



REGIONE
PUGLIA



REGIONE BASILICATA

Comuni di CERIGNOLA, ASCOLI SATRIANO E MELFI
Province di Foggia e Potenza
Regioni Puglia e Basilicata

PROGETTO DEFINITIVO

Codice pratica: ACCR_WQFVVF7

Nome progetto

IMPIANTO FOTOVOLTAICO DI 33 MW IN AC
SITO IN CERIGNOLA

Titolo documento

RELAZIONE GEOTECNICA

Committente



GHELLA S.p.A.
VIA PIETRO BORSIERI, 2A - 00195 ROMA - ITALIA
TEL. 06/456031 , FAX. 06/45603040

Soggetto proponente

Virginia Energia S.r.l.

VIA PIETRO BORSIERI, 2A - 00195 ROMA - ITALIA
TEL. 06/456031 , FAX. 06/45603040

Progettato



GL Associates S.r.l.
VIA GREGORIO VII 384, 00165 - ROMA
TEL./FAX: 06-58303719
E MAIL mail.glassociates@gmail.com

N. ELABORATO DA CODIFICA ISTRUZIONI TECNICHE	ISTRUZIONI TECNICHE						TIMBRO:
	ACCR_WQFVVF7_RELAZIONEGEOTECNICA.PDF						
N. ELABORATO INTERNO ALLA COMMESSA	ATT.	COMMESSA	ORIGINE	FIN.	DISC.	PROG.	
	D	2021-001	GHA	D	C	002	RTD
PROGETTISTA DI RIFERIMENTO	PROF. ING. RODOLFO ARANED						DATA:
GRUPPO DI PROGETTAZIONE	ING. EMANUELE MARINUCCI ING. ROBERTO PANDOLFI AGR. STEFANO DI IELSI AGR. CHRISTIAN PANARELLA GED., GIUSEPPE TRICARICO ING. GIANFRANCO DI LORENZO			INGEGNERIA IDRAULICA INGEGNERIA CIVILE PAESAGGISTICA PAESAGGISTICA GEOLOGIA INGEGNERIA AMBIENTALE			SCALA:
							SETTEMBRE 2021

Rev.	Data Emissione	Descrizione revisione	Preparato	Vagliato	Approvato
0	15/09/2021	PRIMA EMISSIONE	PANDOLFI	DI LORENZO	ARANED



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/01/2022

Account Code : **C-002-RTD**

Doc. : **REL. GEOTECNICA**

Rev. : **00**

Sommario

1. PREMESSA	3
1.1 DESCRIZIONE DEL SITO, DELLE OPERE E DEGL'INTERVENTI	3
1.1.1 Descrizione delle opere	3
1.1.2 Aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici (estratto dalla Relazione Geologica)	4
1.1.3 Valutazione della pericolosità ambientale (estratto dalla Relazione Geologica)	6
1.1.4 Programma delle indagini e delle prove geotecniche	7
1.1.5 Risposta sismica locale	8
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	10
3. CARATTERIZZAZIONE FISICA E MECCANICA DEI TERRENI	11
3.1 MODELLI GEOTECNICI DEL SOTTOSUOLO	12
3.2 IDENTIFICAZIONE DEGLI STATI LIMITE E METODI DI ANALISI	14
3.2.1 Verifiche agli stati limite ultimi	14
3.2.2 Verifiche agli stati limite di esercizio	15
3.2.3 Modalità di calcolo delle resistenze di progetto	15
4. RESISTENZE DEI PALI SOGGETTI AI CARICHI ASSIALI	16
4.1 CARICHI ASSIALI – RISULTATI DELLE ANALISI	20
4.2 CONFRONTO RISULTATI - PRESTAZIONI ATTESE	20
5. RESISTENZE DEI PALI SOGGETTI AI CARICHI TRASVERSALI	21
5.1 VERIFICHE PER $\alpha = 55^\circ$; $V = 15$ m/s	22
5.2 VERIFICHE PER $\alpha = 0^\circ$; $V = 27$ m/s	23
5.3 CONFRONTO RISULTATI - PRESTAZIONI ATTESE	23
6. CONCLUSIONI	24



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/01/2022

Account Code : **C-002-RTD**

Doc. : **REL. GEOTECNICA**

Rev. : **00**

1. PREMESSA

Scopo della presente relazione è la caratterizzazione e modellazione geotecnica dei terreni e delle fondazioni profonde degli inseguitori meccanici mono-assiali, nel seguito denominati trackers, appartenenti all'impianto fotovoltaico "Cerignola".

La relazione, che è nel novero dei documenti redatti per la stesura del progetto definitivo, contiene i principali risultati delle indagini e prove geotecniche e riassume i risultati delle analisi svolte per la verifica della sicurezza e la valutazione delle prestazioni nelle condizioni di esercizio del sistema elevazione-terreno. Per la sua redazione ci si è basati sullo studio geologico eseguito dal Dott. Geol. Giuseppe Tricarico e illustrato nella "Relazione geologica D2021-001-GHA-D-C-001-RTD" alla quale si rimanda per ogni maggior dettaglio sui caratteri litologici, stratigrafici, idrogeologici, geomorfologici e sismici.

1.1 DESCRIZIONE DEL SITO, DELLE OPERE E DEGL'INTERVENTI

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico denominato "Cerignola" è prevista nel comune di Cerignola (FG) in località Capacciotti nelle aree meglio identificate al NCT di Foggia al FG. 353, part. 1; 11; 43; 44; 45; 47; 48; 49; 50, per una superficie complessiva del lotto di circa 160 ha.

Il proponente è la società Virginia S.r.l., interamente di proprietà della Ghella S.p.A., operatore internazionale nel campo delle infrastrutture e da tempo attivo nel settore delle energie rinnovabili.

L'intervento proposto è finalizzato alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile in accordo con la Strategia Energetica Nazionale (SEN) e sarà costituito da 86.400 pannelli dislocati su 2880 strutture ad inseguimento solare monoassiale con asse nord/sud, ciascuna composta da 30 moduli, per una potenza nominale di ogni stringa pari a 12,5 kWp e potenza complessiva quantificata in circa 34,992 MWp.

Il campo fotovoltaico sarà installato all'interno di un'area parco avente una superficie complessiva di circa 64 Ha, necessaria per garantire anche spazi di manovra e corridoi di movimento adeguati per il transito dei mezzi addetti alla manutenzione.

