



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
COMUNE DI CHEREMULE
Provincia di Sassari (SS)



PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO
AGRO-FOTOVOLTAICO DENOMINATO CHEREMULE

Loc. "Perda Chessa" e "Su Campu", Chermule (SS) - 07040, Sardegna, Italia

Potenza Nominale 42'312,6 kWp + Sistema di accumulo Potenza Nominale 35'120,0 kW

	<p>Coordinamento Progettisti INNOVA SERVICE S.r.l. Via Santa Margherita n. 4 - 09124 Cagliari (CA) P.IVA 03379940921, PEC: innovaserviceca@pec.it</p>	<p>Gruppo di lavoro VIA (S.I.G.E.A. S.r.l.) Dott. Geol. Luigi Maccioni - Coordinamento VIA Ing. Manuela Maccioni - Paesaggio Dott. Agr. Vincenzo Satta- Fauna Flora Vegetazione Dott. Stefano Cherchi - Archeologia Dott. Geol. Stefano Demontis – Georisorse Dott. Geol. Valentino Demurtas – Georisorse</p>
	<p>Coordinamento gruppo di lavoro VIA S.I.G.E.A. S.r.l. Via Cavalcanti n. 1 - 09047 Selargius (CA) P.IVA 02698620925, PEC: sigeamaccioni@pec.it</p>	<p>Gruppo di lavoro Progettazione Agronomica Agr. Stefano Atzeni – Agronomo</p>
	<p>Committente - Sviluppo progetto FV: BETA TORO S.r.l Via Mercato n. 3/5 - 20121 Milano (MI) P.IVA 12032630969, PEC: betatorosrl@lamiapec.it</p>	<p>Gruppo di lavoro Progettazione Elettrica Ing. Claudio Sorgia – Ing. Elettrico Ing. Giambattista Tore – Ing. Elettrico</p>
	<p>Sviluppo progetto Agricolo: Azienda Agricola Lotta Marco Michele Via Ponti sa Murta n. 21 - 09097 San Nicolò D'Arcidano (OR) P.IVA 01134970951, PEC: marcomichelelotta@pec.it</p>	<p>Altri Progettisti Ing. Luca Marmocchi – Ing. Civile - Strutturista Arch. Giorgio Roberto Porpiglia – Progettista</p>

Elaborato

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA

<p>Codice elaborato REL_SP_GEO</p>			<p>Scala</p>	<p>Formato</p>
<p>REV.</p>	<p>DATA</p>	<p>ESEGUITO</p>	<p>VERIFICATO</p>	<p>APPROVATO</p>
<p>01</p>	<p>Novembre 2023</p>	<p>Dott. Luigi Maccioni</p>	<p>Dott. Stefano Demontis</p>	<p>BETA TORO S.r.l.</p>

Note

INDICE

1. INTRODUZIONE	2
2. LOCALIZZAZIONE DELL'AREA	4
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO E VINCOLISTICA	7
3.1. NORMATIVA	7
3.2. VINCOLISTICA	8
3.2.1. PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)	8
3.2.2. PIANO STRALCIO FASCE FLUVIALI (PSFF)	9
3.2.3. PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)	10
4. MODELLO GEOLOGICO	10
4.1. PREMESSA	10
4.2. MODELLO GEOLOGICO	11
4.2.1. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, IDRAULICO ED IDROGEOLOGICO	11
4.2.2. GEOLOGIA	12
5. MODELLO SISMICO	17
5.1. PREMESSA	17
5.2. VALUTAZIONE DI PERICOLOSITÀ' SISMICA LOCALE	17
5.3. CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI AI FINI SISMICI	21
6. MODELLO GEOTECNICO	27
6.1. INDAGINI GEOGNOSTICHE	27
6.2. PARAMETRI E MODELLAZIONE GEOTECNICA	27
7. CONCLUSIONI	30
ALLEGATI:	32
UBICAZIONE POZZETTI	32
STRATIGRAFIE	32

1. INTRODUZIONE

La presente relazione riporta i risultati degli studi finalizzati a definire il modello geologico, sismico e geotecnico dell'area dove la società Beta Toro S.r.l. con sede in Via Mercato 3/5 - 20121 Milano - ha in progetto la realizzazione di un impianto fotovoltaico formato da due area in agro del Comune di Cheremule (SS) in località "Perda Chessa" e "Su Campu".

L'impianto in progetto è articolato su due lotti (figura 1) per complessivi per 81 ettari e svilupperà una potenza nominale 42'312,6 kWp.

Il tracciato del cavidotto, snodandosi per circa 15 km, attraversa i territori dei comuni di Cheremule (SS), Giave (SS), Torralba (SS) e infine Bonorva (SS) dove ricade anche la stazione Terna.

La tipologia di impianto prescelta abbina la produzione di energia con un piano di miglioramento delle preesistenti attività agricole.

La seguente tabella fornisce un quadro della ripartizione della superficie totale dell'impianto.

Superficie totale del progetto	Ha	81.00.62		%
Superficie netta occupata dall'impianto (nel caso dell'impianto in progetto rappresentata dalla proiezione orizzontale al suolo dei pannelli, container accumulo e consegna, altri ingombri)	Ha		19.99.86	24.69
S.A.U. Superficie utilizzabile agricoltura (sup. coltivabile), di cui	Ha		71.01.96	87.67
nell'interfila (Superficie pascolo sotto i Tracker, capezzagne ecc.)	Ha	19.93.82		
Altre superfici (erbai e pascoli)	Ha	51.08.00		

Superficie di rispetto perimetrale (aree verdi di mitigazione)	Ha	4.98.32		
Superfici occupate dalla viabilità interna	Ha	3.93.92		
Tare	Ha	1.01.90		
Totale	Ha	81.00.62		

Tabella 1 - Utilizzazione dell'area dell'impianto



Figura 1 – Area di intervento

Le caratteristiche dell'impianto in oggetto sono riassunte nella seguente tabella.

Luogo di installazione	Comune di Cheremule– Provincia di Sassari – Sardegna
Denominazione impianto	Cheremule
Potenza di picco	42.312,6 MWp
Tensione di sistema	1.500 Vcc
Tipologia	Impianto fotovoltaico montato a terra e connesso alla rete di distribuzione

	di Trasmissione nazionale Terna con POD a 36 kV.
Generatore fotovoltaico	Moduli fotovoltaici in silicio cristallino montati su struttura metallica del tipo inseguitore solare, cabinati di conversione AC-DC con trasformatore di potenza BT/MT (Power Station) e cabina centrale di raccolta AT (MTR).
Tipo strutture di sostegno	Inseguitori monoassiali con asse di rotazione Nord-Sud (orientamento Est-Ovest) su montanti in acciaio infissi nel terreno (pali battuti e/o pali trivellati).
Inclinazione piano dei moduli	Variabile
Azimut di installazione	Est - Ovest
Coordinate	40.47°N 8.72°E
Altitudine (s.l.m.)	413 m

Tabella 2 - Dati generali dell'impianto

2. LOCALIZZAZIONE DELL'AREA

Le due aree interessate dall'impianto agri-fotovoltaico si estendono per circa 81 ettari che ricadono nel territorio comunale di Cheremule (SS) nella regione storica del Meilogu (figura 2).

