230370	10833.57
1,16	136	0	5000	0	36.88	26	230370	8751.57
1,19	135	0	5000	0	37.14	31	230370	7402.85
1,23	134	0	5000	0	37.44	36	230370	6460.50
1,26	132	0	5000	0	37.79	40	230370	5766.90
1,30	131	0	5000	0	38.20	44	230370	5236.70
1,33	129	0	5000	0	38.65	48	230370	4819.67
1,37	128	0	5000	0	39.16	51	230370	4484.33
1,40	126	0	5000	0	39.72	55	230370	4209.93
1,44	124	0	5000	0	40.33	58	230370	3982.27
1,47	122	0	5000	0	41.00	61	230370	3791.30
1,51	120	0	5000	0	41.73	63	230370	3629.70
1,54	118	0	5000	0	42.52	66	230370	3492.03
1,58	115	0	5000	0	43.37	68	230370	3374.15
1,61	113	0	5000	0	44.29	70	230370	3272.89
1,65	110	0	5000	0	45.27	72	230370	3185.73
1,68	108	0	5000	0	46.34	74	230370	3110.72
1,72	105	0	5000	0	47.48	76	230370	3046.26
1,75	103	0	5000	0	48.70	77	230370	2991.07
1,79	100	0	5000	0	50.01	78	230370	2944.12

Y [m]	M [kgm]	N [kg]	M <sub>u</sub> [kgm]	N <sub>u</sub> [kg]	FS	T [kg]	T <sub>u</sub> [kg]	FS <sub>T</sub>
1,82	97	0	5000	0	51.42	79	230370	2904.56
1,86	94	0	5000	0	52.93	80	230370	2871.68
1,89	92	0	5000	0	54.55	81	230370	2844.93
1,93	89	0	5000	0	56.29	82	230370	2823.83
1,96	86	0	5000	0	58.16	82	230370	2807.99
2,00	83	0	5000	0	60.17	82	230370	2797.12
2,03	80	0	5000	0	62.34	83	230370	2790.96
2,07	77	0	5000	0	64.67	83	230370	2789.34
2,10	74	0	5000	0	67.18	83	230370	2792.11
2,14	72	0	5000	0	69.89	82	230370	2799.18
2,17	69	0	5000	0	72.82	82	230370	2810.52
2,21	66	0	5000	0	76.00	82	230370	2826.10
2,24	63	0	5000	0	79.44	81	230370	2845.96
2,28	60	0	5000	0	83.19	80	230370	2870.18
2,31	57	0	5000	0	87.26	79	230370	2898.88
2,35	55	0	5000	0	91.72	79	230370	2932.21
2,38	52	0	5000	0	96.59	78	230370	2970.37
2,42	49	0	5000	0	101.93	76	230370	3013.64
2,45	46	0	5000	0	107.81	75	230370	3062.32
2,49	44	0	5000	0	114.30	74	230370	3116.78
2,52	41	0	5000	0	121.49	73	230370	3177.49
2,56	39	0	5000	0	129.47	71	230370	3244.98
2,59	36	0	5000	0	138.38	69	230370	3319.88
2,63	34	0	5000	0	148.35	68	230370	3402.96
2,66	31	0	5000	0	159.56	66	230370	3495.11
2,70	29	0	5000	0	172.24	64	230370	3597.39
2,73	27	0	5000	0	186.66	62	230370	3711.10
2,77	25	0	5000	0	203.13	60	230370	3837.78
2,80	23	0	5000	0	222.09	58	230370	3979.30
2,84	20	0	5000	0	244.05	56	230370	4137.94
2,87	19	0	5000	0	269.70	53	230370	4316.54
2,91	17	0	5000	0	299.92	51	230370	4518.59
2,94	15	0	5000	0	335.87	49	230370	4748.52
2,98	13	0	5000	0	379.12	46	230370	5012.01
3,01	12	0	5000	0	431.79	43	230370	5316.40
3,05	10	0	5000	0	496.86	41	230370	5671.38
3,08	9	0	5000	0	578.60	38	230370	6090.05
3,12	7	0	5000	0	683.29	35	230370	6590.50
3,15	6	0	5000	0	820.46	32	230370	7198.43
3,19	5	0	5000	0	1000.00	29	230370	7951.64
3,22	4	0	5000	0	1000.00	26	230370	8908.12
3,26	3	0	5000	0	1000.00	23	230370	10161.51
3,29	2	0	5000	0	1000.00	19	230370	11873.55
3,33	2	0	5000	0	1000.00	16	230370	14349.67
3,36	1	0	5000	0	1000.00	13	230370	18244.11
3,40	1	0	5000	0	1000.00	9	230370	25256.84
3,43	0	0	5000	0	1000.00	6	230370	41613.07
3,47	0	0	5000	0	1000.00	2	230370	123077.58
3,50	0	0	5000	0	100.00	2	230370	123077.58