1.1.1 Descrizione delle opere

I moduli fotovoltaici saranno disposti su strutture dotate di sistemi ad inseguimento solare monoassiale a rollio del tipo tracker che consentiranno la rotazione dei pannelli intorno ad un unico asse orizzontale o, nel caso di terreno di sedime declive, suborizzontale con pendenza massima di 5°. In questo modo i moduli fotovoltaici avranno sempre nell'arco della giornata la migliore esposizione ai raggi solari con un aumento della produzione energetica rispetto ad un impianto tradizionale di tipo "fisso".

La struttura portante di ogni tracker sarà costituita da una trave orizzontale o suborizzontale in acciaio a sezione scatolare, asse di rotazione del sistema, sulla quale, ortogonalmente alla stessa, saranno posizionati i supporti di fissaggio dei pannelli fotovoltaici.



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/01/2022

Account Code : **C-002-RTD**

Doc. : **REL. GEOTECNICA**

Rev. : **00**

Nell'insieme il sistema si presenterà come un "tavolato" di dimensioni pari a circa 30.21x2.275 m il quale, dipendentemente dalla pendenza del terreno in direzione N-S, presenterà un'inclinazione longitudinale variabile da 0° a ±5° e un'inclinazione trasversale variabile nell'arco della giornata tra -55° e +55° sull'orizzontale (angolo di tracking

Ciascuna struttura come sopra descritta sarà sostenuta da n. 5 pali in acciaio zincato ad asse verticale e sezione a "Ω" che saranno infissi nel terreno mediante apposita macchina battipalo o, nell'eventuale presenza di orizzonti litoidi puntuali, mediante macchina trivellatrice.

La parte fuori terra dei pali sarà di circa 1.55 m in modo di avere un franco di 0.50 m tra il terreno e il bordo dei pannelli quando posti in posizione di massimo angolo di tracking. La parte infissa sarà variabile secondo le zone da un minimo di 1.50 m a un massimo di 2.6 m.

La distanza tra le file dei trackers è pari ad un minimo di 5 metri.

1.1.2 Aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici (estratto dalla Relazione Geologica)

Nel complesso, il settore di territorio interessato dal campo fotovoltaico è ad utilizzo esclusivamente agricolo.

La località Capaciotti si colloca in corrispondenza del margine Sud-occidentale del Tavoliere delle Puglie, in sinistra idraulica del Fiume Ofanto, in un contesto morfologico tipico di un altopiano, con alture dalle forme dolci ed arrotondate, separate tra loro da valli e vallecole con corsi d'acqua a regime prevalentemente torrentizio e con versanti dalle acclività molto basse.

In particolare, tutta la parte occidentale dell'area di impronta del campo fotovoltaico, che si sviluppa lungo una fascia con direzione N-S lunga oltre 1 km, insiste quasi completamente sulla sommità sub-pianeggiante di un'altura, a quote comprese tra un massimo di 278 m slm ed un minimo di 265 m slm. Un'altra parte dell'impianto fotovoltaico si sviluppa invece lungo una fascia allungata per circa 1,5 km in direzione E-W e larga circa 250 m, in corrispondenza di un'altura che da una quota massima di 288 m slm degrada verso Est fino ad una quota minima di 232 m slm, con acclività piuttosto basse, sempre inferiori al 10% ed inclinazioni comprese tra 3°-5°, in assenza di qualsiasi evidenza di processi morfogenici di dissesto gravitativo e/o di erosione areale, potenziali o in atto.



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/01/2022

Account Code : **C-002-RTD**

Doc. : **REL. GEOTECNICA**

Rev. : **00**



Figura 1 - Stralcio da Google Earth con evidenziazione dell'area parco del campo fotovoltaico

Dal punto di vista geologico-geotecnico il terreno di sedime del campo è caratterizzato nel modo seguente:

1. una copertura superficiale costituita da un terreno di natura eluviocolluviale, in parte rimaneggiato dalle attività agricole, il quale costituisce un orizzonte pressoché continuo di spessore mediamente nell'ordine di 1,0 m, a luoghi fino ad un massimo ed 1,5 m, a grana prevalentemente limoso-argillosa, ad eccezione della parte settentrionale del campo fotovoltaico ove si osservano livelli a grana prevalentemente sabbiosa e sabbioso-limosa. La copertura superficiale presenta in generale un comportamento coesivo o misto coesivo/granulare, con consistenza moderata e certamente anche connessa alla variabilità stagionale del contenuto naturale di acqua. In sintesi, la copertura superficiale si distingue per un prevalente comportamento granulare, nella zona Nord-Occidentale dell'area di impronta del campo fotovoltaico, e per una prevalente comportamento coesivo nelle restanti zone;
2. Al di sotto della copertura superficiale di alterazione l'assetto geologico-stratigrafico vede la presenza in affioramento di depositi sedimentari continentali di origine alluvionale che, in corrispondenza del sito in esame, si rinvencono a quote comprese tra 288 e 260 m slm circa. Questi depositi sono costituiti da sabbie e sabbie limose con intercalari di orizzonti arenacei e conglomeratico-arenacei cementati. La permeabilità è medio-bassa, con valori di conducibilità idraulica mediamente nell'ordine dei 10^{-5} m/sec, pur con locali incrementi in corrispondenza degli orizzonti e lenti più grossolani;
3. Al di sotto, a quote inferiori ai 260 m slm, si rinvencono i depositi sedimentari marini costituiti da una successione di sabbie e sabbie limoso-argillose, a luoghi con intercalari arenacei. La permeabilità è bassa, con valori di conducibilità idraulica mediamente nell'ordine dei 10^{-6} m/sec, anche se locali incrementi sono possibili in corrispondenza degli orizzonti e lenti ghiaiose intercalati a più altezze stratigrafiche nella successione;
4. In ultimo, mai affiorante in corrispondenza del sito in esame e in continuità stratigrafica con i depositi sedimentari marini, si rinviene l'unità litologica delle argille azzurre plioceniche, che, per il suo elevato spessore e continuità laterale, può essere considerata come il bedrock locale.



