

REV./ Rev.	STATO/ Status	DESCRIZIONE / Description	DATA/ Date	VERIFICATO/ Checked by	APPROVATO/ Approved by
0	FUS	Emesso per iter autorizzativo	01/09/2020	Calabro'	Citterio

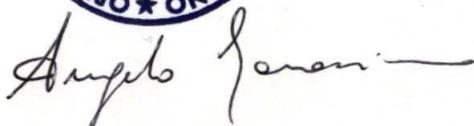


B711CTKC008

PROGETTO DI RIFACIMENTO PER AGGIORNAMENTO TECNOLOGICO DELLA CENTRALE TERMoeLETTRICA DI SAN QUIRICO

SOTTOSTAZIONE ELETTRICA A SERVIZIO DELLA CENTRALE ELETTRICA

RELAZIONE GEOTECNICA


CONSULET
SERVIZI S.R.L.

GEOTECHNICAL ENGINEERING & GEOLOGY

COMMESSA JOB	DATA Date	IDENTIFICATIVO DOCUMENT CODE	REDATTO PREPARED	CONTROLLATO CHECKED	APPROVATO APPROVED
219	09/2020	R.219.09.00	A. Garassino	C. Riva	A. Garassino

via Elia Lombardini, 10 – 20143 Milano
 phone: +39 02-38.24.82.30 - e-mail: geo.consulet@consulet.it

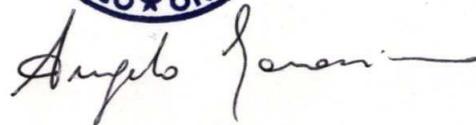
EDISON S.p.A.

Comune di S. Giovanni in Croce (CR)

Sottostazione elettrica

a servizio della centrale elettrica di S. Quirico

Relazione Geotecnica



Commessa Job **219**
Protocollo / Rev Doc. No. **09.00**

| Indica le parti modificate con l'ultima revisione *Latest revision*

REV	DATA DATE	DESCRIZIONE DESCRIPTION	REDATTO PREPARED	VERIFICATO CHECKED	APPROVATO APPROVED
00	09/2020	Emissione	Garassino	Riva	Garassino

INDICE

1.	PREMESSA	4
2.	DOCUMENTI E NORME DI RIFERIMENTO	6
3.	RICHIAMI DI STRATIGRAFIA	8
4.	CONSIDERAZIONI IN MERITO ALLA SCELTA DEL TIPO DI FONDAZIONE DA ADOTTARE	9
5.	FONDAZIONI SUPERFICIALI	10
	5.1 CAPACITÀ PORTANTE DEL TERRENO.....	10
	5.2 CEDIMENTI DELLE FONDAZIONI SU TERRENO NATURALE	12
	5.3 MOLLE DEL TERRENO	14
6.	FONDAZIONI SU PALI	15
7.	CONCLUSIONI.....	25
	BIBLIOGRAFIA	26
	ALLEGATO: TABULATI DI CALCOLO DEI CEDIMENTI	27

DATA <i>DATE</i>	DOCUMENTO <i>DOCUMENT</i>	COMMESSA <i>JOB</i>	PROTOCOLLO <i>DOC. No.</i>	REVISIONE <i>REVISION</i>	PAG. <i>PAGE</i>	PAG. TOT. <i>TOT. PAGES</i>
09/2020	Relazione geotecnica SSE	219	09	00	3	31

1. PREMESSA

Il presente studio interpreta le notizie sul suolo sul quale è prevista la costruzione della nuova sottostazione a servizio della centrale elettrica.

La sottostazione elettrica è situata nel comune di San Giovanni in Croce in provincia di Cremona.

I terreni sono stati descritti nella Relazione Geologica di Rif.[1]), utilizzando i documenti esistenti che si è riusciti a reperire; nella stessa è stata anche redatta una modellazione geomeccanica del terreno.

La presente relazione geotecnica recepisce i risultati di detto studio per formulare lo studio geotecnico preliminare delle fondazioni degli edifici e delle strutture impiantistiche.

Le notizie sul terreno disponibili (Rif.[2]) sono costituite da 2 sondaggi geognostici e n° 2 prove penetrometriche statiche a punta elettrica CPTU, eseguiti ad una certa distanza dall'area della futura sottostazione. È prevista l'esecuzione di una indagine geognostica integrativa dedicata.

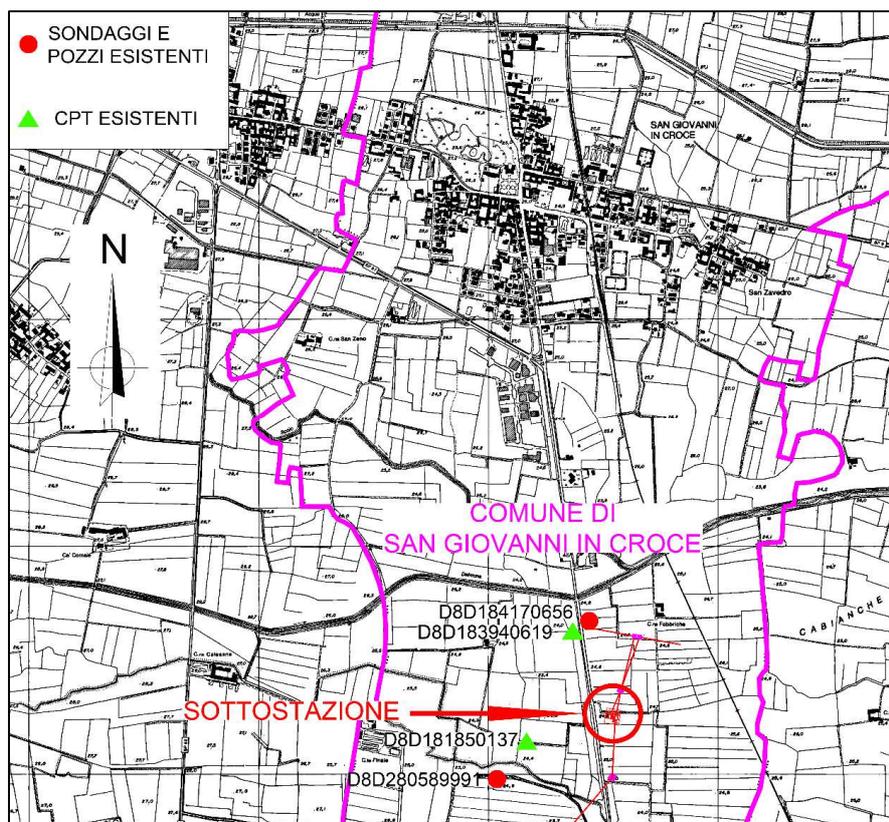


Figura 1.1: ubicazione della sottostazione elettrica e delle prove in situ disponibili

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica SSE	219	09	00	4	31

Nel seguito si prendono in considerazione sia le fondazioni dirette sul terreno naturale sia le fondazioni profonde che hanno lo scopo di trasferire allo strato di sabbie i carichi importanti.

Il livello di conoscenza attuale dei terreni verrà convenientemente approfondito dallo studio di quanto emergerà dalle indagini geognostiche e geofisiche previste per la fase esecutiva.

DATA <i>DATE</i>	DOCUMENTO <i>DOCUMENT</i>	COMMESSA <i>JOB</i>	PROTOCOLLO <i>DOC. No.</i>	REVISIONE <i>REVISION</i>	PAG. <i>PAGE</i>	PAG. TOT. <i>TOT. PAGES</i>
09/2020	Relazione geotecnica SSE	219	09	00	5	31

2. DOCUMENTI E NORME DI RIFERIMENTO

Nel corso della presente relazione si farà riferimento ai seguenti documenti ed alle norme successivamente elencate:

- [1] **CONSULET SERVIZI S.r.l.** – Comune di San Giovanni in Croce, Centrale Edison di San Quirico – Sottostazione elettrica – *Relazione geologica preliminare*, codifica Consulet R.219.07.00 - 2020.
- [2] Data-base geognostico della regione Lombardia
https://www.cartografia.servizirl.it/viewer32/index.jsp?config=config_caspita.json
- [3] **CONSULET SERVIZI S.r.l.** – Progetto di rifacimento per aggiornamento tecnologico della centrale termoelettrica di San Quirico – *Preparazione dei rilevati. Tipologici e pacchetti di fondazione*, Tavola T1 - codifica B711AUKC001.

Normative

- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Decreto 17 Gennaio 2018: Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni (NTC)».
- CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP.: Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica SSE	219	09	00	6	31

	COMMITTENTE/Cient	 B711AUKC001
CODIFICA DOC. / Doc. Code N° B711AUKC001	IMPIANTO/Plant CENTRALE TERMoeLETTRICA NEL COMUNE DI SISSA TRECASALI LOCALITA' SAN QUIRICO (PR)	
Progetto di rifacimento per aggiornamento tecnologico della centrale termoelettrica di San Quirico		
PREPARAZIONE DEI RILEVATI TIPOLOGICI E PACCHETTI DI FONDAZIONE		T1

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica SSE	219	09	00	7	31

3. RICHIAMI DI STRATIGRAFIA

Si riporta qui per semplicità di consultazione la stratigrafia di progetto estratta dalla relazione geologica (Rif. [1]) cui si rimanda per maggiori informazioni.

