

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE EOLICA
"Parco Eolico San Pietro" DI POTENZA PARI A 60 MW

REGIONE PUGLIA
PROVINCIA di BRINDISI

PARCO EOLICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI:
Brindisi, San Pietro Vernotico, Cellino San Marco

PROGETTO DEFINITIVO
Id AU VSSK6Y3

Tav.:

Titolo:

R20a

Relazione Geotecnica - Impianto Eolico

Scala:

Formato Stampa:

Codice Identificatore Elaborato:

n.a.

A4

VSSK6Y3_RelazioneGeotecnica_20a

Progettazione:

Committente:

STCs S.r.l.

Via Nazario Sauro, 51 - 73100 Lecce
stcs@pec.it - fabio.calcarella@gmail.com

Dott. Ing. Fabio CALCARELLA



D. E. A.
ING. GIOVANNI LUCA D'AMATO

VIA BENEDETTO CROCE, 23 - 73100 LECCE
TEL 0832 1940701 - FAX 0832 1940702
Email: gl.damato@associatidea.com
PEC: giovanniluca.damato@lngpec.eu



wpd MURO s.r.l.



Viale Aventino, 102 - 00153 Roma
C.F. e P.I. 15443431000
tel. +39 06 960 353-00

Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
Agosto 2020	Prima emissione	GLD	FC	wpd MURO s.r.l.



D. E. A.
ING. GIOVANNI LUCA D'AMATO
VIA BENEDETTO CROCE, 23 – 73100 – LECCE
TEL. / FAX 0832 194 07 01
Email: gl.damato@associatidea.com
PEC: giovanniluca.damato@ingpec.eu



S.T.C. s.r.l.
Via Vito Mario Stampacchia, 48 – 73100 Lecce
Direttore Tecnico: Ing. Fabio Calcarella

RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI

(NTC 2018 CAP. 6)

GENERALITA'

OGGETTO	<u>PROGETTO PER LA COSTRUZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE EOLICA IN AGRO DI SAN PIETRO VERNOTICO (BR)</u>
COMUNE:	SAN PIETRO VERNOTICO (BR)
ALTITUDINE:	50 M S.L.M.
TIPOLOGIA STRUTTURALE:	STRUTTURA IN CALCESTRUZZO ARMATO
TIPOLOGIA FONDAZIONI:	FONDAZIONI PROFONDE
NORMATIVA:	D. M. DELLE INFRASTRUTTURE 14/01/2018
APPROCCIO VERIFICA GEO:	APPROCCIO 2

INDICE	
1. PREMESSA	3
1.1. DESCRIZIONE DELL'OPERA E DEGLI INTERVENTI	4
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	6
2.1. PERICOLOSITÀ SISMICA	6
2.1.1. SITO DI RIFERIMENTO	6
2.1.2. PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA	7
2.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO	9
2.2.1. SABBIE	10
2.2.2. IDROGEOLOGIA	11
2.2.3. INDAGINI GEOTECNICHE	11
2.3. CARATTERIZZAZIONE MECCANICA E MODELLO GEOTECNICO DEI TERRENI	11
3. VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE FONDAZIONI	13
3.1. CAPACITÀ PORTANTE DEL SINGOLO PALO	16
3.1.1. RESISTENZA ALLA BASE DEL PALO	17
3.1.2. RESISTENZA LATERALE DEL PALO	17
3.1.2.1. METODO A	18
3.1.2.2. METODO B	19
3.2. CAPACITÀ PORTANTE DELLA PALIFICATA	19
3.3. CARICO LIMITE ULTIMO ORIZZONTALE IN TERRENI INCOERENTI	19
4. VERIFICA FONDAZIONI	21
5. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	22



D. E. A.
ING. GIOVANNI LUCA D'AMATO

VIA BENEDETTO CROCE, 23 – 73100 – LECCE
TEL. / FAX 0832 194 07 01

Email: gl.damato@associatidea.com
PEC: giovanniluca.damato@ingpec.eu



S.T.C. s.r.l.

Via Vito Mario Stampacchia, 48 – 73100 Lecce
Direttore Tecnico: Ing. Fabio Calcarella

I. PREMESSA

LA PRESENTE RELAZIONE È REDATTA ALLO SCOPO DI SINTETIZZARE GLI ASPETTI GEOTECNICI RELATIVI ALLE STRUTTURE DI FONDAZIONE PER AEROGENERATORI CON TORRE ALTA 161,5 METRI (QUOTA DELLA TORRE IN ACCIAIO – QUOTA MOZZO 165 M) E ROTORE DEL DIAMETRO MASSIMO DI 170 METRI (AEROGENERATORE DA 6 MW), DEL PARCO EOLICO COMPOSTO DA N. 10 TORRI EOLICHE, PROPOSTO DALLA SOCIETÀ WPDITALIA S.R.L., NEL TERRITORIO DI SAN PIETRO VERNOTICO (BR).

LA PARTE INIZIALE DELLA RELAZIONE È DEDICATA AL SINTETICO INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA IN ESAME E, IN MANIERA PIÙ ESTESA, ALLA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SITO SUL QUALE SARANNO REALIZZATE LE TORRI EOLICHE ED ALLA DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOTECNICO DEI TERRENI DI FONDAZIONE.

LA PARTE SUCCESSIVA DELLA RELAZIONE È DEDICATA ALLA VERIFICA, ALLO STATO LIMITE ULTIMO, DELLA FONDAZIONE INDIRETTA QUANDO ASSOGGETTATA AD AZIONI SIA VERTICALI CHE ORIZZONTALI. LO STUDIO È STATO SVILUPPATO CONGRUENTEMENTE CON QUANTO PREVISTO DALLE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI [1].

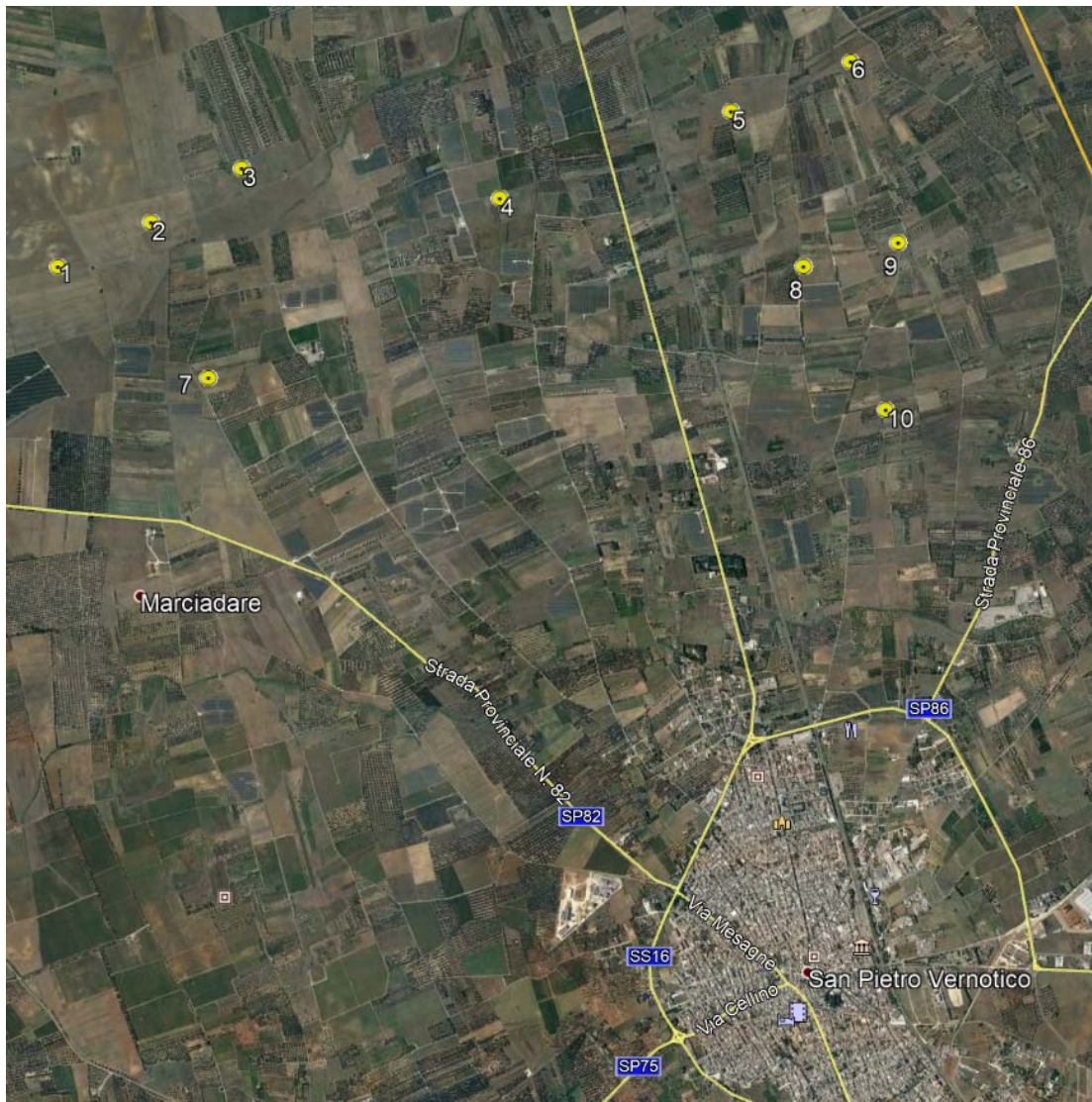


FIGURA I'. ORTOFOTO DELL'AREA

1.1. DESCRIZIONE DELL'OPERA E DEGLI INTERVENTI

IL PROGETTO PREVEDE L'INSTALLAZIONE, IN TOTALE, DI N. 10 AEROGENERATORI.

LE STRUTTURE IN ELEVAZIONE SONO RAPPRESENTATE DA TORRI LA CUI PRIMA PARTE FINO A QUOTA 100 M È PREVISTA IN CALCESTRUZZO ARMATO MENTRE LA PARTE FINALE FINO A QUOTA 161,5 M È PREVISTA IN ACCIAIO (ALTEZZA DELLA BASE DEL MOZZO) DAL PIANO CAMPAGNA. LE OPERE DI FONDAZIONE IN PROGETTO HANNO LO SCOPO DI TRASFERIRE AL TERRENO DI FONDAZIONE:

- LE AZIONI VERTICALI (STATICHE) DERIVANTI DAL PESO PROPRIO DELL'AEROGENERATORE;



D. E. A.
ING. GIOVANNI LUCA D'AMATO

VIA BENEDETTO CROCE, 23 – 73100 – LECCE
TEL. / FAX 0832 194 07 01

Email: gl.damato@associatidea.com
PEC: giovanniluca.damato@ingpec.eu



S.T.C. s.r.l.

Via Vito Mario Stampacchia, 48 – 73100 Lecce
Direttore Tecnico: Ing. Fabio Calcarella

-
- LE AZIONI ORIZZONTALI (STATICHE) PRODOTTE DALL'AZIONE DEL VENTO SULLE PALE DELL'AEROGENERATORE, SIA IN CONDIZIONI DI NORMALE FUNZIONAMENTO SIA IN CASO DI EVENTI ECCEZIONALI;
 - LE AZIONI ORIZZONTALI (DINAMICHE) DI INERZIA PRODOTTE DAL SISMA SULL'AEROGENERATORE.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

2.1. PERICOLOSITÀ SISMICA

LA DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE SECONDO LE NTC 2018 SI DETERMINA ATTRAVERSO UNA GRIGLIA REGOLARE CHE COPRE TUTTO IL TERRITORIO NAZIONALE. NEI NODI DELLA GRIGLIA L'INGV HA CALCOLATO L'ACCELERAZIONE SISMICA MASSIMA ATTESA, IN CONFORMITÀ A QUEST'ULTIMA SONO CALCOLATI I PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA.