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/01/2022

Account Code : **C-002-RTD**

Doc. : **REL. GEOTECNICA**

Rev. : **00**

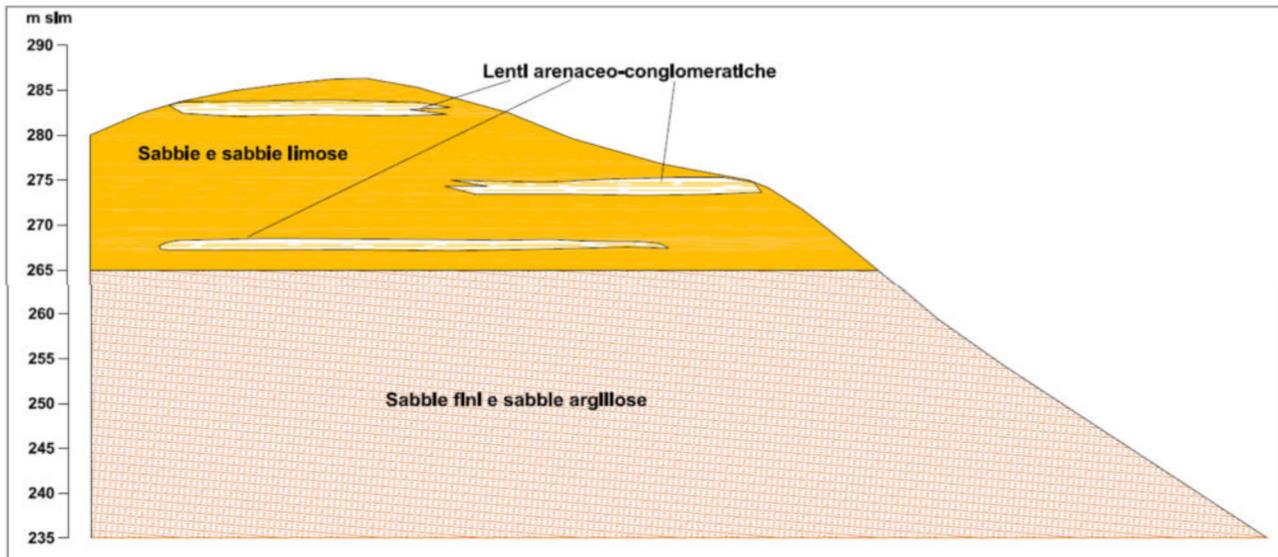


Figura 2 – Sezione geologico-stratigrafica (esagerazione della scala delle altezze)

In ragione del comportamento prevalentemente granulare e di resistenze sostanzialmente omogenee, le giaciture sopra indicate con i numeri 2 e 3 in realtà sono state inquadrate, ai fini della realizzazione dell'opera in oggetto, come un unico strato geotecnico rappresentato da una successione di terreni a grana prevalentemente sabbiosa e sabbioso-limosa, da mediamente addensati ad addensati, con frequenti e ripetute intercalazioni e lenti arenacee e/o arenaceo-conglomeratiche, da semi litoidi a litoidi di elevata resistenza.

In definitiva, l'analisi e la correlazione di tutte le prove eseguite ha consentito di individuare sostanzialmente due unità geotecniche principali, ovvero quella riferibile alla copertura superficiale di alterazione, a sua volta distinta in una a prevalente comportamento granulare nella zona Nord-Occidentale dell'area e in una a prevalente comportamento coesivo nelle restanti zone, e quella riferibile alla successione sedimentaria in posto, quest'ultima rappresentativa di entrambe le unità litologiche pleistoceniche affioranti in sito, in ragione di una risposta del tutto simile dal punto di vista delle resistenze e del comportamento geotecnico.

1.1.3 Valutazione della pericolosità ambientale (estratto dalla Relazione Geologica)

L'analisi della "Carta dei Rischi" del PAI dell'Autorità di Bacino della Regione Puglia conferma l'assoluta mancanza di condizioni di pericolosità geomorfologica ed idraulica.

Relativamente alle interferenze con la Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia, in corrispondenza dei confini nord-occidentale e centro-settentrionale dell'impianto fotovoltaico in progetto, si rilevano delle interferenze con brevi tratti di linee rappresentative di "orli di scarpata delimitanti forme semispianate" e di "ripi di erosione". Il rilevamento geologico-geomorfologico di dettaglio ha permesso di appurare che le forme geomorfologiche sopra citate, in alcuni casi oramai appena percepibili sul terreno, derivano da processi morfogenici praticamente non più attivi e non determinano alcun fattore di pericolosità e/o vulnerabilità territoriale, in relazione al progetto previsto



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/01/2022

Account Code : **C-002-RTD**

Doc. : **REL. GEOTECNICA**

Rev. : **00**

Il livello piezometrico della falda circolante nell'acquifero superficiale si attesta a profondità variabili tra un massimo nell'ordine dei 50 m, in corrispondenza delle zone più elevate dell'impianto fotovoltaico, ed un minimo nell'ordine dei 25 m, in corrispondenza delle zone più basse. Pertanto si possono escludere interferenze tra le opere in progetto e la falda acquifera, aspetto confermato in occasione dell'esecuzione delle prove penetrometriche, avvenute nel periodo compreso tra il 14 e il 16/04/2021, durante le quali non è stata mai riscontrata la presenza di acqua nel sottosuolo.

In riferimento a quanto disposto nel Capitolo 7.11.3.4 del D.M. Infrastrutture 17/01/2018, si omette la verifica a liquefazione, in considerazione di una profondità media stagionale della falda superiore ai 15 m dal piano campagna di tutto il sito di intervento.

1.1.4 Programma delle indagini e delle prove geotecniche

In accordo con il Dott. Geol. Tricarico, per la caratterizzazione geologico-sismica del sito di intervento è stata programmata ed eseguita un'indagine geognostica così articolata:

- Esecuzione di n°12 prove penetrometriche in modalità statica con penetrometro meccanico (CPT), spinte fino a profondità massima di 10 m o fino al raggiungimento del rifiuto strumentale alla penetrazione, quest'ultimo connesso a spinte superiori alle 10 t e alla mancanza di tenuta degli ancoraggi.
Le CPT sono spaziate all'interno della superficie dell'area parco in modo abbastanza regolare, con una cadenza media di circa 64 Ha : 12 CPT = 5.33 Ha/CPT, la quale corrisponde ad un ipotetico reticolo quadrato di 231 m di lato;
- Esecuzione di n°2 prospezioni sismiche con tecnica MASW, per la determinazione del profilo di velocità delle onde sismiche e la determinazione della corrispondente categoria di sottosuolo sismico di riferimento ai sensi delle NTC 2018.
Le due prove sono dislocate più o meno in corrispondenza degli spigoli Nord-Ovest e Sud-Est dell'area parco;
- Esecuzione di n°2 acquisizioni di microtremore sismico a stazione singola con tecnica dei rapporti spettrali (HVSR), per la determinazione della frequenza di risonanza del sito.
Le due prove sono dislocate vicino alle prospezioni sismiche MASW.