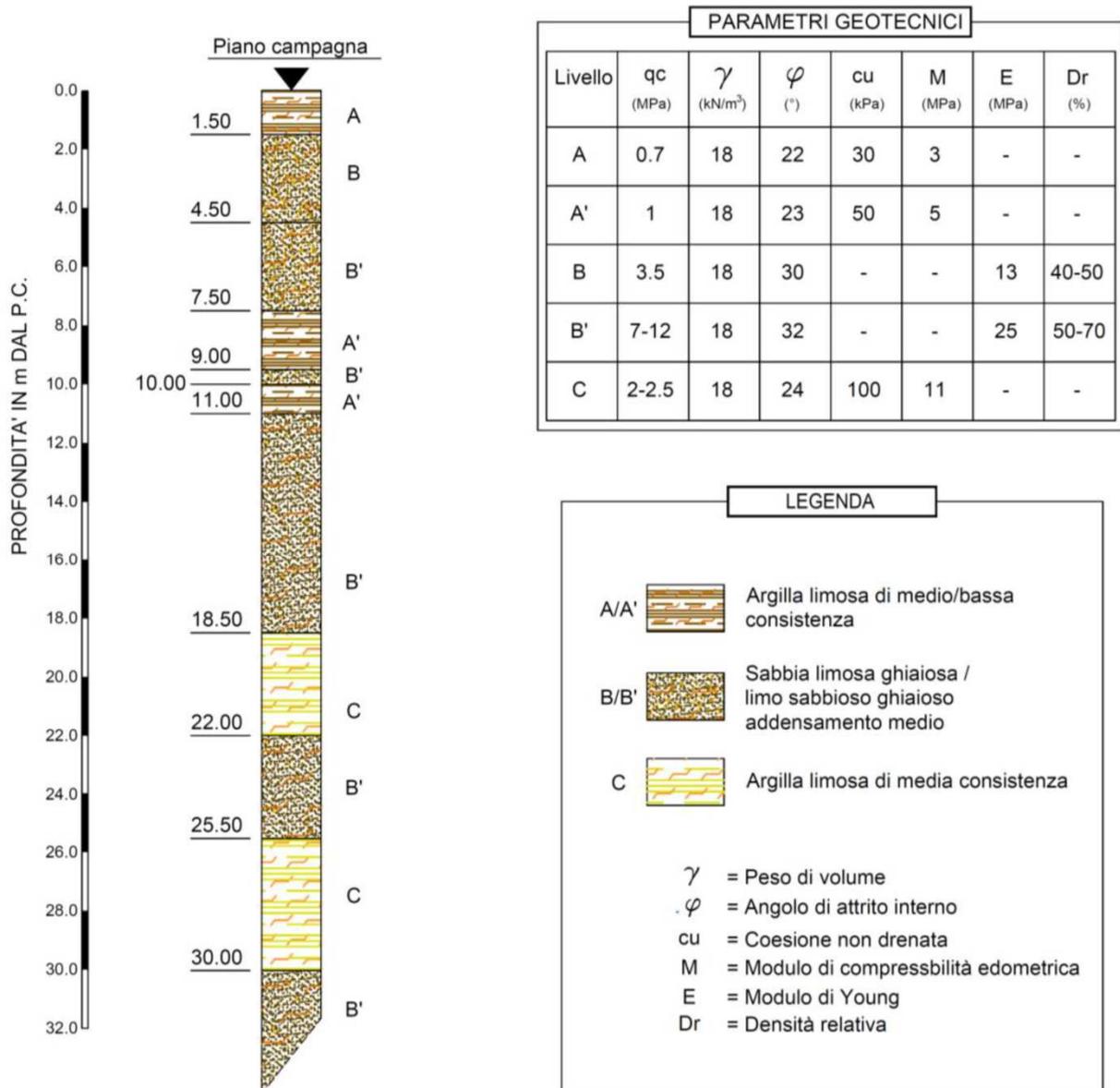


Figura 3.1: stratigrafia di progetto

La falda è stata individuata ad una profondità tra 1 e 2 m dal piano campagna, ma nei calcoli verrà considerata prudenzialmente a piano campagna.

Al terreno è stata attribuita la categoria “C” (si veda la relazione geologica al cap. 6).

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica SSE	219	09	00	8	31

4. CONSIDERAZIONI IN MERITO ALLA SCELTA DEL TIPO DI FONDAZIONE DA ADOTTARE

Nei paragrafi seguenti si riportano valutazioni sulla capacità portante dei terreni in esame.

Oltre all'ipotesi di realizzare fondazioni dirette, quali si pensano idonee agli edifici di sottostazione si prenderanno in considerazione eventuali fondazioni profonde, su pali per qualche elemento particolare di impiantistica o terminale di linea, se presente. In entrambi i casi per la valutazione della resistenza del terreno è stato impiegato l'approccio agli stati limite ultimi (SLU) secondo le "Norme Tecniche per le Costruzioni".

Premesso che la scelta tra le due opzioni sarà fatta in sede di progettazione definitiva considerando anche le risultanze delle future indagini integrative sui terreni, si può comunque prevedere che le fondazioni saranno esclusivamente o quasi esclusivamente superficiali dirette.

Il livello "A" di argilla limosa di medio/bassa consistenza, presente in superficie dovrà essere eliminato sotto le fondazioni, che dovranno poggiare sul livello "B".

In alternativa ove lo spessore del livello "A" risultasse maggiore del previsto si potrà prendere in considerazione la possibilità di operare una stabilizzazione a calce o calce-cemento ove le analisi di laboratorio avessero indicazioni positive.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica SSE	219	09	00	9	31

5. FONDAZIONI SUPERFICIALI

5.1 Capacità portante del terreno

Le verifiche ed il dimensionamento delle fondazioni dirette richiedono che venga rispettata la seguente condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione, e dove R_d è il valore di progetto della resistenza del terreno del sistema geotecnico.

La resistenza di progetto R_d è determinata in modo analitico con riferimento al valore dei parametri geotecnici di resistenza; questi, secondo la Normativa vigente, non devono essere ridotti (i coefficienti di sicurezza parziali $M1$ sono tutti unitari). Le capacità portanti così calcolate dovranno, però, essere divise per il coefficiente parziale $R3$ delle resistenze globali, pari a 2.3.

parametro	$\tan\varphi$	c'	c_u	γ
coefficiente M1	$\gamma = 1.0$	$\gamma = 1.0$	$\gamma = 1.0$	$\gamma = 1.0$

Tabella 5.I – Set di coefficienti parziali per il calcolo di R_d

VERIFICA	Coefficiente parziale R3
Carico limite	$\gamma_{R3} = 2.3$

Tabella 5.II – Coefficiente parziale per le verifiche di fondazioni superficiali

Le resistenze del terreno così ottenute saranno confrontate con le azioni di progetto E_d calcolate applicando il set di parametri $A1$, qui riportato in tabella 5.III.

AZIONE	permanente	variabile
A1 favorevole	$\gamma = 1.0$	$\gamma = 0.0$
A1 sfavorevole	$\gamma = 1.3$	$\gamma = 1.5$

Tabella 5.III – Set di coefficienti parziali per il calcolo di E_d

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica SSE	219	09	00	10	31

Di seguito si riporta la formulazione della capacità portante secondo Brinch Hansen (1968), adottata per il calcolo della resistenza di progetto ($R_d = q_{ult} / \gamma_{R3}$):

$$q_{ult} = \gamma'_1 D N_q \cdot s_q \cdot d_q + \frac{1}{2} \gamma'_2 B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma + c' N_c \cdot s_c \cdot d_c$$

dove:

- q_{ult} = capacità portante ultima (senza applicazione di fattori correttivi);
- γ'_1 = peso di volume efficace per il terreno sopra l'imposta della fondazione;
- D = piano di posa fondazione;
- γ'_2 = peso di volume efficace per il terreno sotto la fondazione;
- B = larghezza della fondazione;
- N_q, N_γ, N_c = fattori di capacità portante;
- S_q, S_γ, S_c = fattori di forma;
- d_q, d_γ, d_c = fattori di profondità;

con:

$$\begin{aligned} \rightarrow N_q &= \tan^2(45 + \varphi/2) \cdot e^{\pi \tan \varphi} & N_\gamma &= 1.8 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \varphi & N_c &= (N_q - 1) / \tan \varphi \\ \rightarrow s_q &= 1 + \frac{B}{L} \sin \varphi & s_c &= 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L} & s_\gamma &= 1 - 0.4 \frac{B}{L} \\ \rightarrow d_q &= d_c - [(d_c - 1)/N_q] & d_c &= 1 + 0.35 \cdot k & d_\gamma &= 1 \end{aligned}$$

(L = lunghezza della fondazione)

$$(k = \frac{D}{B} \quad \text{se } D \leq B, \quad k = \arctan \frac{D}{B} \quad \text{se } D > B)$$

La presenza della falda è stata considerata a partire dalla profondità del piano di campagna.

La valutazione della resistenza del terreno è stata condotta per fondazioni nastriformi di diversa larghezza (0,8 / 1,0 / 1.2 m), per fondazioni quadrate di dimensioni 2 m, 3 m e 4 m e per fondazioni rettangolari 3x5 m, 4x7 m e 5x8 m. Per dimensioni differenti in prima approssimazione in questa fase preliminare si opereranno interpolazioni.

Il piano di imposta fondazione è stato valutato variabile da 0.75 m a 2.0 m dal piano campagna.

I risultati dei calcoli a lungo termine effettuati sono riportati nella tabella 5.IV. che segue.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica SSE	219	09	00	11	31

FONDAZIONI	Nastriiformi $R_d=q_{ult}/2,3$			Isolate $R_d=q_{ult}/2,3$			Rettangolari $R_d=q_{ult}/2,3$		
	B = 0,8 m	B = 1,0 m	B = 1,2 m	2,0 x 2,0	3,0 x 3,0	4,0 x 4,0	3,0 x 5,0	4,0 x 7,0	5,0 x 8,0
PROFONDITA' (m dal p.c.)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
0,75	27	28	29	34	39	43	40	47	52
1,0	31	35	36	43	47	52	48	54	59
1,5	99	108	116	164	174	189	172	193	214
2,0	121	130	138	217	221	232	212	229	248

Tabella 5.IV - Resistenze di progetto M1+R3

In condizioni di breve termine la capacità portante del terreno in caso di fondazione poggianti nel livello “A” vale:

$$R_d = q_{ult(ND)} / 2,3 = (5,14 * c_u) / 2,3 = 90 \text{ kPa}$$

5.2 Cedimenti delle fondazioni su terreno naturale

La valutazione dei cedimenti è stata effettuata considerando la distribuzione delle pressioni indotte dai carichi delle fondazioni su semispazio elastico.

Il contributo degli strati al cedimento totale è calcolato fino a profondità per le quali lo sforzo verticale (indotto dal carico esterno) è minore del 10% dell’effettivo sforzo geostatico ottaedrico.

I cedimenti attesi sono calcolati come somma del cedimento immediato e dell’eventuale cedimento di consolidazione:

$$S = s_{imm} + s_{cons}$$

$$s_{imm} = \sum_i \frac{1}{E_i} [\Delta\sigma_{zi} - v_i (\Delta\sigma_{xi} + \Delta\sigma_{yi})] * \Delta l_i$$

$$s_{cons} = [A + (\Delta\sigma_z / \Delta\sigma_x) * (1 - A)] * (\Delta\sigma_z / M) * \Delta h_i$$

essendo:

S = cedimento totale;

s_{imm} = cedimento immediato

s_{cons} = cedimento di consolidazione

E_i = modulo di Young dello strato i-esimo;

v = coefficiente di Poisson per lo strato i-esimo;

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica SSE	219	09	00	12	31

$\Delta\sigma_{xi}, \Delta\sigma_{yi}, \Delta\sigma_{zi}$ = incremento di sforzo nello strato i-esimo, rispettivamente in direzione x, y, z;

$\Delta l_i, \Delta h_i$ = spessore dello strato i-esimo:

A = coefficiente di Skempton

M = modulo di deformazione in condizioni confinate

Trattandosi di fondazioni dirette su un terreno nel quale i livelli coesivi importanti sono piuttosto profondi, fuori dal volume significativo, e quelli un poco più superficiali hanno spessore modesto e caratteristiche medie non si avranno sensibili cedimenti di consolidazione nel tempo.