Verifiche a taglio

Combinazione n° 1

Inviluppo verifiche

Inviluppo

Y [m]	A <sub>r</sub> [cmq]	M [kgm]	N [kg]	M <sub>u</sub> [kgm]	N <sub>u</sub> [kg]	CS	T [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	CS <sub>T</sub>
0,00	28,48	0	0	5000	0	100.00	325	230370	708.83
0,04	28,48	11	0	5000	0	451.38	300	230370	768.18
0,07	28,48	22	0	5000	0	231.77	284	230370	811.96
0,11	28,48	32	0	5000	0	158.71	268	230370	859.66
0,14	28,48	41	0	5000	0	122.30	253	230370	911.79
0,18	28,48	50	0	5000	0	100.55	238	230370	968.92
0,21	28,48	58	0	5000	0	86.14	223	230370	1031.76
0,25	28,48	66	0	5000	0	75.92	209	230370	1101.12
0,28	28,48	73	0	5000	0	68.32	196	230370	1177.99
0,32	28,48	80	0	5000	0	62.48	182	230370	1263.56
0,35	28,48	86	0	5000	0	57.86	169	230370	1359.28
0,39	28,48	92	0	5000	0	54.15	157	230370	1466.94
0,42	28,48	98	0	5000	0	51.10	145	230370	1588.76
0,46	28,48	103	0	5000	0	48.58	133	230370	1727.58
0,49	28,48	108	0	5000	0	46.48	122	230370	1886.99
0,53	28,48	112	0	5000	0	44.70	111	230370	2071.68
0,56	28,48	116	0	5000	0	43.20	101	230370	2287.88
0,60	28,48	119	0	5000	0	41.92	91	230370	2544.04
0,63	28,48	122	0	5000	0	40.84	81	230370	2851.87
0,67	28,48	125	0	5000	0	39.91	71	230370	3228.15
0,70	28,48	128	0	5000	0	39.13	62	230370	3697.78
0,74	28,48	130	0	5000	0	38.48	54	230370	4299.37