In merito alla disposizione e numerosità delle prove geognostiche eseguite c'è da osservare che:

- Sia le prospezioni sismiche che le acquisizioni di tremore sismico pongono dei risultati che, nel complesso, possono essere considerati ingegneristicamente analoghi e rappresentativi per tutto il sito in esame; nel senso che è possibile indicare con certezza che tutta l'area parco è in categoria "C" e ha una frequenza di risonanza caratteristica del sito compresa tra 0,37 e 0,39 Hz (vedere il punto 1.1.5). Pertanto, per quanto attiene la risposta sismica locale, il sito è pienamente caratterizzato.
- L'ipotetico reticolo a maglia quadrata di 231 m di lato ha permesso di caratterizzare la stratigrafia e le giaciture delle varie unità litologiche che sono state così compiutamente identificate e opportunamente parametrizzate. Con i risultati ottenuti sono stati dimensionati le strutture di fondazione dei trackers sia per quanto riguarda la sezione resistente dei pali che la loro lunghezza, centrando l'obiettivo della progettazione definitiva di dimostrare che le strutture di cui sopra, così come dimensionate, sono pienamente compatibili, sotto l'aspetto statico e dinamico, con le prestazioni attese.

 <p>GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma</p>	<p>Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA"</p> <p>Del 15/01/2022</p>	<p>Account Code : C-002-RTD</p> <p>Doc. : REL. GEOTECNICA</p> <p>Rev. : 00</p>
--	---	---

Le CPT hanno anche evidenziato che le due tipologie di copertura superficiale, una a prevalente comportamento granulare e una a prevalente comportamento coesivo, hanno profondità variabili che determinano forti differenze nella portanza di strutture fondali particolarmente "piccole" e "corte" come quelle in esame (vedere i punti 3 e 4.1).

Pertanto, al solo fine di ottimizzare al meglio l'impiego del materiale e le lavorazioni necessarie all'esecuzione delle fondazioni profonde, l'area è stata suddivisa in tre zone all'interno delle quali l'unità litologica superficiale si presenta, dal punto di vista della portanza dei pali, abbastanza costante e quindi i pali di fondazione possono avere uguale lunghezza (vedere la planimetria della pagina seguente).

L'esatta perimetrazione di tali zone esula dagli scopi della progettazione definitiva e sarà facilmente perseguibile in fase di progettazione esecutiva con un'indagine conoscitiva di approfondimento che, senza aggiungere nulla alla caratterizzazione già eseguita, permetterà di stabilire con esattezza i punti di passaggio da una zona all'altra.

1.1.5 Risposta sismica locale

L'area di intervento ricade in Zona Sismica 2 (media pericolosità).

Il modello sismo-stratigrafico ricostruito sulla base delle due prospezioni sismiche con tecnica MASW permette di classificare il sottosuolo in categoria "C" mentre, per quanto attiene alle caratteristiche morfologiche, la categoria di riferimento è la "T1".

Infine, per quanto riguarda la frequenza di risonanza caratteristica del sito, ci si potrà riferire ad un valore compreso nel range $0,37 \div 0,39$ Hz.



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/01/2022

Account Code : **C-002-RTD**

Doc. : **REL. GEOTECNICA**

Rev. : **00**

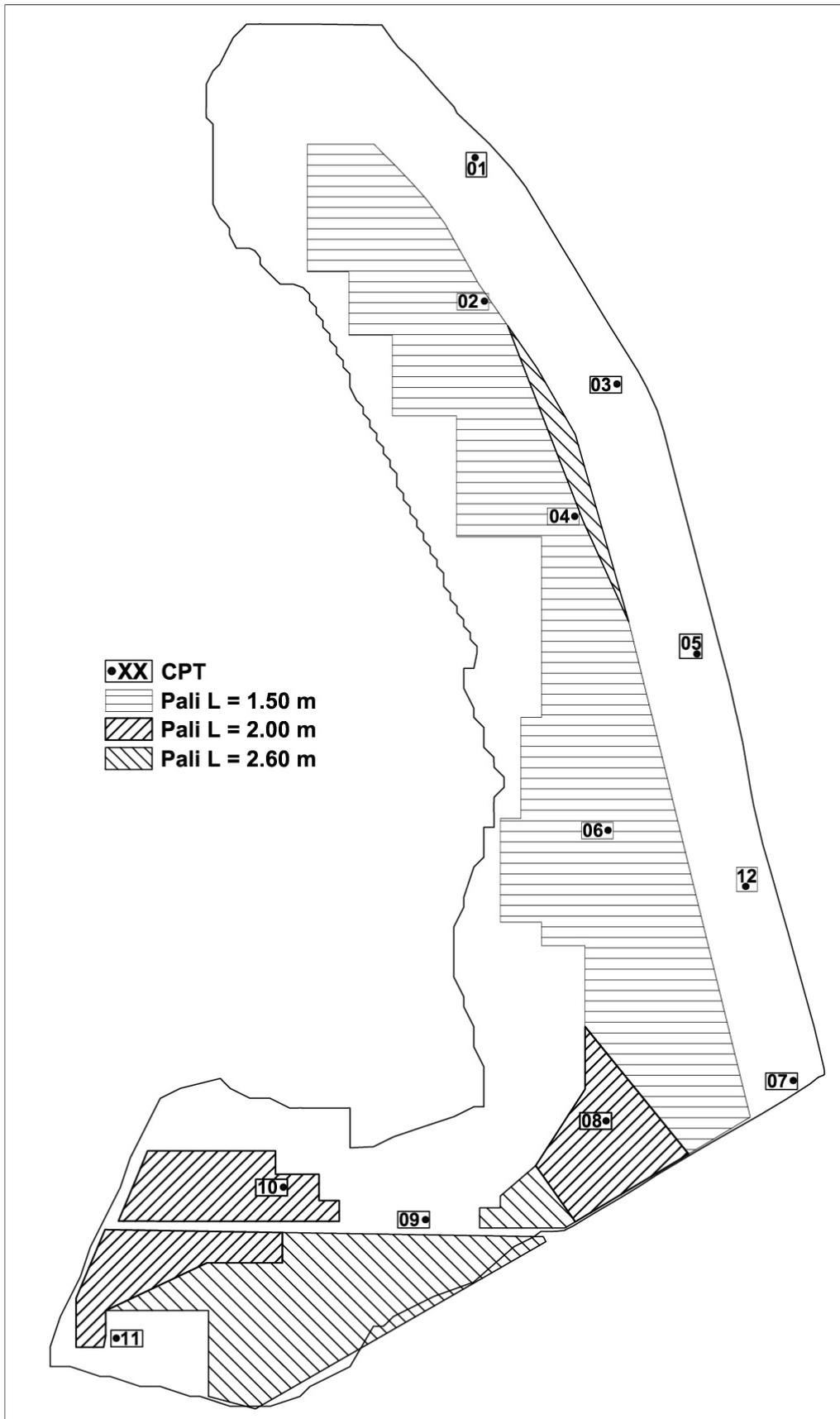


Figura 3 – Inquadramento delle prove CPT e delle opere di fondazione nell'area di progetto



