

COMUNI DI:
SOLARUSSA
ZERFALIU

PROVINCIA: ORISTANO
REGIONE: SARDEGNA

"FATTORIA SOLARE SOLIU"
AGRIVOLTAICO DI TIPO ELEVATO E AVANZATO

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE

Tipo Elaborato	Codice Elaborato	Data	Scala CAD	Formato	Foglio / di	Scala
REL.	2205_R.07	15/06/2023	-	A4	1/20	-

PROPONENTE

EF AGRI Società Agricola A.R.L.

Via del Brennero, 111
38121- Trento (TN)

SVILUPPO



SET SVILUPPO

SET SVILUPPO s.r.l.

Corso Trieste, 19
00198 - Roma (RM)

PROGETTAZIONE

Geol. Luigi Sanciu



Ing. Giacomo Greco



Ing. Marco Marsico



Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
00	15/06/2023	Prima Emissione	Geol. L. Sanciu	Ing. G. Greco	Ing. M. Marsico

RELAZIONE GEOTECNICA

PRELIMINARE

FATTORIA SOLARE "SOLIU"

AGRIVOLTAICO DI TIPO ELEVATO E AVANZATO

di potenza pari a 59,148 MWp

e sistema di accumulo pari a 12,5 MW

Progetto: Fattoria Solare "Soliu" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geotecnica Preliminare	Pagina: 3
--	---	--------------

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	4
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	5
2.1. Inquadramento geologico	6
2.2. Inquadramento geomorfologico	9
2.3. Caratteri idraulici delle formazioni geologiche	11
3. RELAZIONE GEOTECNICA.....	12
3.1. Azione Sismica di progetto	12
3.1.1. Cenni sulla metodologia d'indagine	13
3.1.2. Metodologia	13
3.1.3. Analisi dei dati	14
3.1.4. Sintesi dei risultati e calcolo della $V_{s,eq}$	14
3.1.5. Sismo-stratigrafia interpretativa.....	16
3.1.6. Risultati dell'analisi	16
3.2. Parametri VN e CU del Nodo di riferimento.....	17
3.3. Liquefazioni dei terreni.....	17
4. CONCLUSIONI.....	20

Progetto: Fattoria Solare “ <i>Soliu</i> ” EF AGRI SOCIETA’ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geotecnica Preliminare	Pagina: 4
---	---	--------------

1. PREMESSA

Il progetto di miglioramento fondiario integrato da impianto fotovoltaico denominato “*Fattoria Solare Soliu*” (per il quale si rimanda nel dettaglio al documento “*2205_R.03_Relazione Tecnica Descrittiva_Rev00*”) consiste nello sviluppo sostenibile che combina la coltivazione delle superfici agricole con la produzione di energia rinnovabile, rispondendo alle esigenze ambientali, climatiche e di tutela dei territori rurali.

Il progetto prevede il miglioramento fondiario del sito interessato, tramite l’implementazione di un piano agronomico integrato con un impianto fotovoltaico ad inseguimento solare.

L’impianto e il cavidotto di collegamento alla Stazione elettrica Terna 220/36 kV, denominata Bauladu, ricadono nei comuni di Solarussa e Zerfaliu, entrambi in provincia di Oristano.

A tal fine è stata condotta un’indagine geologica a carattere preliminare al fine di valutarne la fattibilità e orientare correttamente le scelte progettuali come richiesto dalla normativa vigente. Il presente studio, condotto in osservanza alla normativa vigente, si prefigge di:

- definire il modello geologico di riferimento per la progettazione preliminare dell’intervento;
- evidenziare le possibili problematiche di natura geologica o geotecnica;
- fornire, ove possibile, suggerimenti per effettuare le scelte operative più idonee.

In tal senso le indagini vengono svolte con lo scopo di individuare i caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, geomorfologici, idrogeologici e di pericolosità geologica del territorio, in relazione alla realizzazione dell’intervento.

Nella fase preliminare della progettazione, tenuto anche conto delle caratteristiche delle opere da realizzare, lo scrivente ha ritenuto di procedere con una serie di indagini geognostiche al fine di comprendere le condizioni geologiche locali.

La relazione geologica preliminare è stata redatta in applicazione a quanto richiesto dal D.M. 17 gennaio 2018 e dagli Eurocodici 7 e 8.

Progetto: Fattoria Solare "Soliu" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geotecnica Preliminare	Pagina: 5
--	---	--------------

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area impianto ricade nei comuni di Solarussa e Zerfaliu, entrambi in provincia di Oristano. Il cavidotto 36 kV che collegherà l'impianto alla stazione elettrica di trasformazione 220/36 kV denominata Bauladu ricade interamente nel comune di Solarussa, così come la suddetta stazione elettrica. Si rimanda all'allegato di progetto "2205_R.15_Piano Particellare_Rev00" per i riferimenti catastali relativi alle opere in progetto.