L'impianto e il tracciato della connessione alla stazione Terna ricadono nel Foglio IGM 480 sez. III in scala 1:25.000 e nel foglio CTR 480 sez. 090 e 100 in scala 1:10.000.

L'impianto agri-fotovoltaico è localizzato nel settore settentrionale della piana di Campu Giavesu, su morfologia pianeggiante, delimitata a ovest dai rilievi vulcanici di Monte Traessu, Monte Ferulosu e Monte Sedda Oro; a est dai rilievi di Monte Ammuradu, Cuccuru del Monte, Monte Figunni e Pedra Mendarza.

I rilievi collinari sono costituiti in parte da prodotti vulcanici oligo-miocenici e plio-quadernari, in parte da sedimenti marini miocenici.

Le quote altimetriche sono comprese tra i 410 m s.l.m. della piana di Campu Giavesu e i 650 m s.l.m. dei principali rilievi circostanti che definiscono la conca stessa.

Il settore è attraversato dal Rio Mannu di Mores, appartenente al bacino idrografico del Coghinas. Il corso d'acqua trae origine dalle pendici di Monte Traessu, Monte Ferulosu e Monte Sedda Oro e si sviluppa in direzione Sud Ovest-Nord Est.

L'asta imbruviale è in massima parte canalizzata e costituisce la principale linea di drenaggio delle acque superficiali circostanti. Sono presenti altri rii minori, molti dei quali in buona parte canalizzati.



Figura 1 - Ubicazione dell'impianto

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO E VINCOLISTICA

Di seguito si riporta il quadro normativo settoriale di riferimento.

3.1. NORMATIVA

Lo studio e le indagini sono stati eseguiti in conformità alla seguente normativa:

- d.m.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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- Circolare del Min. LL.PP. 24 settembre 1988 n.30483: istruzioni riguardanti le indagini di cui al D.M. 11 marzo 1988.
- Decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180 e successive m. e i.: "Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da fenomeni franosi nella regione Campania";
- Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112: Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59, (G.U. n. 92 del 21 aprile 1998, s.o. n. 77/L);
- Opcm del 20 marzo 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 (Supplemento Ordinario n. 72 della Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003);
- d.m 14 gennaio 2008, approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni (Supplemento Ordinario n. 30 della Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008);

- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, circolare 2 febbraio 2009 recante istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al d.m 14 gennaio 2008;
- Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica:
 1. UNI EN 1998-1:2005 Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici;
 2. UNI EN 1998-5:2005 Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;
- Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica:
 1. UNI EN 1997-1:2005 Parte 1: Regole generali;
 2. UNI EN 1997-2:2007 Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo;
- Legge Regionale 25 novembre 2004, n. 8: Norme urgenti di provvisoria salvaguardia per la pianificazione paesaggistica e la tutela del territorio regionale.
- d.m 17/01/2018 – Aggiornamento Norme Tecniche Costruzioni -
- Circolare C.S. LL.PP. n. 7 del 21.01.2019 «Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni» di cui al d.m.. 17.01.2018»;

3.2. VINCOLISTICA

3.2.1. PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

Il Piano di Assetto Idrogeologico è stato approvato con decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67 del 10 luglio 2006, successivamente integrato e modificato con specifiche varianti. Con deliberazione n. 12 del 21 dicembre 2021 sono state adottate le modifiche e integrazioni delle Norme di Attuazione del PAI. Le disposizioni delle nuove Norme di Attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico - Allegato 2 alla delib.g.r. n. 2/8 del 20 gennaio 2022 - disciplinano il coordinamento tra il PAI e i contenuti e le misure del Piano

di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) e del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) e pertanto, ogni qualvolta si riferiscono al PAI si intendono riferite anche al PGRA ed al PSFF.

Obiettivo prioritario del PAI è la riduzione del rischio idrogeologico entro valori compatibili con gli usi del suolo in atto, in modo tale da salvaguardare l'incolumità delle persone e ridurre al minimo i danni ai beni esposti.

L'area di intervento non ricade in aree classificate a pericolosità di frana né a rischio idraulico.

Per quanto riguarda l'invarianza idraulica, essa rimane sostanzialmente inalterata in quanto per le caratteristiche dell'intervento consente alle piogge di defluire come in origine. Anzi, considerato che attualmente lo strato di alterazione superficiale è molto compatto poiché alcuni lotti non vengono arati, la futura destinazione ad uso agricolo consentirà di "rompere" l'epipedon e quindi favorire l'infiltrazione delle acque piovane nel sottosuolo e nel contempo di attenuare locali fenomeni di ristagno. Per detto motivo non necessita di alcuna misura di compensazione.

3.2.2. PIANO STRALCIO FASCE FLUVIALI (PSFF)

Il PSFF costituisce un approfondimento ed una integrazione necessaria al Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) in quanto è lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli ed industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali.

In estrema sintesi il PSFF ha perimetrato le fasce di inondabilità, ovvero le porzioni di territorio costituite dall'alveo e dalle aree limitrofe, sia dei corsi d'acqua principali che degli affluenti, caratterizzate da uguale probabilità di inondazione.

Il settore non è delimitato dalle fasce di inondabilità.

3.2.3. PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), previsto dalla Direttiva 2007/60/CE e dal d.lgs. 49/2010 è finalizzato alla riduzione delle conseguenze negative sulla salute umana, sull'ambiente e sulla società derivanti dalle alluvioni.

Esso individua interventi strutturali e misure non strutturali che devono essere realizzate nell'arco temporale di 6 anni, al termine del quale il Piano è soggetto a revisione ed aggiornamento.

Il secondo ciclo di pianificazione è stato approvato nel 2019 e adottato nel 2020 con la Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 14 del 21 dicembre 2021.

Dall'analisi della documentazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni emerge che le aree interessate dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico in progetto non risultano soggetti a pericolosità idraulica.

4. MODELLO GEOLOGICO

4.1 PREMESSA

Al fine di pervenire ad una precisa definizione del modello geologico, gli studi e le indagini hanno riguardato un areale sufficientemente rappresentativo in rapporto al tipo di opera da realizzare ed al contesto geologico in cui questa si colloca.

Lo studio e le indagini geologiche sono stati eseguiti con l'obiettivo di pervenire alla:

1. ricostruzione della successione stratigrafica e della distribuzione dei litotipi, del loro stato di alterazione, di fratturazione e alterabilità;
2. ricostruzione dei caratteri geomorfologici e della loro tendenza evolutiva;
3. definizione della circolazione idrica superficiale e sotterranea del sito.

Di seguito viene riportata una sintesi della relazione geologica allegata al progetto e cui questo elaborato fa riferimento.