Y	A <sub>r</sub>	M	N	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	CS	T	V <sub>Rd</sub>	CS <sub>r</sub>
[m]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]		[kg]	[kg]	
0,77	28,48	132	0	5000	0	37.93	45	230370	5096.09
0,81	28,48	133	0	5000	0	37.48	37	230370	6199.09
0,84	28,48	135	0	5000	0	37.12	29	230370	7823.44
0,88	28,48	136	0	5000	0	36.84	22	230370	10446.97
0,91	28,48	137	0	5000	0	36.63	15	230370	15387.47
0,95	28,48	137	0	5000	0	36.49	8	230370	28096.13
0,98	28,48	137	0	5000	0	36.41	2	230370	133229.59
1,02	28,48	137	0	5000	0	36.40	4	230370	51816.31
1,05	28,48	137	0	5000	0	36.44	10	230370	22296.34
1,09	28,48	137	0	5000	0	36.53	16	230370	14455.75
1,12	28,48	136	0	5000	0	36.68	21	230370	10833.57
1,16	28,48	136	0	5000	0	36.88	26	230370	8751.57
1,19	28,48	135	0	5000	0	37.14	31	230370	7402.85
1,23	28,48	134	0	5000	0	37.44	36	230370	6460.50
1,26	28,48	132	0	5000	0	37.79	40	230370	5766.90
1,30	28,48	131	0	5000	0	38.20	44	230370	5236.70
1,33	28,48	129	0	5000	0	38.65	48	230370	4819.67
1,37	28,48	128	0	5000	0	39.16	51	230370	4484.33
1,40	28,48	126	0	5000	0	39.72	55	230370	4209.93
1,44	28,48	124	0	5000	0	40.33	58	230370	3982.27
1,47	28,48	122	0	5000	0	41.00	61	230370	3791.30
1,51	28,48	120	0	5000	0	41.73	63	230370	3629.70
1,54	28,48	118	0	5000	0	42.52	66	230370	3492.03
1,58	28,48	115	0	5000	0	43.37	68	230370	3374.15
1,61	28,48	113	0	5000	0	44.29	70	230370	3272.89
1,65	28,48	110	0	5000	0	45.27	72	230370	3185.73
1,68	28,48	108	0	5000	0	46.34	74	230370	3110.72
1,72	28,48	105	0	5000	0	47.48	76	230370	3046.26
1,75	28,48	103	0	5000	0	48.70	77	230370	2991.07
1,79	28,48	100	0	5000	0	50.01	78	230370	2944.12
1,82	28,48	97	0	5000	0	51.42	79	230370	2904.56
1,86	28,48	94	0	5000	0	52.93	80	230370	2871.68
1,89	28,48	92	0	5000	0	54.55	81	230370	2844.93
1,93	28,48	89	0	5000	0	56.29	82	230370	2823.83
1,96	28,48	86	0	5000	0	58.16	82	230370	2807.99
2,00	28,48	83	0	5000	0	60.17	82	230370	2797.12
2,03	28,48	80	0	5000	0	62.34	83	230370	2790.96
2,07	28,48	77	0	5000	0	64.67	83	230370	2789.34
2,10	28,48	74	0	5000	0	67.18	83	230370	2792.11
2,14	28,48	72	0	5000	0	69.89	82	230370	2799.18
2,17	28,48	69	0	5000	0	72.82	82	230370	2810.52
2,21	28,48	66	0	5000	0	76.00	82	230370	2826.10
2,24	28,48	63	0	5000	0	79.44	81	230370	2845.96
2,28	28,48	60	0	5000	0	83.19	80	230370	2870.18
2,31	28,48	57	0	5000	0	87.26	79	230370	2898.88
2,35	28,48	55	0	5000	0	91.72	79	230370	2932.21
2,38	28,48	52	0	5000	0	96.59	78	230370	2970.37
2,42	28,48	49	0	5000	0	101.93	76	230370	3013.64
2,45	28,48	46	0	5000	0	107.81	75	230370	3062.32
2,49	28,48	44	0	5000	0	114.30	74	230370	3116.78
2,52	28,48	41	0	5000	0	121.49	73	230370	3177.49
2,56	28,48	39	0	5000	0	129.47	71	230370	3244.98
2,59	28,48	36	0	5000	0	138.38	69	230370	3319.88
2,63	28,48	34	0	5000	0	148.35	68	230370	3402.96
2,66	28,48	31	0	5000	0	159.56	66	230370	3495.11
2,70	28,48	29	0	5000	0	172.24	64	230370	3597.39
2,73	28,48	27	0	5000	0	186.66	62	230370	3711.10
2,77	28,48	25	0	5000	0	203.13	60	230370	3837.78
2,80	28,48	23	0	5000	0	222.09	58	230370	3979.30
2,84	28,48	20	0	5000	0	244.05	56	230370	4137.94
2,87	28,48	19	0	5000	0	269.70	53	230370	4316.54
2,91	28,48	17	0	5000	0	299.92	51	230370	4518.59
2,94	28,48	15	0	5000	0	335.87	49	230370	4748.52
2,98	28,48	13	0	5000	0	379.12	46	230370	5012.01
3,01	28,48	12	0	5000	0	431.79	43	230370	5316.40
3,05	28,48	10	0	5000	0	496.86	41	230370	5671.38
3,08	28,48	9	0	5000	0	578.60	38	230370	6090.05
3,12	28,48	7	0	5000	0	683.29	35	230370	6590.50
3,15	28,48	6	0	5000	0	820.46	32	230370	7198.43
3,19	28,48	5	0	5000	0	1000.00	29	230370	7951.64
3,22	28,48	4	0	5000	0	1000.00	26	230370	8908.12
3,26	28,48	3	0	5000	0	1000.00	23	230370	10161.51
3,29	28,48	2	0	5000	0	1000.00	19	230370	11873.55
3,33	28,48	2	0	5000	0	1000.00	16	230370	14349.67
3,36	28,48	1	0	5000	0	1000.00	13	230370	18244.11
3,40	28,48	1	0	5000	0	1000.00	9	230370	25256.84
3,43	28,48	0	0	5000	0	1000.00	6	230370	41613.07
3,47	28,48	0	0	5000	0	1000.00	2	230370	123077.58
3,50	28,48	0	0	5000	0	100.00	2	230370	123077.58