La valutazione dei cedimenti è stata effettuata, per alcune fondazioni tipo scelte tra quelle per le quali è stata calcolata la capacità portante.

I risultati dei calcoli, ottenuti con la pressione di riferimento di 100 kPa, sono riportati nella tabella 5.VI.

I cedimenti sono stati calcolati sempre nel punto centrale della fondazione, ossia il più sollecitato.

Si fa presente, inoltre, che poiché il foglio di calcolo fa riferimento ad aree completamente flessibili, le valutazioni condotte costituiscono una sovrastima del cedimento atteso, sono pertanto stati valutati anche i cedimenti rigidi con le formule sperimentali approssimate:

- fondazione quadrata o rettangolare $S_{rig} = 0,78 S_{fless}$
- fondazione nastroforme $S_{rig} = 0,84 S_{fless}$

FONDAZIONE	Cedimenti elastici	Cedimenti di consolidazione	Cedimenti totali	Cedimenti rigidi
Carico 100 (kPa)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
2 m x 2 m	0,72	0,11	0,82	0,64
4 m x 4 m	1,61	0,40	2,01	1,56
B = 1,2 m	0,98	0,40	1,38	1,16
3 m x 5 m	1,51	0,37	1,88	1,47
4 m x 7 m	2,01	0,64	2,65	2,07
5 m x 8 m	2,34	0,87	3,21	2,50

Tabella 5.VI – cedimenti di fondazioni sul terreno naturale con un carico di 100 kPa

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica SSE	219	09	00	13	31

Per valori di pressione scaricata sul terreno diversi da 100 kPa si può assumere in prima approssimazione una variazione in proporzione lineare.

Come emerge da una analisi dei risultati ottenuti, i cedimenti attesi per le fondazioni sono modesti e si ritiene che non andranno ad inficiare la stabilità e l'operatività delle strutture nel lungo termine.

In allegato alla presente sono riportate le tabelle di calcolo dei cedimenti di cui sopra.

5.3 Molle del terreno

Il modulo di reazione del terreno di fondazione, k_s , può essere calcolato in prima approssimazione mediante la seguente relazione:

$$k_s = \frac{q}{s}$$

in cui il termine “ q ” rappresenta il carico applicato, $P = 100$ kPa nel caso in oggetto, mentre “ s ” è il corrispondente cedimento indotto riportato nell'ultima colonna della tabella 5.VI.

E' una valutazione grossolana, ma che può essere utile per questo stadio preliminare di progettazione.

Guardando i valori della tabella 5.VI si hanno valori di molla che vanno da 4.000 kN/m³ a 15.525 kN/m³.

Si ritiene più corretto utilizzare i valori più elevati perché quelli derivanti dallo strato “A” fanno riferimento ad un livello che sotto le fondazioni verrà rimosso o migliorato.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica SSE	219	09	00	14	31

6. FONDAZIONI SU PALI

Nel caso di dover ricorrere a fondazioni su pali per la fondazione di qualche elemento si dà di seguito un dimensionamento di pali trivellati con diametro di 0,6 m e 0,8 m.

La verifica è effettuata nelle condizioni SLU secondo quanto previsto dalle norme vigenti imponendo la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove:

E_d è il valore di progetto dell'azione o degli effetti delle azioni fattorato con i relativi coefficienti;

R_d è il valore di progetto della resistenza del palo di fondazione.

Per i pali il testo unico stabilisce che le verifiche allo stato limite ultimo siano fatte applicando dei fattori alle sollecitazioni (A), ai parametri geotecnici (M) ed alle resistenze calcolate (R).

Le verifiche sono condotte con riferimento all'approccio n°2, con le combinazioni di fattori seguenti:

$$A1+M1+R3$$

I coefficienti per fattorare le caratteristiche geotecniche sono quelli M1, unitari.

Per la determinazione del valore di progetto della resistenza R_d è necessario prima stimare la resistenza caratteristica partendo dalla seguente espressione:

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

$R_{c,cal}$ = resistenza a compressione ultima calcolata a partire dai parametri geotecnici;

ξ_3, ξ_4 = coefficienti di fattorazione; si è considerato il coefficiente $\xi_3 = 1.55$ con riferimento ai parametri medi e $\xi_4 = 1.42$ con riferimento ai parametri minimi definiti nella stratigrafia di progetto del capitolo 4, in considerazione del numero di verticali d'indagine disponibili nell'ambito del progetto (si considerano utili a definire il volume significativo di terreno n° 4 verticali di indagine).

Le verifiche sono condotte sia in condizioni di Breve Termine, con riferimento ai parametri di resistenza non drenati, sia in condizione di Lungo Termine, con riferimento ai parametri di resistenza drenati.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica SSE	219	09	00	15	31

La resistenza ultima è data da un contributo di punta ed uno laterale:

$$R_{c,cal} = P = P_b + P_l$$

essendo:

$$P_b = Q_0 \cdot A_b$$

$$Q_0 = q N_q \quad \text{per terreni granulari e terreni coesivi a lungo termine}$$

$$= q + 9 c_u \quad \text{per terreni coesivi, in condizioni di breve termine}$$

$$P_l = \pi D \cdot \sum_0^{z_b} \tau_z \Delta z ;$$

$$\tau_z = \sigma'_{vz} \cdot K_s \cdot \tan \delta \quad \text{per terreni granulari e terreni coesivi a lungo termine}$$

$$= \alpha \cdot c_u \quad \text{per terreni coesivi, in condizioni di breve termine}$$

$$D = \text{diametro del palo};$$

$$\delta = \text{angolo di attrito palo-terreno};$$

$$K_s = \text{coefficiente di spinta orizzontale, funzione della tecnologia di realizzazione};$$

$$\sigma'_{vz} = \text{pressione verticale efficace a quota } z;$$

$$\Delta z = \text{intervallo di calcolo della sommatoria};$$

$$z_b = \text{quota della punta del palo da p.c.};$$

$$q = \text{pressione verticale efficace geostatica, a livello della punta};$$

$$N_q = \text{coefficiente di capacità portante (Berezantzev ridotto per evitare cedimenti apprezzabili del palo per mobilitare appieno la resistenza di punta)}$$

$$\alpha = \text{coefficiente di adesione valutato, per pali trivellati, da bibliografia}$$

Nel caso in esame, nell'ipotesi di adottare pali trivellati, si è utilizzato:

- $\delta = 0,75 \cdot \varphi$ (con φ = angolo di attrito del terreno)
- $K_s = 0.7$.

I valori di calcolo o di progetto R_d si ottengono dividendo i valori di resistenza caratteristica ottenuti come sopra per il fattore γ_R previsto dalla Normativa.

RESISTENZA	γ	Pali trivellati (R3)
<i>Punta</i>	γ_b	1,35
<i>Laterale compressione</i>	γ_s	1,15
<i>Totale</i>	γ	1,30
<i>Laterale trazione</i>	γ_{st}	1,25

Tabella 6.I: coefficienti parziali di sicurezza R3

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica SSE	219	09	00	16	31

Sono state valutate preliminarmente le portate dei pali trivellati di diametro 0,6 m e 0,8 m ed i risultati sono riportati di seguito.