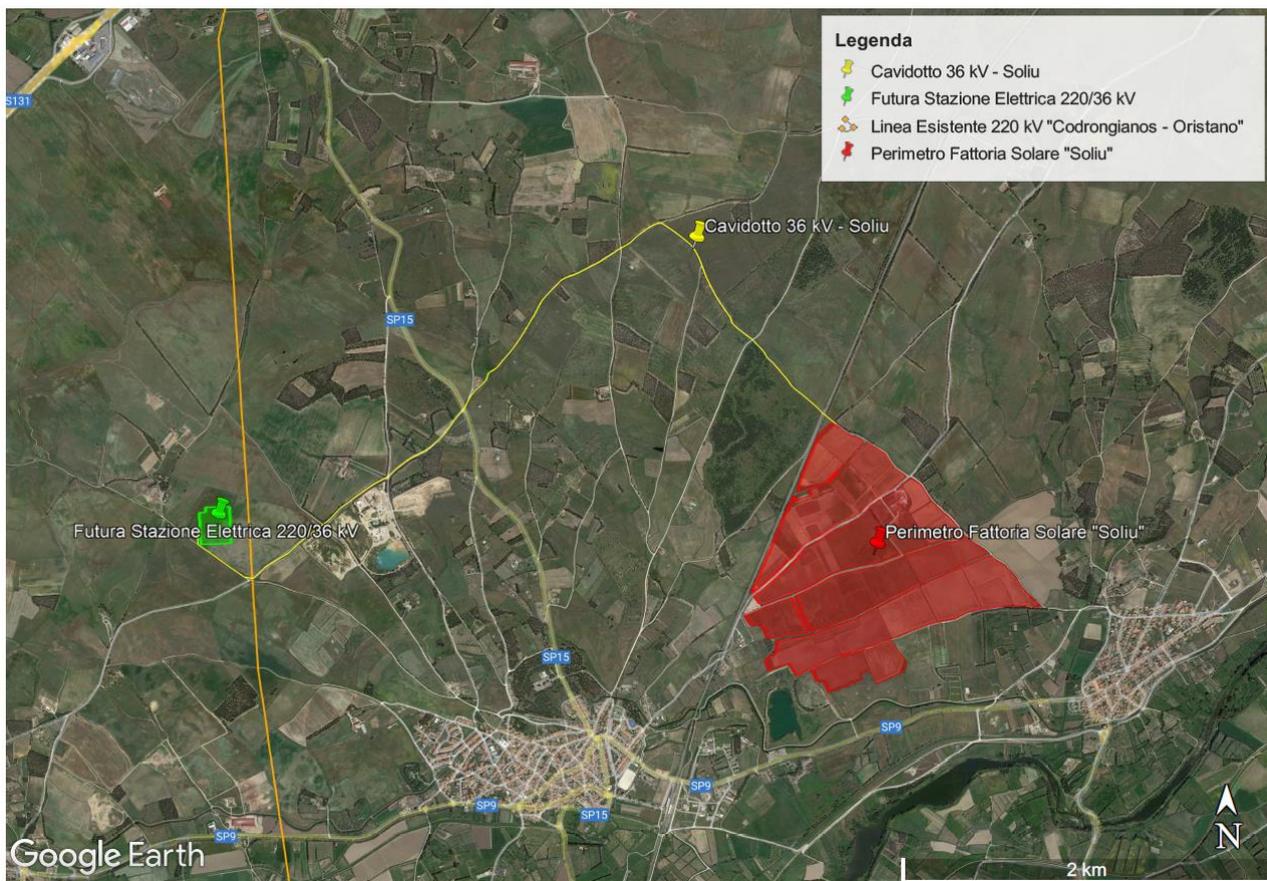


Figura 1: Inquadramento territoriale di progetto

Progetto: Fattoria Solare "Soliu" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geotecnica Preliminare	Pagina: 6
--	---	--------------

2.1. Inquadramento geologico

Al fine di definire un inquadramento che risultasse adeguato alla scala di dettaglio del presente lavoro è stata impiegata la Carta Geologica di Base della Sardegna in scala 1:25.000 che definisce in maniera particolareggiata i litotipi presenti nell'area d'interesse così come riportato nella figura 2.