## **Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)**

### **Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo**

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

#### **Tipo di analisi svolta**

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo del palo viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo delle sollecitazioni, dovute al carico applicato;
- Verifica a portanza verticale;
- Verifica a portanza trasversale;
- Calcolo dei cedimenti;
- Progetto e verifica delle armature del palo.

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

#### **Origine e caratteristiche dei codici di calcolo**

Titolo	CARL - Carico Limite e Cedimenti
Versione	16.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	GEOI. LA TESSA BALDASSARRE FRANCO
Licenza	AIU6015SI

#### **Affidabilità dei codici di calcolo**

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

#### **Modalità di presentazione dei risultati**

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

#### **Informazioni generali sull'elaborazione**

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

#### **Giudizio motivato di accettabilità dei risultati**

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Il Tecnico  
*Geol. La Tessa Baldassarre Franco*

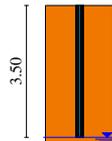
## Conclusioni

La presente relazione geotecnica si riferisce alle strutture di fondazioni di un impianto agro voltaico che prevede pali in acciaio a sezione IPE meglio specificata nella relazione di calcolo. Il terreno su cui sono fondati i pali e su cui gli interventi sono finalizzati, è costituito essenzialmente da sedimenti argilloso sabbiosi con ghiaia e con falda posta a circa 3,5 m dal p.c.. I dati emersi dalla relazione geologica hanno fornito indicazioni che hanno consentito di individuare, con ricorso al metodo di Hansen, al probabile valore di portanza del terreno di fondazione. Si ritiene che pressioni dell'ordine di 1,5 kg/cmq, non possano produrre nel terreno che cedimenti di modesta entità. Il cedimento totale ottenuto è dell'ordine di 0,13 cm. Il Coefficiente di sicurezza per carichi verticali ottenuto è pari a 2,5 mentre il Coefficiente di sicurezza per carichi orizzontali è pari a 11,6. I pali di fondazione sono solidarizzati alle sovrastanti strutture in elevazione da vincoli di continuità, così da formare telai spaziali dimensionate per la più onerosa combinazione di carico tra quelle previste dalla normativa vigente per zone a rischio sismico. Le indagini geologiche di cui si riferisce nella relazione geologica allegata, assicurano non esserci, nella zona dove ricade l'area d'intervento, processi di dissesti in atto. I pali di fondazione sono posti a quota -350cm dal piano campagna. A tale profondità il terreno si presenta sufficientemente costipato con caratteristiche geotecniche più che soddisfacenti. Il calcolo di dimensionamento della struttura di fondazione e la verifica della portanza terreno è stato effettuato combinando nel modo più severo le azioni statiche dei pesi agenti con quelle dinamiche dovute al sisma di normativa agenti nelle due direzioni di riferimento combinate secondo quanto previsto dalle NTC 2018 e ss.mm.ii.. Il valore di pressione, indotto sul piano di sedime, dalla suddetta combinazione di azioni, è agevolmente contrastato dalla capacità di portanza tollerabile del terreno ed in nessun punto del sedime si supera detto valore di portanza del terreno. Il conseguente tasso di lavoro nei materiali delle strutture di fondazione è stato determinato