PARAMETRI DI INGRESSO PER LE FORME SPETTRALI NELLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE A SPINAZZOLA (BT)

LATITUDINE [ED50/WGS84]	LONGITUDINE [ED50/WGS84]
40.52448 / 40.523501	17.978542 / 17.977759
CLASSE DELL'EDIFICIO	IV
VITA NOMINALE STRUTTURA	100 ANNI

2.1.1. SITO DI RIFERIMENTO

POSIZIONE DEL PUNTO (SITO DI INTERESSE) RISPETTO ALLA GRIGLIA REGOLARE CHE COPRE TUTTO IL TERRITORIO NAZIONALE (NODI IN CUI È CALCOLATA L'ACCELERAZIONE SISMICA MASSIMA ATTESA):

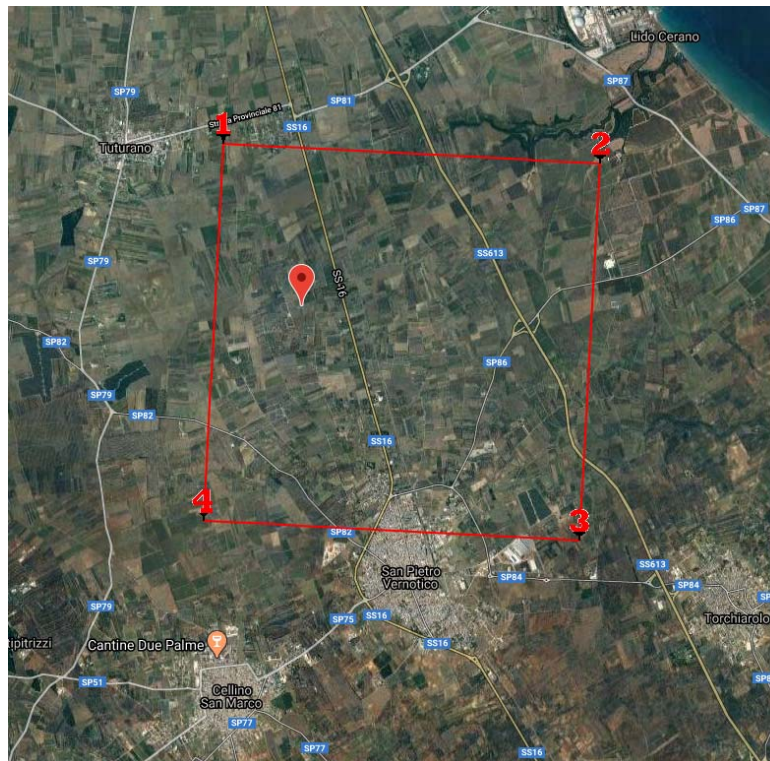


FIGURA 2: QUADRILATERI DI RIFERIMENTO

2.1.2. PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA

TABELLA I

"STATO LIMITE"	T_R [ANNI]	A_G [G]	F_0 [-]	T^*_c [S]
OPERATIVITÀ	120	0.028	2.333	0.332
DANNO	201	0.034	2.421	0.375
SALVAGUARDIA VITA	1898	0.068	2.656	0.545
PREVENZIONE COLLASSO	2475	0.073	2.698	0.553

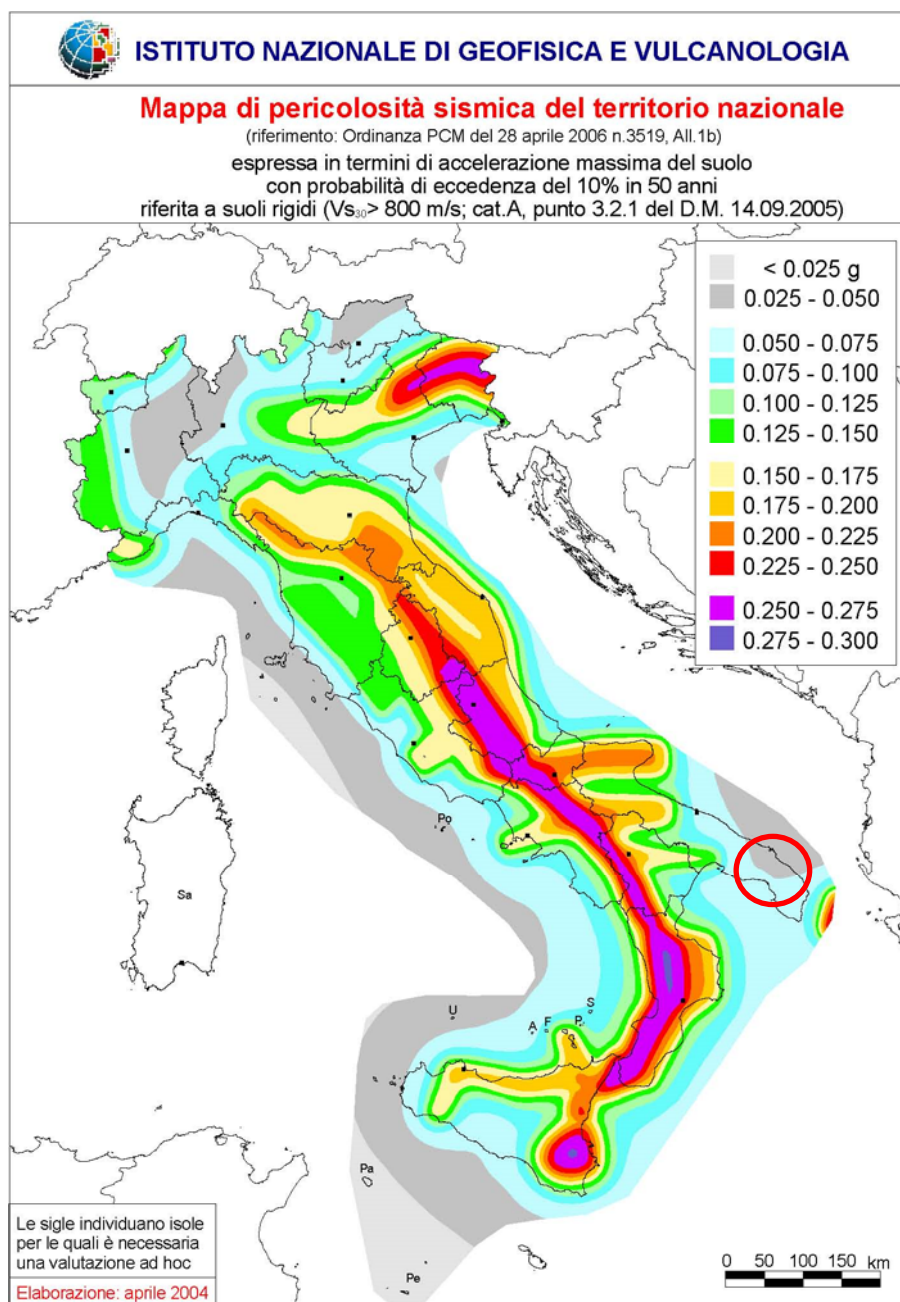


FIGURA 3: MAPPA DI PERICOLOSITÀ SISMICA – APRILE 2004

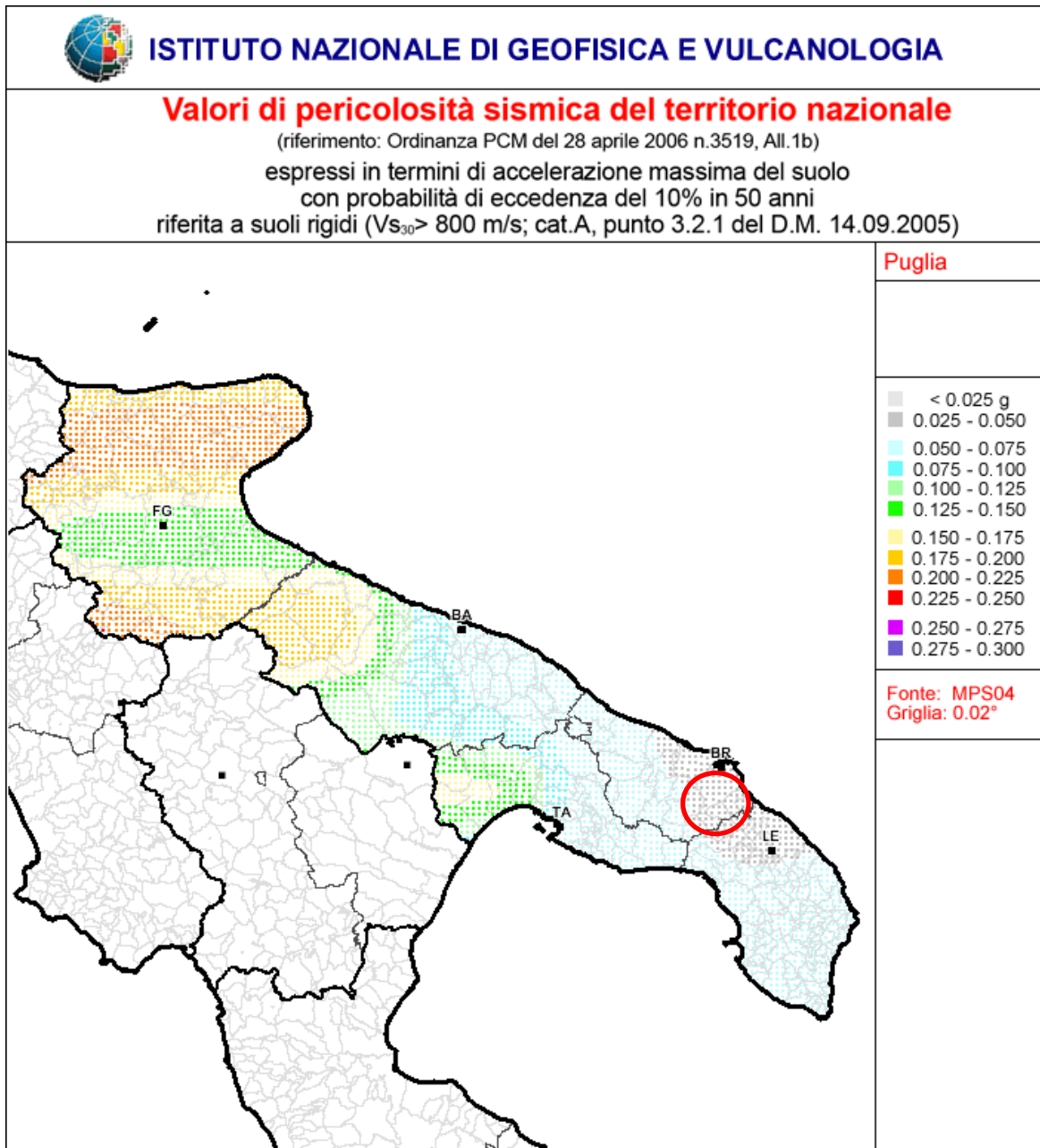


FIGURA 4: MAPPA DI PERICOLOSITÀ SISMICA IN DETTAGLIO SU AREA D'INTERESSE – APRILE 2004

2.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO.

IL TERRITORIO SI ESTENDE NELL'AREA SUD DELL'AGRO DI SAN PIETRO VERNOTICO (BR), AL CONFINE TRA LE PROVINCE DI BRINDISI E LECCE, DALLA MORFOLOGIA TIPICAMENTE "PIANEGGIANTE" CON QUOTA TOPOGRAFICA VARIABILE DA CIRCA 30 M A CIRCA 50 M S.L.M..

L'ENTROTERRA BRINDISINO È COSTITUITO DA UN'AMPIA AREA SUBPIANEGGIANTE OVE AFFIORANO PREVALENTEMENTE DEPOSITI CALCARENITICI E SABBIOSI DI ORIGINE MARINA; QUESTI DEPOSITI POGGIANO SU UN BANCO ARGILLOSO DEL PLEISTOCENE INF., A SUA VOLTA SOVRASTANTE LA PIATTAFORMA CARBONATICA COSTITUITA DA CALCARI MESOZOICI E DAI TERRENI RELATIVI AI TERMINI INFERIORI DEL CICLO SEDIMENTARIO DELLA FOSSA BRADANICA (CALCARENITI DI GRAVINA).

L'AREA INTERESSATA DAL PROGETTO È SITUATA IN UN CONTESTO TERRITORIALE CARATTERIZZATO DA UNA MORFOLOGIA PRESSOCHÉ TABULARE, CON QUOTE TOPOGRAFICHE COMPRESSE TRA I 30 ED GLI 50 METRI S.L.M.

IL SITO DI INTERESSE RICADE IN UNA VASTA AREA PIANEGGIANTE CARATTERIZZATA DA UNA SOSTANZIALE UNIFORMITÀ DEL SUBSTRATO GEOLOGICO (TAVOLA IA E TAVOLA IB). IN QUESTO SETTORE, INFATTI, AFFIORANO ESCLUSIVAMENTE DEPOSITI SABBIOSI E LIMOSO-SABBIOSI DI LITOLOGIA CARBONATICO-TERRIGENA CON INTERVALLI CALCARENITICI ED ARENITICI (FREQUENTI SOPRATTUTTO NELLA PARTE ALTA), PASSANTI VERSO IL BASSO A TERRENI PIÙ FRANCAMENTE ARGILLOSI DI COLORE GRIGIO O VERDASTRO, RIFERITI IN LETTERATURA GEOLOGICA AL COMPLESSO DEI DEPOSITI MARINI TERRAZZATI.

QUESTI LITOTIPI, SULLA BASE AL CONTESTO GEOMORFOLOGICO E STRATIGRAFICO, SONO DATABILI AL PLEISTOCENE MEDIO ED ATTRIBIBILI ALLA UNITÀ INFORMALE DEI DEPOSITI MARINI TERRAZZATI. SULLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA I DEPOSITI MARINI TERRAZZATI SONO INDICATI SIA COME FORMAZIONE DI GALLIPOLI CHE COME CALCARENITE DEL SALENTO ED ATTRIBUITI GENERICAMENTE AL QUATERNARIO O AL CALABRIANO.

DA UN PUNTO DI VISTA GEOLOGICO STRATIGRAFICO L'AREA OGGETTO DI STUDIO È CARATTERIZZATA DA AFFIORAMENTI DI SUCCESSIONI SEDIMENTARIE DI ETÀ COMPRESA TRA IL CRETACEO MEDIO ED IL PLIOCENE. IL RILIEVO GEOLOGICO HA EVIDENZIATO LA PRESENZA DELLE SEGUENTI FORMAZIONI (DAL BASSO VERSO L'ALTO):

- CALCARI DI ALTAMURA (CRETACEO);
- CALCARENITI DI GRAVINA (PLEISTOCENE INFERIORE);
- SABBIE PLEISTOCENICHE (PLEISTOCENE MEDIO – SUPERIORE).

2.2.1. SABBIE

QUESTA FORMAZIONE, IN AFFIORAMENTO, COSTITUISCE IL TERRENO FONDALE PER GLI AEROGENERATORI. SI TRATTA DI DEPOSITI SABBIOSI DI NATURA MICACEA CHE AFFIORANO ESTESAMENTE SU TUTTA L'AREA INDAGATA E COSTITUISCONO IL TERMINE DI CHIUSURA DEL CICLO SEDIMENTARIO POST CALABRIANO.