4.2 MODELLO GEOLOGICO

4.2.1 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, IDRAULICO ED IDROGEOLOGICO

L'area sulla quale ricade l'impianto agro-fotovoltaico è ubicata nel settore settentrionale della piana di Campu Giavesu, su morfologia pianeggiante, delimitata a ovest dai rilievi vulcanici oligo-miocenici di Monte Traessu, Monte Ferulosu e Monte Sedda Oro; a est dai rilievi di Monte Ammuradu, Cuccuru del Monte, Monte Figunni e Pedra Mendarza.

I rilievi collinari sono costituiti in parte da prodotti vulcanici oligo-miocenici e plio-quadernari, in parte da sedimenti marini miocenici.

Le quote altimetriche sono comprese tra i 410 m s.l.m. della piana di Campu Giavesu e i 650 m s.l.m. dei principali rilievi circostanti che definiscono la conca stessa.

Il settore è attraversato dal Rio Mannu di Mores, appartenente al bacino idrografico del Coghinas. Il corso d'acqua nasce dalle pendici di Monte Traessu, Monte Ferulosu e Monte Sedda Oro e si sviluppa in direzione Sud Ovest-Nord Est. L'asta impluviale è in massima parte canalizzata e costituisce la principale linea di drenaggio delle acque superficiali circostanti. Sono presenti altri rii minori, molti dei quali in buona parte canalizzati.

Per quanto riguarda il contesto idrogeologico, il settore è costituito da litologie a diverso grado di permeabilità, da bassa permeabilità per porosità quali i depositi eluvio-colluviali, a permeabilità elevata per fratturazione come le formazioni calcaree poste poco più a nord dell'area d'intervento.

A seguito di alcune ricerche idriche per pozzi, sono state individuate più falde acquifere con caratteristiche qualitative molto differenti tra loro. Infatti, nel settore orientale, laddove il substrato è caratterizzato dalla presenza di litologie carbonatiche più o meno marnose, la falda risulta salmastra e quindi inutilizzabile per qualsiasi uso. Si tratta di falde poco profonde, appartenenti all'acquifero carbonatico. Viceversa, nel settore occidentale, l'acquifero vulcanico terziario dà luogo a falde aventi buone caratteristiche qualitative, ma con portate significative unicamente a profondità superiore a 50-60 metri.

4.2.2 GEOLOGIA

L'area di progetto ricade nella regione del Meilogu, in territorio comunale di Cheremule, nel settore settentrionale della piana di Campu Giavesu delimitata dai rilievi vulcanici oligo-miocenici di Monte Traessu, Monte Ferulosu e Monte Sedda Oro, ad ovest, che determinano così, in questo settore, una sorta di chiusura a conca.

Verso est, la conca è delimitata dai rilievi, in parte costituiti da prodotti vulcanici, di età oligo-miocenica e plio-quadernaria, ed in parte da sedimenti marini miocenici, di Monte Ammuradu, Cuccuru del Monte, Monte Figunni e Pedra Mendarza.

Le quote altimetriche sono comprese, approssimativamente, tra 410-420 m s.l.m. della piana di Campu Giavesu e 550-650 m s.l.m., con maggiore variabilità di quote, dei principali rilievi circostanti che definiscono la conca stessa. Verso nord, le quote si abbassano progressivamente, pur con interruzioni di rilievi collinari, verso il bacino idrografico del Rio Mannu.

Il territorio di Campu Giavesu, da un punto di vista geo-strutturale, è ubicato all'interno di una fossa tettonica alquanto articolata e complessa con andamento generale N-S, di strutturazione terziaria oligo-miocenica, riempita e colmata dapprima da prodotti vulcanici lavici e piroclastici (andesiti, rio-daciti e rioliti) oligo-miocenici e quindi da sedimenti di ambiente marino o di transizione (lacustre/palustre). In particolare, questo settore è ubicato immediatamente a sud del graben coniugato (Fossa di Chilivani, orientata ENE-OSO) che si innesca nel graben principale.

Completano il quadro tettonico le faglie/fratture, con direzioni NNO-SSE, attivate nel Quaternario che hanno dato origine alle colate basaltiche, neck ed agli associati prodotti piroclastici e di scorie più recenti Monte Cuccuruddu, Pedra Mendarza, Monte Annaru.

Formazioni geologiche

In questo contesto tettonico generale le formazioni geologiche affioranti, o immediatamente limitrofe al territorio sono riportate nella carta geologica in scala 1:10.000 e qui di seguito descritte.

Cenozoico:

Sono riferibili a questa era le formazioni vulcaniche e sedimentarie che interessano l'impianto fotovoltaico in oggetto.

A livello regionale le vulcaniti oligo-mioceniche, di ambiente orogenico, si sono messe in posto secondo la seguente successione spazio-temporale.

Nell'intervallo di tempo compreso tra 32 e 26 Ma, lave calcalkaline intermedio-basiche (andesiti e andesiti basaltiche) si sono riversate sporadicamente all'interno ed ai bordi del graben principale e di quelli associati che attraversano la Sardegna occidentale da nord a sud. I loro prodotti sono presenti principalmente come cupole o colate laviche e, in misura minore, come corpi ipoabissali.

A partire da circa 23 Ma. flussi piroclastici altamente esplosivi (composizionalmente variabili da riodaciti a rioliti), derivanti da anatessi della crosta continentale e/o frazionamento da magmi parentali basici, si sono riversati in vasti settori dei suddetti graben, in alternanza con lave basiche, intermedie ed acide. Sia l'attività effusiva che quella esplosiva sono continuate fino al 13 Ma circa, quando cessarono i movimenti di deriva e l'arco vulcanico sardo divenne inattivo.

La maggior parte dei prodotti di questa attività vulcanica sono stati emessi e depositati in un ambiente subaereo. Tuttavia, in alcune aree, vulcaniti da basiche a intermedie, come lave a cuscino, ialoclastiti e brecce di esplosione, generate dall'attività vulcanica sottomarina sin-rift (nell'arco di tempo 21-18 Ma, sono anche presenti, intercalati in rocce sedimentarie).

Piroclastiti di flusso a bassa saldatura (pomiceo-cineritiche), con composizioni da riolite a riolacite, eruttate da vulcani subaerei, si trovano intercalate in sedimenti marini pelagici post-rift (es. “Unità delle Marne di Gesturi “in Marmilla) - o in ambiente fluvio-lacustre (“Lacustre” nella Valle del Tirso, nell’Anglona e nel Logudoro).

Nel Logudoro, gli ultimi episodi ignimbrici, a prescindere dal grado di saldatura, hanno un carattere alto in potassio di tipo Shoshonitico,.

In particolare, nel settore interessato e cartografato, affiorano direttamente, in successione stratigrafica talora incerta per la mancanza di rapporti stratigrafici e contatti diretti tra i prodotti delle diverse unità vulcaniche oligo-mioceniche. Segue quindi la successione sedimentaria marina che ospita anche intercalazioni di prodotti piroclastici, provenienti da apparati vulcanici localizzati sulle allora terre emerse, e depositi in ambiente marino o lacustre.

