

COMUNE DI ASCOLI SATRIANO
Provincia di Foggia
Regione Puglia

Nome Progetto / Project Name

*Impianto Agrovoltaiico in sinergia fra valorizzazione agricolo-zootecnica ed energetica
nel comune di Ascoli Satriano di Potenza DC 60,152 MW ed AC 59,995 MW
Denominazione progetto "SALVETERE".*

committente

Solar Century FVGC 3 s.r.l.
Via Caradosso, 9 - 20123 - Milano (MI)
PEC: sc-fvgc3@pec.it



del gruppo Statkraft

Titolo documento / Document title

WHXFHS4_R_015
IE_292_PD_RS_002

Sottotitolo documento / Document subtitle

Serie Relazioni specialistiche
Relazione geotecnica
e di calcolo delle fondazioni

N.	Data Revisione	Descrizione revisione	Preparato	Vagliato	Approvato
02	11/2022	variante agrovoltaiico	Ingenium Engineering srl	Ingenium Engineering	R.L.
01	07/2022	modifica SSE	Ingenium Engineering srl	Ingenium Engineering	R.L.
00	12/2020	prima emissione	Ingenium Engineering srl	Ingenium Engineering	R.L.

Consulenza / Advice



Consulenza / Advice



INGENIUM ENGINEERING SRL

Via Maitani, 3 - 05018 Orvieto (TR)
tel. 0763.530340 fax 0763.530344
e mail: info@ingenium-engineering.com
pec: info@pec.ingenium-engineering.com
www.ingenium-engineering.com

Azienda con sistema di gestione qualità ISO 9001:2015
certificato da Bureau Veritas Italia SpA
cert. n° IT306096

Progettista / Planner

Ing. Massimiliano Cecconi
SUNNERG DEVELOPMENT s.r.l.
Via San Pietro all'Orto, 10 - 20121 (MI)
P.IVA 11085630967
PEC sunnergdevelopment@legalmail.it

Documento Numero

Commessa	Origine	Tipo documento	N. Progressivo	Revisione	Fase di progetto

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRI-VOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT IN LOCALITÀ SALVETERE NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO DELLA POTENZA NOMINALE DI PICCO IN DC PARI A 60,152 MWp (POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 59,995 MWac) denominato "Salvetere"

Progetto Definitivo

1 PREMESSA

La società **SOLARCENTURY**, facente parte del gruppo **STATKRAFT**, intende realizzare un impianto agri-voltaico della potenza massima di immissione in rete pari a 59,995 MWac, con pannelli posizionati su strutture ad orientamento variabile infisse a terra in Località "Salvetere" nel Comune di Ascoli Satriano (FG) in una zona "E" produttiva di tipo agricolo.

La presente relazione, redatta per gli adempimenti relativi al **Provvedimento autorizzatorio unico regionale** ai sensi dell'art. 27 bis del D.Lgs 152 2006 e s.m.i., si riferisce alle modalità di messa in opera delle cabine di trasformazione, delle strutture porta moduli, dei supporti delle apparecchiature elettromeccaniche, previste nell'ambito della realizzazione di una centrale fotovoltaica e delle relative opere ed infrastrutture connesse.

1.1 Generalità del richiedente

Committente:	SOLARCENTURY
Sede legale e amministrativa	Londra, 90 Union Street

2. CARATTERISTICHE DELL'OPERA

L'impianto fotovoltaico da realizzare è costituito complessivamente da N° 113.496 moduli in silicio policristallino da 530Wp ciascuno per una potenza di picco lato corrente continua pari a 60.152,88 kWp (potenza DC). Esso sarà connesso in parallelo alla RTN in alta tensione presso la SE di smistamento denominata "Camerelle".

I moduli fotovoltaici sono fissati per mezzo di appositi morsetti su 1.729 inseguitori solari (tracker) mono assiali con differenti configurazioni: 2x12 moduli, 2x24 moduli, 2x36 moduli, così da poter ospitare rispettivamente una, due o tre stringhe per un totale di 266 stringhe. Ogni stringa è dotata di un gruppo di conversione dell'energia elettrica (inverter di stringa) installato sui pali esposti verso le strade interne all'impianto.

All'interno del campo sono posizionate inoltre:

- 19 cabine di trasformazione, distribuite nelle diverse aree su cui insiste l'impianto ed aventi al loro interno quadri di Bassa Tensione (BT), scomparti di Media Tensione (MT), trasformatore MT/BT, UPS, trasformatore servizi ausiliari, sistema di trasmissione dati;
- 1 cabina di distribuzione, alla quale afferiranno le linee di MT in arrivo dalle cabine di trasformazione;
- 1 cabina di consegna impianto, che collegherà la cabina di distribuzione alla SE di smistamento;
- 1 cabina monitoraggio e controllo (control room).