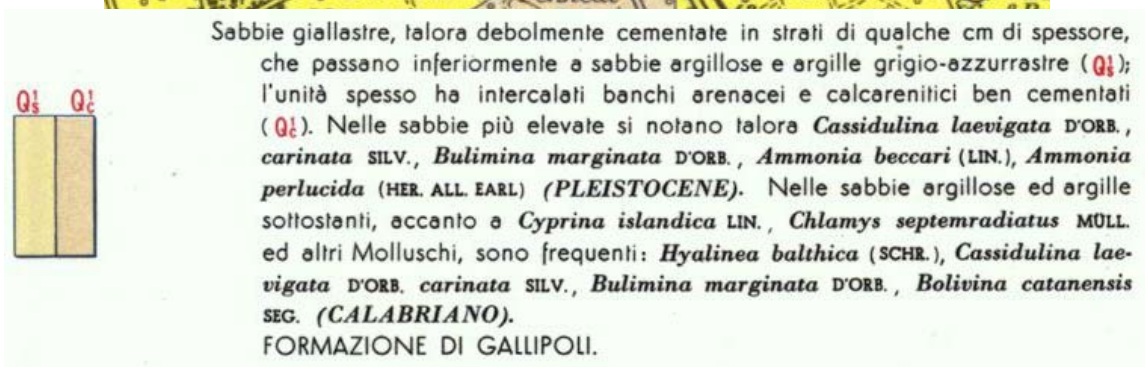
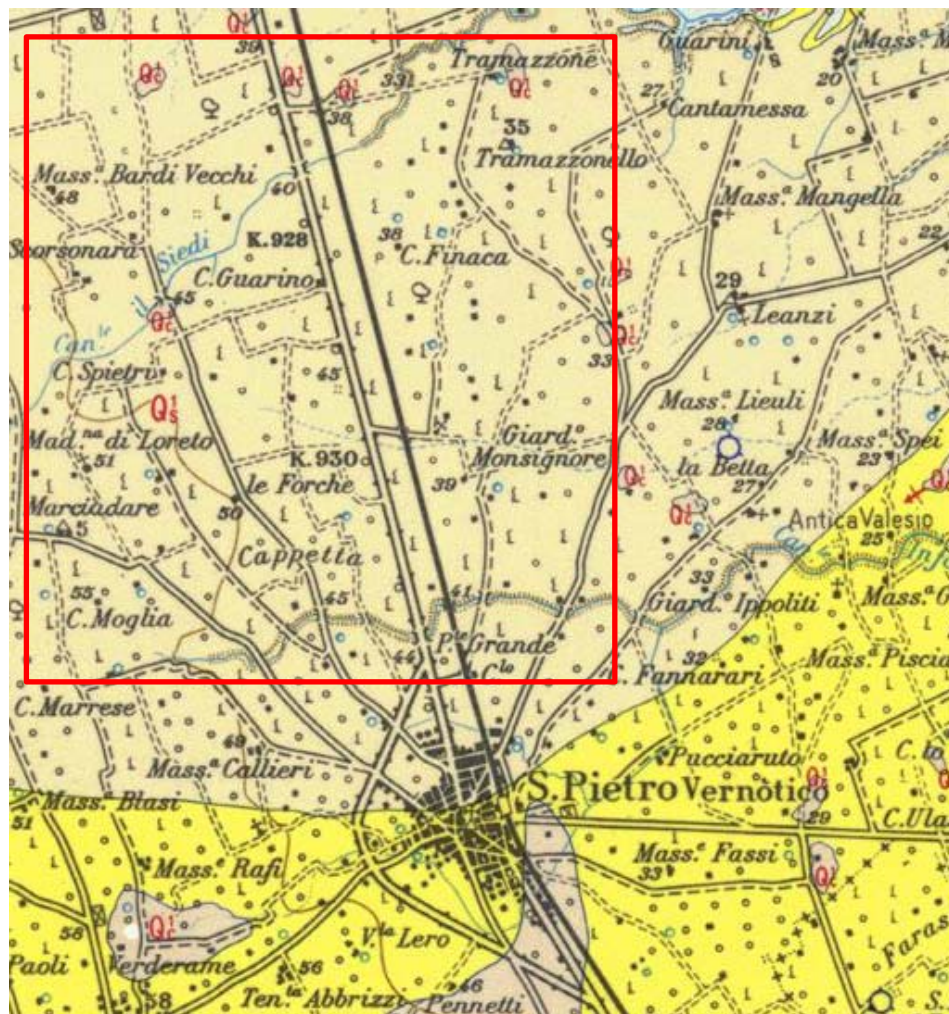


FIGURA 5: STRALCIO DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA FOGLIO 204 – LECCE

2.2.2. IDROGEOLOGIA

DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO, SI È APPURATA LA PRESENZA DI UNA SOLA FALDA ACQUIFERA PROFONDA CONOSCIUTA COME FALDA COSTIERA O CARSIKA AD UNA PROFONDITÀ MAGGIORE DI 50 M.

2.2.3. INDAGINI GEOTECNICHE

IL PROGRAMMA D'INDAGINI GEOGNOSTICHE, PER LA REDAZIONE DEL PRESENTE PROGETTO DEFINITIVO, ELABORATO CON IL GEOLOGO DOTT. SELLERI, È STATO ESEGUITO IN OTTEMPERANZA AL D.M. 17/01/2018 [1] E AL D.M. LL. PP. DEL 11/03/1988.

TALE ATTIVITÀ, PROGETTATA CON LO SCOPO DI ACCERTARE LA COSTITUZIONE DEL SOTTOSUOLO E DI VALUTARE LE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE DEI LITOTIPI PRESENTI, È STATA CONDOTTA SULLA BASE DI ESPERIENZE DIRETTE DEL GEOLOGO INCARICATO, DI UN ATTENTO ESAME DELLE AREE OGGETTO DI INTERVENTO E DI ESPERIENZE PREGRESSE DI COLLEGHI GEOLOGI E CON L'ESECUZIONE DI N. 1 SONDAGGIO MASW.

PER MAGGIORI DETTAGLI SUI RISULTATI SI RIMANDA ALLA RELAZIONE GEOLOGICA REDATTA DAL GEOLOGO DOTT. SELLERI, DOCUMENTO CHE COSTITUISCE PARTE INTEGRANTE DELLA PRESENTE RELAZIONE GEOTECNICA.

2.3. CARATTERIZZAZIONE MECCANICA E MODELLO GEOTECNICO DEI TERRENI

LA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE È STATA REDATTA SULLA BASE DELL'INTERPRETAZIONE DELLE SPECIFICHE PROVE IN SITO. DAI RISULTATI DELLE INDAGINI GEOLOGICHE E DALLA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA SI SONO DESUNTE LE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE PER LE UNITÀ LITOSTRATIGRAFICHE INTERESSATE DALLA COSTRUZIONE DELL'OPERA.

TABELLA 2: CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Id	Litologia	Profondità letto (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Densità f(Vp) (kN/mc)
strato 1	Suolo limoso sabbiosi	1,20	365,91	187,05	16,68
strato 2	Sabbie limose con intervalli calcarenitici	2,17	687,13	342,49	16,66
strato 3	Sabbie limose addensate con intervalli calcarenitici	8,80	857,47	407,77	16,72
strato 4	Limi sabbioso argillosi con intervalli calcarenitici	indefinito	993,74	606,70	17,69

	E	ν	G	E_d	E_u	φ	c	γ	γ_{sat}
	[MPa]		[MPa]	[MPa]	[MPa]	[°]	[MPa]	[kg/m ³]	[kg/m ³]
3 Sabbie limose	492	0,35	182	364	252	27	0,15	1900	2200
4 limi sabbioso argillosi	1463	0,2	608	1219	1372	24	0,05	2000	2300

N.B.: CON IL PROGETTO ESECUTIVO SARANNO ESEGUITE INDAGINI GEOGNOSTICHE SU OGNI SITO DI COSTRUZIONE DELLE TORRI EOLICHE, CON RELATIVO APPROFONDIMENTO DEI CARATTERI GEOTECNICI DEI VARI LITOTIPI RISCOVRIATI IN QUESTA FASE DI INDAGINE.

SECONDO QUANTO RIPORTATO NELLA RELAZIONE GEOLOGICA I TERRENI RIENTRANO NELLA CATEGORIA "B" DI [1].

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>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.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente 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 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

3. VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE FONDAZIONI

LE INDAGINI GEOTECNICHE E GEOFISICHE HANNO RESTITUITO PARAMETRI DI CARATTERIZZAZIONE ELASTICA DEI SUOLI CHE SUGGERISCONO, VISTO L'IMPEGNO STATICO A CUI SARANNO SOGGETTI I TERRENI DI FONDAZIONE, DI AFFIDARE LA PORTANZA A STRUTTURE DI FONDAZIONE DEL TIPO DI SEGUITO DESCRITTE.

PER I TERRENI CLASSIFICATI COME SABBIE LIMOSE, LE TORRI EOLICHE POSSONO RICHIEDERE FONDAZIONI DI TIPO INDIRETTO COSTITUITE DA:

- FONDAZIONI INDIRETTE
 - o PLINTI DI BASE, RAPPRESENTATE DA PLINTI TRONCOCONICI, IN CUI VIENE GENERALMENTE ANNEGATA LA VIROLA DI FONDAZIONE DELLA TORRE IN CALCESTRUZZO ARMATO E ACCIAIO;
 - o N. 10 PALI $\phi 1000$ MM E LUNGHEZZA 30 M.

LE VERIFICHE DELLA SICUREZZA IN FONDAZIONE SONO CONDOTTE NEI RIGUARDI DELLO STATO LIMITE ULTIMO E DELLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO.

LE VERIFICHE NEI RIGUARDI DELLO STATO LIMITE ULTIMO (SLU) PREVISTE DALLA NORMATIVA SONO:

EQU: PERDITA DI EQUILIBRIO DELLA STRUTTURA, DEL TERRENO O DELL'INSIEME TERRENO-STRUTTURA, CONSIDERATI COME CORPI RIGIDI;

STR: RAGGIUNGIMENTO DELLA RESISTENZA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI, COMPRESI GLI ELEMENTI DI FONDAZIONE;

GEO: RAGGIUNGIMENTO DELLA RESISTENZA DEL TERRENO INTERAGENTE CON LA STRUTTURA CON SVILUPPO DI MECCANISMI DI COLLASSO DELL'INSIEME TERRENO-STRUTTURA;

ULP: PERDITA DI EQUILIBRIO DELLA STRUTTURA O DEL TERRENO, DOVUTA ALLA SOTTO-SPINTA DELL'ACQUA (GALLEGGIAMENTO);

HYD: EROSIONE E SIFONAMENTO DEL TERRENO DOVUTA A GRADIENTI IDRAULICI.

VERIFICHE EQU: L'EDIFICIO È SOGGETTO AD AZIONI DI TIPO VERTICALE E ORIZZONTALE. COME SI EVINCE DAL DIAGRAMMA DELLE PRESSIONI SUL TERRENO DI FONDAZIONE, QUESTE ULTIME SONO TUTTE DI COMPRESSIONE. PERTANTO ESSENDO LE PRESSIONI DI COMPRESSIONE, SICURAMENTE NON SI HANNO FENOMENI DI PERDITA DI EQUILIBRIO DELLA STRUTTURA.

VERIFICHE STR: LE VERIFICHE DI RESISTENZA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI DI FONDAZIONE SONO STATE ESEGUITE CONTESTUALMENTE ALLA VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN ELEVAZIONE. LE RELATIVE VERIFICHE SONO RIPORTATE NELLA RELAZIONE DI



D. E. A.
ING. GIOVANNI LUCA D'AMATO

VIA BENEDETTO CROCE, 23 – 73100 – LECCE
TEL. / FAX 0832 194 07 01

Email: gl.damato@associatidea.com
PEC: giovanniluca.damato@ingpec.eu



S.T.C. s.r.l.

Via Vito Mario Stampacchia, 48 – 73100 Lecce
Direttore Tecnico: Ing. Fabio Calcarella

CALCOLO;

VERIFICHE GEO:

LE VERIFICHE DI RESISTENZA DEL TERRENO INTERAGENTE CON LA STRUTTURA SONO CONDOTTE CONFRONTANDO I VALORI DI RESISTENZA CON QUELLI DI PROGETTO, SECONDO L'**APPROCCIO 2**, COME RIPORTATO NELLE PAGINE SEGUENTI.

VERIFICHE UPL E HYD :

POICHÉ NEL TERRENO DI FONDAZIONE RISCOVRATO IN SITO NON VI È LA PRESENZA DI FALDA AFFIORANTE E/O SUPERFICIALE, NON SI HANNO FENOMENI DI GALLEGGIAMENTO O DI SIFONAMENTO.