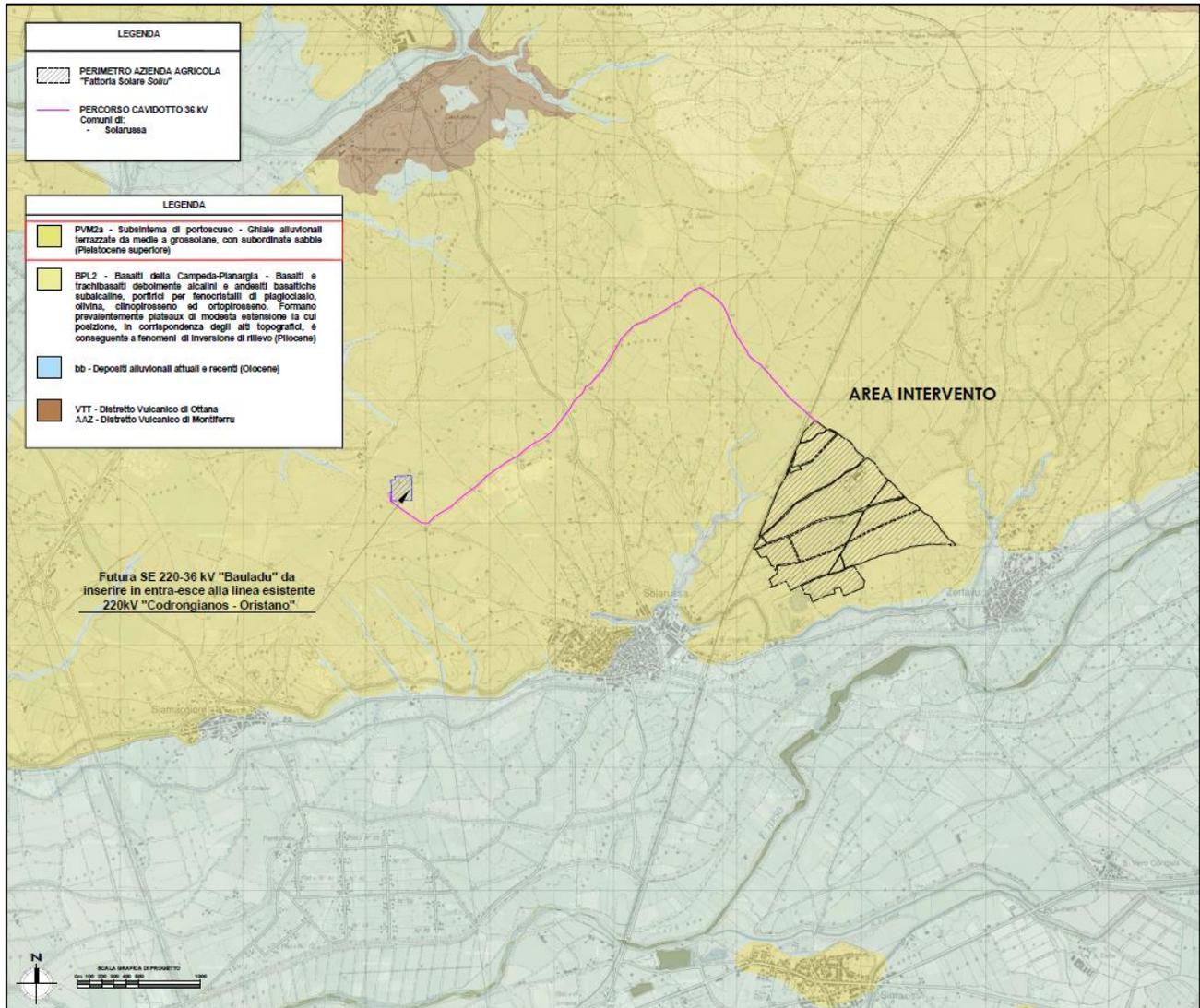


Figura 2: Stralcio della Carta Geologica dell'area (Fonte PPR Sardegna)
Riferimento Elaborato Grafico "2205_T.A.21_Cartografia PPR - Carta Geologica_Rev00"

- *bb: depositi alluvionali. Sabbie con subordinate argille (Olocene)*
- *PVM2a: Subsintema di Portovesme. Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. PLEISTOCENE SUPERIORE*

Il complesso plio-quadernario, che colma il graben campidanese, potente da alcune decine di metri fino a circa 800 metri, è costituito da sedimenti continentali, per lo più appartenenti alla Formazione di Samassi, sui quali poggiano potenti depositi alluvionali, lacustri e lagunari pleistocenici, con

Progetto: Fattoria Solare "Soliu" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geotecnica Preliminare	Pagina: 7
--	---	--------------

intercalate lave basaltiche del ciclo vulcanico alcalino, seguiti da depositi marini e lagunari flandriani-versiliani. I depositi marini quaternari, rappresentati da depositi di ambiente freddo, e da depositi tirreniani tipici, sono presenti nelle sole fasce costiere.

Il sottosuolo è caratterizzato dall'alternarsi di strati più o meno potenti, talora lentiformi, di ghiaie ciottoloso-sabbiose, di argille, argille limose e sabbie argillo-limose.

I singoli orizzonti, spesso lentiformi, presentano spessori molto variabili da luogo a luogo, rendendo difficili le correlazioni stratigrafiche. Il basamento della serie plio-quaternaria è rappresentato dalle formazioni vulcaniche e sedimentarie oligo-mioceniche, che affiorano localmente nella fascia pedemontana, lungo i bordi della fossa, dove si rinvengono anche terreni cristallini paleozoici.

La sequenza stratigrafica del Campidano di Oristano è stata ricostruita sulla base dei risultati di due perforazioni profonde eseguite nei primi anni '60 per una ricerca di idrocarburi promossa dalla Regione Autonoma della Sardegna.

Dalla lettura delle due stratigrafie risulta che, nel sottosuolo, intercalati ai depositi detritici, si incontrano una serie di colate basaltiche plio-quaternarie, omologhe a quelle di Capo Frasca, di Capo San Marco e del Sinis.