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRI-VOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT IN LOCALITÀ SALVETERE NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO DELLA POTENZA NOMINALE DI PICCO IN DC PARI A 60,152 MWp (POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 59,995 MWac) denominato "Salvetere"

Progetto Definitivo

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M. Min. LL.PP. 11 Marzo 1988 - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- Circolare Min. LL.PP. 24 Settembre 1988 n° 30483 - L. 2.2.1974, n. 64 - art. 1 D.M. 11.3.1988 - Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- Circolare Min. LL.PP. 9 Gennaio 1996, n° 218/24/3 - L. 2.2.1974, n. 64. D.M. Min. LL.PP 11.3.1988. Istruzioni applicative per la redazione della relazione Geologica e della relazione Geotecnica.
- A.G.I. – Associazione Geotecnica Italiana – Raccomandazioni sui pali di fondazione – Dicembre 1984.
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20/05/2003 n°3274 - Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- DM 17 gennaio 2018 – Testo unico sulle costruzioni – Aggiornamento delle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le caratteristiche stratigrafiche dell'area e le caratterizzazioni geotecniche del volume significativo dei terreni interessati dall'intervento sono desunte dalle indagini svolte sull'area e dalla documentazione prodotta dallo Studio Associato di Geologia e Progettazione GEOSYSTEM in data Ottobre 2020.

Da un punto di vista geologico l'area si colloca al margine settentrionale del Tavoliere delle Puglie.

L'origine del Tavoliere è con ogni probabilità dovuta all'emersione dall'acqua del fondale marino. Nei più remoti periodi geologici, infatti, tanto il Gargano che i rilievi subappenninici erano gruppi insulari.

Successivamente il fondo marino emerse e i gruppi si saldarono tra di loro, attraverso il bassopiano che era spuntato dall'acqua.

La zona di interesse del parco fotovoltaico in progetto risulta costituita da depositi alluvionali limoso-sabbiosi recenti e dai depositi attuali del Torrente Candelaro, in comunicazione con le falde detritiche della scarpata garganica.

Come si evince dalla Carta Geologica (Carta Geologica PUG Comune di Ascoli Satriano – Fig. 1), l'area di inserimento dell'impianto di progetto interessa nella totalità i depositi conglomeratici di età pleistocenica appartenenti alla parte alta del Supersistema del Tavoliere delle Puglie, aventi spessori medi variabili dai 10 ai 25 m e poggianti con contatto discordante sulle argille di base (ASP), queste ultime appartenenti alla parte alta dell'Unità di Avanfossa Bradanica, non affioranti nelle vicinanze dei siti interessati dall'impianto.

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRI-VOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT IN LOCALITÀ SALVETERE NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO DELLA POTENZA NOMINALE DI PICCO IN DC PARI A 60,152 MWp (POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 59,995 MWac) denominato "Salvetera"

