



**COMUNE DI
LUOGOSANTO**



**REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA**



**COMUNE DI
AGLIENTU**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE E
L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA
FONTE EOLICA DENOMINATO "PARCO
EOLICO LUOGOSANTO", DELLA POTENZA DI
95.2 MW, LOCALIZZATO NEL COMUNE DI
LUOGOSANTO, E DELLE SOLE OPERE ED
INFRASTRUTTURE CONNESSE PER IL
COLLEGAMENTO IN ANTENNA 36 KV CON
UNA NUOVA STAZIONE ELETTRICA (SE)
DELLA RTN A 150 KV/36KV DA INSERIRE IN
ENTRA-ESCE ALLA LINEA RTN A 150 KV
"AGLIENTU-S. TERESA", SITA NEL COMUNE DI
AGLIENTU.**



Studio di compatibilità geologica e geomorfologica dell'opera

PROPONENTE

MYT EOLO 1 S.R.L.
Via Vecchia Ferriera 22
36100 Vicenza (VI)
P.IVA 04436470241
REGISTRO IMPRESE VI-397007

PROGETTISTI

ING. CARLO PERUZZI
Via Pallone 6
37121 Verona (VR)
P.IVA 03555350234
PEC carlo.peruzzi@ingpec.eu

DR.SSA GEOL.NICOLETTA TOFFALETTI
viale G. Marconi 20
37042 Caldiero (VR)
P.IVA: 03016450235
PEC: geonito@pec.epap.it

DOTT. GEOL. DAVIDE DAL DEGAN
Via Strà n. 116
37042 Caldiero(vr)
P.IVA: 03197760238
PEC: davidedaldegan@pec.epap.it

RENX ITALIA S.R.L.
Via Vecchia Ferriera 22
36100 Vicenza (VI)
P.IVA 04339940241
PEC: renx-italia@pec.it



DATA	REVISIONE

ELABORATO
SCGG

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
1.1	DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO	3
1.2	RIFERIMENTI NORMATIVI PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO.....	4
1.3	ULTERIORI RIFERIMENTI NORMATIVI INERENTI AL PRESENTE DOCUMENTO E AI RELATIVI ALLEGATI.....	4
1.4	BASE DEI DATI CARTOGRAFICI, BIBLIOGRAFICI E SITOGRAFICI	5
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO - REGIONALE DI RIFERIMENTO.....	6
2.1	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	6
2.2	INQUADRAMENTO GEO - LITOLOGICO.....	6
2.2.1	Le <i>facies</i> di alterazione nelle rocce granitoidi	8
2.3	ASPETTI GEOMORFOLOGICI	10
2.3.1	Il geomorfosito di Monte Pulchiana	12
2.4	IDROGRAFIA	13
2.5	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	15
2.6	PERICOLOSITÀ GEOLOGICA E IDRAULICA.....	17
2.6.1	Il progetto di variante generale e di revisione del PAI	24
2.7	DESCRIZIONE DELLE INDAGINI ESEGUITE	27
2.8	MODELLO GEOLOGICO LOCALE.....	28
3	RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI	32
3.1	SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO	32
3.1.1	Metodi di interpretazione delle prove S.P.T. in foro	32
3.2	SINTESI DELLE PROVE DI LABORATORIO	34
3.3	PROPOSTA DI MODELLO GEOTECNICO LOCALE	35
4	RELAZIONE SISMICA.....	37
4.1	CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA	38
4.2	ANALISI SISMICA LOCALE	40
4.2.1	Categoria Topografica e coefficiente di amplificazione topografica	41
4.3	FREQUENZA FONDAMENTALE DI RISONANZA	41
4.4	SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE	42
5	PIANO DI INDAGINI	43
6	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	44