adottando, nelle calcolazioni di dimensionamento e verifica delle sezioni resistenti, il metodo agli stati limite. Infine, le caratteristiche di sollecitazione sono state ottenute dallo schema statico di elementi deformabili elasticamente su suolo alla Winkler, sollecitata dalla pressione del terreno, derivante dalle azioni della più severa combinazione di carico, che la sovrastruttura trasmette al piano fondale. Per quanto riguarda le uscite del calcolo delle strutture di fondazione ed i relativi esecutivi di progetto si rimanda ai relativi elaborati: fascicolo calcoli e elaborati grafici allegati.

Il Tecnico  
*Geol. La Tessa Baldassarre Franco*

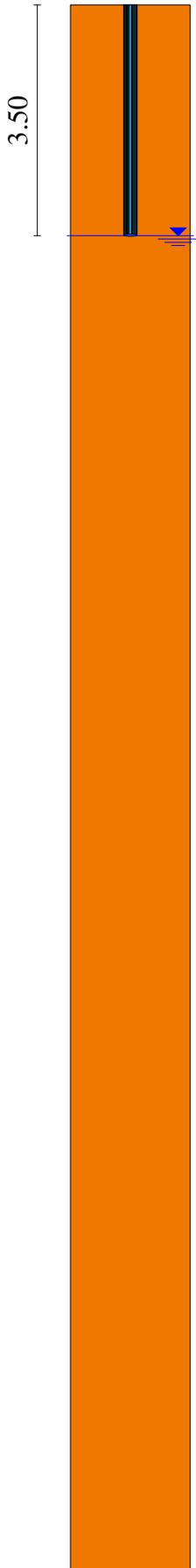
## Stratigrafia



Argille e Sabbie Gh  
 $\gamma=1800 \text{ kg/mc}$   $\gamma_s=1900 \text{ kg/mc}$   
 $\phi=26.0^\circ$   $\delta=20.0^\circ$   
 $c=0,04 \text{ kg/cmq}$   $ca=0,00 \text{ kg/cmq}$

Argilla gri-azzurra  
 $\gamma=1900 \text{ kg/mc}$   $\gamma_s=2000 \text{ kg/mc}$   
 $\phi=24.0^\circ$   $\delta=20.0^\circ$   
 $c=0,20 \text{ kg/cmq}$   $ca=0,00 \text{ kg/cmq}$