Progetto Definitivo

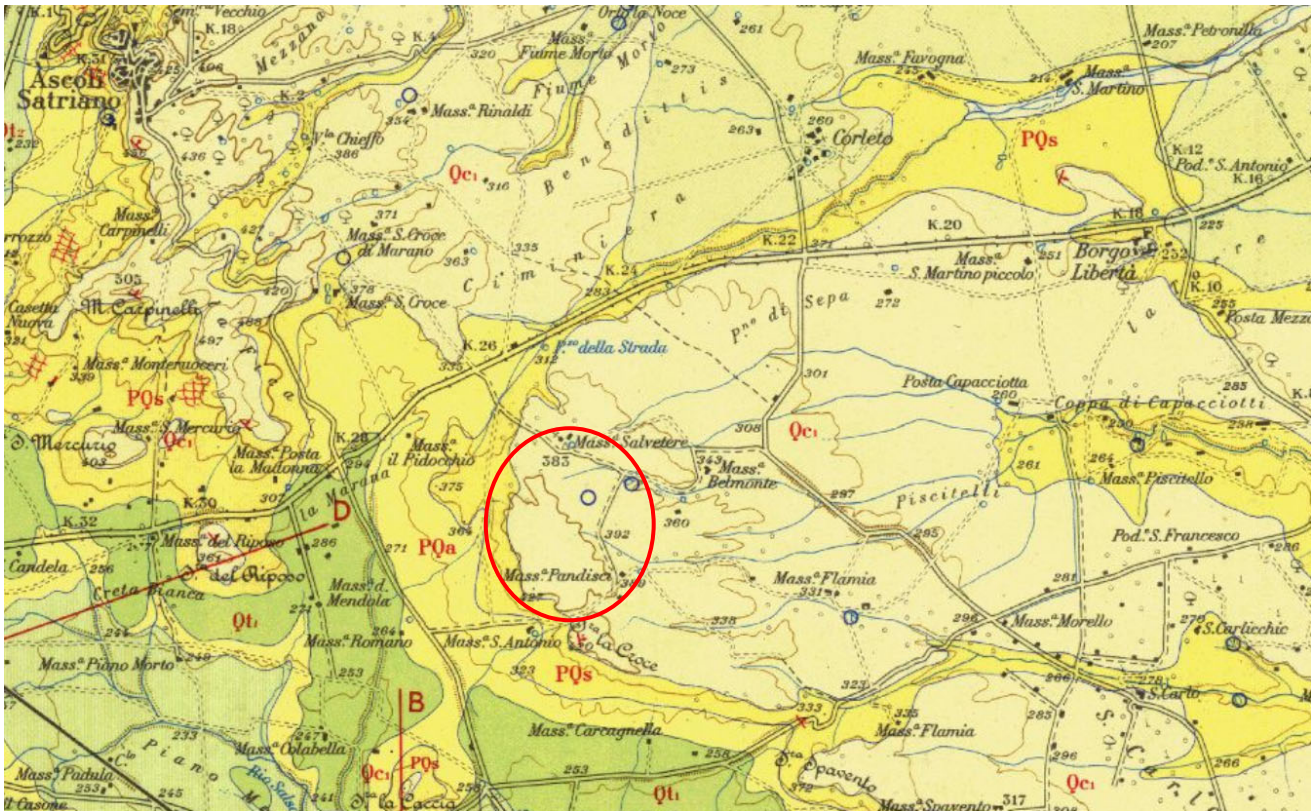


Figura 1 – Carta geologica d'Italia Foglio 175 Cerignola

Dal punto di vista geostrutturale questo settore si trova lungo il margine che separa il dominio dell'Avanfossa adriatica con il dominio Appenninico (Fig.2).



Figura 2 - Schema geologico-strutturale - Bruno G. ed altri, 2006

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT IN LOCALITÀ SALVETERE NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO DELLA POTENZA NOMINALE DI PICCO IN DC PARI A 60,152 MWp (POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 59,995 MWac) denominato "Salvetere"

Progetto Definitivo

Dal punto di vista geomorfologico, le aree di impostazione dei pannelli fotovoltaici si collocano nell'ambito di due zone diverse, la prima in zona pianeggiante, la seconda in una zona avente una morfologia collinare, con pendenze dell'ordine del 10 %, esente da movimenti gravitativi.

Non si rilevano fenomeni di sheet erosion e rill erosion.

Dal punto di vista idrogeologico la zona in cui si imposta l'impianto in progetto è caratterizzata dai depositi che costituiscono la parte settentrionale dell'acquifero superficiale del Tavoliere delle Puglie, permeabilità primaria variabile a seconda delle facies in affioramento.

Si ritrovano infatti, al di sotto di uno spessore limitato di terreno pedogenizzato, materiali a prevalente composizione sabbioso-ghiaiosa generalmente in lenti di potenza ridotta che comunque garantiscono una medio alta permeabilità al terreno (circa $k \sim 10^{-4}$ - 10^{-5} m/s).

Come è possibile dedurre dalla Relazione Geologica, di rilievi effettuati e dall'analisi della letteratura esistente è presumibile la presenza di circuitazioni in connessione con il reticolo idrografico superficiale, con soggiacenze medie intorno ai 15 m.

Riguardo i rischi geomorfologici e sismici si evidenzia quanto segue:

Frane: l'area sud è mediamente inclinata ed esente dal rischio di frana.

Parte dell'area nord ricade in zona a pericolosità geomorfologica bassa PG1 (P.A.I. – Piano di Assetto Idrogeologico).

Tuttavia, dai rilievi effettuati, trattandosi di una zona pianeggiante si possono escludere rischi alle strutture prodotti da movimenti gravitativi.

Erosione: la blanda morfologia e la distanza da corsi d'acqua significativi consentono di escludere rischi di erosione.

Circa il potenziale rischio idraulico si evidenzia quanto segue:

L'area in questione, come anche evidenziato nella carta del P.A.I., non interferisce con nessuna fascia fluviale soggetta al rischio di inondazione.

Si rimanda per i temi sopra esposti in modo sintetico alla Relazione Geologica.

L'intervento in progetto per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico, su una vasta area, prevede l'infissione mediante battipalo di strutture in acciaio a sostegno dei pannelli e alcune platee di dimensioni limitate a servizio delle cabine elettriche prefabbricate, strutture dunque, di limitato carico.

Tuttavia, data l'ampiezza delle aree interessate si è cercato di distribuire arealmente le indagini, effettuando n. 8 prove penetrometriche e n. 3 stendimenti sismici MASW e a rifrazione, oltre alla verifica delle frequenze fondamentali di sito.

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRI-VOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT IN LOCALITÀ SALVETERE NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO DELLA POTENZA NOMINALE DI PICCO IN DC PARI A 60,152 MWp (POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 59,995 MWac) denominato "Salvetere"

Progetto Definitivo

Le indagini effettuate hanno dato risultati concordanti ed omogenee su tutta l'area, e mostrano con chiarezza la stratigrafia del materiale di sedime, oltre ad una buona corrispondenza tra indagini dirette e indirette.