ALLEGATI FUORI TESTO

Elaborato SCGG.EG01

Allegato n. 1 - Schede di sintesi

Allegato n. 2 - Stratigrafia del sondaggio a carotaggio continuo

Allegato n. 3 - Stratigrafia delle trincee esplorative

Allegato n. 4 - Certificato delle prove di laboratorio

Allegato n. 5 - Sintesi delle indagini geofisiche di tipo sismico

Elaborato SCGG.EG02

Tav. 1 - Quadro d'unione

Tav. 2 - Ubicazione Parco Eolico Luogosanto

Tav. 3A, Tav. 3B, Tav. 3C, Tav. 3D - Carta Litologica

Tav. 4A, Tav. 4B, Tav. 4C, Tav. 4D - Carta Idrogeologica ed Idrografica

Elaborato SCGG.EG03

Tav. 5A, Tav. 5B, Tav. 5C, Tav. 5D - Carta della Pericolosità idraulica

Elaborato SCGG.EG04

Tav. 6A, Tav. 6B, Tav. 6C, Tav. 6D - Carta del Danno potenziale

Elaborato SCGG.EG05

Tav. 7A, Tav. 7B, Tav. 7C, Tav. 7D - Carta del Rischio idraulico

Elaborato SCGG.EG06

Tav. 8A, Tav. 8B, Tav. 8C, Tav. 8D - Carta della Pericolosità geomorfologica

Elaborato SCGG.EG07

Tav. 9A, Tav. 9B, Tav. 9C, Tav. 9D - Carta del Rischio geomorfologico

Elaborato SCGG.EG08

Tav. 10A, Tav. 10B, Tav. 10C, Tav. 10D - Carta delle aree a pericolosità da frana
(QC della proposta di Variante al PAI)

Elaborato SCGG.EG09

Tav. 11A, Tav. 11B, Tav. 11C, Tav. 11D - Carta delle aree a rischio da frana
(QC della proposta di Variante al PAI)

1 INTRODUZIONE

La società **Myt Eolo 1 S.r.l.**, con sede in via Vecchia Ferriera n. 22 a Vicenza (VI), ha elaborato un progetto per la produzione di energia rinnovabile da fonte eolica ubicato nel Comune di Luogosanto, le cui opere ed infrastrutture connesse per il collegamento alla Rete di Trasmissione Nazionale (di seguito RTN), ricadono nei Comuni di Luogosanto e Aglientu (Provincia del Nord - Est Sardegna - L.R. n. 7/2021). Il titolo completo del progetto è il seguente: **Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica denominato "Parco Eolico Luogosanto", della potenza di 95,2 MW, localizzato nel Comune di Luogosanto e delle sole opere ed infrastrutture connesse per il collegamento in antenna 36 kV con una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV/36kV da inserire in entra - esce alla linea RTN a 150 kV "Aglientu - S. Teresa", sita nel Comune di Aglientu.**

1.1 DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

L'ipotesi progettuale prevede l'installazione di n. 14 aerogeneratori, della potenza nominale di 6,8 MW e della potenza complessiva di impianto pari a 95,2 MW, nel Comune di Luogosanto, di seguito denominato "Parco Eolico Luogosanto". Secondo quanto previsto dalla Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG), ricevuta ed accettata dal Proponente in qualità di titolare dei diritti del progetto di cui al Codice Pratica 202201369, Terna S.p.A. prevede che il "Parco Eolico Luogosanto" venga collegato in antenna 36 kV con una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150/36kV da inserire in entra - esce alla linea RTN a 150 kV "Aglientu - S. Teresa", previa realizzazione dei seguenti interventi previsti dal Piano di Sviluppo Terna (non oggetto della presente progettazione):

- nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV in GIS denominata "Buddusò";
- nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV denominata "Santa Teresa";
- nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV in GIS denominata "Tempio";
- nuovo elettrodotto di collegamento della RTN a 150 kV tra la SE Santa Teresa e la nuova SE Buddusò.