Chiudono quindi la sequenza litologica del settore le lave basaltiche e le relative scorie plio-quadernarie di ambientazione anorogenica.

La successione è pertanto la seguente:

LITOLOGIE	PIANO
Lave da andesiti ad andesiti basaltiche	AQUITANIANO - BURDIGALIANO (MTD)
Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbricitica, variamente saldati, grigiastri	BURDIGALIANO (UUI)
Rioliti in colate e depositi piroclastici tipo block and ash flows prevalentemente monogenici e caotici).	BURDIGALIANO (TSU)
Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbricitica, saldati, di colore rossastro, con fiamme grigiastre.	BURDIGALIANO (SSU)
Andesiti, andesiti basaltiche e basalti in filoni e dicchi.	BURDIGALIANO (RDS)
Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbricitica, pomiceo-cineritici, bianco-grigiastri, non saldati.	BURDIGALIANO (ILV)
Depositi epiclastici con intercalazioni di selci, siltiti e marne con resti di piante, conglomerati, e calcari silicizzati di ambiente lacustre	BURDIGALIANO (LRM)
Calcareniti, calcari bioclastici fossiliferi.	BURDIGALIANO sup. (RESa)
Marne, marne arenacee bioturbate e calcari marnosi, localmente in alternanze ritmiche	LANGHIANO (RTU)

Trachibasalti generalmente olocristallini.	PLEISTOCENE MEDIO (BGD4)
Coltri eluvio-colluviali.	OLOCENE (b2).

Relativamente ai depositi sedimentari di ambiente marino e soprattutto di ambiente di transizione (lacustre e/o fluvio-deltizio) ed i prodotti piroclastici ad essi intercalati anche ripetutamente, va messo in evidenza che questi ultimi, a causa dell'ambiente di deposizione, risultano spesso argillificati e bentonitizzati con connessi e conosciuti fenomeni di ricircolazione e deposizione di silice e silicizzazione indotta dei sedimenti carbonatici.

Contesto geologico dell'area di progetto

Le due aree che ospiteranno i moduli fotovoltaici ricadono nella parte pianeggiante di Campu Giavesu caratterizzata da coltri eluvio-colluviali oloceniche, di debole spessore.

Questi depositi recenti e attuali ricoprono a loro volta sia le lave andesitiche "MTD", sia i depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, a varia saldatura, "UUI", sia i depositi epiclastici con intercalazioni di selci, siltiti e marne ambiente lacustre.

La componente argillosa sia delle marne che delle piroclastiti argillificate giustifica le condizioni di scarso drenaggio del pianoro con formazione di ristagni d'acqua e di piccole paludi durante i periodi di maggiori precipitazioni.

Dell'area vasta è stata realizzata la carta geologica in scala 1:10.000 (TAV_GEN_08_GEO) della quale si riporta la legenda.

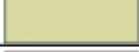
SIMBOLO	DESCRIZIONE
	b2 - Coltri eluvio-colluviali. OLOCENE
	a - Depositi di versante. OLOCENE
	b - Depositi alluvionali. OLOCENE
	BGD5 - Basalti transizionali e alcalibasalti in limitate colate. PLEISTOCENE MEDIO
	BGD4 - Trachibasalti olocristallini, con noduli gabbrici. PLEISTOCENE MEDIO
	RTU - Marna, marna arenacee bioturbate e calcari marnosi, localmente in alternanze ritmiche. LANGHIANO
	RESa - Calcareniti, calcari bioclastici fossiliferi. BURDIGALIANO SUP.
	LRM - Depositi epiclastici con intercalazioni di selci, siltiti e marna con resti di piante, conglomerati, e calcari silicizzati di ambiente lacustre. BURDIGALIANO
	ILV - Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrifica, pomiceo-cineritici, bianco-grigiastri, non saldati. BURDIGALIANO
	TSU - Lave riolitiche in colate e block and ash. BURDIGALIANO
	RUG - Lave dacitiche a riodacitiche, porfiriche, con giacitura in domi. BURDIGALIANO
	TLR - Lave andesitico-basaltiche e basaltico andesitiche porfiriche, in colate o cupole. BURDIGALIANO
	RDS - Lave andesitiche e andesitico basaltiche in filoni dicchi sills e locali colate. BURDIGALIANO
	SSU - Depositi di flusso piroclastico, saldati, di colore rossastro, con fiamme grigiastre. BURDIGALIANO
	UUI - Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrifica, variamente saldati, grigiastri. BURDIGALIANO
	HVN - Depositi di flusso piroclastico pomiceo-cineritici in facies ignimbrifica. BURDIGALIANO
	MTD - Lave da andesitiche a dacitiche in duomi e colate AQUITANIANO. BURDIGALIANO

Figura 2 - Legenda carta geologica

5 MODELLO SISMICO

5.1 PREMESSA

La normativa antisismica italiana disciplina la progettazione e la costruzione di nuovi edifici soggetti ad azioni sismiche, nonché la valutazione della sicurezza e gli interventi di adeguamento su edifici esistenti soggetti al medesimo tipo di azioni.

Con l'Ordinanza p.c.m. n. 3274 del 20.03.2003 «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica», entrata in vigore dal 25.10.2005, in concomitanza con la pubblicazione della prima stesura delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" e dalla successiva o-p--c-m. n. 3519/2006, sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale.