Dalle indagini è stato possibile ricostruire per il sito di interesse la seguente situazione litostratigrafia:

1. **Coltre superficiale** costituita da terreno vegetale per lo **spessore** di circa **1 m**;
2. **Conglomerati a medio altro grado di addensamento**, posti al di sotto della coltre superficiale, con profondità variabili nelle diverse zone ma una buona omogeneità sull'area di intervento.

Dal punto di vista geomeccanico, sulla scorta delle prove geotecniche effettuate e dei dati di laboratorio, ai diversi litotipi è stato possibile attribuire i seguenti parametri geotecnici di cui si restituisce il valore così come da certificati di laboratorio.

Per l'analisi della costituzione del sottosuolo, come previsto dal D.M. 17/01/2018, si fa riferimento a quanto appurato in fase di rilievo geologico generale e dai risultati delle indagini eseguite, oltre che con dati derivanti da pregressi studi effettuati su terreni simili in aree limitrofe.

I complessi riscontrati si definiscono come conglomerati poligenici addensati, e si caratterizzano per una buona omogeneità nell'intera area; le profondità indicate nel presente modello fanno riferimento alla zona della sottostazione elettrica. Per il dettaglio di tutte le profondità dei complessi nelle varie zone si veda la planimetria ubicazione indagini, e le stratigrafie di dettaglio.

Per il calcolo dei parametri geotecnici di progetto si dovrà eventualmente tenere conto, in funzione dell'Approccio utilizzato, del coefficiente parziale γ_M secondo quanto riportato nella tab. 6.2 II.

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1.0	1.25
Coesione efficace	C'_k	$\gamma_{c'}$	1.0	1.25
Esistenza non drenata	C'_{uk}	γ_{cu}	1.0	1.4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1.0	1.0

Da cui:

APPROCCIO1 Combinazione 1 (**A1+M1+R1**) e **APPROCCIO 2** Combinazione (**A1+M1+R3**)

Si hanno i seguenti parametri:

C.1 terreno vegetale fino a -1.00 m

parametri	Valori caratteristici	Valori di progetto
peso di volume γ	= 16.50 kN/mc	= 16.50 kN/mc
Coesione c'	= 0 kN/mq	= 0 kN/mq

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRI-VOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT IN LOCALITÀ SALVETERE NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO DELLA POTENZA NOMINALE DI PICCO IN DC PARI A 60,152 MWp (POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 59,995 MWac) denominato "Salvetere"

Progetto Definitivo

Angolo attrito ϕ'	= 22°	= 22°
Coesione non drenata Cu	= 30 kPa	= 30 kPa

C.2 conglomerati a medio alto grado di addensamento

parametri	Valori caratteristici	Valori di progetto
peso di volume γ	= 19.50 kN/mc	= 19.50 kN/mc
Coesione c'	= 20 kN/mq	= 20 kN/mq
Angolo attrito ϕ'	= 35°	= 35°

APPROCCIO1 Combinazione 2 (A1+M2+R2)

C.1 terreno vegetale fino a -1.00 m

parametri	Valori caratteristici	Valori di progetto
peso di volume γ	= 16.50 kN/mc	= 16.50 kN/mc
Coesione c'	= 0 kN/mq	= 0 kN/mq
Angolo attrito ϕ'	= 22°	= 22°
Coesione non drenata Cu	= 30 kPa	= 30 kPa

C.2 conglomerati a medio alto grado di addensamento

parametri	Valori caratteristici	Valori di progetto
peso di volume γ	= 19.50 kN/mc	= 19.50 kN/mc
Coesione c'	= 20 kN/mq	= 16 kN/mq
Angolo attrito ϕ'	= 35°	= 29.25°

È possibile quindi affermare che l'area è caratterizzata dalla presenza di un substrato costituito da litotipi dotati di sufficienti caratteristiche di resistenza geomeccanica con valori dell'angolo d'attrito del terreno di gran lunga superiori all'angolo di inclinazione naturale del pendio

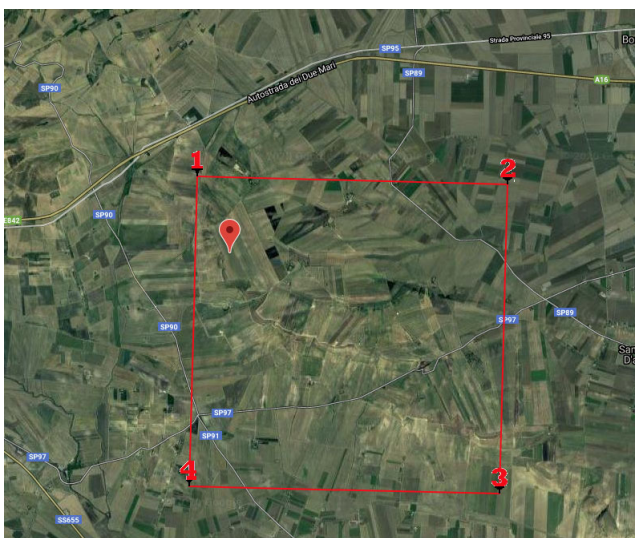
PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRI-VOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT IN LOCALITÀ SALVETERE NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO DELLA POTENZA NOMINALE DI PICCO IN DC PARI A 60,152 MWp (POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 59,995 MWac) denominato "Salvetera"

Progetto Definitivo

Nella fattispecie, l'intervento può essere classificato in classe d'uso II, ai sensi del § 2.4.2 del DM 17.01.2018, mentre il territorio di Ascoli Satriano è classificato zona sismica 1 secondo l'OPCM 3274/2003.