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/01/2022

Account Code : **C-002-RTD**

Doc. : **REL. GEOTECNICA**

Rev. : **00**

2. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- a) DPR 6 giugno 2001, n. 380 - Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia
- b) Decreto Ministero Infrastrutture del 17 gennaio 2018 – Nuove norme tecniche per le costruzioni;
- c) Circolare 21 gennaio 2019, n. 617 – Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al Decreto Ministero Infrastrutture del 17 gennaio 2018;
- d) UNI EN 1991-1-1:2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici
- e) UNI EN 1991-1-3:2015 EUROCODICE 1 - Azioni sulle strutture Parte 1-3: Azioni in generale – Carichi da neve;
- f) UNI EN 1991-1-4:2010 EUROCODICE 1 - Azioni sulle strutture Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento;
- g) UNI EN 1993-1-1:2014 EUROCODICE 3 - Progettazione delle strutture di acciaio Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- h) UNI EN 1993-1-8:2005 EUROCODICE 3 - Progettazione delle strutture di acciaio Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.



3. CARATTERIZZAZIONE FISICA E MECCANICA DEI TERRENI

Come già detto al punto 1.1.2, l'analisi e la correlazione di tutte le prove eseguite ha consentito di individuare sostanzialmente due unità geotecniche principali: quella riferibile alla copertura superficiale di alterazione e quella sottostante riferibile alla successione sedimentaria in posto.

La copertura superficiale, a sua volta, è distinta in una a prevalente comportamento granulare, nella zona Nord-Occidentale dell'area, e in una a prevalente comportamento coesivo nelle restanti zone.

Più precisamente, con riferimento alle tav. 08 e 09 allegate alla Relazione Geologica, si ha:

strato 1A) – copertura prevalentemente limoso-argillosa di moderata consistenza

- presente in tutti i sondaggi -
nei sondaggi dal n. 1 al n. 8 e il n. 12 direttamente dal piano di campagna con potenza variabile da 0.4 m (CPT 5) a 1.8 m (CPT 6);
nei sondaggi n. 9, 10, 11 sotto lo strato 1B con potenza variabile da 0.4 m (CPT 9) a 0.8 m (CPT 10);

strato 1B) – copertura prevalentemente sabbioso-limosa, poco addensata

- presente nei sondaggi n. 9, 10, 11 (quadrante N.O.) direttamente dal piano di campagna, con potenza variabile da 0.6 m (CPT 9) a 0.8 m (CPT 10-11);

strato 2) – sabbia, sabbia limosa addensata con intercalari sottili di limi sabbioso-argillosi.

- Presenza di orizzonti arenacei e conglomeratico-arenacei cementati

Tabella 1 – Parametri geotecnici medi degli strati

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEGLI STRATI (valori medi)	γ	ϕ	E_{25}	M_o	C_u	E_{u25}	ϕ'	C'
	[Kg/m ³]	[°]	[Kg/cm ²]	[Kg/cm ²]	[Kg/cm ²]	[Kg/cm ²]	[°]	[Kg/cm ²]
Copertura sabbioso-limosa poco addensata	1.860,0	31,0	110,1	121,3				
Copertura limoso-argillosa di moderata consistenza	1.880,0			79,5	0,95	232,5	27,0	0,20
Sabbia limosa addensata con intercalari sottili di limi sabbioso-argillosi	1.980,0	34,0	254,9	288,6				

dove:

γ = peso di volume naturale;

ϕ = angolo di attrito di picco (Terreni granulari);

E_{25} = modulo di deformazione drenato al 25% di sforzo deviatorico (Terreni granulari);

E_u = modulo di deformazione non drenato (Terreni coesivi);

M_o = modulo edometrico (Terreni granulari e coesivi);

C_u = coesione non drenata

 GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma	Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA"	Account Code : C-002-RTD
	Del 15/01/2022	Doc. : REL. GEOTECNICA
		Rev. : 00

ϕ' = angolo di attrito (Resistenza a lungo termine terreni coesivi);

C' = Coesione drenata (Resistenza a lungo termine terreni coesivi).

3.1 MODELLI GEOTECNICI DEL SOTTOSUOLO

Sulla base dei risultati acquisiti dall'indagine geologico-sismica e con riferimento alla Relazione Geologica e alla tav. 09 "Sezioni geologico-tecniche" ad essa allegata, si sono individuate le seguenti stratigrafie di progetto, ottenute accorpendo e mediando le verticali indagate geotecnicamente simili tra loro.

In tali stratigrafie non compaiono gli orizzonti arenacei sparsi a diverse altezze in corrispondenza dell'unità litologica 2 perché essi sembrano presentarsi in maniera episodica, con geometria lentiforme e di limitata estensione.

STRATIGRAFIA 1: CPT 9-11	
Prof	Unità litologica
	STRATO 1 B
0,7	
	STRATO 1 B
1,2	
	STRATO 2

STRATIGRAFIA 2: CPT 3 - 5	
Prof	Unità litologica
	STRATO 1 A
0,5	
	STRATO 2



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/01/2022

Account Code : **C-002-RTD**

Doc. : **REL. GEOTECNICA**

Rev. : **00**

STRATIGRAFIA 3: CPT 10	
Prof	Unità litologica
	STRATO 1 B
0,8	
	STRATO 1 B
1,6	STRATO 2

STRATIGRAFIA 4: CPT 8	
Prof	Unità litologica
	STRATO 1 A
0,8	STRATO 2

STRATIGRAFIA 5: CPT 1-2-4-6-7-12	
Prof	Unità litologica
	STRATO 1 A
1,2	
	STRATO 2



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/01/2022

Account Code : **C-002-RTD**

Doc. : **REL. GEOTECNICA**

Rev. : **00**

3.2 IDENTIFICAZIONE DEGLI STATI LIMITE E METODI DI ANALISI

3.2.1 Verifiche agli stati limite ultimi

Approccio 2 - combinazione A1+M1+R3

Tabella 2 – Coefficienti parziali per le azioni (A1)

	g_1	g_2	q_N	q_{V1}	q_{V2}	S_{VX}	S_{VY}
	P. proprio	P. pannelli	neve	vento +	vento -	sisma X	sisma Y
SLU 01	1	0,8			1,5		
SLU 02	1	0,8	0,75		1,5		
SLU 03	1	1,5	0,75	1,5			
SLU 04	1	1,5	1,5		0,9		
SLU 05	1	1,5	1,5	0,9			
SLU 06	1,3	1,5	0,75		1,5		
SLU 07	1,3	1,5	0,75	1,5			
SLU 08	1,3	1,5	1,5		0,9		
SLU 09	1,3	1,5	1,5	0,9			
SLU 10	1	1	0,2			1	0,3
SLU 11	1	1	0,2			0,3	1