Internamente al parco eolico, i singoli aerogeneratori saranno collegati mediante cavidotto interrato a 30kV alla Sottostazione Elettrica di condivisione e trasformazione 30/36kV di proprietà dell'utenza (SSEU), previo collegamento precedente ad una cabina di smistamento e sezionamento (localizzata in prossimità del parco). Dalla SSEU partirà il cavidotto interrato 36kV che, seguendo quanto più possibile il tracciato stradale esistente, veicolerà l'energia prodotta dal parco eolico per la connessione in antenna 36 kV con la nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV/36kV da inserire in entra - esce alla linea RTN a 150 kV "Aglientu - S. Teresa" di cui alla STMG, sita nel Comune di Aglientu, che rappresenta il punto di connessione dell'impianto alla RTN.

1.2 RIFERIMENTI NORMATIVI PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO

Il presente Studio di compatibilità geologica e geomorfologica appartiene al Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (PFTE) allegato all'istanza di Procedura V.I.A. (artt. 23, 24, 24bis e 25 del D. Lgs. n. 152/2006 e ss. mm. e ii.) inerente alla richiesta di attuazione del **Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica denominato "Parco Eolico Luogosanto", della potenza di 95,2 MW, localizzato nel Comune di Luogosanto e delle sole opere ed infrastrutture connesse per il collegamento in antenna 36 kV con una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV/36kV da inserire in entrata - esce alla linea RTN a 150 kV "Aglientu - S. Teresa", sita nel Comune di Aglientu.**

L'intero progetto, come richiesto dalla Procedura di V.I.A., è stato elaborato per un livello di **fattibilità tecnica ed economica** secondo il recente D. Lgs. 31 marzo 2023, n. 36 - Codice dei contratti pubblici in attuazione dell'articolo 1 della legge 21 giugno 2022, n. 78, recante delega al governo in materia di contratti pubblici (G.U. n. 77 del 31 marzo 2023 - S.O. n. 12).

Inoltre, per le relazioni tecniche specialistiche, i contenuti del D. Lgs. n. 36/2023 sono stati verificati ed eventualmente integrati con l'art. 26 del D.P.R. n. 207/2010 e ss. mm. e ii.

Da questo momento in poi e per tutti gli elaborati progettuali, qualsiasi riferimento di legge o norma si intenderà già comprensivo della dicitura "ss. mm. e ii".

1.3 ULTERIORI RIFERIMENTI NORMATIVI INERENTI AL PRESENTE DOCUMENTO E AI RELATIVI ALLEGATI

Il presente Studio di compatibilità geologica e geomorfologica è stato effettuato in ottemperanza a quanto disposto dal **Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018** ad oggetto "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" (noto con l'acronimo NTC 2018) e dalla Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti n. 7 del 21 gennaio 2019 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici, contenente le relative istruzioni applicative.

Il presente elaborato, al Capitolo 2 si configura come Relazione Geologica ai sensi del Paragrafo 6.2.1 "Caratterizzazione e modellazione geologica del sito" delle NTC 2018, in quanto espone i risultati dello studio rivolto alla definizione del modello geologico di riferimento, che comprende la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio.

Inoltre, non essendo ancora sviluppato il progetto esecutivo, il Capitolo 3 contiene alcuni requisiti della Relazione Geotecnica ai sensi del Paragrafo 6.2.2 "Indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica del sito" delle NTC 2018 e, in particolare, la definizione di un modello geotecnico preliminare; invece, il Capitolo 4 contiene i parametri e le informazioni necessarie per la definizione dell'azione sismica preliminare ai sensi del Paragrafo 3.2.2 delle NTC stesse.