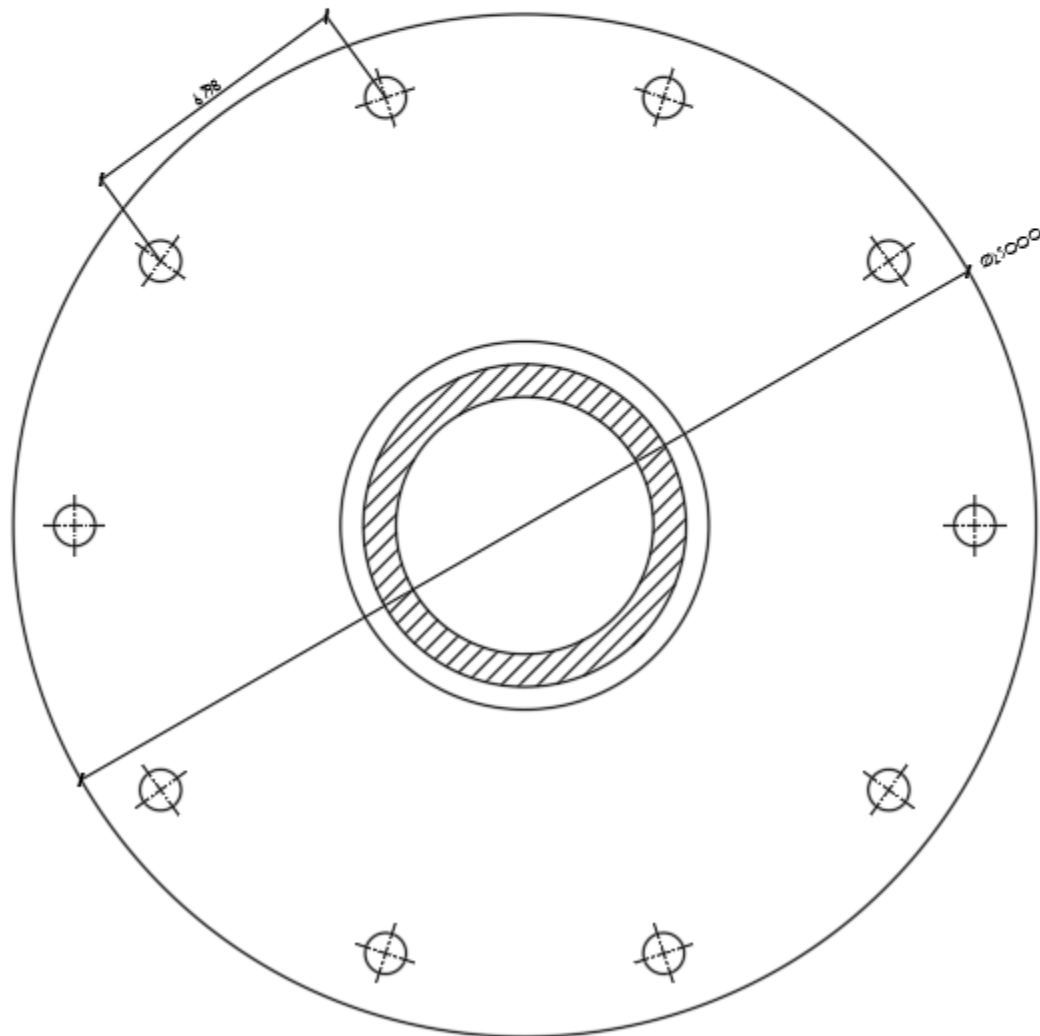
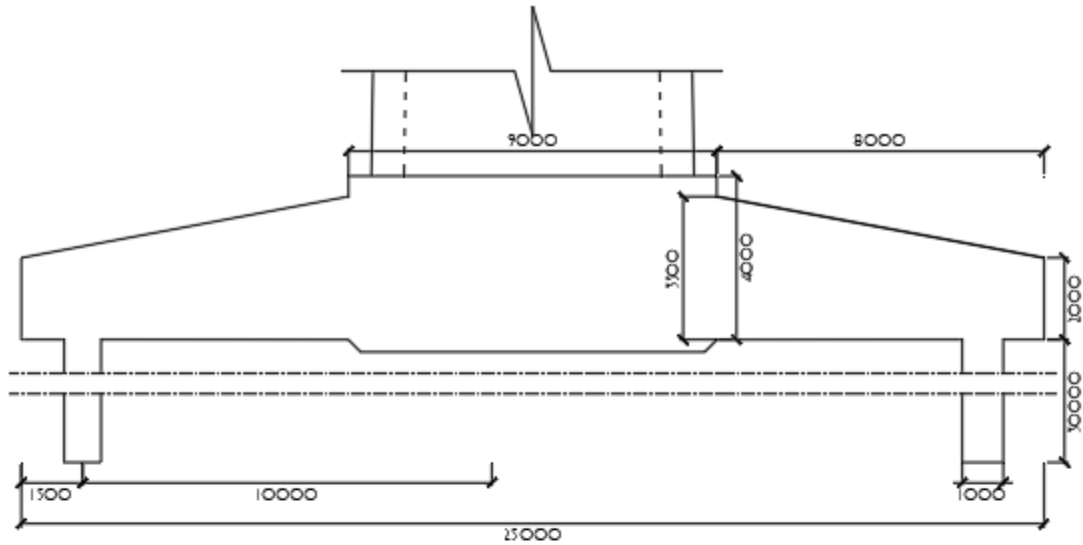


FIGURA 6: GEOMETRIA FONDAZIONE INDIRETTA

3.1. CAPACITÀ PORTANTE DEL SINGOLO PALO

LA VERIFICA È EFFETTUATA CON RIFERIMENTO ALL'APPROCCIO 2 DEL DM 14 GENNAIO (DM 14/I/O8). IN PRIMA ISTANZA VENGONO DETERMINATE LE "RESISTENZE CALCOLATE", PER POI INDIVIDUARE LE "RESISTENZE CARATTERISTICHE" E LE "RESISTENZE DI PROGETTO". INFINE, QUESTE ULTIME SONO POSTE A CONFRONTO CON LE AZIONI DI PROGETTO, COSÌ COME INDIVIDUATE DAL PROGETTISTA STRUTTURALE, PER VERIFICARE LA DISUGUAGLIANZA PRESCRITTA DALLA NORMA.

NEL CASO IN ESAME LA RESISTENZA DI CALCOLO COINCIDE CON IL CARICO LIMITE DEL PALO SINGOLO SOGGETTO A FORZE VERTICALI, Q_L , CHE È ESPRESSO DALLA SOMMA DELLA RESISTENZA MOBILITATA ALLA BASE, Q_{LB} , E DELLA RESISTENZA MOBILITATA LUNGO IL FUSTO, Q_{LS} .

LA DETERMINAZIONE DELLE RESISTENZE CARATTERISTICHE SI EFFETTUATA DIVIDENDO I VALORI DEI CONTRIBUTI ALLA PUNTA E LATERALE PER IL FATTORE DI CORRELAZIONE ξ , DEFINITO NELLA TABELLA 6.4.IV DEL CAPITOLO 6 DELLA NORMA. CONSIDERATO IL NUMERO DI VERTICALI INDAGATE (UNA PER PALO) NON POSSIAMO CHE CONSIDERARE I VALORI MASSIMI PREVISTI IN NORMATIVA.

Tabella 6.4.IV – Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate.

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

LA DETERMINAZIONE DELLE RESISTENZE DI PROGETTO È, INFINE, EFFETTUATA CON RIFERIMENTO AI COEFFICIENTI PARZIALI $\gamma_b = 1,35$ (COEFFICIENTE DI SICUREZZA ALLA BASE DEL PALO) E $\gamma_s = 1,15$ (COEFFICIENTE DI SICUREZZA LATERALE DEL PALO), COME DA TABELLA 6.4.II DELLA NORMA.

Tab. 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi	Pali trivellati	Pali ad elica continua
	γ_R	(R3)	(R3)	(R3)
Base	γ_b	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,15	1,15	1,15
Totale (*)	γ	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,25	1,25	1,25

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

3.1.1. RESISTENZA ALLA BASE DEL PALO

IN GENERE IL TERMINE DI CAPACITÀ PORTANTE DI PUNTA Q_p DI PALI IN TERRENO COESIVO CONTRIBUISCE IN MANIERA MODESTA (10%-20%) ALLA CAPACITÀ PORTANTE TOTALE. PER LA STIMA DI Q_p SI ESEGUE UN'ANALISI IN CONDIZIONI NON DRENATE, IN TERMINI DI TENSIONI TOTALI. L'EQUAZIONE DI RIFERIMENTO È FORMALMENTE IDENTICA A QUELLA DELLA CAPACITÀ PORTANTE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI SU TERRENO COESIVO IN CONDIZIONI NON DRENATE:

$$Q_p = A_p \cdot q_p = A_p \cdot (c_u \cdot N_c + \sigma_{v0,p})$$

IN CUI A_p È L'AREA DI BASE DEL PALO, Q_p È LA CAPACITÀ PORTANTE UNITARIA, c_u È LA RESISTENZA AL TAGLIO IN CONDIZIONI NON DRENATE DEL TERRENO ALLA PROFONDITÀ DELLA BASE DEL PALO, $\sigma_{v0,p}$ È LA TENSIONE VERTICALE TOTALE ALLA PUNTA, E N_c È UN FATTORE DI CAPACITÀ PORTANTE, IL CUI VALORE È ASSUNTO PARI A 9. MOLTO SPESSO IL PESO DEL PALO W_p E IL TERMINE $A_p \sigma_{v0,p}$ SONO TRASCURATI, POICHÉ QUASI SI COMPENSANO, E SI PONE:

$$Q_p = 9 c_u A_p$$

IN TERRENI COESIVI SOVRACONSOLIDATI, E QUINDI SPESSO FESSURATI, È OPPORTUNO INTRODURRE UN FATTORE DI RIDUZIONE R_c CHE, SECONDO MEYERHOF, PUÒ ESSERE CALCOLATO NEL MODO SEGUENTE, IN FUNZIONE DEL DIAMETRO D DEL PALO (IN METRI):

$$R_c = \frac{D+1}{2 \cdot D+1} \leq 1$$

3.1.2. RESISTENZA LATERALE DEL PALO

LA CAPACITÀ PORTANTE PER ADERENZA E/O PER ATTRITO LATERALE PER UN PALO DI DIAMETRO D E LUNGHEZZA L È PER DEFINIZIONE:

$$Q_s = \pi \cdot D \cdot \int_0^L \tau_s \cdot dz$$

LE TENSIONI TANGENZIALI LIMITE DI ATTRITO E/O DI ADERENZA LATERALE ALL'INTERFACCIA TRA LA SUPERFICIE DEL PALO E IL TERRENO COESIVO SATURO CIRCOSTANTE, τ_s , SONO MOLTO DIFFICILI DA VALUTARE ANALITICAMENTE, POICHÉ DIPENDONO DAL GRADO DI DISTURBO E DALL'ALTERAZIONE DELLE PRESSIONI EFFICACI E INTERSTIZIALI CHE LE MODALITÀ DI COSTRUZIONE DEL PALO PRODUCONO NEL TERRENO. SUL PIANO QUALITATIVO IL FENOMENO È ABBASTANZA CHIARO,

MA PER UNA VALUTAZIONE QUANTITATIVA È NECESSARIO RICORRERE A SEMPLIFICAZIONI DRASTICHE E AD UNA BUONA DOSE DI EMPIRISMO. I METODI ATTUALMENTE PIÙ UTILIZZATI SONO DUE, IL **METODO α** E IL **METODO β** .

NEL SEGUITO SONO ESPOSTI ENTRAMBI I METODI E LE ANALISI NUMERICHE SONO AFFRONTATE PER ENTRAMBE LE METODOLOGIE MA, PER COERENZA FORMALE E SOSTANZIALE, IL PROGETTO È CALIBRATO SUL **METODO β** , VISTA LA CONTEMPORANEA PRESENZA DI TERRENI COERENTI E INCOERENTI.

3.1.2.1 METODO α

SI ASSUME CHE LE TENSIONI TANGENZIALI LIMITE SIANO UNA QUOTA PARTE DELLA RESISTENZA AL TAGLIO NON DRENATA ORIGINARIA DEL TERRENO INDISTURBATO:

$$\tau_{s,} = \alpha c_u$$

IN CUI α È UN COEFFICIENTE EMPIRICO DI ADERENZA CHE DIPENDE DAL TIPO DI TERRENO, DALLA RESISTENZA AL TAGLIO NON DRENATA DEL TERRENO INDISTURBATO, DAL METODO DI COSTRUZIONE DEL PALO, DAL TEMPO, DALLA PROFONDITÀ, DAL CEDIMENTO DEL PALO.

TABELLA 3: VALORI INDICATIVI AGI DEL COEFFICIENTE DI ADERENZA α PER PALI IN TERRENI COESIVI SATURI

<i>Tipo di palo</i>	<i>Materiale</i>	<i>c_u (kPa)</i>	<i>α</i>	<i>$\alpha c_{u,max}$ (kPa)</i>
Trivellato (con asportazione di terreno)	Calcestruzzo	≤ 25	0,90	100
		25 - 50	0,80	
		50 - 75	0,60	
		> 75	0,40	

TABELLA 4: VALORI INDICATIVI (A.P.I. 1984) DEL COEFFICIENTE DI ADERENZA α PER PALI IN TERRENI COESIVI SATURI

$c_u < 25$	$\alpha = 1$
$25 < c_u < 75$	$\alpha = -0,01 c_u + 1,25$
$75 < c_u$	$\alpha = 0,5$

TABELLA 5: VALORI INDICATIVI (VIGGIANI 1999) DEL COEFFICIENTE DI ADERENZA α PER PALI IN TERRENI COESIVI SATURI

$c_u < 25$	$\alpha = 0,7$
$25 < c_u < 70$	$\alpha = 0,7 - 0,008 (c_u - 25)$
$70 < c_u$	$\alpha = 0,35$

3.1.2.2 METODO β

SI ASSUME CHE LE SOVRAPPRESSIONI INTERSTIZIALI CHE SI GENERANO DURANTE LA MESSA IN OPERA DEL PALO SI SIANO DISSIPATE AL MOMENTO DI APPLICAZIONE DEL CARICO, E CHE PERTANTO LA TENSIONE TANGENZIALE LIMITE POSSA ESSERE VALUTATA, CON RIFERIMENTO ALLE TENSIONI EFFICACI, NEL MODO SEGUENTE:

$$\tau_s = \sigma'_h \cdot \tan \delta = K \cdot \sigma'_{v0} \cdot \tan \delta = \beta \cdot \sigma'_{v0}$$

UNA DELLE CORRELAZIONI DI IMPIEGO PIÙ FREQUENTE È QUELLA PROPOSTA DA MEYERHOF (1976), SUCCESSIVAMENTE CONFERMATA DA SHIOI E FUKUI (1982), IN CUI ESPRIMENDO Q_s IN KN/M^2 SI PUÒ ASSUMERE:

$$Q_s = \beta \sigma_{v0} = N_{\text{SPT}}$$

ANCHE PER I TERRENI INCOERENTI SI UTILIZZA IL METODO β .