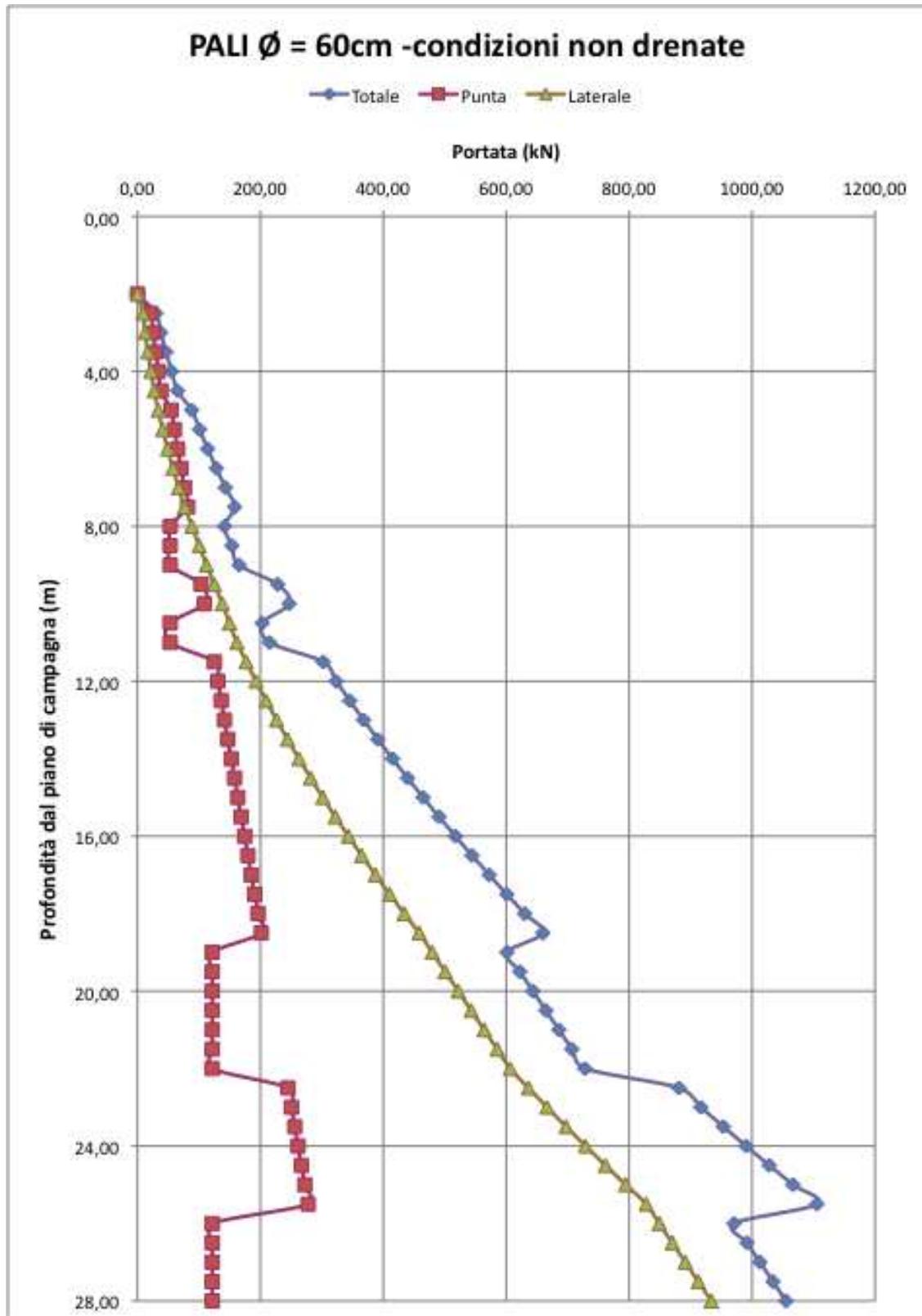


Figura 6.1: Resistenza di progetto per pali Ø60 cm – condizioni non drenate

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica SSE	219	09	00	17	31

PALO Ø = 0,6 m		BREVE TERMINE			
VALORI DI PROGETTO - CONDIZIONE A1-M1-R3					
Profondità dal piano campagna	Lunghezza palo	Rd,l Resistenza laterale (compressione)	Rd,b Resistenza di base	Rd,t Resistenza totale (compressione)	Rd,lt Resistenza a trazione (incluso il peso del palo)
(m)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
0,00		<i>Testa palo ipotizzata a 2 m dal piano campagna</i>			
0,50					
1,00					
1,50					
2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,50	0,50	8,74	21,20	29,94	10,16
3,00	1,00	12,42	25,44	37,86	15,66
3,50	1,50	16,71	29,68	46,39	21,73
4,00	2,00	21,61	33,92	55,54	28,37
4,50	2,50	27,13	38,16	65,30	35,57
5,00	3,00	33,72	54,44	88,16	43,75
5,50	3,50	40,97	59,88	100,85	52,54
6,00	4,00	48,88	65,32	114,21	61,94
6,50	4,50	57,45	70,77	128,22	71,94
7,00	5,00	66,68	76,21	142,89	82,55
7,50	5,50	76,57	81,65	158,22	93,77
8,00	6,00	88,46	87,10	174,26	105,60
8,50	6,50	100,36	92,60	191,00	118,06
9,00	7,00	112,25	98,10	208,44	131,16
9,50	7,50	124,78	103,63	226,58	144,90
10,00	8,00	137,96	109,20	245,42	159,28
10,50	8,50	149,86	114,80	264,96	174,30
11,00	9,00	161,75	120,40	285,16	190,00
11,50	9,50	176,91	126,10	306,02	206,38
12,00	10,00	192,73	131,90	327,54	223,44
12,50	10,50	209,21	137,80	349,72	241,18
13,00	11,00	226,35	143,80	372,56	259,60
13,50	11,50	244,14	149,90	396,06	278,70
14,00	12,00	262,60	156,10	420,22	298,48
14,50	12,50	281,71	162,50	445,04	318,94
15,00	13,00	301,48	169,00	470,52	340,08
15,50	13,50	321,92	175,60	496,66	361,90
16,00	14,00	343,01	182,30	523,46	384,40
16,50	14,50	364,76	189,10	550,92	407,58
17,00	15,00	387,17	196,00	579,04	431,44
17,50	15,50	410,24	203,00	607,82	455,98
18,00	16,00	433,96	210,10	637,26	481,20
18,50	16,50	458,35	217,30	667,36	507,10
19,00	17,00	479,50	224,60	698,12	533,68
19,50	17,50	500,65	232,00	729,54	560,94
20,00	18,00	521,80	239,50	761,62	588,88
20,50	18,50	542,95	247,10	794,36	617,50
21,00	19,00	564,10	254,80	827,76	646,80
21,50	19,50	585,24	262,60	861,82	676,78
22,00	20,00	606,39	270,50	896,54	707,44
22,50	20,50	636,05	278,60	931,92	738,78
23,00	21,00	666,37	286,80	968,06	770,80
23,50	21,50	697,35	295,10	1004,96	803,50
24,00	22,00	728,99	303,60	1042,62	836,88
24,50	22,50	761,28	312,20	1081,04	870,94
25,00	23,00	794,24	320,90	1120,22	905,68
25,50	23,50	827,85	329,70	1160,16	941,10
26,00	24,00	849,00	338,70	1200,86	977,20
26,50	24,50	870,15	347,80	1242,32	1013,98
27,00	25,00	891,30	357,00	1284,54	1051,44
27,50	25,50	912,45	366,30	1327,52	1089,58
28,00	26,00	933,60	375,70	1371,26	1128,40
28,50	26,50	954,75	385,20	1415,76	1167,90
29,00	27,00	975,90	394,80	1461,02	1208,08
29,50	27,50	997,04	404,50	1507,04	1248,94
30,00	28,00	997,04	414,30	1553,82	1290,48