1.4 BASE DEI DATI CARTOGRAFICI, BIBLIOGRAFICI E SITOGRAFICI

Di seguito, i riferimenti utilizzati alla base della presente relazione:

- **Cartografia topografica:** Carta d'Italia alla scala 1:25.000 del F. 427 I "BASSACUTENA" e del F. 427 II "LUOGOSANTO" - Edizione IGMI; Carta Tecnica Regionale (CTR) alla scala 1:10.000 e Database Geotopografico alla scala 1:10.000 (DBGT 10K) della Regione Sardegna (<https://www.sardegnageoportale.it/areetematiche/cartatecnicaregionale>);
- **Cartografia tematica:** Carta Geologica, Carta Litologica, Carta della Permeabilità dei substrati, Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Sardegna (<https://www.sardegnageoportale.it/areetematiche/cartetematicheregionali>);
- **Carte Geologiche d'Italia alla scala 1:50.000 del "Foglio 428 - Arzachena" e del "Foglio 443 - Tempio Pausania"** del Servizio Geologico d'Italia (Progetto CARG - CARTografia Geologica) e relative **Note Illustrative**;
- **"Studio di compatibilità geologico - geotecnico"** a corredo del Piano Urbanistico Comunale o PUC di Aglientu, a cura del dr. geol. Domenico Praticò (ottobre 2014);
- **"Caratteristiche geologico - tecniche delle coltri di disfacimento delle rocce granitiche della Sardegna nord - orientale"**, Sergio Pinna, Istituto di Costruzioni Stradali Facoltà di Ingegneria dell'Università di Pisa (Rivista di Geologia Tecnica n. 3/91);
- **Catalogo CPTI15.** Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P., Antonucci A. (2022). Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 4.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.4>;
- **Catalogo CPTI15.** Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (2020). The Italian earthquake catalogue CPTI15. Bulletin of Earthquake Engineering, 18(7), 2953-2984. <https://doi.org/10.1007/s10518-020-00818-y>;
- **Catalogo DBMI15.** Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Antonucci A. (2022). Database Macrosismico Italiano (DBMI15), versione 4.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/DBMI/DBMI15.4>;
- **Pianificazione territoriale e settoriale in materia di rischio geologico:** Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico o PAI, Piano stralcio delle fasce fluviali o PSFF, Piano di gestione del rischio alluvioni o PGRA (<https://autoritadibacino.regione.sardegna.it/>);
- **Regione Sardegna:** <https://www.regione.sardegna.it/>;
- **Provincia di Sassari:** <https://www.provincia.sassari.it/index.php>;
- **Comune di Aglientu:** <https://www.comune.aglientu.ot.it/>;
- **Comune di Luogosanto:** <https://www.comuneluogosanto.ss.it/>.

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO - REGIONALE DI RIFERIMENTO

2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il “Parco Eolico Luogosanto” è collocato, quasi interamente, nel settore nord orientale del Comune di Luogosanto, a nord della località di Lu Mocu, e, solo per alcune opere infrastrutturali (collegamento in antenna 36 kV con la nuova Stazione Elettrica), nel settore nord orientale del Comune di Aglientu, a sud della località di Rena Majore. Esso si sviluppa, quindi, nel territorio della Sardegna settentrionale, all'interno dell'area geografica della **Gallura** (cfr. allegati Tav. 1 “Quadro d'unione” e Tav. 2 “Ubicazione Parco Eolico Luogosanto”).