3.2. CAPACITÀ PORTANTE DELLA PALIFICATA

LA CIRCOLA ESPLICATIVA [2], AL PUNTO C.6.4.3 FISSA IN 3 VOLTE IL DIAMETRO L'INTERASSE MINIMO TRA DUE PALI. CIÒ COMPORTA CHE PER DISTANZE MINORI DI TALE VALORE È NECESSARIO CONSIDERARE L'EFFETTO RECIPROCO DELLE FONDAZIONI PROFONDE.

NEL CASO IN ESAME, TENUTO CONTO DEL DIAMETRO DEI PALI (PARI A 1,20 M) E DEL NUMERO DI ELEMENTI PREVISTO AL DI SOTTO DEL PLINTO DI FONDAZIONE (N. 10 PALI), DA CONSIDERAZIONI STRETTAMENTE GEOMETRICHE SI RICAVA CHE L'INTERASSE TRA I PALI È DI CIRCA 5,23 M > 3,00 M: NON È QUINDI NECESSARIO PROCEDERE ALLO STUDIO DI INTERAZIONE RECIPROCA CUI SI È FATTO RIFERIMENTO IN PRECEDENZA.

3.3. CARICO LIMITE ULTIMO ORIZZONTALE IN TERRENI INCOERENTI

NEL CASO DEL MECCANISMO IN ESAME, SI SUPPONE CHE LA RESISTENZA DEL SISTEMA PALO TERRENO SIA MOBILITA PER UN VALORE DI AZIONE ORIZZONTALE H_{ULT} DETERMINATO DALL'INGRESSO NEL DIAGRAMMA ADIMENSIONALIZZATO PROPOSTO DA BROMS (V. DIAGRAMMA OI, LINEA ROSSA TRATTEGGIATA PER IL NOSTRO CASO) PER PALI FLESSIBILI, NELL'IPOTESI DI MEZZO PURAMENTE ATTRITIVO:

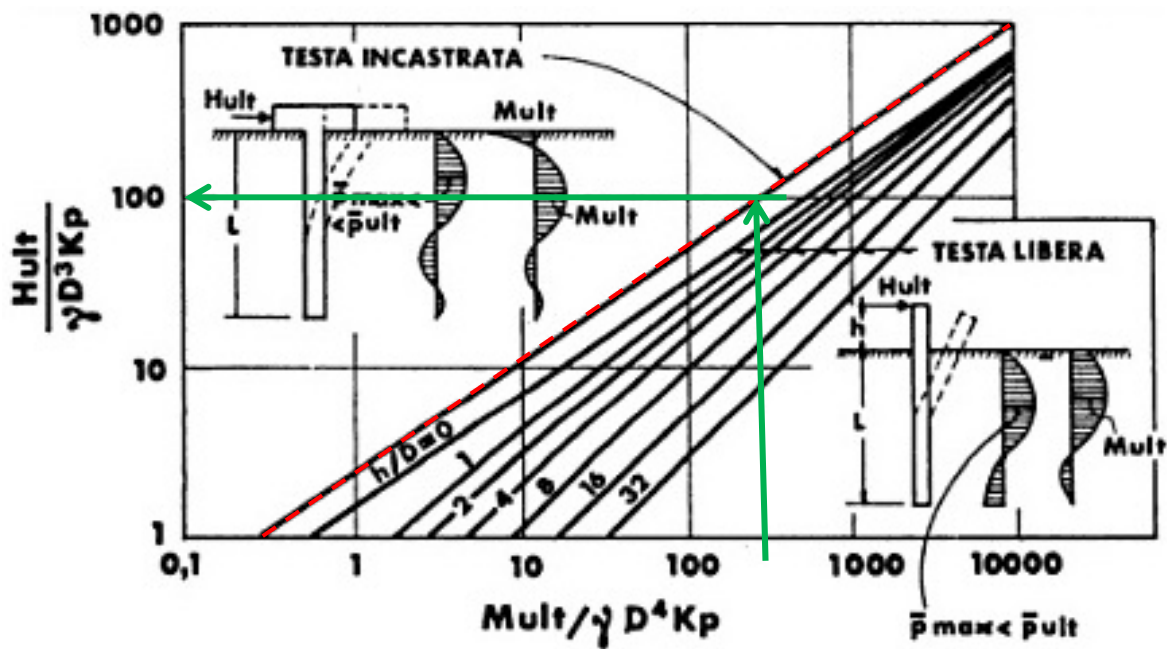


DIAGRAMMA I

LA DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA CARATTERISTICA È EFFETTUATA DIVIDENDO IL SUDDETTO VALORE PER IL FATTORE DI CORRELAZIONE ξ , DEFINITO NELLA TABELLA 6.4.IV DEL CAPITOLO 6 DELLA NORMA PARI A $\xi = 1.2$.

LA DETERMINAZIONE DELLE RESISTENZE DI PROGETTO È, INFINE, DEFINITA CON RIFERIMENTO AL COEFFICIENTE PARZIALE γ_T CHE ASSUME UN VALORE PARI A 1.3, COME DA TABELLA 6.4.VI DELLA NORMA.

Tab. 6.4.VI - Coefficiente parziale γ_T per le verifiche agli stati limite ultimi di pali soggetti a carichi trasversali

Coefficiente parziale (R3)
$\gamma_T = 1,3$



D. E. A.
ING. GIOVANNI LUCA D'AMATO

VIA BENEDETTO CROCE, 23 – 73100 – LECCE
TEL. / FAX 0832 194 07 01

Email: gl.damato@associatidea.com
PEC: giovanniluca.damato@ingpec.eu



S.T.C. s.r.l.

Via Vito Mario Stampacchia, 48 – 73100 Lecce
Direttore Tecnico: Ing. Fabio Calcarella

4. VERIFICA FONDAZIONI

LE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICA DELLE FONDAZIONI ESEGUITE CON IL SOFTWARE MODEST VER. 8.22 SONO ALLEGATE AL PRESENTE DOCUMENTO E NE FANNO PARTE INTEGRANTE.

SI OSSERVA INFINE CHE QUANTO DETERMINATO NELLA PRESENTE RELAZIONE È FRUTTO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE DIRETTE E INDIRETTE CONDOTTE PER LA PRESENTE FASE PROGETTUALE. LA TIPOLOGIA DI FONDAZIONE (INDIRETTA – PALI DI FONDAZIONE TRIVELLATI) IN FASE ESECUTIVA POSSONO SUBIRE MODIFICHE IN FUNZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE CHE SARANNO ESEGUITE IN FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA.

5. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

NEL CORSO DELLA RELAZIONE SI È FATTO RIFERIMENTO A VARIE NORME E PUBBLICAZIONI TECNICHE ELENcate QUI DI SEGUITO. SI PRECISA CHE I NUMERI MANCANTI RIGUARDANO RIFERIMENTI CONTENUTI IN ARCHIVIO, NON UTILIZZATI NELLA PRESENTE RELAZIONE.

- [1] D.M. 17.01.2018 – AGGIORNAMENTO DELLE “NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI”
- [2] CIRCOLARE N. 7/C.S.LL.PP. DEL 12/02/2019
- [3] LEGGE 5 NOVEMBRE 1971 N. 1086 – NORME PER LA DISCIPLINA DELLE OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO NORMALE E PRECOMPRESSO ED A STRUTTURA METALLICA.
- [4] CIRCOLARE MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 14 FEBBRAIO 1974, N.11951 – “APPLICAZIONE DELLE NORME SUL CEMENTO ARMATO”.
- [5] CIRCOLARE MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 25 GENNAIO 1975, N.13229 – “L’IMPIEGO DI MATERIALI CON ELEVATE CARATTERISTICHE DI RESISTENZA PER CEMENTO ARMATO NORMALE E PRECOMPRESSO.
- [6] • C.N.R. – UNI 10011-97 – “COSTRUZIONI DI ACCIAIO: ISTRUZIONI PER IL CALCOLO, L’ESECUZIONE, IL COLLAUDO E LA MANUTENZIONE”.
- [7] • OPCM 3274 D.D. 20/03/2003 S.M.I. – “PRIMI ELEMENTI IN MATERIA DI CRITERI GENERALI PER LA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO NAZIONALE E DI NORMATIVE TECNICHE PER LE COSTRUZIONI IN ZONA SISMICA”, E SUCCESSIVE MODIFICHE E INTEGRAZIONI (OPCM 3431 03/05/05).
- [8] D.M.LL.PP. 20 NOVEMBRE 1987 – “NORME TECNICHE PER LA PROGETTAZIONE, ESECUZIONE E COLLAUDO DEGLI EDIFICI IN MURATURA E PER IL LORO CONSOLIDAMENTO”.
- [9] CIRC. MIN.LL.PP. N.11951 DEL 14 FEBBRAIO 1992 – CIRCOLARE ILLUSTRATIVA DELLA LEGGE N. 1086.
- [10] D.M. 14 FEBBRAIO 1992 – NORME TECNICHE PER L’ESECUZIONE DELLE OPERE IN CEMENTO ARMATO NORMALE, PRECOMPRESSO E PER LE STRUTTURE METALLICHE.
- [11] CIRC. MIN.LL.PP. N.37406 DEL 24 GIUGNO 1993 – ISTRUZIONI RELATIVE ALLE NORME TECNICHE PER L’ESECUZIONE DELLE OPERE IN C.A. NORMALE E PRECOMPRESSO E PER LE STRUTTURE METALLICHE DI CUI AL D.M. 14 FEBBRAIO 1992.
- [12] D.M. 9 GENNAIO 1996 – NORME TECNICHE PER L’ESECUZIONE DELLE OPERE IN CEMENTO ARMATO NORMALE E PRECOMPRESSO E PER LE STRUTTURE METALLICHE.
- [13] CIRC. MIN. LL.PP. 15.10.1996 n.252 AA.GG./S.T.C. – ISTRUZIONI PER L’APPLICAZIONE DELLE «NORME TECNICHE PER IL CALCOLO E L’ESECUZIONE ED IL COLLAUDO DELLE STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO NORMALE E PRECOMPRESSO E PER LE STRUTTURE METALLICHE» DI CUI AL D.M. 09.01.1996.
- [14] D.M. 16 GENNAIO 1996 – NORME TECNICHE RELATIVE AI CRITERI GENERALI PER LA VERIFICA DI SICUREZZA DELLE COSTRUZIONI E DEI CARICHI E SOVRACCARICHI
- [15] CIRC. MIN.LL.PP. N.156AA.GG./S.T.C. DEL 4 LUGLIO 1996 – ISTRUZIONI PER L’APPLICAZIONE DELLE “NORME TECNICHE RELATIVE AI CRITERI GENERALI PER LA VERIFICA DI SICUREZZA DELLE COSTRUZIONI E DEI CARICHI E SOVRACCARICHI” DI CUI AL D.M. 16 GENNAIO 1996.
- [16] D.M. 16.1.1996 – NORME TECNICHE RELATIVE ALLE COSTRUZIONI IN ZONE SISMICHE
- [17] CIRC. MIN. LL.PP. 10.4.1997, n. 65 – ISTRUZIONI PER L’APPLICAZIONE DELLE “NORME TECNICHE RELATIVE ALLE COSTRUZIONI IN ZONE SISMICHE” DI CUI AL D.M. 16 GENNAIO 1996
- [18] EUROCODICE 1 – BASI DI CALCOLO ED AZIONI SULLE STRUTTURE
- [19] EUROCODICE 2 – PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE DI CALCESTRUZZO



D. E. A.
ING. GIOVANNI LUCA D'AMATO

VIA BENEDETTO CROCE, 23 – 73100 – LECCE
TEL. / FAX 0832 194 07 01

Email: gl.damato@associatidea.com
PEC: giovanniluca.damato@ingpec.eu



S.T.C. s.r.l.