Tabella 6.II: Resistenza di progetto per pali Φ60 cm – condizioni non drenate

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica SSE	219	09	00	18	31

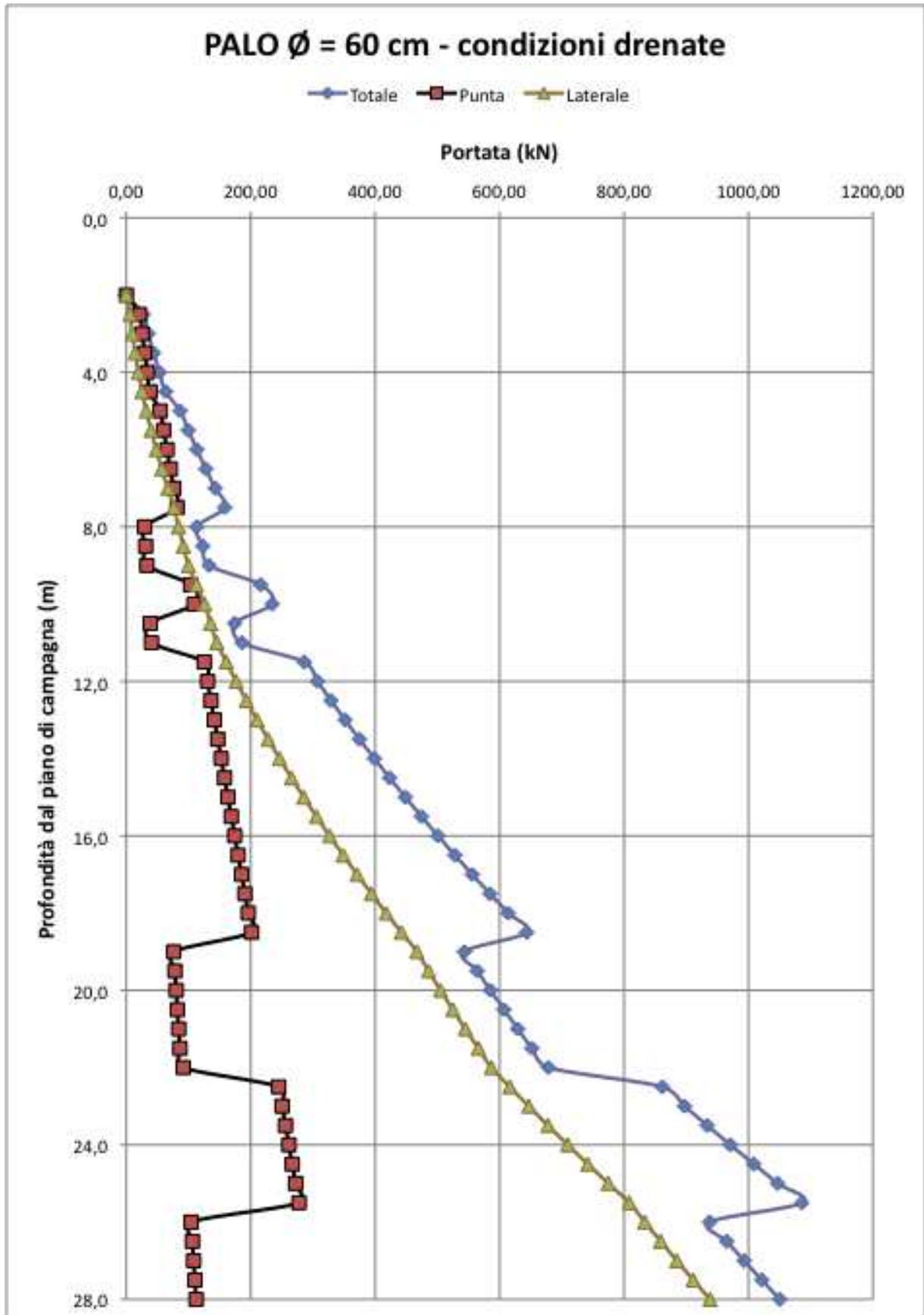


Figura 6.2: Resistenza di progetto per pali $\Phi 60$ cm – condizioni drenate

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica SSE	219	09	00	19	31

PALO $\varnothing = 0,60$ m		LUNGO TERMINE			
VALORI DI PROGETTO - CONDIZIONE M1-R3					
Profondità dal piano campagna	Lunghezza palo	R_{d,l} Resistenza laterale (compressione)	R_{d,b} Resistenza di base	R_{d,t} Resistenza totale (compressione)	R_{d,lt} Resistenza a trazione (incluso il peso del palo)
(m)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
0,0		<i>Testa palo ipotizzata a 2 m dal piano campagna</i>			
0,5					
1,0					
1,5					
2,0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2,5	0,5	5,80	21,20	27,00	7,46
3,0	1,0	9,67	25,44	35,11	13,14
3,5	1,5	14,18	29,68	43,87	19,41
4,0	2,0	19,34	33,92	53,26	26,28
4,5	2,5	25,14	38,16	63,31	33,73
5,0	3,0	32,09	54,44	86,52	42,24
5,5	3,5	39,72	59,88	99,60	51,39
6,0	4,0	48,05	65,32	113,38	61,17
6,5	4,5	57,08	70,77	127,85	71,60
7,0	5,0	66,68	76,21	142,89	82,55
7,5	5,5	76,57	81,65	158,22	93,77
8,0	6,0	83,92	29,38	113,30	102,65
8,5	6,5	91,74	31,21	122,95	111,96
9,0	7,0	100,01	33,05	133,06	121,70
9,5	7,5	112,53	103,43	215,96	135,34
10,0	8,0	125,71	108,87	234,59	149,59
10,5	8,5	135,37	38,56	173,93	160,59
11,0	9,0	145,48	40,39	185,87	172,01
11,5	9,5	160,64	125,20	285,84	188,08
12,0	10,0	176,46	130,65	307,11	204,75
12,5	10,5	192,94	136,09	329,03	222,03
13,0	11,0	210,07	141,53	351,61	239,92
13,5	11,5	227,87	146,98	374,85	258,41
14,0	12,0	246,32	152,42	398,75	277,51
14,5	12,5	265,44	157,87	423,30	297,22
15,0	13,0	285,21	163,31	448,52	317,53
15,5	13,5	305,64	168,75	474,40	338,45
16,0	14,0	326,73	174,20	500,93	359,97
16,5	14,5	348,48	179,64	528,13	382,10
17,0	15,0	370,89	185,08	555,98	404,84
17,5	15,5	393,96	190,53	584,49	428,18
18,0	16,0	417,69	195,97	613,66	452,13
18,5	16,5	442,08	201,41	643,49	476,69
19,0	17,0	467,12	76,16	543,28	501,85
19,5	17,5	485,88	78,16	564,05	521,23
20,0	18,0	505,12	80,17	585,29	541,05
20,5	18,5	524,84	82,17	607,02	561,32
21,0	19,0	545,05	84,18	629,22	582,02
21,5	19,5	565,73	86,18	651,91	603,17
22,0	20,0	586,89	91,54	678,43	624,76
22,5	20,5	616,55	244,96	861,52	654,17
23,0	21,0	646,87	250,41	897,28	684,18
23,5	21,5	677,85	255,85	933,70	714,80
24,0	22,0	709,49	261,29	970,78	746,03
24,5	22,5	741,78	266,74	1008,52	777,86
25,0	23,0	774,74	272,18	1046,92	810,30
25,5	23,5	808,35	277,63	1085,98	843,35
26,0	24,0	833,37	104,22	937,58	868,48
26,5	24,5	858,86	106,22	965,08	894,06
27,0	25,0	884,83	108,23	993,06	920,07
27,5	25,5	911,29	110,23	1021,52	946,53
28,0	26,0	938,23	112,24	1050,46	973,43
28,5	26,5	965,64	114,24	1079,88	1000,78
29,0	27,0	993,54	116,24	1109,78	1028,57
29,5	27,5	1021,92	118,25	1140,17	1056,79
30,0	28,0	1021,92	6,00	1027,92	1058,92

Tabella 6.III: Resistenza di progetto per pali $\Phi 60$ cm – condizioni drenate

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica SSE	219	09	00	20	31

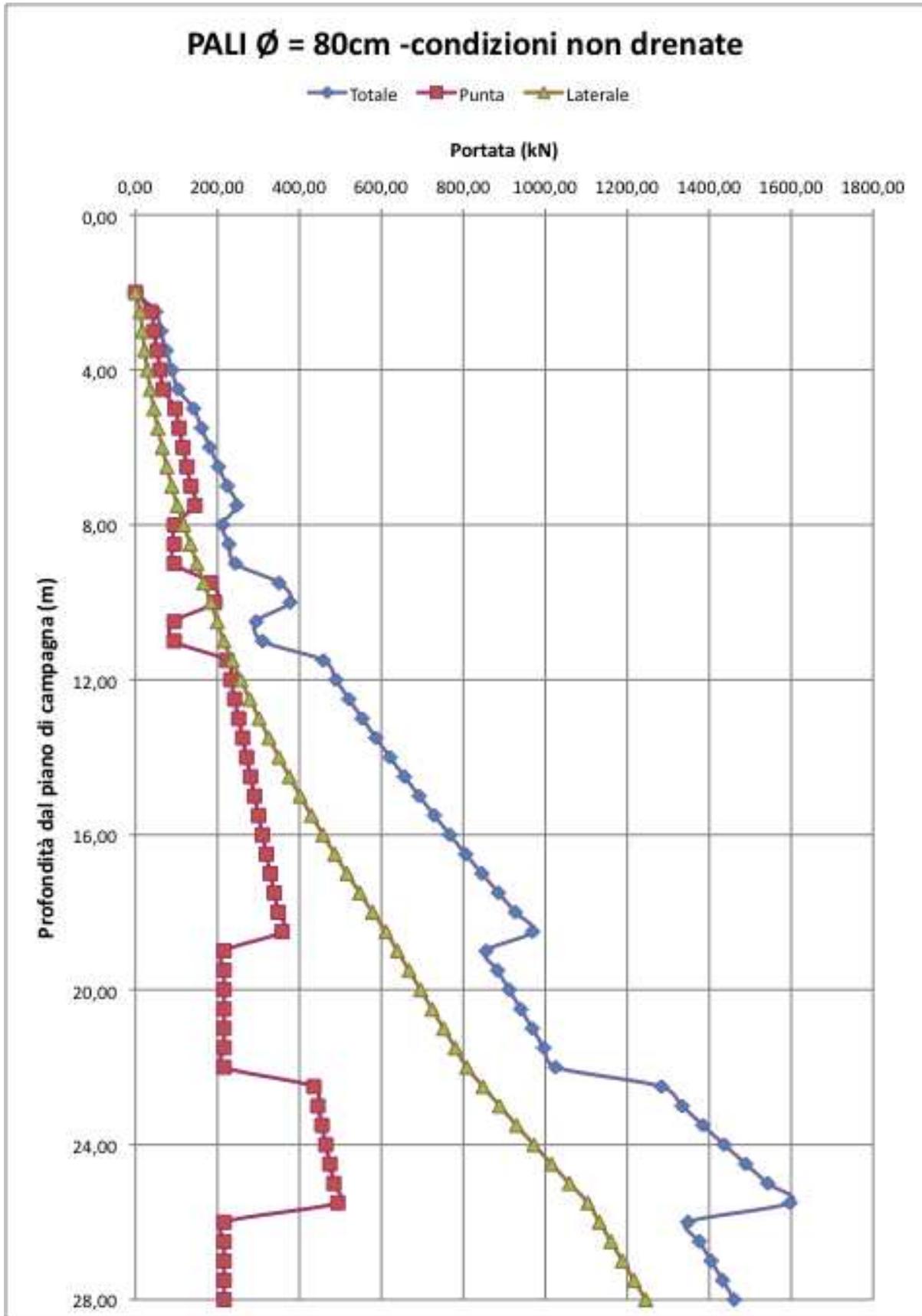


Figura 6.3: Resistenza di progetto per pali Ø80 cm – condizioni non drenate

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica SSE	219	09	00	21	31

PALO Ø = 0,8 m		BREVE TERMINE			
VALORI DI PROGETTO - CONDIZIONE A1-M1-R3					
Profondità dal piano campagna	Lunghezza palo	Rd,l Resistenza laterale (compressione)	Rd,b Resistenza di base	Rd,t Resistenza totale (compressione)	Rd,lt Resistenza a trazione (incluso il peso del palo)
(m)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
0,00		<i>Testa palo ipotizzata a 2 m dal piano campagna</i>			
0,50					
1,00					
1,50					
2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,50	0,50	11,65	37,69	49,34	14,49
3,00	1,00	16,56	45,23	61,79	22,77
3,50	1,50	22,28	52,77	75,05	31,81
4,00	2,00	28,82	60,31	89,13	41,59
4,50	2,50	36,18	67,85	104,02	52,13
5,00	3,00	44,97	96,78	141,74	63,99
5,50	3,50	54,63	106,45	161,09	76,65
6,00	4,00	65,18	116,13	181,31	90,12
6,50	4,50	76,60	125,81	202,41	104,40
7,00	5,00	88,91	135,49	224,39	119,49
7,50	5,50	102,09	145,16	247,25	135,39
8,00	6,00	117,95	94,39	212,34	153,75
8,50	6,50	133,81	94,39	228,20	172,11
9,00	7,00	149,67	94,39	244,07	190,48
9,50	7,50	166,37	183,87	350,24	209,61
10,00	8,00	183,95	193,55	377,50	229,55
10,50	8,50	199,81	94,39	294,20	247,91
11,00	9,00	215,67	94,39	310,06	266,27
11,50	9,50	235,88	222,58	458,47	288,64
12,00	10,00	256,97	232,26	489,24	311,81
12,50	10,50	278,94	241,94	520,88	335,79
13,00	11,00	301,79	251,62	553,41	360,59
13,50	11,50	325,52	261,29	586,82	386,18
14,00	12,00	350,13	270,97	621,10	412,59
14,50	12,50	375,61	280,65	656,26	439,81
15,00	13,00	401,98	290,33	692,31	467,83
15,50	13,50	429,22	300,01	729,23	496,67
16,00	14,00	457,34	309,68	767,03	526,31
16,50	14,50	486,34	319,36	805,70	556,76
17,00	15,00	516,22	329,04	845,26	588,02
17,50	15,50	546,98	338,72	885,70	620,09
18,00	16,00	578,62	348,39	927,01	652,96
18,50	16,50	611,13	358,07	969,20	686,65
19,00	17,00	639,33	216,19	855,52	716,36
19,50	17,50	667,53	216,19	883,72	746,07
20,00	18,00	695,73	216,19	911,92	775,78
20,50	18,50	723,93	216,19	940,12	805,50
21,00	19,00	752,13	216,19	968,32	835,21
21,50	19,50	780,33	216,19	996,51	864,92
22,00	20,00	808,52	216,19	1024,71	894,63
22,50	20,50	848,07	435,49	1283,56	934,79
23,00	21,00	888,50	445,17	1333,66	975,75
23,50	21,50	929,80	454,85	1384,65	1017,52
24,00	22,00	971,98	464,52	1436,51	1060,10
24,50	22,50	1015,04	474,20	1489,25	1103,48
25,00	23,00	1058,98	483,88	1542,86	1147,68
25,50	23,50	1103,80	493,56	1597,36	1192,68
26,00	24,00	1132,00	216,19	1348,19	1222,39
26,50	24,50	1160,20	216,19	1376,39	1252,11
27,00	25,00	1188,40	216,19	1404,59	1281,82
27,50	25,50	1216,60	216,19	1432,79	1311,53
28,00	26,00	1244,80	216,19	1460,99	1341,24
28,50	26,50	1273,00	216,19	1489,18	1370,96
29,00	27,00	1301,19	216,19	1517,38	1400,67
29,50	27,50	1329,39	216,19	1545,58	1430,38
30,00	28,00	1329,39	216,19	1545,58	1434,15