Tabella 3 – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (M1)

tangente dell'angolo di resistenza a taglio	$tg \varphi'_k$	$Y_{\varphi'}$	1
coesione efficace	C'_k	$Y_{C'}$	1
Resistenza non drenata	C_{UK}	Y_{CU}	1
Peso dell'unità di volume	Y	Y_Y	1

Tabella 4 – Coefficienti parziali per le resistenze caratteristiche (R3)

resistenza a carico verticale		
laterale in compressione:	Y_S	1,15
laterale in trazione:	Y_{St}	1,25
resistenza ai carichi trasversali:	Y_T	1,3
fattori di correlazione:	ξ_3	1,4
verticali di indagine = 12>10	ξ_4	1,21



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/01/2022

Account Code : **C-002-RTD**

Doc. : **REL. GEOTECNICA**

Rev. : **00**

3.2.2 Verifiche agli stati limite di esercizio

Tabella 5 – Coefficienti parziali per le azioni agli SLE

	g₁	g₂	q_N	q_{V1}	q_{V2}	S_{DX}	S_{DY}
	p. proprio+	P. pannelli	neve	vento +	vento -	sisma X	sisma Y
SLE 01	1	1	1		0,6		
SLE 02	1	1	1	0,6			
SLE 03	1	1	0,5		1		
SLE 04	1	1	0,5	1			
SLE 05	1	1	1		0,2		
SLE 06	1	1	1	0,2			
SLE 07	1	1	0,2		1		
SLE 08	1	1	0,2	1			
SLE 09	1	1	0,2			1	0,3
SLE 10	1	1	0,2			0,3	1

3.2.3 Modalità di calcolo delle resistenze di progetto

Per quanto riguarda la portanza alle azioni verticali dei pali infissi, è stata trascurata, a favore di sicurezza la resistenza alla punta ed è stato considerato solamente il contributo della resistenza laterale.

Per quanto riguarda, invece, la resistenza alle azioni taglianti, è stata adottata la teoria di Broms; ciascun palo è stato considerato a sezione circolare di diametro pari alla dimensione minore sulla quale agisce l'azione orizzontale, pertanto:

$$\varnothing = 16.5 \text{ cm}$$



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/01/2022

Account Code : **C-002-RTD**

Doc. : **REL. GEOTECNICA**

Rev. : **00**

4. RESISTENZE DEI PALI SOGGETTI AI CARICHI ASSIALI

Perimetro palo [cm]	p =	98,4
Lato palo [cm]	d =	16,5
Area alla punta [cm ²]	Ω =	178,3

Tabella 6 – Calcolo delle resistenze di progetto per la stratigrafia 1

STRATIGRAFIA 1: CPT 9-11					
Lunghezza palo	L =	260,0	[cm]		
RESISTENZA LATERALE					
Terreni incoerenti poco addensati					
<i>profondità strato superiore</i>	$h_1 =$	-	[cm]		
<i>profondità fine strato incoerente</i>	$h_2 =$	60,0	[cm]		
<i>peso strato superiore</i>	$\gamma_1 =$		[Kg/cm ³]		
<i>peso strato incoerente</i>	$\gamma_2 =$	0,00186	[Kg/cm ³]		
	K =	0,7			
	$\text{tg}\delta =$	0,36			
	$Q_{sp,1} =$	83,0	[kg]	83,0	
Terreni coesivi in condizioni non drenate					
<i>potenza strato</i>	L =	50,0	[cm]		
<i>coesione non drenata</i>	$C_u =$	0,95	[Kg/cm ²]		
<i>coefficiente di aderenza</i>	$\alpha =$	0,5			
	$Q_{sa,2} =$	2.340,4	[kg]	2.340,4	
Terreni incoerenti addensati					
<i>profondità strato superiore</i>	$h_1 =$	110,0	[cm]		
<i>profondità fine strato incoerente</i>	$h_2 =$	260,0	[cm]		
<i>peso strato superiore</i>	$\gamma_1 =$	0,00186	[Kg/cm ³]		
<i>peso strato incoerente</i>	$\gamma_2 =$	0,00198	[Kg/cm ³]		
	K =	1,0			
	$\text{tg}\delta =$	0,36			
	$Q_{sp,3} =$	1.896,9	[kg]	1.896,9	
				4.320,4	
Resistenza caratteristica	$R_k =$			3.086,2	
Resistenza di progetto	$R_{c,d} =$	compressione		2.683,5	[kg]
	$R_{t,d} =$	trazione		2.468,8	[kg]



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/01/2022

Account Code : **C-002-RTD**

Doc. : **REL. GEOTECNICA**

Rev. : **00**

Tabella 7 – Calcolo delle resistenze di progetto per la stratigrafia 2

STRATIGRAFIA 2: CPT 3 - 5				
Lunghezza palo	L =	260,0	[cm]	
RESISTENZA LATERALE				
Terreni coesivi in condizioni non drenate				
<i>potenza strato</i>	L =	50,0	[cm]	
<i>coesione non drenata</i>	C_U =	0,95	[Kg/cm ²]	
<i>coefficiente di aderenza</i>	α =	0,5		
	$Q_{S\alpha,2}$ =	2.340,4	[kg]	2.340,4
Terreni incoerenti addensati				
<i>profondità strato superiore</i>	h_1 =	50,0	[cm]	
<i>profondità fine strato incoerente</i>	h_2 =	260,0	[cm]	
<i>peso strato superiore</i>	Y_1 =	0,00188	[Kg/cm ³]	
<i>peso strato incoerente</i>	Y_2 =	0,00198	[Kg/cm ³]	
	K =	1,0		
	$tg\delta$ =	0,36		
	$Q_{S\beta,3}$ =	2.270,6	[kg]	2.270,6
				4.611,1
Resistenza caratteristica	R_K =			3.293,6
Resistenza di progetto	$R_{C,d}$ =	compressione		2.864,0 [kg]
	$R_{t,d}$ =	trazione		2.634,9 [kg]