Queste colate, disposte a gradinate a causa di una serie di faglie, sono situate ad una profondità crescente verso sud. La colata più superficiale, attraversata da numerose perforazioni per acqua effettuate poco a monte dell'abitato di Solarussa, si trova ad una profondità di alcune decine di metri, ricoperta da depositi alluvionali, e poggia a sua volta su altri sedimenti alluvionali di età precedente.

All'interno delle alluvioni recenti si riconoscono, in corrispondenza di depressioni create dal divagare dei corsi d'acqua prima di raggiungere il mare, depositi palustri. Queste zone, oggi bonificate, costituivano le aree paludose del Campidano.

Tutta l'area in esame rientra all'interno della formazione geologica denominata PVM2a. Quest'ultima è contraddistinta da ghiaie di natura alluvionale, terrazzate alternate ad orizzonti prettamente sabbiosi. La componente litica è formata in prevalenza da ciottoli di quarzo con dimensioni da pochi cm a 15-20cm e rare metamorfite, in una matrice sabbiosa leggermente argillosa come riportato in figura 3 e 4.

Progetto: Fattoria Solare "Soliu" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geotecnica Preliminare	Pagina: 8
--	---	--------------



Figura 3: Sezione rilevata nei pressi dell'area ricavata per lo scavo di un canale



Figura 4: Particolare della sezione

Progetto: Fattoria Solare "Soliu" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geotecnica Preliminare	Pagina: 9
--	---	--------------

2.2. Inquadramento geomorfologico

L'assetto morfologico attuale è il risultato di processi fluviali e secondariamente eolici che, attivi durante tutto il Quaternario, in condizioni climatiche differenti dalle attuali, hanno dato luogo a ripe di erosione fluviale, meandri, terrazzi fluviali, coni di deiezione e campi dunali. Si rinvennero pertanto forme di accumulo e di erosione tipiche della dinamica fluviale e di quella eolica.

Il Campidano di Oristano è attraversato dal tratto terminale del fiume Tirso e dei suoi affluenti, che hanno avuto un ruolo molto importante, con la loro azione di erosione, trasporto e sedimentazione, nella formazione della piana e nel suo successivo modellamento. La vasta superficie, da sub-pianeggiante ad ondulata, modellata nei potenti depositi detritici plio-quadernari di varia origine, degrada dolcemente verso il mare. Essa è incisa dagli alvei del Tirso degli altri fiumi gravitanti nell'area, che presentano reticolo idrografico ad andamento da rettilineo a meandriforme, localmente anastomizzato. La piana è attraversata anche da una fitta rete di canali artificiali, realizzati dagli anni '30 fino ad oggi.

Superfici terrazzate, formatesi in diversi periodi ed in condizioni climatiche differenti dalle attuali, stagni, piccole paludi, lagune costiere e vasti campi dunali, interrompono localmente la monotonia del paesaggio pianeggiante.

Nella pianura si distinguono le seguenti unità geomorfologiche:

- Le alluvioni antiche terrazzate
- Le alluvioni medie
- Le alluvioni recenti

Le alluvioni antiche terrazzate, substrato di tutta la zona, consistono in depositi sabbioso-ciottolosi, sedimentati nel Plio-Quaternario dal paleo-Tirso e dai fiumi minori che attraversano la pianura.

Questi depositi, un tempo, costituivano la gran parte della pianura del Campidano. A causa della successiva opera di modellamento, sono stati parzialmente smantellati e modellati dalla successiva erosione fluviale tanto che oggi si presentano generalmente terrazzati. I terrazzi fluviali, debolmente ondulati, sono separati da piccole vallecicole nelle quali si instaura una rete idrografica attiva solo in occasione di forti precipitazioni. Essi sono caratterizzati da bordi generalmente netti e sono raccordati ai terreni più recenti da scarpate di erosione fluviale, oramai inattive, più o meno acclivi, dove agiscono il dilavamento diffuso ed il ruscellamento incanalato, che localmente ha prodotto piccoli solchi di erosione. I terrazzi più ampi si trovano tra Solarussa-Siamaggiore e la Carlo Felice, dove raggiungono altezze intorno ai 40 metri slmm e nel settore prospiciente il Monte Arci.

Progetto: Fattoria Solare "Soliu" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geotecnica Preliminare	Pagina: 10
--	---	---------------

Le conoidi alluvionali ed i glaciai sono localizzati nella fascia pedemontana dei rilievi che delimitano la pianura. I depositi di conoide, caratteristici per la loro forma a ventaglio, sono il risultato della deposizione di ingenti quantità di materiale detritico trasportato a valle dalle acque incanalate provenienti dai rilievi al loro sbocco in pianura, per il brusco decremento della velocità dell'acqua. Nel settore di raccordo tra l'Arco e la pianura prevalgono i glaciai detritici, che devono la loro origine all'arretramento parallelo dei versanti rocciosi, per erosione areale. Questi depositi detritici, così come le alluvioni antiche, sono stati successivamente incisi e localmente terrazzati.