5.2 VALUTAZIONE DI PERICOLOSITÀ' SISMICA LOCALE

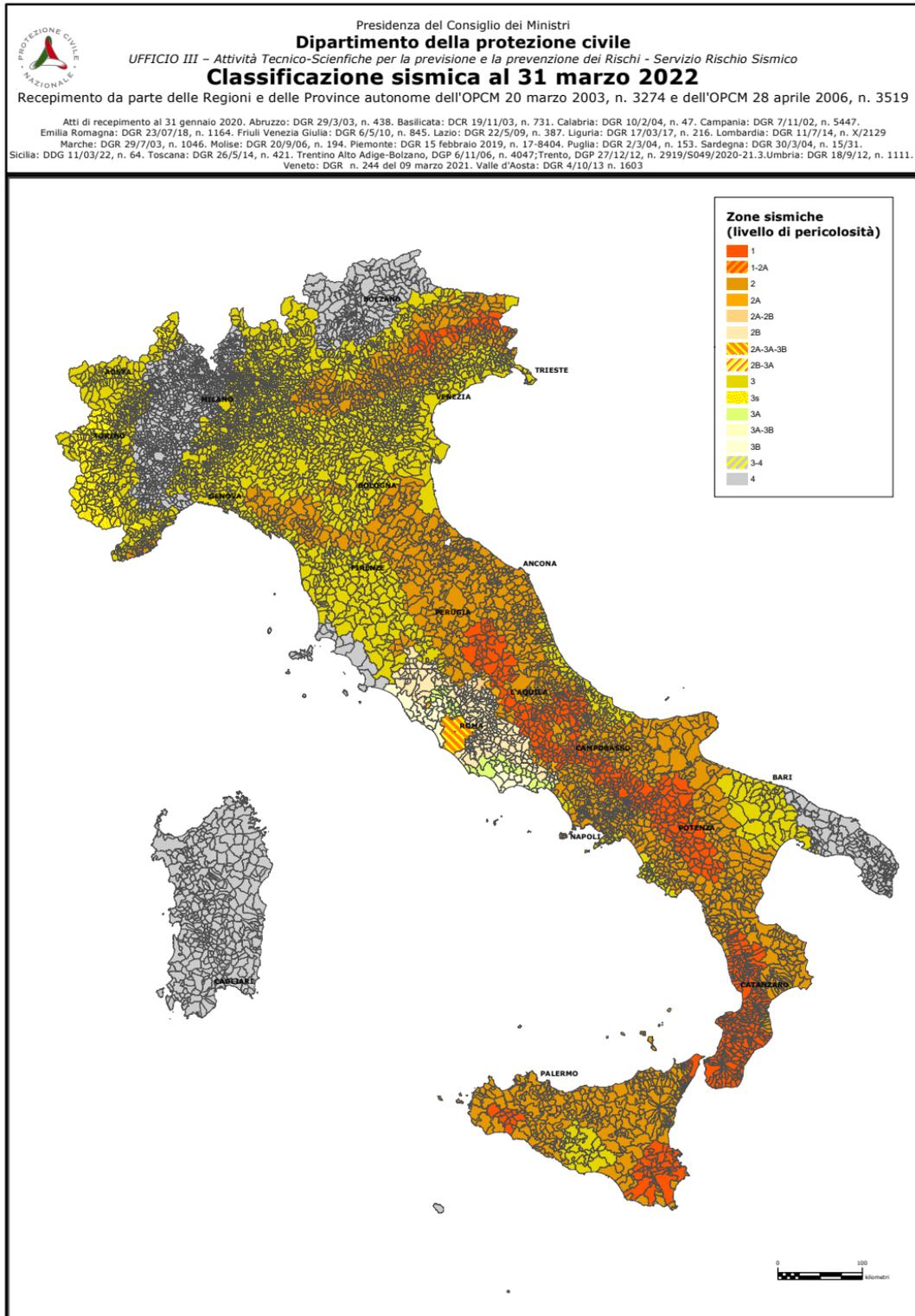
Pericolosità sismica di base

In relazione alla pericolosità sismica di base, espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi, il territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone con livelli decrescenti di pericolosità in funzione di altrettanti valori di accelerazione orizzontale massima al suolo (a_g 475), ossia quella riferita al 50esimo percentile, ad una vita di riferimento di 50 anni e ad una probabilità di superamento del 10% attribuiti a suoli rigidi caratterizzati da V_s $30 > 800$ m/s alle quali si applicano norme tecniche differenti le costruzioni.

A ciascuna zona, inoltre, viene attribuito un valore dell'azione sismica utile per la progettazione, espresso in termini di accelerazione massima su roccia (zona 1=0.35 g, zona 2=0.25 g, zona 3=0.15 g, zona 4=0.05 g, come riportato nella seguente tabella.

<i>Zona</i>	<i>Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g]</i>	<i>Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [a_g]</i>
1	$0,25 < a_g \leq 0,35g$	0,35g
2	$0,15 < a_g \leq 0,25g$	0,25g
3	$0,05 < a_g \leq 0,15g$	0,15g
4	$\leq 0,05g$	0,05g

La classificazione sismica del territorio nazionale è invece rappresentata nella figura che segue.



Come si può osservare dalla figura sopra riportata, l'intera regione Sardegna ricade in zona "4", ossia tutti i comuni sono contraddistinti da «pericolosità sismica BASSA» a cui corrisponde la normativa antisismica meno severa ed al parametro a_g è assegnato un valore di $0,025 \div 0,05 g$ da adottare nella progettazione.

Sismicità storica dell'area.

La storia sismica del territorio interessato dall'opera in progetto è stata ricostruita attraverso il database Macrosismico Italiano e il catalogo storico.

Il primo evento storico risale al 1616 con intensità stimata 4 avvenuta a Cagliari; nel 1771 è registrato un sisma a Cagliari, Villacidro e Teulada con area epicentrale nella Sardegna Meridionale. Nel secolo successivo l'evento del 1838, il più forte, che raggiunse il VI grado della scala Mercalli, poi nel 1850, nel 1870 e successivamente il più forte, registrato a Teulada con intensità 5 nel 1897 e con area epicentrale nel Tirreno meridionale.

Nel XX secolo si segnalano gli eventi del 1944, 1948, 1960 e del 1977. In tempi più recenti si segnala il sisma del 26 aprile 2000, del 3 marzo 2001, del 12 dicembre 2004, del 5 febbraio 2009, del 9 novembre del 2010 (grado 3.3 della scala Richter) che ha colpito il settore NO della Sardegna. Nel medio Campidano, si segnalano quelli del : 13 luglio 2006, magnitudo 2,7 a 10 km di profondità con epicentro Capoterra; 23 aprile 2007, magnitudo 1,4 a 10 km di profondità con epicentro Pabillonis; 2 ottobre 2007, magnitudo 1,4 a 10 km di profondità con epicentro tra Pabillonis e Guspini.

Infine, nel 2011, in cui una serie di sismi con epicentro nel settore poco a ovest della Corsica sono stati registrati anche nel settore settentrionale della Sardegna.

Si tratta, pertanto, di eventi di bassa energia, generalmente con intensità inferiore a 5, rari e piuttosto superficiali (profondità inferiori a 20 km). Dal punto di vista della pericolosità sismica, ossia della probabilità di occorrenza di questi eventi, il livello è così basso che non

è possibile valutare in maniera adeguata e affidabile; pertanto, per tutta la Sardegna è stato assegnato un valore di “default” di accelerazione massima molto pari a 0,050 g.

5.3 CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI AI FINI SISMICI

Per la definizione delle azioni sismiche di progetto, ai sensi del d.m. del 17.01.2018 deve essere valutata l’influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto nel suolo superficiale.

Ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente V_s eq di propagazione delle onde di taglio entro gli strati caratterizzati da una velocità delle onde sismiche inferiore a 800 m/s. Per identificare la categoria di sottosuolo finalizzata alla definizione dell’azione sismica di progetto, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s .

Approccio di calcolo della Risposta Sismica Locale (RSL)

I valori di V_s eq possono essere ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all’approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito (Es. prove penetrometriche).

Di seguito è riportata la suddivisione del sottosuolo in categorie in base al d.m. 17 gennaio 2018 “Norme tecniche per le costruzioni”.

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

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

Nel caso specifico e in assenza di misura diretta della Vs30, in relazione all'assetto geologico e da quanto emerso dalle stratigrafie e dai rilievi di campagna, si ritiene verosimile l'appartenenza alla categoria di sottosuolo B.