Tabella 6.IV: Resistenza di progetto per pali Ø80 cm – condizioni non drenate

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica SSE	219	09	00	22	31

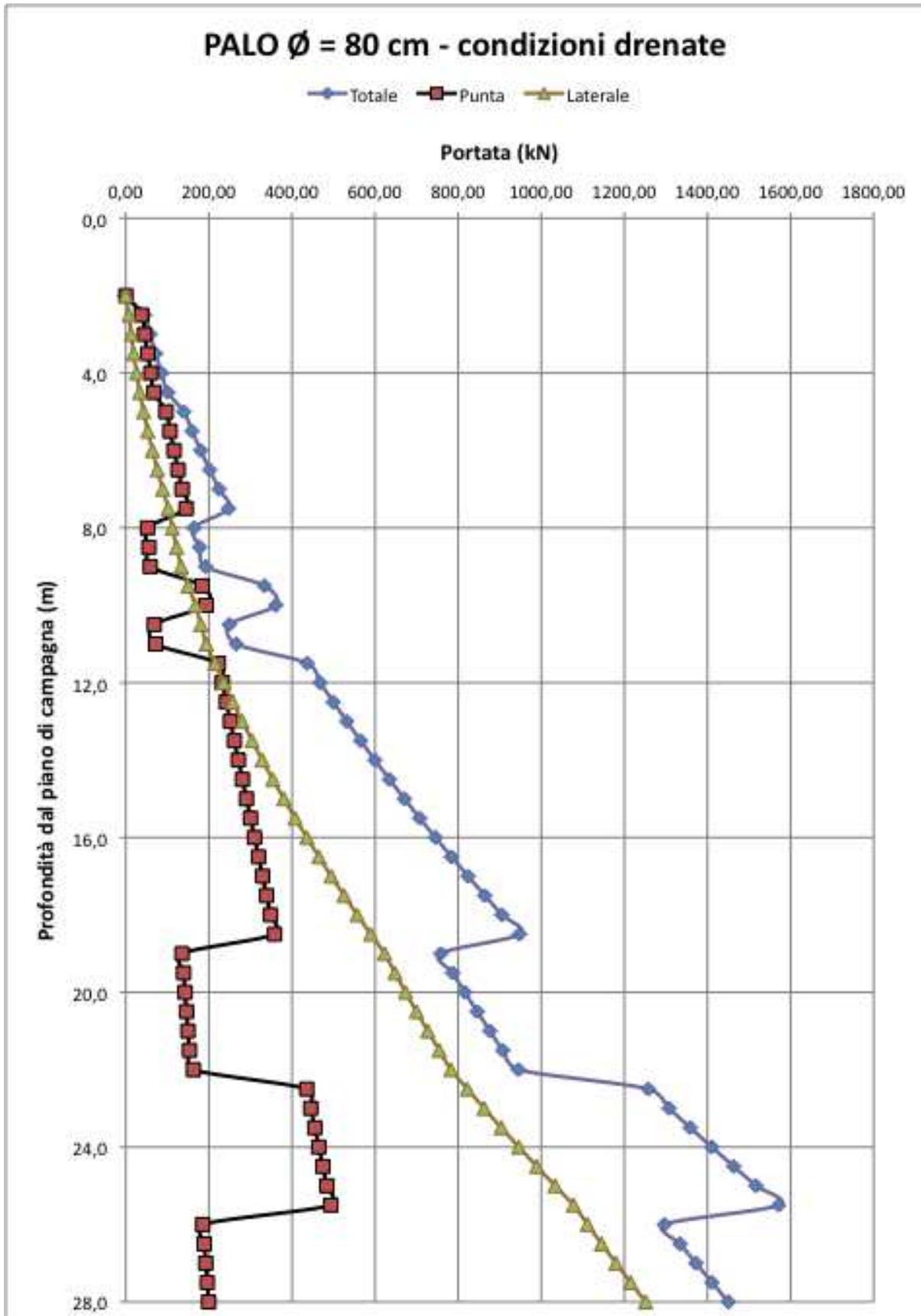


Figura 6.4: Resistenza di progetto per pali $\Phi 80$ cm – condizioni drenate

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica SSE	219	09	00	23	31

PALO $\varnothing = 0,80$ m		LUNGO TERMINE			
VALORI DI PROGETTO - CONDIZIONE M1-R3					
Profondità dal piano campagna	Lunghezza palo	R_{d,l} Resistenza laterale (compressione)	R_{d,b} Resistenza di base	R_{d,t} Resistenza totale (compressione)	R_{d,lt} Resistenza a trazione (incluso il peso del palo)
(m)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
0,0		<i>Testa palo ipotizzata a 2 m dal piano campagna</i>			
0,5					
1,0					
1,5					
2,0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2,5	0,5	7,74	37,69	45,43	10,89
3,0	1,0	12,89	45,23	58,12	19,40
3,5	1,5	18,91	52,77	71,68	28,71
4,0	2,0	25,79	60,31	86,09	38,80
4,5	2,5	33,52	67,85	101,37	49,69
5,0	3,0	42,78	96,78	139,56	61,98
5,5	3,5	52,96	106,45	159,42	75,11
6,0	4,0	64,07	116,13	180,20	89,10
6,5	4,5	76,10	125,81	201,91	103,94
7,0	5,0	88,91	135,49	224,39	119,49
7,5	5,5	102,09	145,16	247,25	135,39
8,0	6,0	111,89	52,23	164,12	148,18
8,5	6,5	122,31	55,49	177,80	161,54
9,0	7,0	133,35	58,76	192,10	175,46
9,5	7,5	150,04	183,87	333,92	194,59
10,0	8,0	167,62	193,55	361,17	214,53
10,5	8,5	180,49	68,55	249,04	230,14
11,0	9,0	193,97	71,81	265,79	246,31
11,5	9,5	214,19	222,58	436,77	268,68
12,0	10,0	235,28	232,26	467,54	291,85
12,5	10,5	257,25	241,94	499,19	315,83
13,0	11,0	280,10	251,62	531,71	340,62
13,5	11,5	303,82	261,29	565,12	366,22
14,0	12,0	328,43	270,97	599,40	392,63
14,5	12,5	353,92	280,65	634,57	419,85
15,0	13,0	380,28	290,33	670,61	447,87
15,5	13,5	407,52	300,01	707,53	476,71
16,0	14,0	435,65	309,68	745,33	506,35
16,5	14,5	464,65	319,36	784,01	536,80
17,0	15,0	494,53	329,04	823,56	568,06
17,5	15,5	525,28	338,72	864,00	600,13
18,0	16,0	556,92	348,39	905,31	633,00
18,5	16,5	589,44	358,07	947,51	666,69
19,0	17,0	622,83	135,40	758,23	701,18
19,5	17,5	647,84	138,96	786,80	727,96
20,0	18,0	673,50	142,52	816,02	755,33
20,5	18,5	699,79	146,08	845,88	783,29
21,0	19,0	726,73	149,65	876,38	811,84
21,5	19,5	754,31	153,21	907,52	840,98
22,0	20,0	782,53	162,73	945,26	870,72
22,5	20,5	822,07	435,49	1257,56	910,87
23,0	21,0	862,50	445,17	1307,67	951,83
23,5	21,5	903,80	454,85	1358,65	993,60
24,0	22,0	945,98	464,52	1410,51	1036,18
24,5	22,5	989,05	474,20	1463,25	1079,56
25,0	23,0	1032,99	483,88	1516,87	1123,76
25,5	23,5	1077,81	493,56	1571,36	1168,76
26,0	24,0	1111,15	185,28	1296,43	1203,21
26,5	24,5	1145,15	188,84	1333,99	1238,25
27,0	25,0	1179,78	192,40	1372,18	1273,89
27,5	25,5	1215,05	195,97	1411,02	1310,11
28,0	26,0	1250,97	199,53	1450,50	1346,92
28,5	26,5	1287,52	203,09	1490,62	1384,32
29,0	27,0	1324,72	206,66	1531,38	1422,31
29,5	27,5	1362,56	210,22	1572,78	1460,89
30,0	28,0	1401,04	213,78	1614,82	1500,07

Tabella 6.V: Resistenza di progetto per pali $\Phi 80$ cm – condizioni drenate

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica SSE	219	09	00	24	31

7. CONCLUSIONI

La presente nota ha preso in esame le informazioni disponibili sull'area (indicata nella planimetria del Rif.[3]) che sarà interessata dalla prossima costruzione di una stazione elettrica a servizio della centrale elettrica a ciclo combinato ad alta efficienza e quanto disponibile sulle aree limitrofe. L'area ed il suolo vengono trattati ampiamente nella Relazione Geologica (Rif.[1]). La presente analisi geotecnica, è emessa ai fini di un predimensionamento preliminare.

Una trattazione più approfondita verrà fatta in sede di progetto definitivo quando saranno disponibili i risultati di un'indagine geognostica dedicata la cui sostanza è indicata nella Relazione Geologica.

L'unità stratigrafica largamente prevalente è granulare e di discrete caratteristiche meccaniche, cosa che fa sì che i cedimenti siano praticamente immediati e si verificheranno per la quasi totalità nel corso della costruzione e pertanto non saranno avvertiti.

Lo strato di terreno di coltivo e/o antropico verrà asportato per la porzione humificata e sostituito o migliorato per quanto dovesse rimanere sotto la quota di imposta delle fondazioni.

Le costruzioni di stazione saranno fondate con appoggio diretto sul terreno, non si prevedono fondazioni profonde su pali, ma potrebbe fare eccezione qualche apparecchiatura particolare.

Le indagini geofisiche e geotecniche previste consentiranno di affinare meglio e con più precisione i calcoli fugando le aree grigie che inducono un poco più di prudenza.

CONSULET SERVIZI S.r.l.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica SSE	219	09	00	25	31

BIBLIOGRAFIA

Berezantev, V.G.; Khristoforov, V., Golubkov, V. (1961):

“Load Bearing Capacity and Deformation of Piled Foundations”. Proc. 5th Int. Conf. S.M. & F.E., Vol.2 pp. 11-15.

Brinch Hansen, J. (1968):

“A Revisited and Extended Formula for Bearing Capacity. (Reprint of Lecture in Japan – October 1968)” – from Danish Geotechnical Bulletin (1970), pagg. 5/11.