Ai fini sismici, in relazione all'indagine sismica effettuata, il suolo è classificabile come Categoria B, in riferimento alla categoria topografica l'intervento si suddivide in due sottozone, la zona pianeggiante "T1" per la zona Nord e "T2" per la zona Sud, per la quale possono essere presi a riferimenti i seguenti parametri sismici:

CATEGORIA TOPOGRAFICA T2, CATEGORIA DI SUOLO B



Sito in esame.

latitudine: 41,152701

longitudine: 15,622463

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 31667 Lat: 41,1652 Lon: 15,6155 Distanza: 1502,696

Sito 2 ID: 31668 Lat: 41,1639 Lon: 15,6819 Distanza: 5127,234

Sito 3 ID: 31890 Lat: 41,1139 Lon: 15,6802 Distanza: 6478,361

Sito 4 ID: 31889 Lat: 41,1152 Lon: 15,6139 Distanza: 4234,042

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T2

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRI-VOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT IN LOCALITÀ SALVETERE NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO DELLA POTENZA NOMINALE DI PICCO IN DC PARI A 60,152 MWp (POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 59,995 MWac) denominato "Salvetera"

Progetto Definitivo

5. SCELTA DELLA TIPOLOGIA DI FONDAZIONE

Le caratteristiche geomeccaniche dei terreni interessati dalla esecuzione dei lavori, avendo un comportamento coesivo, denotano un rapporto problematico con l'acqua, per cui non si escludono i fenomeni tipici legati a terreni coesivi con ritiro per essiccamento durante i periodi siccitosi e di rigonfiamento per imbibizione a seguito delle variazioni di umidità.

Quindi si prevede di bonificare le aree interessate dalla realizzazione delle cabine e di affidare le competenze strutturali alla porzione il più possibile profonda.

Considerata però la modesta entità dell'opera in relazione all'interazione terreno-struttura e l'insieme dei dati geotecnici acquisiti si ritiene che le opere potranno fondarsi direttamente sul terreno adeguatamente livellato ed eventualmente costipato/bonificato.

In particolare le cabine di campo e di connessione elettrica, costituite da strutture modulari prefabbricate in cav, potranno poggiarsi direttamente sul terreno adeguatamente preparato e su cui viene eseguito un magrone in cls debolmente armato con funzione di ripartitore di carico e/o un letto di sabbia sempre con la funzione di ripartire il carico e per il corretto livellamento del piano di base.

Localmente si dovrà verificare il raggiungimento delle ipotesi assunte alla base del progetto ed eventualmente, dove si riterrà necessario, si dovranno operare opportune bonifiche con l'eliminazione delle parti ritenute non idonee.

Si ipotizza, quindi, allo stato attuale, salvo ulteriori verifiche in fase esecutiva, di approfondire il piano di imposta fondale nel complesso 2 a circa 1,50 ml da piano di campagna prevedendo anche dei sistemi di drenaggio con regimazione delle acque.

Per i pannelli fotovoltaici, sostenuti da strutture metalliche, si prevede un sistema fondale di pali infissi, per almeno 1,50 ml nel terreno, costituiti da profili metallici in acciaio ad omega mediante battitura o vibro-infissione.

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRI-VOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT IN LOCALITÀ SALVETERE NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO DELLA POTENZA NOMINALE DI PICCO IN DC PARI A 60,152 MWp (POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 59,995 MWac) denominato "Salvetere"

Progetto Definitivo

6. VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ PORTANTE DI FONDAZIONE DIRETTA

È prevista, come detto, la realizzazione di un magrone di fondazione h 0,20 cm in cls debolmente armato con r.e.s. ϕ 8 15x15.

La valutazione della capacità portante del terreno di sedime in relazione al tipo di fondazione ipotizzata viene effettuata facendo riferimento alla teoria di Brinch – Hansen per fondazioni soggette a carico verticale.