La normativa contempla anche le condizioni morfologiche del sito in esame; essa per configurazioni topografiche superficiali semplici, individua le seguenti classi:

Tab. 3.2.III - Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

L'area in oggetto è posizionata su area pianeggiante per cui è inserita in categoria **T1**.

Spettro di risposta elastico

Ai fini delle NTC le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri sul sito di riferimento rigido orizzontale:

1. **ag** - accelerazione orizzontale massima al sito
2. **F₀** - valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
3. **T_c**- periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Poiché le probabilità PVR di superamento nel periodo di riferimento VR variano al variare dello stato limite considerato, nelle verifiche devono essere presi in considerazione tutti i meccanismi di stato limite ultimo e di esercizio. In particolare, sono da valutare gli Stati Limite di Esercizio SLO (Stato Limite di Operatività) e SLD (Stato Limite di Danno) e gli Stati Limite Ultimi SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) e SLC (Stato Limite di prevenzione del Collasso). Per la determinazione di a_g (accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido) è indispensabile conoscere le coordinate geografiche decimali dell'opera da verificare che nel caso in esame sono state poste come latitudine 39.38109 e longitudine 8.90415.

I valori di a_g , F_0 e T_c^* per gli “stati limite di esercizio”, SLO e SLD, e per gli “stati limite ultimi”, SLC e SLD, sono calcolati con interpolazione basata sulle distanze, per maglie di riferimento rappresentative dell'intera area nella quale dovranno essere attuati gli interventi, utilizzando **la classe d'uso II** di cui alla tabella successiva.

CLASSE I	Presenza occasionale di persone, edifici agricoli
CLASSE II	Normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziale. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente.
CLASSE III	Affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti con attività particolarmente pericolose per l'ambiente
CLASSE IV	Funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente.

I dati sismici locali sono calcolati sulla base della Vita nominale V_N di un'opera, convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

Tab. 2.4. I - Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	≤10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	≥50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	≥100

Nelle NTC 2018 i valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.I.

Nel caso in esame si tratta di costruzioni con livelli di prestazioni ordinari "VN. 50
 Le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate, inoltre, in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale di progetto V_N per il coefficiente d'uso C_U

$$V_R = V_N \cdot C_U.$$

Nelle NTC 2018 scompare la limitazione di 35 anni come periodo minimo di riferimento per la valutazione dell'azione sismica. Questo comporta valutazioni differenti del periodo di ritorno T_R per le Costruzioni temporanee e provvisorie. Rimangono inalterati i valori del coefficiente d'uso C_U , definito al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 2.4.II.

Tab. 2.4.II - Valori del coefficiente d'uso C_U				
CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Vita Nominale	Classe d'uso dell'opera	Periodo di riferimento per l'azione sismica
$V_N \geq 50$	II	$V_R = 50$

Parametri sismici dell'area di intervento

In base ai dati di localizzazione, tipologia dell'opera e classe d'uso sono stati calcolati i parametri sismici relativi alle verifiche SLO, SLD, SLV e SLC

Per quanto sopra, posto come coordinate geografiche dell'area :

Latitudine : 40.47246 ; Longitudine 8.72016

per $V_R=50$ anni si ottengono i seguenti periodi di ritorno T_R associati allo Stato Limite di Operatività SLO, Stato Limite del Danno SLD, Stato Limite di Salvaguardia della Vita SLV e Stato Limite di prevenzione del Collasso SLC:

81% Operatività (SLO) $T_R = 30$ anni

63% Danno (SLD) $T_R = 50$ anni

10% Salvaguardia della vita (SLV) $T_R = 475$ anni

5% Collasso (SLC) $T_R = 975$ anni

le forme spettrali previste dalle NTC/2018 definite dai parametri a_g , F_o , e T_c^* (calcolati con il programma AMV Softwarecompany) sono riportate nella tabella sottostante.

STATO LIMITE	T _R (anni)	a _g /g	F _o	T _c *
SLO	30	0,0186	2,61	0,273
SLD	50	0,0235	2,67	0,30
SLV	475	0,05	2,88	0,34
SLC	975	0,0603	2,98	0,37

L'accelerazione massima attesa al sito a_{max} si ricava dal valore dell'accelerazione orizzontale massima del sito a_g su suolo rigido con la seguente relazione

$$a_{max} = a_g \cdot S_s \cdot S_T$$

in cui

S_s coefficiente di amplificazione stratigrafica indicato nella Tab. 3.2.II delle NTC/2018 relativo a ciascuna classe di sottosuolo.

S_T coefficiente di amplificazione topografica riportato nella Tab. 3.2.III delle NTC/2018.

Utilizzando per i terreni in esame un sottosuolo di categoria B, quindi caratterizzati da un coefficiente S_s=1.2 ed essendo la morfologia dell'area pianeggiante, quindi una configurazione topografica di categoria T1 (S_T=1), le accelerazioni orizzontali massime del sito riferite ai vari stati limite sono le seguenti:

STATO LIMITE		a _{max}
Stati limiti di esercizio	SLO	0,0223
	SLD	0,0282
Stati limiti ultimi	SLV	0,06
	SLC	0,0724

6 MODELLO GEOTECNICO

6.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE

In considerazione delle modeste opere da realizzare e del contesto geolitologico in cui si opera, il modello geotecnico è stato definito attraverso una serie di pozzetti esplorativi eseguiti nei lotti di intervento della proposta progettuale, associato a test in sito mediante l'uso di pocket penetrometer e scissometro tascabile, nonché a correlazioni con prove e analisi di laboratorio eseguite su terreni simili.

I pozzetti esplorativi sono stati realizzati mediante escavatore, spinti sino alla profondità massima di 1,70 metri, ubicati nelle aree più significative a seguito di approfonditi rilievi geologici e morfologici.

Nell'allegato, l'ubicazione dei pozzetti.

6.2 PARAMETRI E MODELLAZIONE GEOTECNICA

L'indagine ha evidenziando una copertura di sedimenti terrigeni a grana molto fine, coesivi, su cui si è sviluppato un suolo con caratteristiche vertiche, poggiante in massima parte su un substrato di natura vulcanica. Secondo la classificazione C.N.R. U.N.I. 10006 si tratta di terre ascrivibili alla classe A7 (vedasi figura sotto), pertanto non idoneo all'utilizzo di sottofondo stradale.