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/01/2022

Account Code : **C-002-RTD**

Doc. : **REL. GEOTECNICA**

Rev. : **00**

Tabella 8 – Calcolo delle resistenze di progetto per la stratigrafia 3

STRATIGRAFIA 3: CPT 10				
Lunghezza palo	L =	200,0	[cm]	
RESISTENZA LATERALE				
Terreni incoerenti poco addensati				
<i>profondità strato superiore</i>	$h_1 =$	-	[cm]	
<i>profondità fine strato incoerente</i>	$h_2 =$	80,0	[cm]	
<i>peso strato superiore</i>	$\gamma_1 =$		[Kg/cm ³]	
<i>peso strato incoerente</i>	$\gamma_2 =$	0,00186	[Kg/cm ³]	
	K =	0,7		
	tg $\delta =$	0,36		
	$Q_{SB,1} =$	147,6	[kg]	147,6
Terreni coesivi in condizioni non drenate				
<i>potenza strato</i>	L =	80,0	[cm]	
<i>coesione non drenata</i>	$C_U =$	0,95	[Kg/cm ²]	
<i>coefficiente di aderenza</i>	$\alpha =$	0,5		
	$Q_{S\alpha,2} =$	3.744,7	[kg]	3.744,7
Terreni incoerenti addensati				
<i>profondità strato superiore</i>	$h_1 =$	160,0	[cm]	
<i>profondità fine strato incoerente</i>	$h_2 =$	200,0	[cm]	
<i>peso strato superiore</i>	$\gamma_1 =$	0,00186	[Kg/cm ³]	
<i>peso strato incoerente</i>	$\gamma_2 =$	0,00198	[Kg/cm ³]	
	K =	1,0		
	tg $\delta =$	0,36		
	$Q_{SB,3} =$	483,1	[kg]	483,1
				4.375,4
Resistenza caratteristica	$R_K =$			3.125,3
Resistenza di progetto	$R_{C,d} =$	compressione		2.717,6 [kg]
	$R_{t,d} =$	trazione		2.500,2 [kg]



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/01/2022

Account Code : **C-002-RTD**

Doc. : **REL. GEOTECNICA**

Rev. : **00**

Tabella 9 – Calcolo delle resistenze di progetto per la stratigrafia 4

STRATIGRAFIA 4: CPT 8				
Lunghezza palo	L =	200,0	[cm]	
RESISTENZA LATERALE				
Terreni coesivi in condizioni non drenate				
<i>potenza strato</i>	L =	80,0	[cm]	
<i>coesione non drenata</i>	$C_U =$	0,95	[Kg/cm ²]	
<i>coefficiente di aderenza</i>	$\alpha =$	0,5		
	$Q_{S\alpha,2} =$	3.744,7	[kg]	3.744,7
Terreni incoerenti addensati				
<i>profondità strato superiore</i>	$h_1 =$	80,0	[cm]	
<i>profondità fine strato incoerente</i>	$h_2 =$	200,0	[cm]	
<i>peso strato superiore</i>	$Y_1 =$	0,00188	[Kg/cm ³]	
<i>peso strato incoerente</i>	$Y_2 =$	0,00198	[Kg/cm ³]	
	K =	1,0		
	$tg\delta =$	0,36		
	$Q_{S\beta,3} =$	1.157,0	[kg]	1.157,0
				4.901,7
Resistenza caratteristica	$R_K =$			3.501,2
Resistenza di progetto	$R_{c,d}$ = compressione			3.044,5 [kg]
	$R_{t,d}$ = trazione			2.801,0 [kg]

Tabella 10 – Calcolo delle resistenze di progetto per la stratigrafia 5

STRATIGRAFIA 5: CPT 1 -2 - 4 - 6 - 7 - 12				
Lunghezza palo	L =	150,0	[cm]	
RESISTENZA LATERALE				
Terreni coesivi in condizioni non drenate				
<i>potenza strato</i>	L =	120,0	[cm]	
<i>coesione non drenata</i>	$C_U =$	0,95	[Kg/cm ²]	
<i>coefficiente di aderenza</i>	$\alpha =$	0,5		
	$Q_{S\alpha,2} =$	5.617,1	[kg]	5.617,1
Terreni incoerenti addensati				
<i>profondità strato superiore</i>	$h_1 =$	120,0	[cm]	
<i>profondità fine strato incoerente</i>	$h_2 =$	150,0	[cm]	
<i>peso strato superiore</i>	$Y_1 =$	0,00188	[Kg/cm ³]	
<i>peso strato incoerente</i>	$Y_2 =$	0,00198	[Kg/cm ³]	
	K =	1,0		
	$tg\delta =$	0,36		
	$Q_{S\beta,3} =$	274,3	[kg]	274,3
				5.891,4
Resistenza caratteristica	$R_K =$			4.208,1
Resistenza di progetto	$R_{c,d}$ = compressione			3.659,2 [kg]
	$R_{t,d}$ = trazione			3.366,5 [kg]



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/01/2022

Account Code : **C-002-RTD**

Doc. : **REL. GEOTECNICA**

Rev. : **00**

4.1 CARICHI ASSIALI – RISULTATI DELLE ANALISI

Resistenza di progetto	STRATIGRAFIA 1	STRATIGRAFIA 2	STRATIGRAFIA 3	STRATIGRAFIA 4	STRATIGRAFIA 5
	CPT 9-11	CPT 3 - 5	CPT 10	CPT 8	CPT 1-2-4-6-7- 12
compressione	2.683,5	2.864,0	2.717,6	3.044,5	3.659,2
trazione	2.468,8	2.634,9	2.500,2	2.801,0	3.366,5
Lunghezza palo	260,0	260,0	200,0	200,0	150,0

4.2 CONFRONTO RISULTATI - PRESTAZIONI ATTESE

Nella tabella seguente sono riportate le combinazioni di carico per le quali si hanno i carichi assiali più grandi, in essa il segno – indica compressione e il segno + trazione.

Tabella 11 – Combinazioni di carico assiale più gravose

Comb.	Disposizione	V _v	H _{v,x}	H _{v,y}
SLU 01	tracket inclinato	655,1	82,0	- 7,2
	tracket orizzontale	658,7	-	-
SLU 07	tracket inclinato	-1828,6	-32,8	2,9
	tracket orizzontale	-1830,1	-	-
SLU 09	tracket inclinato	- 2.678,2	- 19,7	1,7
	tracket orizzontale	- 2.679,1	-	-
SLU 01	tracket inclinato	243,6	765,9	- 67,0
	tracket orizzontale	249,9	764,5	-
SLU 07	tracket inclinato	- 921,0	- 540,1	47,3
	tracket orizzontale	- 925,4	- 539,2	-
SLU 09	tracket inclinato	- 867,4	- 324,1	28,4
	tracket orizzontale	- 870,0	- 323,5	-