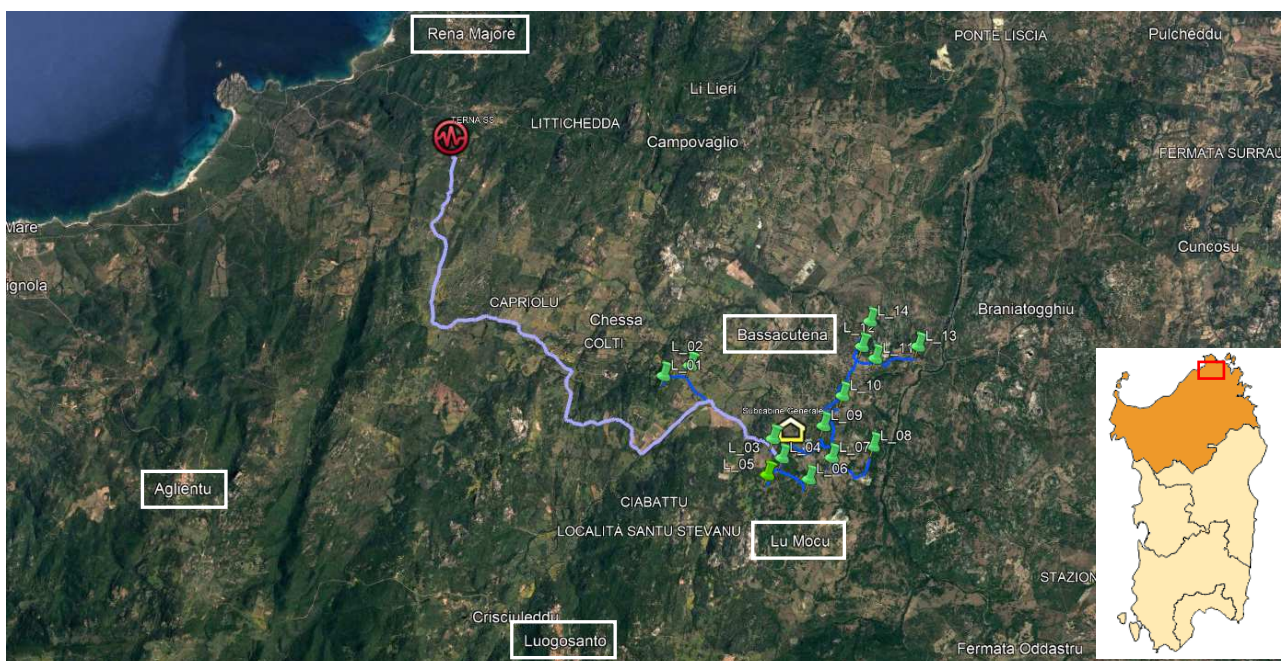


Foto satellitare tratta da Google Earth Pro dell'area di intervento.

2.2 INQUADRAMENTO GEO - LITOLOGICO

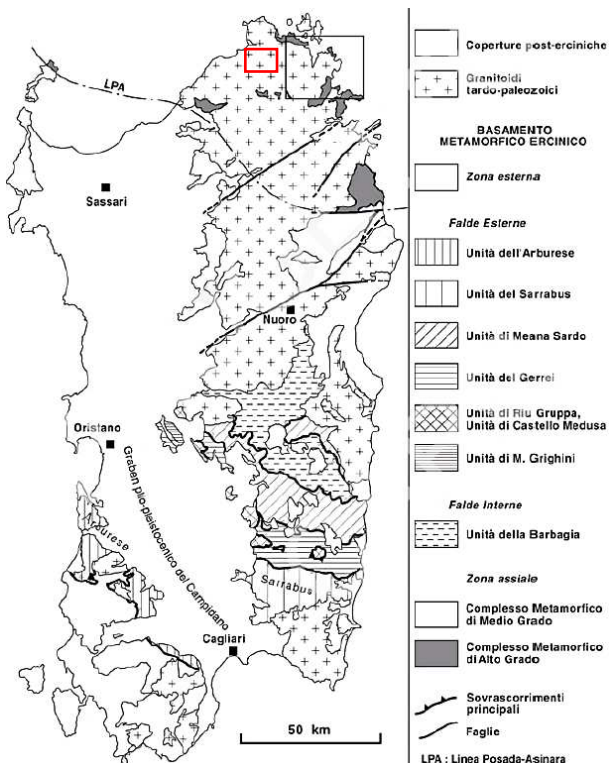
Malgrado le opere e le infrastrutture del “Parco Eolico Luogosanto” siano collocate anche a notevole distanza fra di loro, da un punto di vista geologico il territorio in esame appartiene unicamente al complesso intrusivo tardo - ercinico che si estende fra la Sardegna nord orientale e la Corsica e denominato “**Batolite Sardo - Corso**”. Esso è caratterizzato da **rocce magmatiche intrusive a composizione granitoide**, i cui caratteri composizionali sono schematicamente suddivisibili in tre grandi gruppi:

- plutoniti basiche (masse gabbriche, tonaliti, granodioriti tonalitiche): molto rare all'interno del “Batolite Sardo - Corso”, costituiscono masse di piccole dimensioni quasi sempre inglobate all'interno delle plutoniti acide;
- monzograniti (monzograniti e granodioriti monzogranitiche): presentano ampia varietà di *facies* dovuta essenzialmente a diversi gradi di eterogranularità e di orientazione tessiturale;

- leucomonzograniti: contraddistinte da un contenuto in biotite non superiore al 5% modale, presentano una generale omogeneità composizionale, tessiture isotrope e colorazione tipicamente rosata.

Il complesso granitoide risulta iniettato da **manifestazioni filoniane acide o basiche**, tardo erciniche, orientate secondo la direttrice principale SSW – NNE, analogamente alle principali faglie cartografate nell'area.

Schema tettonico del Basamento sardo; il riquadro con bordo nero indica l'ubicazione del Foglio 428 "Arzachena" e il riquadro con bordo rosso l'area del "Parco Eolico Luogosanto" (fonte: Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 "Foglio 428 - Arzachena").



Secondo le Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 "Foglio 428 - Arzachena", l'insieme dei dati petrografici e strutturali permettono di definire singole unità intrusive caratterizzate ognuna da geometria, aspetti composizionali e strutturali propri, e contraddistinte dalla cronologia relativa di messa in posto, deducibile dall'analisi dei contatti tra differenti *litofacies* delle diverse unità intrusive. Le aree in esame appartengono alla complessa **Unità Intrusiva di Arzachena**, che comprende *litofacies* a composizione in prevalenza monzogranitica, ma anche granodioritica. In particolare, le *facies* monzogranitiche sono tendenzialmente inequigranulari (anche se non mancano i termini a grana fine) per fenocristalli euedrali di kfs di dimensioni medio - grossolane; proprio la diffusa presenza di aggregati di k - feldspato conferisce alla roccia monzogranitica un colore rosato. Localmente, i termini monzogranitici lasciano il passo a termini granodioritici, dall'inferiore tenore in silice, con grana da media a grossa, dal colore più tendente al grigio, presenza di biotite e kfs. In netto subordine rispetto al complesso granitoide, si riscontrano in affioramento rocce del **complesso migmatitico**, rappresentate, in particolare, da metatessiti indistinte ascrivibili al ?Precambriano - ?Paleozoico.

I **depositi quaternari olocenici**, di origine alluvionale, detritica ed eluvio - colluviale, non raggiungono mai estensioni superficiali e potenze tali da renderli prevalenti, seppure localmente, rispetto alle formazioni paleozoiche. Nei dintorni dell'area di indagine, tra i più significativi depositi alluvionali si segnalano quelli lungo il fiume Liscia, ad est degli aerogeneratori in progetto, mentre gli affioramenti di coltri eluvio - colluviali sono ben rappresentati nelle ampie aree subpianeggianti di Bassacutena nel contiguo Comune di Tempio Pausania, a nord o ad ovest degli aerogeneratori in progetto.

Infine, si riscontra la presenza di **coperture terrigene antropiche** associate all'estrazione del granito (discariche minerarie).

Dall'esame della **Tav. 3 “Carta litologica” riportata in allegato** al presente studio, si evidenzia che l'intero “Parco Eolico Luogosanto” interessa quasi del tutto le rocce magmatiche intrusive a composizione granitoida che contraddistinguono il gallurese.