Via Vito Mario Stampacchia, 48 – 73100 Lecce
Direttore Tecnico: Ing. Fabio Calcarella

-
- [20] EUROCODICE 3 – PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE DI ACCIAIO
 - [21] EUROCODICE 4 – PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE COMPOSTE ACCIAIO-CALCESTRUZZO
 - [22] EUROCODICE 5 – PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE DI LEGNO
 - [23] EUROCODICE 6 – PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE DI MURATURA
 - [24] EUROCODICE 7 – PROGETTAZIONE GEOTECNICA
 - [25] EUROCODICE 8 –INDICAZIONI PROGETTUALI PER LA RESISTENZA SISMICA DELLE STRUTTURE

LECCE, MAGGIO 2020

ING. GIOVANNI LUCA D'AMATO

ALLEGATI ALLA RELAZIONE GEOTECNICA:

RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICA DELLE FONDAZIONI INDIRETTE ST_001-AI-GEO

Sommario

Criteri di analisi geotecnica e progetto delle fondazioni 2
 Fondazioni profonde 2
 Geotecnica 3
 Elenco unità geotecniche 3
 Elenco colonne stratigrafiche 4
 Figura numero 1: Colonna stratigrafica numero 1 str_01 5
 Fondazioni profonde 6
 Verifiche capacità portante e cedimenti 6

Criteri di analisi geotecnica e progetto delle fondazioni
Fondazioni profonde

Generali	
Generali	
Calcolo capacità portante per carichi verticali	Secondo formule statiche
Considera capacità portante	Entrambe
Condizioni di calcolo per terreni coesivi	Sia drenate che non drenate
Calcolo della profondità critica	In funzione della densità relativa e del diametro del palo
Effettua calcolo elasto-plastico per cedimenti	Si
Effettua calcolo elasto-plastico per spostamenti orizzontali	Si
Rapporto di elasticità trazione/compressione pari a	1.00
Fattori di correlazione	1.70
Considera fattori di correlazione anche per carichi orizzontali	No
Considera peso del palo	No
Divisore del raggio del palo per lunghezza conci	1.00
Max numero conci palo	50.00
Attrito laterale limite da prove in sito	
Correlato con prove CPT	No
Correlato con prove SPT	No
Fattore di riduzione attrito laterale per pali trivellati	No
Pressione limite alla base da prove in sito	
Correlata con prove CPT	No
Correlata con prove SPT	No
Fattore di riduzione pressione limite alla base per pali trivellati	No
Spostamenti orizzontali	
Spostamenti orizzontali	Risposta elastica in funzione della stratigrafia

Specifici	1
Attrito laterale limite	
Calcolo dell'attrito laterale limite	Si
-Condizioni non drenate	
-Calcolo di α	
-Pari a	
-A.G.I. (1984)	
-A.P.I. (1984)	
-Viggiani (1999)	
-Olson e Dennis (1982)	
-Stas e Kulhavy (1984)	
-Skempton (1986)	
-Reese e O'Neill (1989)	x
-Metodo di Bustamente e Doix (1985) per micropali	No
-Iniezioni ripetute	x
-Unica iniezione	
-Condizioni drenate	
-Calcolo di β	
-Pari a	
-Reese e O'Neill (1989)	x
-Calcolato	
-Calcolo di k	
-Pari a	
-Dal rapporto con k_0 pari a	0.00
-Fleming (1985)	
-Calcolo di δ	
-Pari a <grad>	
-Dal rapporto con ϕ' pari a	0.00
-Calcolo di a' dal rapporto con c'	1.00
Calcolo dell'attrito laterale limite per trazione	
-Considera i risultati del calcolo per l'attrito laterale limite per compressione con un fattore di riduzione pari a	0.66
-Sowa (1970)	No
-Bowles (1991)	Si
Considera l'effetto dell'attrito negativo	No
-Coefficiente di Lambe	
Pressione limite alla base	
Calcolo della pressione limite alla base del palo	Si
-Terzaghi (1943)	

Relazione di calcolo

-Meyerhof (1963)	
-Hansen (1970)	
-Vesic (1975)	x
-Berezantzev (1961)	
-Berezantzev (1965)	
-Stagg e Zienkiewicz (1968)	
-Relazione generale, coefficienti di capacità portante	
-In condizioni drenate	
- N_q	
- N_c	
-In condizioni non drenate	
- N_c	
-Fattore di riduzione per terreni coesivi sovraconsolidati	No
Cedimenti	
Risposta elastica laterale	
-Calcolata dalla rigidità dello strato	x
-Coefficiente di influenza	4.00
-Pari a <daN/mq>	
Risposta elastica alla base	
-Calcolata dalla rigidità dello strato	x
-Pari a <daN/mq>	
Spostamenti orizzontali	
Risposta elastica	
-Vesic (1961)	
-Broms (1964)	
-Glick (1948)	
-Chen (1978)	
-Pari a <daN/mq>	
-Dal modulo elastico	x
-Coefficiente effetto tridimensionale	2.00
Resistenza limite	
-Calcolata dai parametri plastici	x
-Coefficiente effetto tridimensionale resistenza per attrito	3.00
-Coefficiente effetto tridimensionale resistenza per coesione	4.00
-Pari a <daN/mq>	

Geotecnica

Elenco unità geotecniche

1 Sabbie limose:

Classificazione: Incoerente

Pesi:

- Peso specifico del terreno naturale: $\gamma = 1900.00$ daN/mc
- Peso specifico del terreno saturo: $\gamma_{sat} = 2200.00$ daN/mc

Parametri plastici:

- Angolo di attrito efficace: $\phi' = 27.00$ grad
- Coesione efficace: $c' = 15000.00$ daN/mq

Caratteristiche litostatiche:

- Grado di sovraconsolidazione: OCR = 1.00
- Coeff. di spinta a riposo: $\kappa_0 = 0.55$

Parametri elastici:

- Modulo elastico normale: $E = 49200000.00$ daN/mq
- Modulo elastico tangenziale: $G = 18200000.00$ daN/mq
- Esponente del parametro tensionale: $k_j = 1.00$
- Coeff. di Poisson: $\nu = 0.35$
- Modulo edometrico: $E_{ed} = 36400000.00$ daN/mq
- Modulo elastico non drenato: $E_u = 0.00$ daN/mq

2 limo argilloso sabbioso:

Classificazione: Incoerente

Pesi:

- Peso specifico del terreno naturale: $\gamma = 2000.00$ daN/mc
- Peso specifico del terreno saturo: $\gamma_{sat} = 2300.00$ daN/mc

Parametri plastici:

- Angolo di attrito efficace: $\phi' = 24.00$ grad
- Coesione efficace: $c' = 5000.00$ daN/mq

Caratteristiche litostatiche:

- Grado di sovraconsolidazione: OCR = 1.00
- Coeff. di spinta a riposo: $\kappa_0 = 0.59$

Relazione di calcolo

Parametri elastici:

- Modulo elastico normale: $E = 146300000.00$ daN/mq
- Modulo elastico tangenziale: $G = 60958300.00$ daN/mq
- Esponente del parametro tensionale: $k_j = 1.00$
- Coeff. di Poisson: $\nu = 0.20$
- Modulo edometrico: $E_{ed} = 162556000.00$ daN/mq
- Modulo elastico non drenato: $E_u = 0.00$ daN/mq

Elenco colonne stratigrafiche

Colonna stratigrafica numero 1

Posizione: X=0.00 <m> Y=0.00 <m> Z=0.00 <m>

Falda a profondità: 0.00 m

Simbologia

- St. = Strato
z = Profondità della superficie superiore dello strato
Unità geotecnica = Unità geotecnica
Class. = Classificazione
Coes. = Coesivo
Inc. = Incoerente
Roc. = Roccia
N. c. = Non classificato
 γ = Peso specifico del terreno naturale
 γ_{sat} = Peso specifico del terreno saturo
 D_r = Densità relativa
 I_p = Indice di plasticità
 ϕ' = Angolo di attrito efficace
 c' = Coesione efficace
 c_u = Coesione non drenata
OCR = Grado di sovraconsolidazione
 κ_0 = Coeff. di spinta a riposo
Crit. = Criterio di progetto

St.	z <m>	Unità geotecnica	Class.	γ <daN/mc>	γ_{sat} <daN/mc>	D_r	I_p	ϕ' <grad>	c' <daN/mq>	c_u <daN/mq>	OCR	κ_0	Crit.
1	0.00	1 Sabbie limose	Inc.	1900.00	2200.00			27.00	15000.00		1.00	0.55	1
2	4.80	2 limo argilloso sabbioso	Inc.	2000.00	2300.00			24.00	5000.00		1.00	0.59	1

Simbologia

- St. = Strato
z = Profondità della superficie superiore dello strato
E = Modulo elastico normale
G = Modulo elastico tangenziale
 k_j = Esponente del parametro tensionale
 ν = Coeff. di Poisson
 E_{ed} = Modulo edometrico
 E_u = Modulo elastico non drenato
Crit. = Criterio di progetto

St.	z <m>	E <daN/mq>	G <daN/mq>	k_j	ν	E_{ed} <daN/mq>	E_u <daN/mq>	Crit.
1	0.00	49200000.00	18200000.00	1.00	0.35	36400000.00	0.00	1
2	4.80	146300000.00	60958300.00	1.00	0.20	162556000.00	0.00	1

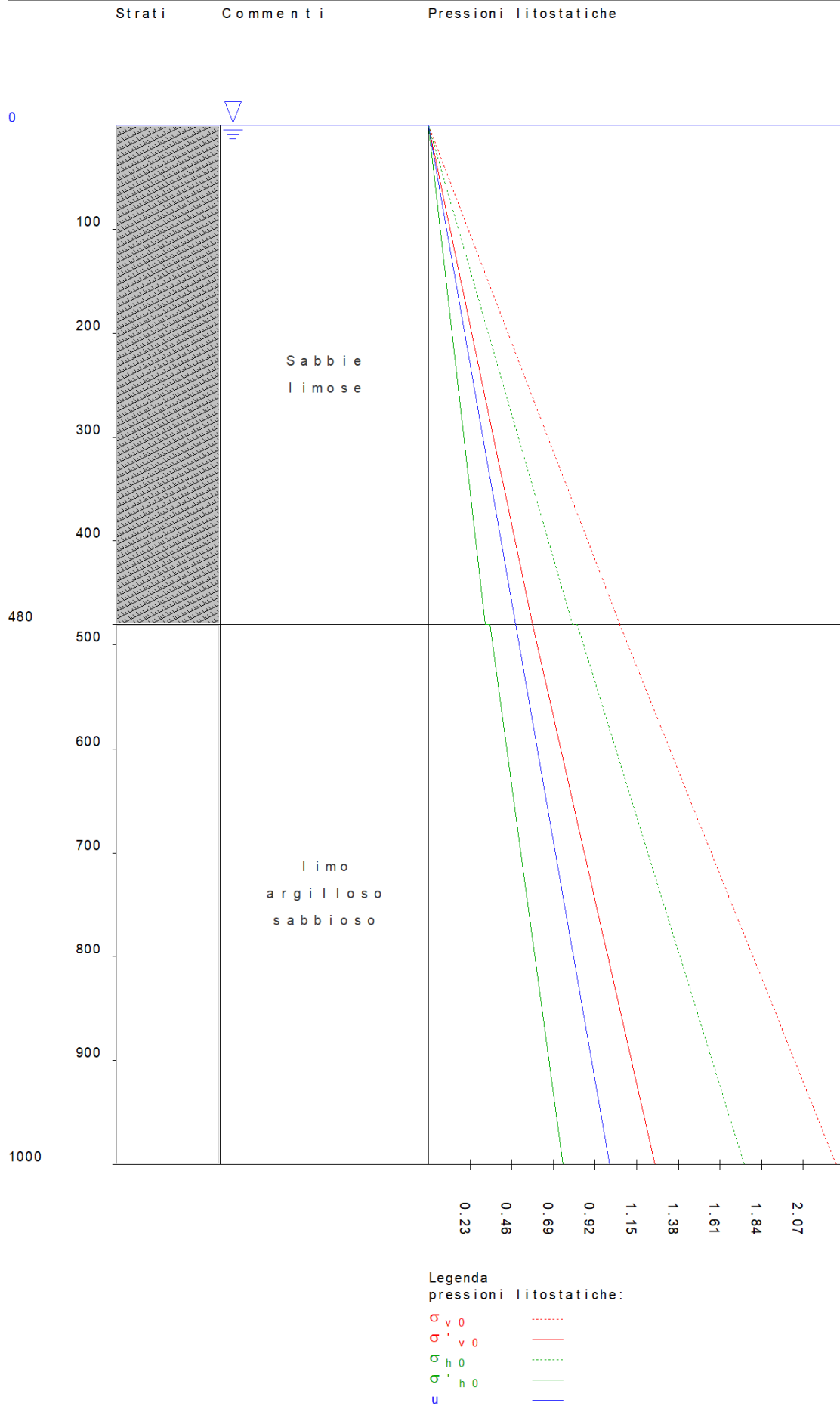


Figura numero 1: Colonna stratigrafica numero 1 str_01

Le verifiche degli elementi di fondazione sono state effettuate utilizzando l'approccio 2.

Relazione di calcolo

Coefficienti parziali per le azioni, per verifiche in condizioni statiche:

Permanenti strutturali, sicurezza a favore $\gamma_A = 1.00$;
Permanenti strutturali, sicurezza a sfavore $\gamma_A = 1.30$;
Permanenti non strutturali, sicurezza a favore $\gamma_A = 0.00$;
Permanenti non strutturali, sicurezza a sfavore $\gamma_A = 1.50$;
Variabili, sicurezza a favore $\gamma_A = 0.00$;
Variabili, sicurezza a sfavore $\gamma_A = 1.50$.

I coefficienti parziali per le azioni sono posti pari all'unità per le verifiche in condizioni sismiche.

Tali coefficienti sono comunque desumibili dalla tabella delle combinazioni delle CCE (Parametri di calcolo).