Bowles, J. (1988):

“Foundation Analysis and Design.” - Mc Graw-Hill

Skempton, A.W. (1954):

“Chapter X of building Materials: their Elasticity and Inelasticity” – Edited by M. Reiner – North Holland Publishing Company - Amsterdam.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica SSE	219	09	00	26	31

ALLEGATO: Tabulati di calcolo dei cedimenti
CEDIMENTI ELASTICI E DI CONSOLIDAZIONE
(2 m x 2) m centro; 100 kPa

Prof. [m da p.f.]	SFORZI INDOTTI NELLE DIR. X - Y - Z			STRATO	PARAMETRI GEOTECNICI				CEDIMENTI	
	σ_z	σ_x	σ_y		MODULO ELASTICO	COEFF. Poisson	MODULO DOMETRICO	COEFF. Skempton	ELASTICI	CONSOLID.
	\rightarrow	\emptyset	\nearrow		E_u or E [t/m ²]	ν	M_{ed} [t/m ²]	A	Si [cm]	Sc [cm]
	[t/m ²]	[t/m ²]	[t/m ²]							
0.00	10	10.00	10.00	A	7000	0.30		0.40	-	
0.50	9.30	4.21	4.21	A	7000	0.30		0.40	0.04	
1.00	7.01	1.50	1.50	A	7000	0.30		0.40	0.05	
1.50	4.84	0.57	0.57	A	7000	0.30		0.40	0.04	
2.00	3.36	0.24	0.24	B	1300	0.30		0.40	0.15	
2.50	2.41	0.12	0.12	B	1300	0.30		0.40	0.11	
3.00	1.79	0.06	0.06	B	1300	0.30		0.40	0.08	
3.50	1.37	0.04	0.04	B	1300	0.30		0.40	0.06	
4.00	1.08	0.02	0.02	B	1300	0.30		0.40	0.05	
4.50	0.87	0.01	0.01	B	1300	0.30		0.40	0.04	
5.00	0.72	0.01	0.01	B'	2500	0.30		0.40	0.02	
5.50	0.60	0.01	0.01	B'	2500	0.30		0.40	0.01	
6.00	0.51	0.00	0.00	B'	2500	0.30		0.40	0.01	
6.50	0.43	0.00	0.00	B'	2500	0.30		0.40	0.01	
7.00	0.38	0.00	0.00	B'	2500	0.30		0.40	0.01	
7.50	0.33	0.00	0.00	B'	2500	0.30		0.40	0.01	
8.00	0.29	0.00	0.00	A'	4500	0.50	500	0.90	0.00	0.03
8.50	0.26	0.00	0.00	A'	4000	0.50	500	0.90	0.00	0.02
9.00	0.23	0.00	0.00	A'	4500	0.50	500	0.90	0.00	0.02
9.50	0.21	0.00	0.00	B'	3000	0.30		0.40	0.00	
10.00	0.19	0.00	0.00	B'	3000	0.30		0.40	0.00	
10.50	0.17	0.00	0.00	A'	3000	0.50	500	0.90	0.00	0.02
11.00	0.16	0.00	0.00	A'	3000	0.50	500	0.90	0.00	0.01
11.50	0.14	0.00	0.00	B'	2500	0.30		0.40	0.00	
12.00	0.13	0.00	0.00	B'	2500	0.30		0.60	0.00	
12.50	0.12	0.00	0.00	B'	2500	0.30		0.60	0.00	
13.00	0.11	0.00	0.00	B'	2500	0.30		0.60	0.00	
13.50	0.10	0.00	0.00	B'	2500	0.30		0.60	0.00	
14.00	0.10	0.00	0.00	B'	2500	0.30			0.00	
14.50	0.09	0.00	0.00	B'	2500	0.30			0.00	
15.00	0.08	0.00	0.00	B'	2500	0.30			0.00	
15.50	0.08	0.00	0.00	B'	2500	0.30			0.00	
16.00	0.07	0.00	0.00	B'	2500	0.30			0.00	
16.50	0.07	0.00	0.00	B'	2500	0.30			0.00	
17.00	0.07	0.00	0.00	B'	2500	0.30			0.00	
17.50	0.06	0.00	0.00	B'	2500	0.30			0.00	
18.00	0.06	0.00	0.00	B'	2500	0.30			0.00	
18.50	0.06	0.00	0.00	B'	2500	0.30			0.00	
19.00	0.05	0.00	0.00	C	6000	0.50	1100		0.00	0.00
19.50	0.05	0.00	0.00	C	6000	0.50	1100		0.00	0.00
20.00	0.05	0.00	0.00	C	6000	0.50	1100		0.00	0.00

ced. totale
0.72
0.11
0.82 cm

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica SSE	219	09	00	27	31

CEDIMENTI ELASTICI E DI CONSOLIDAZIONE
(4 m x 4) m centro; 100 kPa

Prof. [m da p.f.]	SFORZI INDOTTI NELLE DIR. X - Y - Z			STRATO	PARAMETRI GEOTECNICI				CEDIMENTI	
	σ_z	σ_x	σ_y		MODULO ELASTICO	COEFF. Poisson	MODULO DOMETRIC	COEFF. Skempton	ELASTICI Si [cm]	CONSOLID. Sc [cm]
	\rightarrow [t/m ²]	\emptyset [t/m ²]	\nearrow [t/m ²]		E_u or E [t/m ²]	ν	M_{ed} [t/m ²]	A		
0.00	10	10.00	10.00	A	7000	0.30		0.40	-	
0.50	9.89	6.76	6.76	A	7000	0.30		0.40	0.04	
1.00	9.30	4.21	4.21	A	7000	0.30		0.40	0.05	
1.50	8.24	2.51	2.51	A	7000	0.30		0.40	0.05	
2.00	7.01	1.50	1.50	B	1300	0.30		0.40	0.25	
2.50	5.84	0.91	0.91	B	1300	0.30		0.40	0.22	
3.00	4.84	0.57	0.57	B	1300	0.30		0.40	0.19	
3.50	4.02	0.36	0.36	B	1300	0.30		0.40	0.16	
4.00	3.36	0.24	0.24	B	1300	0.30		0.40	0.13	
4.50	2.83	0.17	0.17	B	1300	0.30		0.40	0.11	
5.00	2.41	0.12	0.12	B'	2500	0.30		0.40	0.05	
5.50	2.07	0.08	0.08	B'	2500	0.30		0.40	0.04	
6.00	1.79	0.06	0.06	B'	2500	0.30		0.40	0.04	
6.50	1.56	0.05	0.05	B'	2500	0.30		0.40	0.03	
7.00	1.37	0.04	0.04	B'	2500	0.30		0.40	0.03	
7.50	1.21	0.03	0.03	B'	2500	0.30		0.40	0.03	
8.00	1.08	0.02	0.02	A'	4500	0.50	500	0.90	0.01	0.10
8.50	0.97	0.02	0.02	A'	4000	0.50	500	0.90	0.01	0.09
9.00	0.87	0.01	0.01	A'	4500	0.50	500	0.90	0.01	0.08
9.50	0.79	0.01	0.01	B'	3000	0.30		0.40	0.01	
10.00	0.72	0.01	0.01	B'	3000	0.30		0.40	0.01	
10.50	0.65	0.01	0.01	A'	3000	0.50	500	0.90	0.01	0.06
11.00	0.60	0.01	0.01	A'	3000	0.50	500	0.90	0.01	0.06
11.50	0.55	0.01	0.01	B'	2500	0.30		0.40	0.01	
12.00	0.51	0.00	0.00	B'	2500	0.30		0.60	0.01	
12.50	0.47	0.00	0.00	B'	2500	0.30		0.60	0.01	
13.00	0.43	0.00	0.00	B'	2500	0.30		0.60	0.01	
13.50	0.40	0.00	0.00	B'	2500	0.30		0.60	0.01	
14.00	0.38	0.00	0.00	B'	2500	0.30			0.01	
14.50	0.35	0.00	0.00	B'	2500	0.30			0.01	
15.00	0.33	0.00	0.00	B'	2500	0.30			0.01	
15.50	0.31	0.00	0.00	B'	2500	0.30			0.01	
16.00	0.29	0.00	0.00	B'	2500	0.30			0.01	
16.50	0.27	0.00	0.00	B'	2500	0.30			0.01	
17.00	0.26	0.00	0.00	B'	2500	0.30			0.01	
17.50	0.24	0.00	0.00	B'	2500	0.30			0.01	
18.00	0.23	0.00	0.00	B'	2500	0.30			0.00	
18.50	0.22	0.00	0.00	B'	2500	0.30			0.00	
19.00	0.21	0.00	0.00	C	6000	0.50	1100		0.00	0.00
19.50	0.20	0.00	0.00	C	6000	0.50	1100		0.00	0.00
20.00	0.19	0.00	0.00	C	6000	0.50	1100		0.00	0.00

ced. totale
1.61
0.40
2.00 cm

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica SSE	219	09	00	28	31

CEDIMENTI ELASTICI E DI CONSOLIDAZIONE
(4 m x 7 m) ; 100 kPa

Prof. [m da p.f.]	SFORZI INDOTTI NELLE DIR. X - Y - Z			STRATO	PARAMETRI GEOTECNICI				CEDIMENTI	
	σ_z	σ_x	σ_y		MODULO ELASTICO	COEFF. Poisson	MODULO DOMETRICO	COEFF. Skempton	ELASTICI Si [cm]	CONSOLID. Sc [cm]
	\rightarrow	\emptyset	\nearrow		E_u or E [t/m^2]	ν	M_{ed} [t/m^2]	A		
0.00	10	10.00	10.00	A	7000	0.30		0.40	-	
0.50	9.93	7.76	6.91	A	7000	0.30		0.40	0.03	
1.00	9.55	5.78	4.44	A	7000	0.30		0.40	0.04	
1.50	8.82	4.19	2.77	A	7000	0.30		0.40	0.05	
2.00	7.90	2.99	1.73	B	1300	0.30		0.40	0.25	
2.50	6.96	2.13	1.10	B	1300	0.30		0.40	0.24	
3.00	6.07	1.52	0.72	B	1300	0.30		0.40	0.22	
3.50	5.27	1.09	0.48	B	1300	0.30		0.40	0.20	
4.00	4.58	0.79	0.33	B	1300	0.30		0.40	0.17	
4.50	3.99	0.58	0.24	B	1300	0.30		0.40	0.15	
5.00	3.49	0.43	0.17	B'	2500	0.30		0.40	0.07	
5.50	3.07	0.33	0.13	B'	2500	0.30		0.40	0.06	
6.00	2.71	0.25	0.09	B'	2500	0.30		0.40	0.06	
6.50	2.40	0.20	0.07	B'	2500	0.30		0.40	0.05	
7.00	2.14	0.15	0.06	B'	2500	0.30		0.40	0.04	
7.50	1.92	0.12	0.04	B'	2500	0.30		0.40	0.04	
8.00	1.73	0.10	0.03	A'	4500	0.50	500	0.90	0.02	0.17
8.50	1.56	0.08	0.03	A'	4000	0.50	500	0.90	0.02	0.15
9.00	1.42	0.06	0.02	A'	4500	0.50	500	0.90	0.02	0.13
9.50	1.29	0.05	0.02	B'	3000	0.30		0.40	0.02	
10.00	1.18	0.04	0.02	B'	3000	0.30		0.40	0.02	
10.50	1.08	0.04	0.01	A'	3000	0.50	500	0.90	0.02	0.10
11.00	0.99	0.03	0.01	A'	3000	0.50	500	0.90	0.02	0.09
11.50	0.92	0.03	0.01	B'	2500	0.30		0.40	0.02	
12.00	0.85	0.02	0.01	B'	2500	0.30		0.60	0.02	
12.50	0.79	0.02	0.01	B'	2500	0.30		0.60	0.02	
13.00	0.73	0.02	0.01	B'	2500	0.30		0.60	0.02	
13.50	0.68	0.01	0.00	B'	2500	0.30		0.60	0.01	
14.00	0.64	0.01	0.00	B'	2500	0.30			0.01	
14.50	0.60	0.01	0.00	B'	2500	0.30			0.01	
15.00	0.56	0.01	0.00	B'	2500	0.30			0.01	
15.50	0.53	0.01	0.00	B'	2500	0.30			0.01	
16.00	0.50	0.01	0.00	B'	2500	0.30			0.01	
16.50	0.47	0.01	0.00	B'	2500	0.30			0.01	
17.00	0.44	0.01	0.00	B'	2500	0.30			0.01	
17.50	0.42	0.01	0.00	B'	2500	0.30			0.01	
18.00	0.40	0.00	0.00	B'	2500	0.30			0.01	
18.50	0.38	0.00	0.00	B'	2500	0.30			0.01	
19.00	0.36	0.00	0.00	C	6000	0.50	1100		0.00	0.00
19.50	0.34	0.00	0.00	C	6000	0.50	1100		0.00	0.00
20.00	0.32	0.00	0.00	C	6000	0.50	1100		0.00	0.00