Classificazione generale	Terre ghiaio - argillose Frazione passante allo staccio 0.075 UNI 2332 ≤ 35%							Terre limo - argillose Frazione passante allo staccio 0.075 UNI 2332 > 35%					Torbe e terre organiche palustri
	A 1		A 3	A 2				A 4	A 5	A 6	A 7		
Gruppo	A 1-a	A 1-b		A 2-4	A 2-5	A 2-6	A 2-7				A 7-5	A 7-6	
Analisi granulometrica Frazione passante allo staccio													
2 UNI 2332 %	≤ 50	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 50	> 50	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,075 UNI 2332 %	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332													
Limite liquido	–	–	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	> 40
Indice di plasticità	≤ 6	N.P.	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	IP ≤ LL. 30	IP > LL. 30	IP > LL. 30	IP > LL. 30
Indice di gruppo	0		0	0			≤ 4	≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fina	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa				Limi poco compressibili	Limi fortemente compressibili	Argille poco compressibili	Argille fortemente compressibili mediamente plastiche	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellenti a buono					Da mediocri a scadenti					Da scartare come sottofondo		
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna e lieve		Media				Molto elevata	Media	Elevata	Media			
Ritiro o rigonfiamento	Nulla		Nulla o lieve				Lieve o medio	Elevato	Elevato	Molto elev.			
Permeabilità	Elevata		Media o scarsa					Scarsa o nulla					
Identificazione dei terreni in sito	Facilmente individuabili a vista	Aspri al tatto. Incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo. Aspri al tatto. Una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla.				Reagiscono alla prova di scuotimento*. Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto. Non facilmente modellabili allo stato umido.	Non reagiscono alla prova di scuotimento*. Tenaci allo stato asciutto. Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido.		Fibrosi di color bruno o nero. Facilmente individuabili a vista.			

* Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi dalle argille. Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera, che scomparirà comprimendo il campione fra le dita.

Sono terreni suscettibili di rigonfiamenti e ritiro anche elevati poiché molto dipendenti dal contenuto naturale d'acqua pertanto, sono dotati di mediocri caratteristiche geotecniche e con presunte capacità di portanza inferiore a 100 kPa per fondazioni superficiali.

La sequenza stratigrafica rilevata nell'area di progetto può essere così sintetizzata:

- da m 0,00 a m 0,50 - Strato d'alterazione pedogenetico argilloso-limoso con presenza di radici; colore grigio scuro, duro da secco. Plasticità molto elevata. Caratteristiche geotecniche: scadenti.
- da m 0,50 a m 1,00 : Limo argilloso con poca sabbia; colore grigio scuro, debolmente compatto, umido; Plasticità elevata. Caratteristiche geotecniche: mediocri.
- da m 1,00 a m 160 : Limo argilloso debolmente sabbioso, localmente con presenza di rari ciottoli di piccole dimensioni poco arrotondati, alterati, di natura vulcanica. Colore nocciola con screziature rossastre e grigiastre. Caratteristiche geotecniche: mediocri.

Si fa presente che nel pozzetto n°3, alla profondità di circa 1,60 metri, lo scavo è stato impedito per la presenza di litologie dure di natura vulcanica, alterate al tetto.

I dettagli sono riportati nelle allegate colonne stratigrafiche.

Sulla base delle conoscenze acquisite, è stato definito un modello geotecnico al quale sono stati associati i seguenti parametri orientativi:

PARAMETRI GEOTECNICI	Profondità (m)		
	0,0 – 0,50 m Orizzonte d'alterazione	0,50 -1,00 m Argille limose	1,00 -1,60 Limi argillosi
Peso di volume (γ)- kN/m ³	17,6 -19,6	17,6 - 18,2	17,2 - 18,2
Angolo d'attrito (ϕ°)	0- 10°	5° - 10°	10° -18°
Coesione non drenata (Cu) kPa	50 - 80	80 - 250	50 -100
Modulo elastico (E) Kg/cmq	150 -1000	50-250	100 - 500
Coeff. di Poisson (ν)	0,1 -0,5	0,4 -0,5	0,3 -0,4

I range dei valori delle terre coesive, talvolta piuttosto ampi, sono determinati in buona parte dalle caratteristiche di adsorbimento delle argille. Infatti il loro grado di consistenza può variare, nel corso delle stagioni e in ragione della profondità, da argille dure ad argille molli, o addirittura molto molli in quelle più superficiali, ovvero con valori di resistenza a compressione semplice σ_f compresi tra 388 a 24 kPa.

Per quanto riguarda le litologie dure individuate nel pozzetto n°3, la formazione al tetto può essere associata a rocce deboli (Weak Rocks), caratterizzata da carichi di rottura scadenti (5-25 MPa) e peso di volume (γ) contenuti (21-23- kN/m³). Con la profondità tale litologie hanno un deciso miglioramento geomeccanico.

In considerazione delle modeste opere da realizzare, quali appunto l'installazione dei moduli fotovoltaici su apposite strutture metalliche di sostegno infisse sul terreno, e i modesti carichi delle cabine elettriche su strutture prefabbricate, in questa fase si omettono le verifiche sugli stati limite.

7 CONCLUSIONI

Lo studio è stato realizzato attraverso rilevamenti di superficie, indagini dirette mediante la realizzazione di pozzetti esplorativi con escavatore, test in sito e correlazioni con indagini e prove eseguite su terreni simili.

Il settore interessato dall'intervento è contraddistinto da una morfologia prevalentemente sub-pianeggiante, stabile, attraversata da alcuni rii per lo più canalizzati, il più importante dei quali è costituito dal Rio Mannu di Mores.

Secondo il PAI della Regione Sardegna l'area non risulta a pericolosità idraulica, né a pericolosità da frana, pertanto idonea alla realizzazione dell'impianto previsto in progetto.

Dal punto di vista geolitologico, il settore in argomento è costituito da depositi eluvio-colluviali fini argillosi e limosi, localmente con livelli anche debolmente sabbiosi, su cui si è sviluppato un suolo con caratteristiche vertiche, contraddistinto da ampie e profonde spaccature nei periodi secchi.

I sedimenti poggiano su un substrato di natura vulcanica posto a debole profondità, ad eccezione del settore più orientale in cui il substrato è costituito da litologie siltitiche e marnose. Secondo la classificazione C.N.R. -U.N.I. 100006, i depositi fini appartengono alla classe A7, sono suscettibili di rigonfiamenti e di ritiro anche elevati, strettamente dipendenti dal contenuto naturale d'acqua. Per questo motivo, le piste di accesso all'impianto previste dovranno essere realizzate previa scarificazione dello strato più superficiale (almeno 40 cm circa); e altresì sconsigliata la realizzazione di fondazioni entro i primi 50-60 cm, in particolare nelle aree più depresse in cui lo spessore di "suolo" è maggiore. Le caratteristiche geotecniche indicano terreni dotati di buona coesione ma di angolo d'attrito molto basso e le proprietà reologiche sono valutate da scadenti a mediocri, con presunte capacità di portanza inferiore a 100 kPa per fondazioni poco profonde.