I dati di carico per il dimensionamento delle strutture, forniti dal costruttore ed elaborati dal progettista sono riassunti nella seguente tabella:

MANUFATTO	GEOMETRIA			CARICHI CARATTERISTICI DI SUPERFICIE			CARICHI CARATTERISTICI GLOBALI			CARICHI AGENTI DI PROGETTO
	B [m]	L [m]	S [m ²]	g _{1k} [kN/m ²]	g _{2k} [kN/m ²]	q _{1k} [kN/m ²]	G _{1k} [kN]	G _{2k} [kN]	Q _{1k} [kN]	P _{s,d} [kN]
CABINE TRASFORMAZIONE	3.00	5,00	15.00	5.00	3.00	4.00	75,00	45,00	60,00	255,00
CABINA DI DISTRIBUZIONE	2.50	6,80	17,00	5.00	3.00	4.00	85,00	51,00	68,00	289,00

Le verifiche di carattere geotecnico vengono effettuate seguendo l'Approccio 2 previsto dalla normativa. Secondo tali indicazioni e con riferimento alle colonne delle tabelle successivamente riportate, vengono utilizzati i seguenti coefficienti parziali di sicurezza:

Approccio 2: "A1+M1+R3"

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRI-VOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT IN LOCALITÀ SALVETERE NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO DELLA POTENZA NOMINALE DI PICCO IN DC PARI A 60,152 MWp (POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 59,995 MWac) denominato "Salvetere"

Progetto Definitivo

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

Tabella 6.4.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

Il fattore di sicurezza minimo da garantire è pertanto pari a $\gamma_R=2.3$.

La valutazione della capacità portante del complesso terreno – fondazione viene effettuata, secondo le indicazioni fornite da EC7.

L'espressione adottata per il calcolo del carico limite unitario è:

$$Q_{lim}/A' = c' N_k b_s s_c i_k + q N_q b_q s_q i_q + 0.5 \gamma' B N_\gamma b_\gamma s_\gamma i_\gamma$$

Con i fattori adimensionali:

— Fattori di capacità portante:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi'} \tan^2 (45^\circ + \phi'/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2 (N_q - 1) \tan \phi', \text{ dove } \delta \geq \phi'/2 \text{ (}\delta \text{ attrito fondazione - terreno)}$$

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRI-VOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT IN LOCALITÀ SALVETERE NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO DELLA POTENZA NOMINALE DI PICCO IN DC PARI A 60,152 MWp (POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 59,995 MWac) denominato "Salvetere"

Progetto Definitivo

— Inclinazione del piano di posa della fondazione:

$$b_c = b_q - (1 - b_q)/N_c \times \tan \varphi'$$
$$b_q = b \cdot = (1 - \alpha \times \tan \varphi')^2$$

— Forma della fondazione:

$$s_q = 1 + (B / L') \sin \varphi', \text{ per impronta rettangolare;}$$
$$s_q = 1 + \sin \varphi', \text{ per impronta quadrata o circolare;}$$
$$s_g = 1 \times 0.3 (B/L'), \text{ per impronta rettangolare;}$$
$$s_g = 0.7, \text{ per impronta quadrata o circolare;}$$
$$s_c = (s_q \times N_q - 1)/(N_q - 1) \text{ per impronta rettangolare, quadrata o circolare;}$$

— Inclinazione del carico:

$$i_c = i_q - (1 - i_q)/N_c \times \tan \varphi';$$
$$i_q = [1 - H/(V + A'c \cot \varphi')]^m;$$
$$i_y = [1 - H/(V + A'c \cot \varphi')]^{m+1}.$$

dove:

$$m = m_b = [2 + (B' / L')] / [1 + (B / L')] \text{ con } H \text{ agente in direzione di } B';$$
$$m = m_l = [2 + (L' / B')] / [1 + (L' / B')] \text{ con } H \text{ agente in direzione di } L'.$$

Nel caso in cui la componente orizzontale del carico H agisca in una direzione formante un angolo θ con la direzione di L' , m può essere calcolato come:

$$m = m_b = m_l \cos^2 \theta + m_b \sin^2 \theta.$$

I simboli hanno il seguente significato

Q_{lim} Valore del carico limite del complesso fondazione - terreno

A' = $B \times L'$ Area efficace di progetto della fondazione

B Larghezza della fondazione

B' Larghezza efficace della fondazione

L Lunghezza della fondazione

L' Lunghezza efficace della fondazione

c' Valore della coesione efficace del terreno al di sotto del piano di posa della fondazione

φ' Valore dell'angolo d'attrito efficace del terreno al di sotto del piano di posa

q Pressione litostatica sul piano di posa della fondazione

α Inclinazione del piano di posa della fondazione rispetto all'orizzontale

V Carico verticale

H Carico orizzontale

Nella tabella successiva sono riepilogati i carichi resistenti di progetto raffrontati a quelli agenti con il relativo fattore di sicurezza.

I dettagli dei calcoli di portanza delle fondazioni sono riportati in appendice.