# Diagrammi pressioni



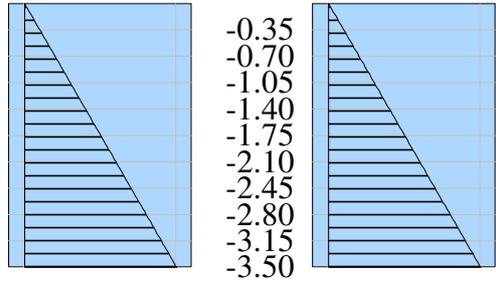
Argille e Sabbie Gh

$\gamma=1800 \text{ kg/mc}$   $\gamma_s=1900 \text{ kg/mc}$

$\phi=26.0^\circ$   $\delta=20.0^\circ$

$c=0,04 \text{ kg/cm}^2$   $ca=0,00 \text{ kg/cm}^2$

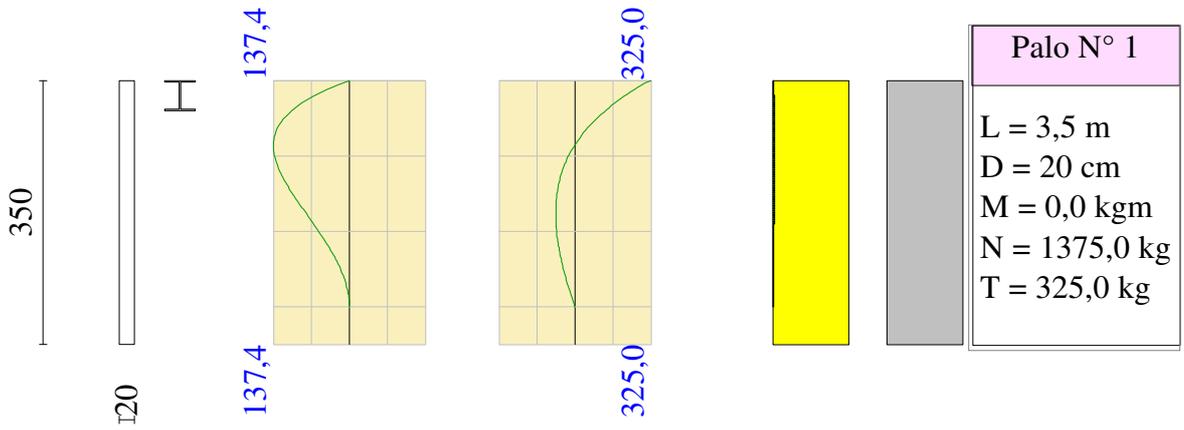
Diagrammi pressioni verticali



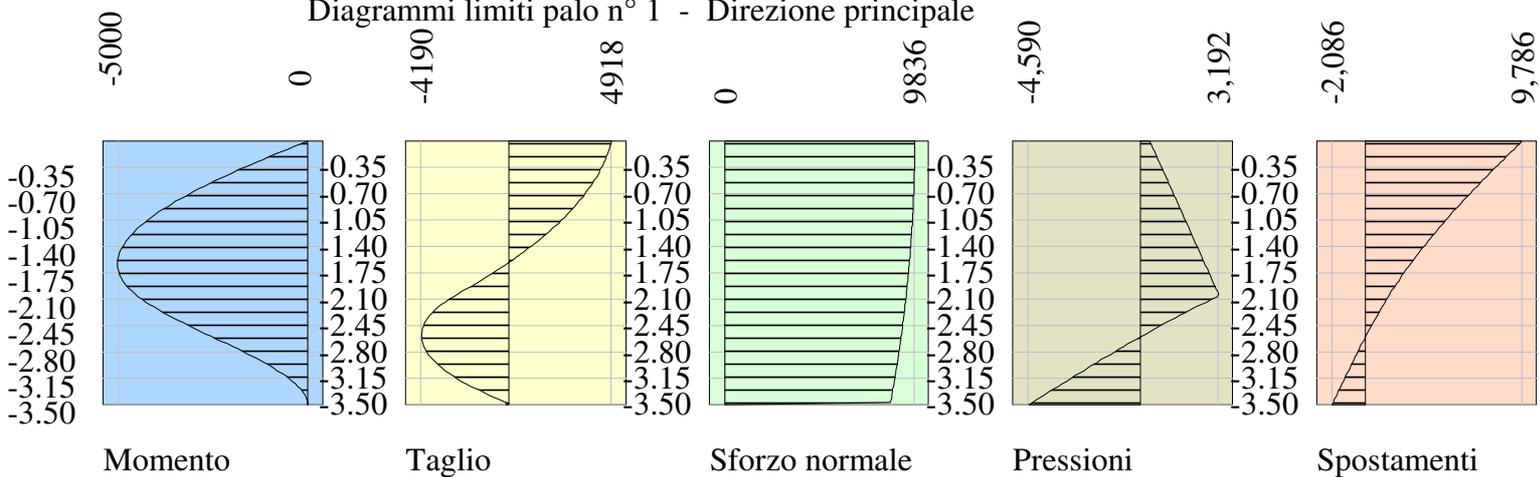
Pressione verticale  
[Portanza di punta]

Pressione verticale  
[Portanza laterale]