ced. totale
2.01
0.64
2.65 cm

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica SSE	219	09	00	29	31

CEDIMENTI ELASTICI E DI CONSOLIDAZIONE
(5 m x 8 m) ; 100 kPa

Prof. [m da p.f.]	SFORZI INDOTTI NELLE DIR. X - Y - Z			STRATO	PARAMETRI GEOTECNICI				CEDIMENTI	
	σ_z	σ_x	σ_y		MODULO ELASTICO	COEFF. Poisson	MODULO DOMETRIC	COEFF. Skempton	ELASTICI Si [cm]	CONSOLID. Sc [cm]
	\rightarrow	\emptyset	\nearrow		E_u or E [t/m^2]	ν	M_{ed} [t/m^2]	A		
	[t/m^2]	[t/m^2]	[t/m^2]							
0.00	10	10.00	10.00	A	7000	0.30		0.40	-	
0.50	9.96	8.10	7.49	A	7000	0.30		0.40	0.03	
1.00	9.74	6.36	5.32	A	7000	0.30		0.40	0.04	
1.50	9.26	4.88	3.66	A	7000	0.30		0.40	0.05	
2.00	8.59	3.68	2.50	B	1300	0.30		0.40	0.26	
2.50	7.82	2.75	1.71	B	1300	0.30		0.40	0.25	
3.00	7.03	2.06	1.18	B	1300	0.30		0.40	0.24	
3.50	6.28	1.54	0.83	B	1300	0.30		0.40	0.22	
4.00	5.58	1.16	0.60	B	1300	0.30		0.40	0.20	
4.50	4.96	0.88	0.43	B	1300	0.30		0.40	0.19	
5.00	4.41	0.67	0.32	B'	2500	0.30		0.40	0.09	
5.50	3.93	0.52	0.24	B'	2500	0.30		0.40	0.08	
6.00	3.52	0.41	0.18	B'	2500	0.30		0.40	0.07	
6.50	3.15	0.32	0.14	B'	2500	0.30		0.40	0.06	
7.00	2.84	0.26	0.11	B'	2500	0.30		0.40	0.06	
7.50	2.56	0.21	0.09	B'	2500	0.30		0.40	0.05	
8.00	2.32	0.17	0.07	A'	4500	0.50	500	0.90	0.03	0.22
8.50	2.11	0.14	0.06	A'	4000	0.50	500	0.90	0.03	0.20
9.00	1.92	0.11	0.05	A'	4500	0.50	500	0.90	0.02	0.18
9.50	1.76	0.09	0.04	B'	3000	0.30		0.40	0.03	
10.00	1.61	0.08	0.03	B'	3000	0.30		0.40	0.03	
10.50	1.48	0.07	0.03	A'	3000	0.50	500	0.90	0.03	0.14
11.00	1.37	0.06	0.02	A'	3000	0.50	500	0.90	0.02	0.13
11.50	1.27	0.05	0.02	B'	2500	0.30		0.40	0.03	
12.00	1.18	0.04	0.02	B'	2500	0.30		0.60	0.02	
12.50	1.09	0.03	0.01	B'	2500	0.30		0.60	0.02	
13.00	1.02	0.03	0.01	B'	2500	0.30		0.60	0.02	
13.50	0.95	0.03	0.01	B'	2500	0.30		0.60	0.02	
14.00	0.89	0.02	0.01	B'	2500	0.30		0.60	0.02	
14.50	0.83	0.02	0.01	B'	2500	0.30		0.60	0.02	
15.00	0.78	0.02	0.01	B'	2500	0.30		0.60	0.02	
15.50	0.74	0.02	0.01	B'	2500	0.30		0.60	0.02	
16.00	0.70	0.01	0.01	B'	2500	0.30		0.60	0.01	
16.50	0.66	0.01	0.00	B'	2500	0.30		0.60	0.01	
17.00	0.62	0.01	0.00	B'	2500	0.30		0.60	0.01	
17.50	0.59	0.01	0.00	B'	2500	0.30		0.60	0.01	
18.00	0.56	0.01	0.00	B'	2500	0.30		0.60	0.01	
18.50	0.53	0.01	0.00	B'	2500	0.30		0.60	0.01	
19.00	0.50	0.01	0.00	C	6000	0.50	1100	0.90	0.00	0.00
19.50	0.48	0.01	0.00	C	6000	0.50	1100	0.90	0.00	0.00
20.00	0.46	0.01	0.00	C	6000	0.50	1100	0.90	0.00	0.00

ced. totale
2.34
0.87
3.21 cm

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica SSE	219	09	00	30	31

CEDIMENTI ELASTICI E DI CONSOLIDAZIONE
B = 1,2 m ; 100 kPa

Prof. [m da p.f.]	SFORZI INDOTTI NELLE DIR. X - Y - Z			STRATO	PARAMETRI GEOTECNICI				CEDIMENTI	
	σ_z	σ_x	σ_y		MODULO ELASTICO	COEFF. Poisson	MODULO DOMETRIC	COEFF. Skempton	ELASTICI Si [cm]	CONSOLID. Sc [cm]
	[t/m ²]	[t/m ²]	[t/m ²]		E_u or E [t/m ²]	ν	M_{ed} [t/m ²]	A		
0.00	10	10.00	10.00	A	7000	0.30		0.40	-	
0.50	8.71	5.57	2.45	A	7000	0.30		0.40	0.04	
1.00	6.25	3.43	0.63	A	7000	0.30		0.40	0.04	
1.50	4.62	2.40	0.23	A	7000	0.30		0.40	0.03	
2.00	3.61	1.83	0.10	B	1300	0.30		0.40	0.13	
2.50	2.94	1.46	0.05	B	1300	0.30		0.40	0.11	
3.00	2.48	1.21	0.03	B	1300	0.30		0.40	0.09	
3.50	2.14	1.03	0.02	B	1300	0.30		0.40	0.08	
4.00	1.88	0.89	0.01	B	1300	0.30		0.40	0.07	
4.50	1.68	0.78	0.01	B	1300	0.30		0.40	0.06	
5.00	1.51	0.69	0.01	B'	2500	0.30		0.40	0.03	
5.50	1.38	0.62	0.01	B'	2500	0.30		0.40	0.02	
6.00	1.26	0.56	0.00	B'	2500	0.30		0.40	0.02	
6.50	1.16	0.50	0.00	B'	2500	0.30		0.40	0.02	
7.00	1.08	0.46	0.00	B'	2500	0.30		0.40	0.02	
7.50	1.01	0.42	0.00	B'	2500	0.30		0.40	0.02	
8.00	0.94	0.38	0.00	A'	4500	0.50	500	0.90	0.01	0.09
8.50	0.89	0.35	0.00	A'	4000	0.50	500	0.90	0.01	0.09
9.00	0.84	0.32	0.00	A'	4500	0.50	500	0.90	0.01	0.08
9.50	0.79	0.30	0.00	B'	3000	0.30		0.40	0.01	
10.00	0.75	0.27	0.00	B'	3000	0.30		0.40	0.01	
10.50	0.71	0.25	0.00	A'	3000	0.50	500	0.90	0.01	0.07
11.00	0.68	0.23	0.00	A'	3000	0.50	500	0.90	0.01	0.06
11.50	0.65	0.22	0.00	B'	2500	0.30		0.40	0.01	
12.00	0.62	0.20	0.00	B'	2500	0.30		0.60	0.01	
12.50	0.59	0.19	0.00	B'	2500	0.30		0.60	0.01	
13.00	0.57	0.17	0.00	B'	2500	0.30		0.60	0.01	
13.50	0.54	0.16	0.00	B'	2500	0.30		0.60	0.01	
14.00	0.52	0.15	0.00	B'	2500	0.30			0.01	
14.50	0.50	0.14	0.00	B'	2500	0.30			0.01	
15.00	0.48	0.13	0.00	B'	2500	0.30			0.01	
15.50	0.46	0.12	0.00	B'	2500	0.30			0.01	
16.00	0.45	0.11	0.00	B'	2500	0.30			0.01	
16.50	0.43	0.11	0.00	B'	2500	0.30			0.01	
17.00	0.41	0.10	0.00	B'	2500	0.30			0.01	
17.50	0.40	0.09	0.00	B'	2500	0.30			0.01	
18.00	0.39	0.09	0.00	B'	2500	0.30			0.01	
18.50	0.37	0.08	0.00	B'	2500	0.30			0.01	
19.00	0.36	0.08	0.00	C	6000	0.50	1100		0.00	0.00
19.50	0.35	0.07	0.00	C	6000	0.50	1100		0.00	0.00
20.00	0.34	0.07	0.00	C	6000	0.50	1100		0.00	0.00

ced. totale
0.98
0.40
1.39 cm

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica SSE	219	09	00	31	31