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRI-VOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT IN LOCALITÀ SALVETERE NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO DELLA POTENZA NOMINALE DI PICCO IN DC PARI A 60,152 MWp (POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 59,995 MWac) denominato "Salvetere"

Progetto Definitivo

MANUFATTO	CARICHI AGENTI DI PROGETTO	CARICHI RESISTENTI DI PROGETTO	FATTORE DI SICUREZZA
	$P_{s,d}$ [kN]	$P_{s,d}$ [kN]	$P_{s,d}$ [kN]
Cabina di trasformazione	255,00	884,20	3,46
Cabina di Distribuzione	289,00	946,95	3,27

Risultando il fattore di sicurezza sempre superiore a quello minimo richiesto e pari a 2.3 le verifiche di portanza si ritengono soddisfatte.

I valori decisamente bassi delle pressioni indotte in fondazione non determinano cedimenti significativi che possano creare danno alle strutture prefabbricate delle cabine elettriche e alle parti elettriche.

6. RIFERIMENTI

- Studio Associato di Geologia e Progettazione GEOSYSTEM in data Ottobre 2020

Ingenium Engineering srl

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRI-VOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT IN LOCALITÀ SALVETERE NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO DELLA POTENZA NOMINALE DI PICCO IN DC PARI A 60,152 MWp (POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 59,995 MWac) denominato "Salvetere"

Progetto Definitivo

VERIFICHE PORTANZA FONDAZIONE DIRETTA (EC7) CABINE DI TRASFORMAZIONE

AZIONI IN TESTA ALLA FONDAZIONE

F_x	0,00	kN	Forza di taglio in direzione X (Direzione parallela alla base)
F_y	0,00	kN	Forza di taglio in direzione Y (Direzione parallela alla lunghezza)
F_z	255,00	kN	Forza in direzione verticale (>0 se di compressione)
M_x	0,00	kNm	Momento in direzione X
M_y	0,00	kNm	Momento in direzione Y

CARATTERISTICHE FONDAZIONE

B	3,00	m	Base
L	5,00	m	Lunghezza
H	0,20	m	Altezza
D	1,50	m	Profondità piano di posa
α	0	°	Inclinazione del piano di posa

Considera peso proprio fondazione

γ_p	25,00	kN/m ³	Peso per unità di volume fondazione
P_p	75,00	kN	Peso proprio plinto

AZIONI DALLA BASE DELLA FONDAZIONE

Considera momenti di trasporto

F_{xd}	0,00	kN	Forza di taglio in direzione X
F_{yd}	0,00	kN	Forza di taglio in direzione Y
F_{zd}	330,00	kN	Forza in direzione verticale (>0 se di compressione)
M_{xd}	0,00	kNm	Momento in direzione X
M_{yd}	0,00	kNm	Momento in direzione Y
V	330,00	kN	Componente verticale del carico
H	0,00	kN	Componente orizzontale del carico
θ_v	0,00	°	Inclinazione del carico rispetto alla verticale
θ_H	90,00	°	Inclinazione del carico orizzontale rispetto alla direzione della lunghezza
e_x	0,00	m	Eccentricità in direzione X
e_y	0,00	m	Eccentricità in direzione Y

CARATTERISTICHE FONDAZIONE RIDOTTA

B'	3,00	m	Base ridotta
L'	5,00	m	Lunghezza ridotta
A'	15,00		Area ridotta

PARAMETRI DEL TERRENO

γ	19	kN/m ³	Peso per unità di volume del terreno di fondazione
ϕ'	13	°	Angolo di attrito
c'	0	kN/m ²	Coesione efficace
c_u	20	kN/m ²	Coesione non drenata
γ_r	20	kN/m ³	Peso per unità di volume del terreno di riempimento laterale
K_p	1,580		Coefficiente di spinta passiva
q	30,00	kN/m ²	Pressione litostatica alla profondità del piano di posa

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRI-VOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT IN LOCALITÀ SALVETERE NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO DELLA POTENZA NOMINALE DI PICCO IN DC PARI A 60,152 MWp (POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 59,995 MWac) denominato "Salvetere"

Progetto Definitivo

<u>PARAMETRI DI PORTANZA DELLA FONDAZIONE (BRINCH-HANSEN)</u>			
k=	0,50		Fattore di profondità
m _B =	1,63		Parametro di forma per carico agente in direzione della base
m _L =	1,38		Parametro di forma per carico agente in direzione della lunghezza
m=	1,63		Parametro di forma complessivo
N _c =	9,81		Fattori di capacità portante
N _q =	3,26		
N _γ =	1,05		
s _c =	1,19		Fattori di forma
s _q =	1,13		
s _γ =	0,82		
b _c =	1,00		Fattori di inclinazione del piano di posa
b _q =	1,00		
b _γ =	1,00		
i _c =	1,00		Fattori di inclinazione del carico
i _q =	1,00		
i _γ =	1,00		
<u>PRESSIONI LIMITE ED AMMISSIBILI</u>			
	Condizioni drenate <input type="button" value="▼"/>		
F.S.=	2,3		Fattore di sicurezza
q _{LIM} =	135,577	kN/m ²	Pressione limite
q _{ADM} =	58,95	kN/m ²	Pressione ammissibile
<u>CARICHI LIMITE ED AMMISSIBILI</u>			
Q _{LIM} =	2033,65	kN	Carico limite
Q _{ADM} =	884,20	kN	Carico ammissibile