Esse sono costituite prevalentemente dal rimaneggiamento e rideposizione del materiale detritico asportato, dall'azione erosiva dei fiumi, dalle alluvioni antiche, modificato con il deposito di termini più francamente argillosi. Esse danno luogo a superfici terrazzate, raccordate con le alluvioni recenti da modeste ripe di erosione fluviale, evidenziate da piccole rotture di pendio. Questi terreni nel settore meridionale del Campidano di Oristano mostrano le superfici debolmente ondulate per la presenza di resti di antiche dune, formate per accumulo successivo di sabbie eoliche, trasportate nell'entroterra dai venti dominanti (maestrale e ponente).

Lungo gli alvei si possono riconoscere delle piccole ripe di erosione fluviale. Queste alluvioni costituiscono i terrazzi più recenti. All'interno delle alluvioni recenti si riconoscono delle aree depresse, create dal divagare dei corsi d'acqua nella pianura prima che raggiungessero lo sbocco a mare. Queste zone, oggi bonificate, costituivano le aree paludose del Campidano.

Gli insediamenti urbani, rurali e le infrastrutture, oltre alle attività economiche, stanno modificando velocemente l'assetto morfologico dell'area. Vaste porzioni di pianura sono state profondamente scavate per il prelievo di materiali per inerti, con la creazione di ampie e profonde cave che spesso, intercettando la falda freatica, si trasformano in laghetti. Altre sono state spianate a fini agricoli, rendendo spesso difficile il riconoscimento delle forme originarie dell'area.

Progetto: Fattoria Solare "Soliu" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geotecnica Preliminare	Pagina: 11
--	---	---------------

2.3. Caratteri idraulici delle formazioni geologiche

La descrizione delle caratteristiche idrauliche dei materiali presenti nell'area in studio è stata basata sulle osservazioni dirette e su quanto riportato in letteratura.

I terreni in esame, in virtù della loro natura, origine e storia geologica, possono presentare caratteri tali da consentire l'assorbimento, l'immagazzinamento, il deflusso di acque sotterranee.

In idrogeologia si parla di orizzonti permeabili o impermeabili, in relazione alla facilità con cui l'acqua sotterranea penetra, circola e si distribuisce nel sottosuolo. Sono definiti permeabili quelli dove le acque si muove con una velocità tale da permetterne la captazione, sono invece impermeabili, quegli orizzonti nei quali, in condizioni di pressione naturali, per mancanza di meati comunicanti e/o sufficientemente ampi, non è possibile rilevare movimenti percettibili delle acque. Nello specifico l'area in esame non presenta problemi di ristagni idrici superficiali in quanto la presenza di ciottoli di varie dimensioni ed una matrice poco argillosa, determina un buon drenaggio delle acque meteoriche in profondità.

Progetto: Fattoria Solare "Soliu" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geotecnica Preliminare	Pagina: 12
--	---	---------------

3. RELAZIONE GEOTECNICA

Al fine della caratterizzazione geotecnica dei terreni, è stata fatta una campagna di indagini sismiche per inquadrare al meglio la stratigrafia.

3.1. Azione Sismica di progetto

Nei riguardi dell'azione sismica l'obiettivo è il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione. L'azione sismica sulle costruzioni è quindi valutata da una "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC). L'azione sismica così individuata viene poi variata per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale. Per inquadrare puntualmente l'area è stato effettuato uno studio tramite prospezione geofisica HVSR, di cui si riportano i dettagli nei paragrafi seguenti. La prospezione ha permesso di determinare la categoria stratigrafica così come definita dalle NTC del 2018 e l'assetto sismo-stratigrafico dei terreni di fondazione fino ad una profondità stimata di circa 30 m.



Figura 5: Ubicazione della rilevazione HVSR

Progetto: Fattoria Solare "Soliu" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geotecnica Preliminare	Pagina: 13
--	---	---------------

3.1.1. Cenni sulla metodologia d'indagine

La metodologia d'indagine HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio), a differenza della MASW o della sismica a rifrazione tradizionale in onde P, non ha bisogno di energizzazione esterna diversa dal rumore ambientale che in natura è sempre esistente. La semplice strumentazione costituita da un geofono triassiale permette la registrazione del microtremore ambientale nelle sue tre componenti spaziali (orizzontale E-O / N-S e verticale) e rappresenta una tecnica speditiva per la microzonazione sismica. L'HVSR permette di determinare con una certa rapidità la frequenza caratteristica di risonanza del sito, parametro fondamentale per il corretto dimensionamento della struttura in progetto, in modo che si possano evitare gli effetti dannosi della "doppia risonanza".

3.1.2. Metodologia

Il geofono triassiale utilizzato ha sensori con frequenza propria di 4,5 Hz e viene reso solidale con il terreno mediante l'infissione con tre puntali in acciaio.