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici:

Tangente dell'angolo di attrito $\gamma_M = 1.00$;
Coesione efficace $\gamma_M = 1.00$;
Coesione non drenata $\gamma_M = 1.00$;

Coefficienti parziali per la resistenza delle fondazioni superficiali:

Capacità portante $\gamma_R = 2.30$;
Scorrimento $\gamma_R = 1.10$;
Coefficienti parziali per la resistenza delle fondazioni profonde:
Per pali infissi:

Resistenza alla base $\gamma_{R,b} = 1.15$;
Resistenza laterale in compressione $\gamma_{R,s} = 1.15$;
Resistenza laterale in trazione $\gamma_{R,t} = 1.25$;

Per pali trivellati:

Resistenza alla base $\gamma_{R,b} = 1.35$;
Resistenza laterale in compressione $\gamma_{R,s} = 1.15$;
Resistenza laterale in trazione $\gamma_{R,t} = 1.25$;

Per pali ad elica continua:

Resistenza alla base $\gamma_{R,b} = 1.30$;
Resistenza laterale in compressione $\gamma_{R,s} = 1.15$;
Resistenza laterale in trazione $\gamma_{R,t} = 1.25$;

Fattore di correlazione per la determinazione della resistenza caratteristica desumibile dai criteri di progetto.

Fondazioni profonde

Simbologia

D_p = Diametro pali
 L_p = Lunghezza pali
 W_p = Peso del palo
 D = Profondità della testa del palo
 $Q_{S_{lim}}$ = Resistenza laterale di progetto per compressione
 q_p = Pressione limite alla base del palo
 $Q_{P_{lim}}$ = Resistenza di progetto alla base del palo
 k_p = Risposta elastica alla base del palo
 Z_p = Profondità del tratto di integrazione
 τ_s = Attrito laterale limite per compressione
 k_s = Risposta elastica laterale per compressione
 σ_h = Pressione limite per carichi orizzontali
 k_h = Risposta elastica per carichi orizzontali
Caso = Caso di verifica
CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
N = Sforzo normale
Ced = Cedimento calcolato
Sic.V = Sicurezza a rottura verticale
T = Taglio in testa
M = Momento flettente
Sps = Spostamento
Sic.0 = Sicurezza a rottura orizzontale

Verifiche capacità portante e cedimenti

Palo n. 461

Tipo palo=Trivellato
Rotazione testa libera
Coefficiente di efficienza=1.00
 $D_p=1.000000$ <m> $L_p=30.000000$ <m> $W_p=58904.90$ <daN> $D=0.00$ <m>
Colonna stratigrafica numero 1 str_01
Verifiche in condizioni drenate

Relazione di calcolo

Zp <m>	τ_s <daN/cmq>	k_s <daN/cm>	σ_h <daN/cmq>	k_h <daN/cm>
0.00	1.50	0.00	19.58	0.00
4.80	1.05	12.79	10.26	122.81
30.00	1.11	85.55	33.56	821.28

QS_{lim}=1382810.00 <daN>
 q_p=313.16 <daN/cmq>
 QP_{lim}=2459560.00 <daN>
 k_p=544.63 <daN/cm>

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	Sic.V	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	Sic.O
1	1	-857451.00	0.43	2.07	6238.14	29024.80	0.15	>1
2	2	-780644.00	0.38	--	2824.92	26310.10	0.11	--
3	3	-797144.00	0.39	2.23	6205.81	29209.10	0.16	>1
4	4	-753332.00	0.36	--	2795.59	26401.50	0.11	--
5	5	-922768.00	0.48	1.93	6272.33	28755.20	0.15	>1
6	6	-810225.00	0.40	--	2856.05	26195.60	0.11	--
7	7	-862461.00	0.44	2.06	6240.76	29007.70	0.15	>1
8	8	-782913.00	0.38	--	2827.30	26302.40	0.11	--
9	9	-950670.00	0.50	1.87	6286.73	28615.90	0.15	>1
10	10	-822861.00	0.41	--	2869.20	26141.00	0.11	--
11	11	-970265.00	0.52	1.83	6296.72	28510.40	0.15	>1
12	12	-831735.00	0.42	--	2878.34	26101.10	0.11	--
13	13	-749647.00	0.36	2.37	6179.84	29311.00	0.16	>1
14	14	-731821.00	0.35	--	2772.08	26463.70	0.11	--
15	15	-769242.00	0.37	2.31	6190.60	29274.00	0.16	>1
16	16	-740696.00	0.35	--	2781.81	26439.30	0.11	--
17	17	-486673.00	0.20	3.66	24851.00	36434.40	0.35	>1
18	18	-424686.00	0.17	--	16561.00	27608.20	0.24	--
19	19	-710360.00	0.33	--	3270.98	26546.00	0.12	--
20	20	-781778.00	0.38	--	53.14	26282.40	0.09	--

Palo n. 378

Tipo palo=Trivellato
 Rotazione testa libera
 Coefficiente di efficienza=1.00
 D_p=1.000000 <m> L_p=30.000000 <m> W_p=58904.90 <daN> D=0.00 <m>
 Colonna stratigrafica numero 1 str_01
 Verifiche in condizioni drenate

Zp <m>	τ_s <daN/cm>	k_s <daN/cm>	σ_h <daN/cm>	k_h <daN/cm>
0.00	1.50	0.00	19.58	0.00
4.80	1.05	12.79	10.26	122.81
30.00	1.11	85.55	33.56	821.28

QS_{lim}=1382810.00 <daN>
 q_p=313.16 <daN/cmq>
 QP_{lim}=2459560.00 <daN>
 k_p=544.63 <daN/cm>

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	Sic.V	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	Sic.O
1	1	-965638.00	0.52	1.84	6294.36	28536.20	0.15	>1
2	2	-829639.00	0.41	--	2876.17	26110.80	0.11	--
3	3	-965638.00	0.52	1.84	6294.37	28535.90	0.15	>1
4	4	-829639.00	0.41	--	2876.19	26110.70	0.11	--
5	5	-754271.00	0.36	2.36	6182.39	29303.00	0.16	>1
6	6	-733914.00	0.35	--	2774.38	26458.20	0.11	--
7	7	-754271.00	0.36	2.36	6182.39	29302.70	0.16	>1
8	8	-733914.00	0.35	--	2774.39	26458.00	0.11	--
9	9	-891660.00	0.46	2.00	6256.13	28893.50	0.15	>1
10	10	-796136.00	0.39	--	2841.29	26252.50	0.11	--
11	11	-828249.00	0.41	2.15	6222.55	29122.80	0.15	>1
12	12	-767418.00	0.37	--	2810.76	26356.60	0.11	--
13	13	-891660.00	0.46	2.00	6256.17	28892.50	0.15	>1
14	14	-796136.00	0.39	--	2841.32	26252.10	0.11	--
15	15	-828249.00	0.41	2.15	6222.58	29121.80	0.15	>1
16	16	-767418.00	0.37	--	2810.79	26356.20	0.11	--
17	17	-1141390.00	0.66	1.56	22571.00	36004.10	0.33	>1
18	18	-861163.00	0.44	--	15048.40	27161.80	0.23	--

Relazione di calcolo

19	19	-797654.00	0.39	--	3016.93	26273.50	0.12	--
20	20	-781777.00	0.38	--	53.14	26282.40	0.09	--

Palo n. 471

Tipo palo=Trivellato
 Rotazione testa libera
 Coefficiente di efficienza=1.00
 Dp=1.000000 <m> Lp=30.000000 <m> Wp=58904.90 <daN> D=0.00 <m>
 Colonna stratigrafica numero 1 str_01
 Verifiche in condizioni drenate

Zp <m>	τ_s <daN/cmq>	k_s <daN/cm>	σ_h <daN/cmq>	k_h <daN/cm>
0.00	1.50	0.00	19.58	0.00
4.80	1.05	12.79	10.26	122.81
30.00	1.11	85.55	33.56	821.28

QS_{lim}=1382810.00 <daN>
 q_p=313.16 <daN/cmq>
 QP_{lim}=2459560.00 <daN>
 k_p=544.63 <daN/cm>

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	Sic.V	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	Sic.O
1	1	-862461.00	0.44	2.06	6240.76	29007.70	0.15	>1
2	2	-782913.00	0.38	--	2827.30	26302.40	0.11	--
3	3	-922768.00	0.48	1.93	6272.33	28755.20	0.15	>1
4	4	-810225.00	0.40	--	2856.05	26195.60	0.11	--
5	5	-797144.00	0.39	2.23	6205.81	29209.10	0.16	>1
6	6	-753332.00	0.36	--	2795.59	26401.50	0.11	--
7	7	-857451.00	0.43	2.07	6238.14	29024.80	0.15	>1
8	8	-780644.00	0.38	--	2824.92	26310.10	0.11	--
9	9	-769242.00	0.37	2.31	6190.60	29274.00	0.16	>1
10	10	-740696.00	0.35	--	2781.81	26439.30	0.11	--
11	11	-749647.00	0.36	2.37	6179.84	29311.00	0.16	>1
12	12	-731821.00	0.35	--	2772.08	26463.70	0.11	--
13	13	-970265.00	0.52	1.83	6296.72	28510.40	0.15	>1
14	14	-831735.00	0.42	--	2878.34	26101.10	0.11	--
15	15	-950670.00	0.50	1.87	6286.73	28615.90	0.15	>1
16	16	-822861.00	0.41	--	2869.20	26141.00	0.11	--
17	17	-1558760.00	1.12	1.14	24329.70	32526.10	0.33	>1
18	18	-1139410.00	0.66	--	16226.30	25002.30	0.23	--
19	19	-853305.00	0.43	--	3287.63	26024.60	0.12	--
20	20	-781778.00	0.38	--	53.14	26282.40	0.09	--

Palo n. 465

Tipo palo=Trivellato
 Rotazione testa libera
 Coefficiente di efficienza=1.00
 Dp=1.000000 <m> Lp=30.000000 <m> Wp=58904.90 <daN> D=0.00 <m>
 Colonna stratigrafica numero 1 str_01
 Verifiche in condizioni drenate

Zp <m>	τ_s <daN/cmq>	k_s <daN/cm>	σ_h <daN/cmq>	k_h <daN/cm>
0.00	1.50	0.00	19.58	0.00
4.80	1.05	12.79	10.26	122.81
30.00	1.11	85.55	33.56	821.28

QS_{lim}=1382810.00 <daN>
 q_p=313.16 <daN/cmq>
 QP_{lim}=2459560.00 <daN>
 k_p=544.63 <daN/cm>

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	Sic.V	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	Sic.O
1	1	-754271.00	0.36	2.36	6182.39	29302.70	0.16	>1
2	2	-733914.00	0.35	--	2774.39	26458.00	0.11	--
3	3	-754271.00	0.36	2.36	6182.39	29303.00	0.16	>1
4	4	-733914.00	0.35	--	2774.38	26458.20	0.11	--
5	5	-965638.00	0.52	1.84	6294.37	28535.90	0.15	>1
6	6	-829639.00	0.41	--	2876.19	26110.70	0.11	--

Relazione di calcolo

7	7	-965638.00	0.52	1.84	6294.36	28536.20	0.15	>1
8	8	-829639.00	0.41	--	2876.18	26110.80	0.11	--
9	9	-828249.00	0.41	2.15	6222.58	29121.80	0.15	>1
10	10	-767418.00	0.37	--	2810.79	26356.20	0.11	--
11	11	-891660.00	0.46	2.00	6256.17	28892.50	0.15	>1
12	12	-796136.00	0.39	--	2841.32	26252.10	0.11	--
13	13	-828249.00	0.41	2.15	6222.55	29122.80	0.15	>1
14	14	-767418.00	0.37	--	2810.76	26356.60	0.11	--
15	15	-891660.00	0.46	2.00	6256.13	28893.50	0.15	>1
16	16	-796136.00	0.39	--	2841.29	26252.50	0.11	--
17	17	-904041.00	0.47	1.97	26501.30	36833.20	0.37	>1
18	18	-702931.00	0.33	--	17666.70	27721.50	0.26	--
19	19	-766008.00	0.37	--	3527.91	26390.10	0.12	--
20	20	-781777.00	0.38	--	53.14	26282.40	0.09	--

Palo n. 467

Tipo palo=Trivellato
 Rotazione testa libera
 Coefficiente di efficienza=1.00
 Dp=1.000000 <m> Lp=30.000000 <m> Wp=58904.90 <daN> D=0.00 <m>
 Colonna stratigrafica numero 1 str_01
 Verifiche in condizioni drenate

Zp <m>	τ_s <daN/cmq>	k_s <daN/cm>	σ_h <daN/cmq>	k_h <daN/cm>
0.00	1.50	0.00	19.58	0.00
4.80	1.05	12.79	10.26	122.81
30.00	1.11	85.55	33.56	821.28

QS_{im}=1382810.00 <daN>
 q_p=313.16 <daN/cmq>
 QP_{im}=2459560.00 <daN>
 k_p=544.63 <daN/cm>