Dal confronto con la tabella del punto 4.1 si ricava che il valore di progetto delle azioni è sempre inferiore al valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico:

$$E_d < R_d \text{ SEMPRE}$$



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/01/2022

Account Code : **C-002-RTD**

Doc. : **REL. GEOTECNICA**

Rev. : **00**

5. RESISTENZE DEI PALI SOGGETTI AI CARICHI TRASVERSALI

Tabella 12 – Caratteristiche tecniche di resistenza del palo

Acciaio S235	$f_{yk} =$	2.350,0	[kg/cm ²]
coefficiente di sicurezza	$\gamma_{M0} =$	1,05	
Moduli di resistenza a flessione	$W_z =$	101,6	[cm ³]
	$W_{pl,z} =$	134,2	[cm ³]
Momento resistente elastico	$M_{el,z} =$	227.390,5	[kg*cm]
Momento resistente plastico	$M_{pl,z} =$	300.352,4	[kg*cm]

Comb.	Disposizione		H_{TOT}	θ	M_{TOT}	θ	e	e/d	
SLU 01	tracker inclinato	$\alpha=0^\circ$ V=27 m/s	82,3	- 5,00	653,0	3,41	1,40	8,48	
	tracker orizzontale		-	-	651,8	-	-	-	
SLU 07	tracker inclinato		32,9	- 5,00	261,0	2,55	1,40	8,48	
	tracker orizzontale		-	-	260,7	-	-	-	
SLU 09	tracker inclinato		19,8	- 5,00	156,7	2,52	1,40	8,48	
	tracker orizzontale		-	-	156,5	-	-	-	
SLU 01	tracker inclinato		$\alpha=55^\circ$ V=15 m/s	768,9	- 5,00	1.622,2	8,79	1,40	8,48
	tracker orizzontale			764,5	-	1.603,1	-	1,40	8,48
SLU 07	tracker inclinato	542,2		- 5,00	1.138,6	6,90	1,40	8,48	
	tracker orizzontale	539,2		-	1.130,4	-	1,40	8,48	



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/01/2022

Account Code : **C-002-RTD**

Doc. : **REL. GEOTECNICA**

Rev. : **00**

5.1 VERIFICHE PER $\alpha = 55^\circ$; $V = 15$ m/s

STRATIGRAFIA 1					
L =	Lunghezza palo	260,0	[cm]		
d =	Lato palo	16,5	[cm]		
L/d =		15,8			
	Palo corto				
$K_p =$	(Cop. sabbioso-limosa poco addensata)	3,12			
$H_R =$	forza orizzontale limite	2.106,4	[kg]		
$H_{R,calc} =$	forza orizzontale limite di calcolo	1.157,4	[kg]		
	$H_{R,calc} > H_{TOT}$	SI	VERIFICATO	$\eta =$	1,51
f =		89,7	[cm]		
$M_{R,calc} =$		231.206,6			
	$M_{R,calc} < M_{pl,Z}$	SI	VERIFICATO-PALO CORTO		

STRATIGRAFIA 5					
L =	Lunghezza palo	150,0	[cm]		
d =	Lato palo	16,5	[cm]		
L/d =		9,1			
	Palo corto				
$H_R =$	forza orizzontale limite	2.392,4	[kg]		
$H_{R,calc} =$	forza orizzontale limite di calcolo	1.314,5	[kg]	$\eta =$	1,71
	$H_{R,calc} > H_{TOT}$	SI	VERIFICATO		
f =		9,3	[cm]		
$M_{R,calc} =$		227.692,4			
	$M_{R,calc} < M_{pl,Z}$	SI	VERIFICATO-PALO CORTO		



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/01/2022

Account Code : **C-002-RTD**

Doc. : **REL. GEOTECNICA**

Rev. : **00**

5.2 VERIFICHE PER $\alpha = 0^\circ$; $V = 27$ m/s

STRATIGRAFIA 1			
L =	Lunghezza palo	260,0	[cm]
d =	Lato palo	16,5	[cm]
L/d =		15,8	
	Palo corto		
K_p =	(Cop. sabbioso-limosa poco addensata)	3,12	
H_R =	forza orizzontale limite	2.106,4	[kg]
$H_{R,calc}$ =	forza orizzontale limite di calcolo	1.157,4	[kg]
	$H_{R,calc} > H_{TOT}$	SI	VERIFICATO
f =		89,7	[cm]
$M_{R,calc}$ =		231.206,6	
	$M_{R,calc} < M_{pl,Z}$	SI	VERIFICATO-PALO CORTO

STRATIGRAFIA 5			
L =	Lunghezza palo	150,0	[cm]
d =	Lato palo	16,5	[cm]
L/d =		9,1	
	Palo corto		
H_R =	forza orizzontale limite	2.392,4	[kg]
$H_{R,calc}$ =	forza orizzontale limite di calcolo	1.314,5	[kg]
	$H_{R,calc} > H_{TOT}$	SI	VERIFICATO
f =		9,3	[cm]
$M_{R,calc}$ =		227.692,4	
	$M_{R,calc} < M_{pl,Z}$	SI	VERIFICATO-PALO CORTO

5.3 CONFRONTO RISULTATI - PRESTAZIONI ATTESE

Dal confronto con la tabella del punto 5 si ricava che il valore di progetto delle azioni è sempre inferiore al valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico:

$$E_d < R_d \text{ SEMPRE}$$



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/01/2022

Account Code : **C-002-RTD**

Doc. : **REL. GEOTECNICA**

Rev. : **00**

6. CONCLUSIONI

Da quanto emerso dalle esplorazioni, dai sondaggi effettuati e dalle risultanze analitiche si può affermare quanto segue:

- Nell'area interessata dall'intervento non sono presenti condizioni di pericolosità geomorfologica ed idraulica;
- Analogamente, vecchi processi morfogenici presenti in corrispondenza dei confini nord-occidentale e centro-settentrionale dell'impianto fotovoltaico sono praticamente non più attivi e non determinano alcun fattore di pericolosità e/o vulnerabilità territoriale;
- Non vi sono interferenze tra le opere in progetto e la falda acquifera;
- Non sussistono pericoli di liquefazione del terreno;
- gli interventi progettati non comportano alterazioni alla stabilità dei pendii né rilevanti modificazioni delle sollecitazioni a cui è sottoposto il terreno.

Appare pertanto appropriata la scelta progettuale di fondazioni profonde costituite, per ciascun tracker, da n. 5 pali in acciaio zincato ad asse verticale e sezione a "Ω" che saranno infissi nel terreno mediante apposita macchina battipalo o, nell'eventuale presenza di orizzonti litoidi puntuali, mediante macchina trivellatrice.

Tali fondazioni sono pienamente compatibili, sotto l'aspetto statico e dinamico, con le prestazioni attese senza l'impiego di ulteriori strutture fondali impattanti sull'ambiente quali opere in calcestruzzo armato.