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (piano verticale/ orizzontale N-S e orizzontale E-O) con una singola stazione. Con la produzione di tre sismogrammi rilevati nei prefissati piani di vibrazione (verticale e orizzontali). La registrazione di campo deve rispettare le procedure indicate dal progetto SASEAME che richiede un minimo di 20 min di registrazione continua. Nel caso in esame la misura è stata spinta fino a 40 min. Una volta ottenuti i sismogrammi questi si suddividono in campi (windowing) aventi lunghezza temporale prefissata il cui numero complessivo deve risultare superiore a 20. Si ottiene così un insieme di finestre che sono sincronizzate fra le tracce. Le finestre devono interessare essenzialmente i microtremori naturali perciò eventuali finestre che dovessero inglobare segnali di disturbo (transienti) devono essere eliminate dal calcolo della curva H/V. Successivamente il software elabora la curva di ellitticità (o curva H/V) nel cui grafico risultante viene rappresentato lo spettro medio espresso come rapporto H/V in ordinate e frequenze in ascisse. La frequenza naturale di vibrazione del sito è deducibile dalla presenza di un picco rappresentato dal massimo valore del rapporto spettrale H/V medio. La fase successiva riguarda la verifica delle caratteristiche di stazionarietà e direzionalità del picco che permette di stabilire se questo è di natura stratigrafica o

Progetto: Fattoria Solare "Soliu" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geotecnica Preliminare	Pagina: 14
--	---	---------------

legato a disturbi del segnale di origine antropica. Il picco è individuabile quando esiste una sovrapposizione di uno strato con una certa impedenza sismica su uno strato con un'impedenza superiore. La misura deve essere validata secondo i criteri fissati dal progetto SESAME.

3.1.3. Analisi dei dati

Il grafico riportato nel seguito (curva di ellitticità) presenta un chiaro picco nell'intervallo di interesse ingegneristico. Il picco e la curva H/V (vedasi curva nera in grassetto) soddisfano i requisiti di qualità stabiliti dal progetto SESAME; anche i parametri di direzionalità e persistenza risultano chiari e continui per tutto lo spettro, pertanto è certa la presenza di una discontinuità di natura stratigrafica. E' sospetta la presenza di una discontinuità con picco a circa 0,9 Hz ma non soddisfa pienamente i requisiti SESAME.

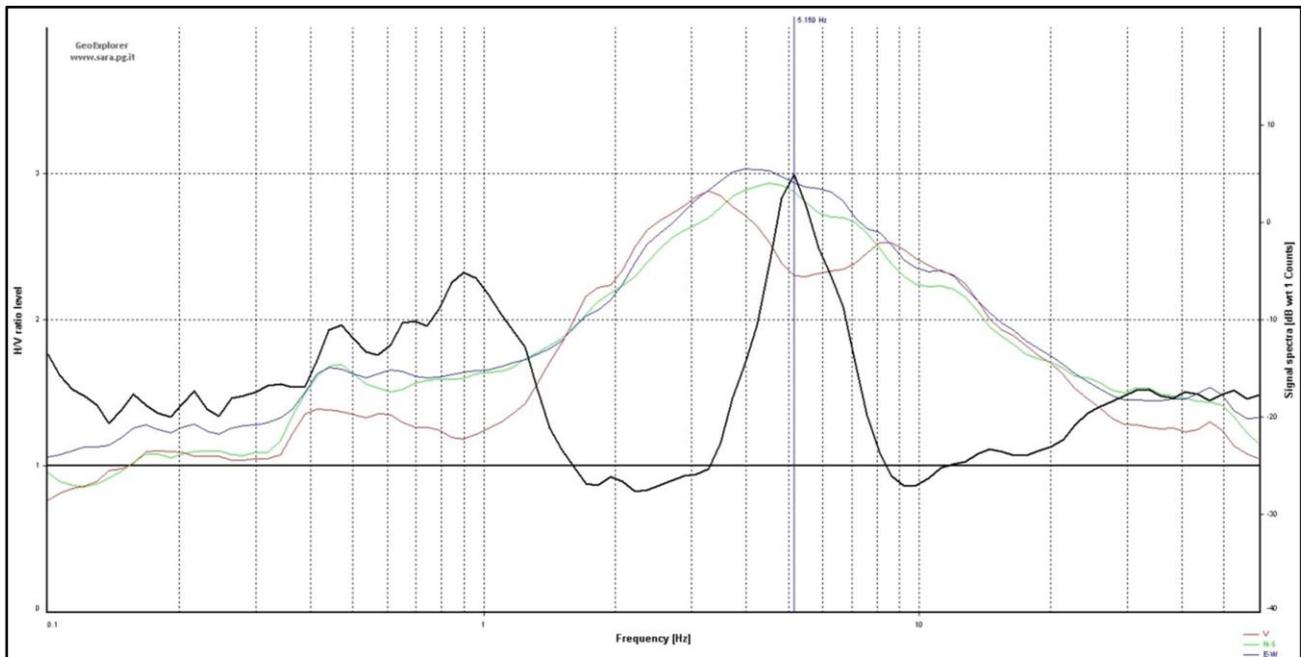


Figura 6: Curva H/V

3.1.4. Sintesi dei risultati e calcolo della $V_{s,eq}$

$V_{s,eq}$ rappresenta la media ponderata della distribuzione delle velocità di taglio per una profondità di 30 m (o del bedrock) calcolata dal piano d'imposta della fondazione, con la seguente formula (NTC 14 gennaio 2018):

$$V_{s,eq} = H / \sum (h_i / V_{s,i})$$

In cui;

H = profondità del substrato (formazione con $V_s \geq 800$ m/sec),

h_i = spessore dello strato i-esimo (m);

$V_{s,i}$ = velocità delle onde di taglio nello strato considerato (m/s).