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	Sic.V	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	Sic.O
1	1	-755819.00	0.36	2.35	6183.24	29300.10	0.16	>1
2	2	-734616.00	0.35	--	2775.15	26456.20	0.11	--
3	3	-793091.00	0.39	2.24	6203.59	29220.10	0.16	>1
4	4	-751496.00	0.36	--	2793.57	26407.60	0.11	--
5	5	-926819.00	0.49	1.92	6274.46	28735.10	0.15	>1
6	6	-812059.00	0.40	--	2857.99	26187.50	0.11	--
7	7	-964091.00	0.52	1.85	6293.58	28544.30	0.15	>1
8	8	-828939.00	0.41	--	2875.47	26113.80	0.11	--
9	9	-772186.00	0.37	2.30	6192.22	29267.30	0.16	>1
10	10	-742028.00	0.35	--	2783.28	26435.30	0.11	--
11	11	-823486.00	0.41	2.16	6220.02	29136.30	0.15	>1
12	12	-765261.00	0.37	--	2808.47	26363.40	0.11	--
13	13	-896425.00	0.46	1.98	6258.62	28873.40	0.15	>1
14	14	-798294.00	0.39	--	2843.56	26244.00	0.11	--
15	15	-947725.00	0.50	1.88	6285.19	28631.80	0.15	>1
16	16	-821527.00	0.41	--	2867.80	26147.20	0.11	--
17	17	-1235340.00	0.75	1.44	26351.20	35470.30	0.36	>1
18	18	-923794.00	0.48	--	17570.30	26820.50	0.25	--
19	19	-810181.00	0.40	--	3532.66	26223.90	0.12	--
20	20	-781777.00	0.38	--	53.14	26282.40	0.09	--

Palo n. 473

Tipo palo=Trivellato
 Rotazione testa libera
 Coefficiente di efficienza=1.00
 Dp=1.000000 <m> Lp=30.000000 <m> Wp=58904.90 <daN> D=0.00 <m>
 Colonna stratigrafica numero 1 str_01
 Verifiche in condizioni drenate

Zp <m>	τ_s <daN/cmq>	k_s <daN/cm>	σ_h <daN/cmq>	k_h <daN/cm>
0.00	1.50	0.00	19.58	0.00
4.80	1.05	12.79	10.26	122.81
30.00	1.11	85.55	33.56	821.28

QS_{im}=1382810.00 <daN>
 q_p=313.16 <daN/cmq>
 QP_{im}=2459560.00 <daN>
 k_p=544.63 <daN/cm>

Relazione di calcolo

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	Sic.V	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	Sic.O
1	1	-926819.00	0.49	1.92	6274.42	28736.00	0.15	>1
2	2	-812059.00	0.40	--	2857.96	26187.90	0.11	--
3	3	-964091.00	0.52	1.85	6293.57	28544.70	0.15	>1
4	4	-828938.00	0.41	--	2875.45	26114.00	0.11	--
5	5	-755819.00	0.36	2.35	6183.24	29299.80	0.16	>1
6	6	-734616.00	0.35	--	2775.16	26456.10	0.11	--
7	7	-793090.00	0.39	2.24	6203.61	29219.30	0.16	>1
8	8	-751495.00	0.36	--	2793.59	26407.20	0.11	--
9	9	-823485.00	0.41	2.16	6219.99	29137.30	0.15	>1
10	10	-765261.00	0.37	--	2808.44	26363.80	0.11	--
11	11	-772185.00	0.37	2.30	6192.21	29267.90	0.16	>1
12	12	-742028.00	0.35	--	2783.27	26435.60	0.11	--
13	13	-947724.00	0.50	1.88	6285.22	28631.20	0.15	>1
14	14	-821526.00	0.41	--	2867.82	26146.90	0.11	--
15	15	-896424.00	0.46	1.98	6258.66	28872.50	0.15	>1
16	16	-798293.00	0.39	--	2843.59	26243.60	0.11	--
17	17	-1427350.00	0.95	1.25	23187.70	33930.70	0.33	>1
18	18	-1051810.00	0.59	--	15463.30	25859.40	0.23	--
19	19	-835783.00	0.42	--	3124.42	26109.30	0.12	--
20	20	-781777.00	0.38	--	53.14	26282.40	0.09	--

Palo n. 463

Tipo palo=Trivellato

Rotazione testa libera

Coefficiente di efficienza=1.00

Dp=1.000000 <m> Lp=30.000000 <m> Wp=58904.90 <daN> D=0.00 <m>

Colonna stratigrafica numero 1 str_01

Verifiche in condizioni drenate

Zp <m>	τ_s <daN/cm ² >	k_s <daN/cm>	σ_h <daN/cm ² >	k_h <daN/cm>
0.00	1.50	0.00	19.58	0.00
4.80	1.05	12.79	10.26	122.81
30.00	1.11	85.55	33.56	821.28

QS_{lim}=1382810.00 <daN>

q_p=313.16 <daN/cm²>

QP_{lim}=2459560.00 <daN>

k_p=544.63 <daN/cm>

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	Sic.V	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	Sic.O
1	1	-793090.00	0.39	2.24	6203.61	29219.30	0.16	>1
2	2	-751495.00	0.36	--	2793.59	26407.20	0.11	--
3	3	-755819.00	0.36	2.35	6183.24	29299.80	0.16	>1
4	4	-734616.00	0.35	--	2775.16	26456.10	0.11	--
5	5	-964091.00	0.52	1.85	6293.57	28544.70	0.15	>1
6	6	-828938.00	0.41	--	2875.45	26114.00	0.11	--
7	7	-926819.00	0.49	1.92	6274.42	28736.00	0.15	>1
8	8	-812059.00	0.40	--	2857.96	26187.90	0.11	--
9	9	-896424.00	0.46	1.98	6258.66	28872.50	0.15	>1
10	10	-798293.00	0.39	--	2843.59	26243.60	0.11	--
11	11	-947724.00	0.50	1.88	6285.22	28631.20	0.15	>1
12	12	-821526.00	0.41	--	2867.82	26146.90	0.11	--
13	13	-772185.00	0.37	2.30	6192.21	29267.90	0.16	>1
14	14	-742028.00	0.35	--	2783.27	26435.60	0.11	--
15	15	-823485.00	0.41	2.16	6219.99	29137.30	0.15	>1
16	16	-765261.00	0.37	--	2808.44	26363.80	0.11	--
17	17	-618077.00	0.28	2.88	25936.80	36812.80	0.36	>1
18	18	-512288.00	0.22	--	17286.80	27792.50	0.25	--
19	19	-727879.00	0.35	--	3429.49	26503.40	0.12	--
20	20	-781777.00	0.38	--	53.14	26282.40	0.09	--

Palo n. 459

Tipo palo=Trivellato

Rotazione testa libera

Coefficiente di efficienza=1.00

Dp=1.000000 <m> Lp=30.000000 <m> Wp=58904.90 <daN> D=0.00 <m>

Colonna stratigrafica numero 1 str_01

Relazione di calcolo

Verifiche in condizioni drenate

Zp <m>	τ_s <daN/cm ² >	k_s <daN/cm<	σ_h <daN/cm<	k_h <daN/cm<
0.00	1.50	0.00	19.58	0.00
4.80	1.05	12.79	10.26	122.81
30.00	1.11	85.55	33.56	821.28

QS_{lim}=1382810.00 <daN>
 q_p=313.16 <daN/cm<
 QP_{lim}=2459560.00 <daN>
 k_p=544.63 <daN/cm<

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	Sic.V	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	Sic.O
1	1	-922769.00	0.48	1.93	6272.37	28754.30	0.15	>1
2	2	-810225.00	0.40	--	2856.08	26195.20	0.11	--
3	3	-862462.00	0.44	2.06	6240.80	29006.70	0.15	>1
4	4	-782913.00	0.38	--	2827.34	26301.90	0.11	--
5	5	-857452.00	0.43	2.07	6238.11	29025.80	0.15	>1
6	6	-780645.00	0.38	--	2824.89	26310.60	0.11	--
7	7	-797145.00	0.39	2.23	6205.79	29209.90	0.16	>1
8	8	-753333.00	0.36	--	2795.56	26401.90	0.11	--
9	9	-970266.00	0.52	1.83	6296.72	28510.40	0.15	>1
10	10	-831736.00	0.42	--	2878.33	26101.10	0.11	--
11	11	-950671.00	0.50	1.87	6286.70	28616.40	0.15	>1
12	12	-822862.00	0.41	--	2869.18	26141.20	0.11	--
13	13	-769243.00	0.37	2.31	6190.61	29273.40	0.16	>1
14	14	-740696.00	0.35	--	2781.82	26439.00	0.11	--
15	15	-749648.00	0.36	2.37	6179.84	29311.00	0.16	>1
16	16	-731822.00	0.35	--	2772.08	26463.70	0.11	--
17	17	-560018.00	0.24	3.18	23630.40	36669.50	0.34	>1
18	18	-473582.00	0.20	--	15747.50	27724.50	0.24	--
19	19	-720140.00	0.34	--	3110.20	26522.20	0.12	--
20	20	-781779.00	0.38	--	53.14	26282.40	0.09	--

Palo n. 457

Tipo palo=Trivellato
 Rotazione testa libera
 Coefficiente di efficienza=1.00
 D_p=1.000000 <m> L_p=30.000000 <m> W_p=58904.90 <daN> D=0.00 <m>
 Colonna stratigrafica numero 1 str_01
 Verifiche in condizioni drenate

Zp <m>	τ_s <daN/cm ² >	k_s <daN/cm<	σ_h <daN/cm<	k_h <daN/cm<
0.00	1.50	0.00	19.58	0.00
4.80	1.05	12.79	10.26	122.81
30.00	1.11	85.55	33.56	821.28

QS_{lim}=1382810.00 <daN>
 q_p=313.16 <daN/cm<
 QP_{lim}=2459560.00 <daN>
 k_p=544.63 <daN/cm<

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	Sic.V	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	Sic.O
1	1	-964091.00	0.52	1.85	6293.58	28544.40	0.15	>1
2	2	-828939.00	0.41	--	2875.47	26113.90	0.11	--
3	3	-926819.00	0.49	1.92	6274.46	28735.10	0.15	>1
4	4	-812059.00	0.40	--	2857.99	26187.50	0.11	--
5	5	-793091.00	0.39	2.24	6203.59	29220.10	0.16	>1
6	6	-751496.00	0.36	--	2793.57	26407.60	0.11	--
7	7	-755819.00	0.36	2.35	6183.24	29300.20	0.16	>1
8	8	-734616.00	0.35	--	2775.15	26456.30	0.11	--
9	9	-947725.00	0.50	1.88	6285.19	28631.80	0.15	>1
10	10	-821527.00	0.41	--	2867.80	26147.20	0.11	--
11	11	-896425.00	0.46	1.98	6258.62	28873.40	0.15	>1
12	12	-798294.00	0.39	--	2843.56	26244.10	0.11	--
13	13	-823486.00	0.41	2.16	6220.02	29136.30	0.15	>1
14	14	-765261.00	0.37	--	2808.47	26363.40	0.11	--
15	15	-772186.00	0.37	2.30	6192.22	29267.30	0.16	>1
16	16	-742028.00	0.35	--	2783.28	26435.30	0.11	--

Relazione di calcolo

17	17	-810096.00	0.40	2.20	22745.60	36936.80	0.33	>1
18	18	-640301.00	0.29	--	15160.50	27809.10	0.23	--
19	19	-753482.00	0.36	--	3011.30	26429.00	0.12	--
20	20	-781777.00	0.38	--	53.14	26282.40	0.09	--

Palo n. 469

Tipo palo=Trivellato

Rotazione testa libera

Coefficiente di efficienza=1.00

Dp=1.000000 <m> Lp=30.000000 <m> Wp=58904.90 <daN> D=0.00 <m>

Colonna stratigrafica numero 1 str_01

Verifiche in condizioni drenate

Zp <m>	τ_s <daN/cm ² >	k_s <daN/cm ² >	σ_h <daN/cm ² >	k_h <daN/cm ² >
0.00	1.50	0.00	19.58	0.00
4.80	1.05	12.79	10.26	122.81
30.00	1.11	85.55	33.56	821.28

QS_{im}=1382810.00 <daN>

q_p=313.16 <daN/cm²>

QP_{im}=2459560.00 <daN>

k_p=544.63 <daN/cm²>

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	Sic.V	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	Sic.O
1	1	-797146.00	0.39	2.23	6205.79	29209.90	0.16	>1
2	2	-753333.00	0.36	--	2795.56	26401.90	0.11	--
3	3	-857452.00	0.43	2.07	6238.11	29025.80	0.15	>1
4	4	-780645.00	0.38	--	2824.89	26310.60	0.11	--
5	5	-862462.00	0.44	2.06	6240.80	29006.70	0.15	>1
6	6	-782913.00	0.38	--	2827.33	26301.90	0.11	--
7	7	-922769.00	0.48	1.93	6272.36	28754.30	0.15	>1
8	8	-810225.00	0.40	--	2856.08	26195.20	0.11	--
9	9	-749648.00	0.36	2.37	6179.84	29311.00	0.16	>1
10	10	-731822.00	0.35	--	2772.08	26463.70	0.11	--
11	11	-769243.00	0.37	2.31	6190.61	29273.40	0.16	>1
12	12	-740696.00	0.35	--	2781.82	26439.00	0.11	--
13	13	-950671.00	0.50	1.87	6286.70	28616.40	0.15	>1
14	14	-822862.00	0.41	--	2869.18	26141.20	0.11	--
15	15	-970266.00	0.52	1.83	6296.72	28510.40	0.15	>1
16	16	-831736.00	0.42	--	2878.33	26101.10	0.11	--
17	17	-1485420.00	1.02	1.20	25533.40	33353.50	0.35	>1
18	18	-1090520.00	0.62	--	17027.90	25505.70	0.24	--
19	19	-843526.00	0.42	--	3442.30	26073.30	0.12	--
20	20	-781779.00	0.38	--	53.14	26282.40	0.09	--