Nel settore occidentale dell'intervento (pozzetto n°3), le indagini hanno evidenziato la presenza di un basamento roccioso ad una profondità di circa 1,60 metri, molto alterato e fratturato al tetto. E' verosimile che nelle zone prospicienti gli affioramenti rocciosi vulcanici,

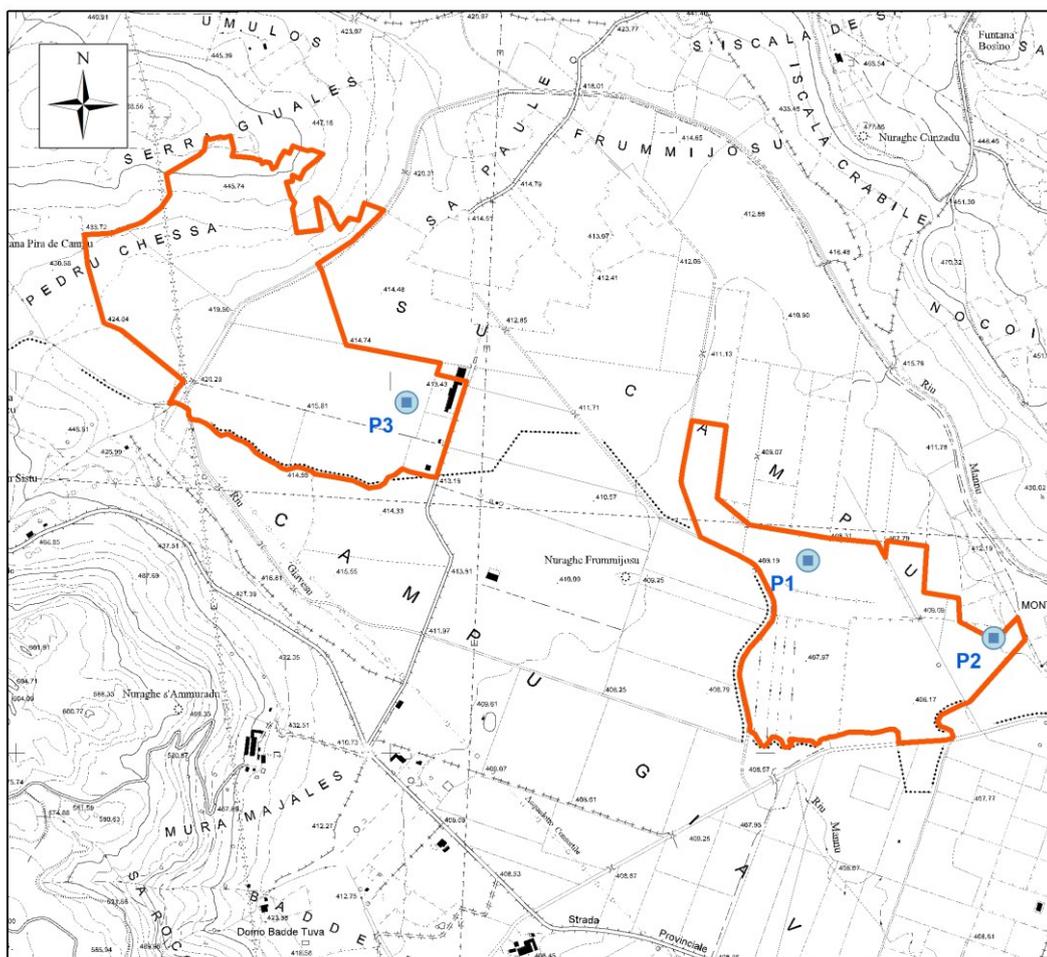
individuati alle quote topografiche più elevate del declivio, il basamento roccioso possa riscontrarsi anche a profondità prossime al metro. Infine, nel settore orientale, laddove la sono stati individuati sub-affioramenti di litologie siltitiche e marnose e in cui la morfologia risulta debolmente inclinata, nei primi metri di profondità si è osservata un maggior contenuto di limo e sabbia molto fine. In questo caso il grado di plasticità dei sedimenti risulta inferiore rispetto a quelli riscontrati nelle aree topograficamente più depresse, di conseguenza anche la suscettività al rigonfiamento e ritiro è molto minore.

ALLEGATI:

UBICAZIONE POZZETTI

STRATIGRAFIE

CARTA UBICAZIONE POZZETTI



Stratigrafia N. P1

Committente:			Scala: 1:50
Oggetto Lavori: Impianto fotovoltaico "Cheremule"			Data: 12-settembre-2022
Località: Su campu "Cheremule"			Coordinate: 1476112 E- 4480518
Impresa esecutrice:			Quota: 408,5
Attrezzatura:			Redattore:

R v	Litologia	RP	Prof. m	DESCRIZIONE
		2,2	0,50	Argilla limosa con presenza di radici, colore grigio nerastro, duro, secco, con presenza di spaccature verticali di ordine pluri-centimetrico. Plasticità elevata. Caratteristiche geotecniche scadenti.
		2,2	1,10	Argilla limosa; colore grigio scuro; umida, debolmente compatta (pocket penetrometer 6 mm = 2,2 Kg/cmq). Plasticità elevata. Caratteristiche geotecniche molto mediocri.
		2,2	1,60	Limo argilloso debolmente sabbioso; colore nocciola; umido, debolmente compatto. Plasticità medio-elevata. Caratteristiche geotecniche mediocri.

Stratigrafia N. P2

Committente:			Scala: 1:50
Oggetto Lavori: Impianto fotovoltaico "Cheremule"			Data: 12 - Settembre- 2022
Località: Su Campu " Cheremule"			Coordinate: 1476608 E -4480309 N
Impresa esecutrice:			Quota: 410
Attrezzatura:			Redattore:
R v	Litologia	Prof. m	DESCRIZIONE
1		0,20	Argilla limosa con presenza di radici, colore grigio nerastro, duro, secco, Plasticità elevata. Caratteristiche geotecniche scadenti.
		1,00	Argilla limosa debolmente sabbiosa con rari ciottoli di ordine centimetrico tra i 60 e 80 cm di profondità; colore nocciola scuro; compatta. Plasticità media. Caratteristiche geotecniche mediocri.
		1,60	Limo argilloso debolmente sabbioso; colore nocciola; debolmente umido, compatto. Plastico. Caratteristiche geotecniche mediocri.

Stratigrafia P3

Committente:			Scala: 1:50
Oggetto Lavori: Impianto fotovoltaico "Cheremule"			Data: 12 Settembre 2022
Località: Su Campu "Cheremule"			Coordinate: 1475042 E- 4480943 N
Impresa esecutrice:			Quota: 414
Attrezzatura:			Redattore:
R v	Litologia	Prof. m	DESCRIZIONE
1	■	0,40	Argilla limosa con presenza di radici; colore grigio nerastro; duro, secco, Plasticità elevata. Caratteristiche geotecniche scadenti.
	■	1,10	Argilla limosa con rara ghiaia di natura basaltica; colore grigio scuro; umida, debolmente compatta. Plastico. Caratteristiche geotecniche mediocri.
	■	1,50	Argilla con limo con presenza di ghiaia e rari ciottoli di piccole dimensioni di natura vulcanica; colore grigio chiaro; umido, compatto. Plastico. Caratteristiche geotecniche mediocri.
	■	1,60	Rocca debole di natura vulcanica, alterata, con argilla molto plastica all'interno delle fratture, colore grigio con screziature rossastre. Caratteristiche geotecniche discrete.