I n. 14 aerogeneratori, con la propria viabilità di servizio, sono quasi esclusivamente collocati in corrispondenza della *facies* a Monzograniti, Leucomonzograniti, “Granodioriti monzogranitiche” Auct. (litologia cod. A1.2) con l'aerogeneratore n. L_08 posto nei pressi di un filone basico o intermedio - basico (litologia cod. A3.2); solo gli aerogeneratori n. L_05 e n. L_07 sono posti a margine o in prossimità di depositi terrigeni continentali legati a gravità (litologia cod. C1.3 - detriti di versante, frane, colti eluvio - colluviali, “*debris avalanches*”, brecce). Nessun aerogeneratore e nessun tratto di viabilità esistente da adattare o di nuova apertura coinvolge i lineamenti tettonici noti e censiti come “Faglie trascorrenti destra o sinistra”.

Anche l'elettrodotto interrato HV interessa, per larga parte, la *facies* a Monzograniti, Leucomonzograniti, “Granodioriti monzogranitiche” Auct. (litologia cod. A1.2) e, solo nel Comune di Aglientu, la *facies* a Leucograniti, Leucomicrograniti, Graniti s.l., Leucosienograniti, Microsienograniti e Sienograniti (litologia cod. A1.1). Avendo uno sviluppo prevalentemente perpendicolare alle direttrici tettoniche maggiori, coinvolgendone direttamente alcune in corrispondenza della S.S. n. 133 di Palau (“Faglia trascorrente sinistra presunta”) e nei pressi delle località St.zi Araona (“Faglia trascorrente destra presunta”), St.zo Ruimera (“Faglia trascorrente sinistra certa”) e P.ta Micale Albana (“Faglia presunta”), l'elettrodotto interrato HV interseca diversi filoni basici o intermedio - basici (litologia cod. A3.2) e secondariamente acidi (litologia cod. A3.1). Lungo il suo percorso, esso attraversa, infine, modesti lembi isolati di depositi terrigeni continentali legati a gravità (litologia cod. C1.3 - detriti di versante, frane, coltri eluvio - colluviali, “*debris avalanches*”, brecce).

2.2.1 Le *facies* di alterazione nelle rocce granitoidi

La tipica *facies* di alterazione dei granitoidi fin qui descritti è rappresentata dalla cosiddetta roccia “arenizzata”, che si produce per gli effetti che la combinazione di agenti atmosferici (acqua di ruscellamento superficiale e vadosa, acido carbonico, ossigeno), agenti fisici (termoclastismo) ed agenti organici (di origine animale e vegetale) ha sui singoli minerali che costituiscono la roccia madre.

Alcuni tra i più comuni processi di degradazione dei minerali che costituiscono i granitoidi sono l'idrolisi dei silicati, la caolinizzazione dei feldspati ed i fenomeni di idratazione. I prodotti dell'alterazione chimica di solito conservano, in buona parte, la forma dei minerali originari, cosicché la struttura primitiva della roccia permane normalmente invariata e riconoscibile nelle *facies* moderatamente e leggermente alterate.

Evidentemente, il processo di alterazione risulta più efficace su litotipi fratturati: infatti, la presenza di una rete di discontinuità tettoniche fa sì che l'attività disgregante dei fattori succitati possa esplicarsi tanto in superficie, quanto in profondità; al contrario, se la roccia madre ha carattere massivo, viene intaccata esclusivamente la coltre superficiale, fino ad una profondità massima di pochi centimetri di spessore (alle locali condizioni climatiche). Ne consegue che, a seconda dell'intensità e dell'efficacia dell'azione degli agenti chimici e fisici sulla roccia madre, ed in dipendenza dal chimismo e dal grado di fratturazione di quest'ultima, il processo di arenizzazione potrà essere più o meno spinto, con tutta una serie di *facies* di alterazione intermedie.

Un granitoide alterato può genericamente essere definito come una roccia semicoerente, in cui le strutture originarie sono ancora ben riconoscibili, compresa la maggior parte dei minerali ed eventuali manifestazioni filoniane, ma che non risulta coesivo.