Progetto: Fattoria Solare "Soliu" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geotecnica Preliminare	Pagina: 15
--	---	---------------

Vs,eq E CATEGORIA SISMICA DEL SITO

UBICAZIONE	Profondità imposta fondazione	Profondità del bedrock	Vseq	Categoria stratigrafica (NTC 2018)
	m da p.c.	m da p.c.	m/sec	
HVSR 2	1	19,9	470	B
	1,5		482	B
	2		495	B

Tabella 1: Vs,eq e categoria stratigrafica del sito investigato

CATEGORIE DI SOTTOSUOLO (NTC 2018)	
CATEGORIA	DESCRIZIONE
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,eq}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,eq}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s
C	Depositi a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{seq} compresi tra 180 m/s e 360 m/s..
D	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 V_{seq} inferiore a 180 m/s..
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C e D con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 2: Classificazione dei terreni secondo le NTC 2018

In grassetto è indicata la categoria stratigrafica di appartenenza rilevata nell'area di indagine.

Progetto: Fattoria Solare "Soliu" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geotecnica Preliminare	Pagina: 16
--	---	---------------

3.1.5. Sismo-stratigrafia interpretativa

La prospezione evidenzia la presenza di una sottile copertura di terreno vegetale seguita da possibili depositi granulari di natura alluvionale moderatamente addensati. Tra i 14 m e i 20 m di profondità si rileva una formazione molto compatta o semi-litoide probabilmente costituita da rocce vulcaniche (basalti) fratturate o terreni molto compatti di natura granulare alluvionale. Oltre i 20 m di profondità dall'attuale p.c. è presente il bedrock sismico con $V_s > 800$ m/sec.

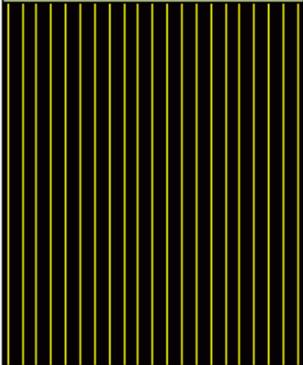
Schema stratigrafico	Descrizione litologica sintetica	Spessore medio <i>m</i>	Profondità base <i>m da p.c.</i>	Velocità onde V_s media <i>m/sec</i>
	Copertura detritica sciolta o poco addensata	0,5	0,5	130
	Terreni moderatamente addensati probabilmente costituiti da ghiaie e sabbie di origine alluvionale	13,50	14,00	393
	Possibile presenza di terreni litoidi fratturati di origine vulcanica o terreni alluvionali molto addensati tra 14 e 20 di profondità. Oltre è presente il bedrock sismico di probabile natura basaltica.	24	38,00	792

Tabella 3: Sismo stratigrafia interpretativa

3.1.6. Risultati dell'analisi

I dati acquisiti con la presente indagine sismica hanno permesso di caratterizzare con sufficiente approssimazione il sottosuolo di un'area situata in agro di Solarussa in provincia di Oristano entro cui è prevista la realizzazione di un impianto agrivoltaico.

La prospezione ha permesso di determinare la categoria stratigrafica così come definita dalle NTC del 2018 e l'assetto sismo-stratigrafico dei terreni di fondazione fino ad una profondità superiore a 30 m dall'attuale piano campagna. Sulla base della misura dei microtremiti naturali è stato possibile determinare eventuali rischi connessi all'amplificazione sismica del sito con una V_{seq} pari a 482 m/s.

Progetto: Fattoria Solare "Soliu" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geotecnica Preliminare	Pagina: 17
--	---	---------------

3.2. Parametri VN e CU del Nodo di riferimento

Le azioni sismiche sulle opere vengono valutate in relazione a un periodo di riferimento VR che si ricava puntualmente moltiplicando la Vita nominale VN per il Coefficiente d'uso CU.

La Vita nominale di una costruzione (VN), (§ 2.4.1 NTC 2008), è la durata alla quale si deve far riferimento in sede progettuale, in relazione alla durabilità delle costruzioni, nel dimensionamento delle strutture e dei particolari costruttivi, nella scelta dei materiali e delle misure protettive al fine di garantire il mantenimento della resistenza e della funzionalità delle opere stesso.

TIPI DI COSTRUZIONE – Vita Nominale VN (in anni)

1. Opere provvisorie – Opere provvisionali – Strutture in fase costruttiva $1 \leq 10$
2. Opere ordinarie, ponti, opere ≥ 100 contenute o di importanza normale ≥ 50
3. Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica ≥ 100

Le opere in progetto appartengono alle opere ordinarie e quindi con $VN \geq 50$.