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRI-VOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT IN LOCALITÀ SALVETERE NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO DELLA POTENZA NOMINALE DI PICCO IN DC PARI A 60,152 MWp (POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 59,995 MWac) denominato "Salvetera"

Progetto Definitivo

VERIFICHE PORTANZA FONDAZIONE DIRETTA (EC7)

CABINE DI DISTRIBUZIONE

AZIONI IN TESTA ALLA FONDAZIONE

$F_x =$	0,00	kN	Forza di taglio in direzione X (Direzione parallela alla base)
$F_y =$	0,00	kN	Forza di taglio in direzione Y (Direzione parallela alla lunghezza)
$F_z =$	289,00	kN	Forza in direzione verticale (>0 se di compressione)
$M_x =$	0,00	kNm	Momento in direzione X
$M_y =$	0,00	kNm	Momento in direzione Y

CARATTERISTICHE FONDAZIONE

$B =$	2,50	m	Base
$L =$	6,80	m	Lunghezza
$H =$	0,20	m	Altezza
$D =$	1,50	m	Profondità piano di posa
$\alpha =$	0	°	Inclinazione del piano di posa

Considera peso proprio fondazione

$\gamma_p =$	25,00	kN/m ³	Peso per unità di volume fondazione
$P_p =$	85,00	kN	Peso proprio plinto

AZIONI DALLA BASE DELLA FONDAZIONE

Considera momenti di trasporto

$F_{xd} =$	0,00	kN	Forza di taglio in direzione X
$F_{yd} =$	0,00	kN	Forza di taglio in direzione Y
$F_{zd} =$	374,00	kN	Forza in direzione verticale (>0 se di compressione)
$M_{xd} =$	0,00	kNm	Momento in direzione X
$M_{yd} =$	0,00	kNm	Momento in direzione Y
$V =$	374,00	kN	Componente verticale del carico
$H =$	0,00	kN	Componente orizzontale del carico
$\theta_v =$	0,00	°	Inclinazione del carico rispetto alla verticale
$\theta_H =$	90,00	°	Inclinazione del carico orizzontale rispetto alla direzione della lunghezza
$e_x =$	0,00	m	Eccentricità in direzione X
$e_y =$	0,00	m	Eccentricità in direzione Y

CARATTERISTICHE FONDAZIONE RIDOTTA

$B' =$	2,50	m	Base ridotta
$L' =$	6,80	m	Lunghezza ridotta
$A' =$	17,00		Area ridotta

PARAMETRI DEL TERRENO

$\gamma =$	19	kN/m ³	Peso per unità di volume del terreno di fondazione
$\phi' =$	13	°	Angolo di attrito
$c' =$	0	kN/m ²	Coesione efficace
$c_u =$	20	kN/m ²	Coesione non drenata
$\gamma_r =$	20	kN/m ³	Peso per unità di volume del terreno di riempimento laterale
$K_p =$	1,580		Coefficiente di spinta passiva
$q =$	30,00	kN/m ²	Pressione litostatica alla profondità del piano di posa

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRI-VOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT IN LOCALITÀ SALVETERE NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO DELLA POTENZA NOMINALE DI PICCO IN DC PARI A 60,152 MWp (POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 59,995 MWac) denominato "Salvetere"

Progetto Definitivo

<u>PARAMETRI DI PORTANZA DELLA FONDAZIONE (BRINCH-HANSEN)</u>			
k=	0,60		Fattore di profondità
m _B =	1,73		Parametro di forma per carico agente in direzione della base
m _L =	1,27		Parametro di forma per carico agente in direzione della lunghezza
m=	1,73		Parametro di forma complessivo
<hr/>			
N _c =	9,81		Fattori di capacità portante
N _q =	3,26		
N _γ =	1,05		
<hr/>			
s _c =	1,12		Fattori di forma
s _q =	1,08		
s _γ =	0,89		
<hr/>			
b _c =	1,00		Fattori di inclinazione del piano di posa
b _q =	1,00		
b _γ =	1,00		
<hr/>			
i _c =	1,00		Fattori di inclinazione del carico
i _q =	1,00		
i _γ =	1,00		
<hr/>			
<u>PRESSIONI LIMITE ED AMMISSIBILI</u>			
Condizioni drenate <input type="button" value="▼"/>			
F.S.=	2,3		Fattore di sicurezza
q _{LIM} =	128,117	kN/m ²	Pressione limite
q _{ADM} =	55,70	kN/m ²	Pressione ammissibile
<hr/>			
<u>CARICHI LIMITE ED AMMISSIBILI</u>			
Q _{LIM} =	2177,99	kN	Carico limite
Q _{ADM} =	946,95	kN	Carico ammissibile