# Armature palo



Diagrammi limiti palo n° 1 - Direzione principale



Momento

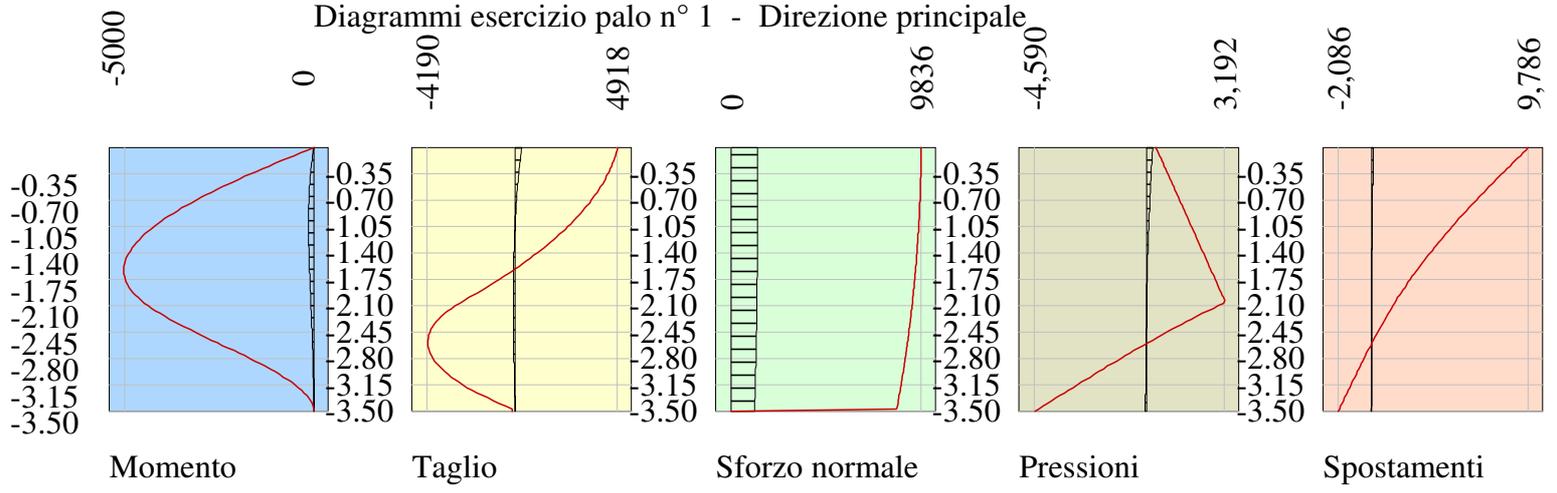
Taglio

Sforzo normale

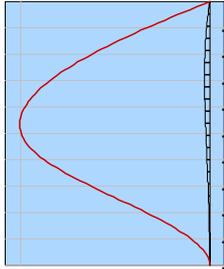
Pressioni

Spostamenti

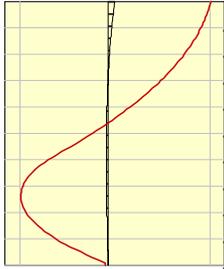
Diagrammi esercizio palo n° 1 - Direzione principale



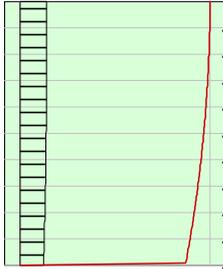
-0.35  
-0.70  
-1.05  
-1.40  
-1.75  
-2.10  
-2.45  
-2.80  
-3.15  
-3.50



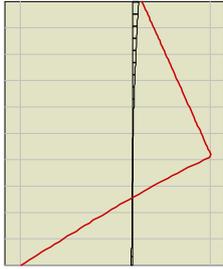
Momento



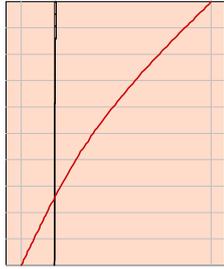
Taglio



Sforzo normale



Pressioni



Spostamenti