La costruzione in oggetto, appartiene alla Classe d'uso I, conseguentemente alla suddivisione in classi così definite dal paragrafo 2.4.2 delle NTC 2008, Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

3.3. Liquefazioni dei terreni

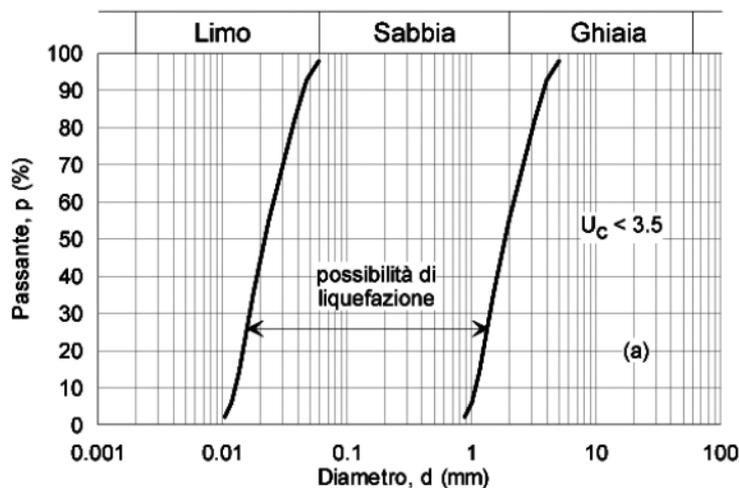
Per liquefazione si intende generalmente una somma di fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate. (7.11.3.4.1 NTC 2018).

La perdita di resistenza dei terreni con determinate caratteristiche, sotto sollecitazioni di taglio cicliche o monotoniche, e il conseguente raggiungimento di una condizione di fluidità pari a quella di un liquido viscoso, avviene quando la pressione dell'acqua nei pori aumenta fino ad arrivare al valore della pressione totale di confinamento, fino ad annullare gli sforzi efficaci, da cui dipende la resistenza al taglio. Tali fenomeni di liquefazione dei terreni si verificano soprattutto in presenza di sabbie fini e nei limi saturi di densità da media a bassa e a granulometria piuttosto uniforme, anche se contenenti una frazione fine limoso-argillosa.

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

Progetto: Fattoria Solare "Soliu" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geotecnica Preliminare	Pagina: 18
--	---	---------------

1. Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
2. Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura 7 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.



a)

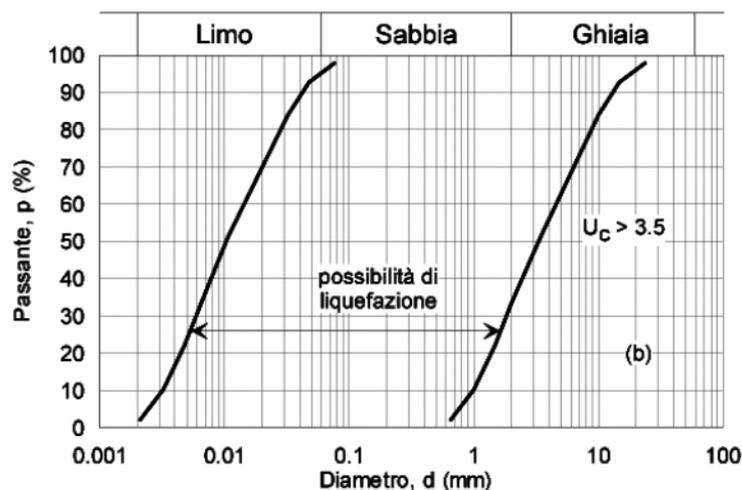


Figura 7: Fusi granulometrici dei terreni soggetti a liquefazione

Progetto: Fattoria Solare "Soliu" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geotecnica Preliminare	Pagina: 19
--	---	---------------

Nel nostro caso specifico essendo verificata la prima condizione "Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g", si esclude lo studio della liquefazione del terreno.

Progetto: Fattoria Solare "Soliu" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geotecnica Preliminare	Pagina: 20
--	---	---------------

4. CONCLUSIONI

Alla luce di quanto osservabile in campo e tenendo conto dei dati provenienti dalle campagne di indagini, si può affermare che:

- le litologie su cui poggiano le opere sono dotate di buone caratteristiche meccaniche, elevata resistenza al taglio;
- da cartografia non emergono fenomeni gravitativi in atto, quiescenti o fossili, la realizzazione delle opere non andrà in alcun modo a perturbare gli equilibri idrogeologici presenti;
- il posizionamento delle opere non interferisce con gli elementi idrici presenti, ragion per cui si esclude l'alterazione delle dinamiche di deflusso idrico superficiale.

Si ritiene per questo, che le opere previste possano realizzarsi senza particolari problematiche di natura geologica/geotecnica.

In fase di avviamento dei cantieri, lo scrivente si rende disponibile per un sopralluogo per verificare le considerazioni esposte nella presente relazione.

Cagliari, 05/06/ 2023

Geol. Luigi Sanciu