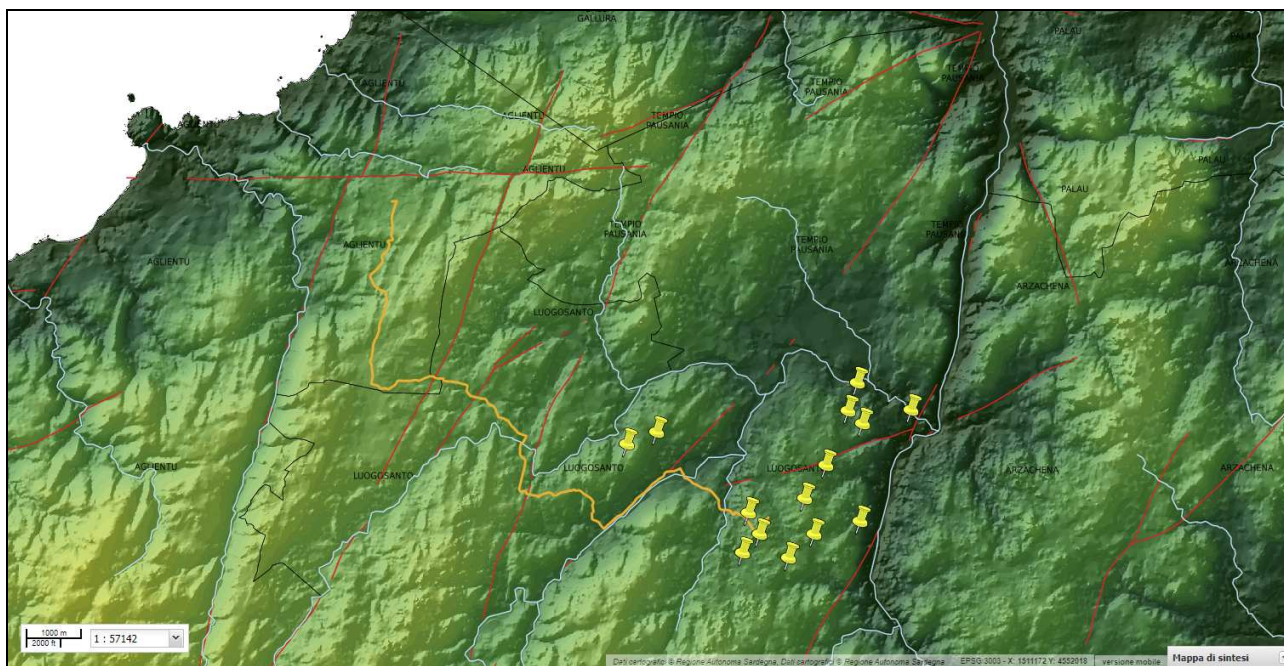
A partire da questa definizione, in fase di rilevamento geologico di superficie si vanno ad osservare e descrivere tutta una serie di situazioni intermedie tra la **roccia litoide propriamente detta** ed il cosiddetto **sabbione granitico**, che rappresenta il prodotto finale del processo di arenizzazione di una roccia granitoide e che consiste in un sabbione più o meno sciolto, a composizione prevalentemente quarzosa (sabbia arcossica), in cui i minerali originari sono per la maggior parte alterati e con legami molecolari debolissimi, pressoché inesistenti.



A sinistra, granitoide "arenizzato" estratto nel sondaggio a carotaggio continuo presso l'aerogeneratore L_12; si noti che la roccia semicoerente ha mantenuto le strutture originarie. A destra, si noti invece il comportamento allo scavo di tali materiali, che si presentano come sabbie grossolane e/o sabbie ghiaiose incoerenti.

2.3 ASPETTI GEOMORFOLOGICI

Dall'esame della **Tav. 2 "Ubicazione Parco Eolico Luogosanto"** riportata in allegato al presente studio, si evidenzia che i n. 14 aerogeneratori sono ubicati nel settore nord orientale del territorio comunale di Luogosanto, a quote fra loro diversificate e più frequentemente comprese entro l'intervallo di 100 ÷ 140 m s.l.m., con un minimo di circa 40 m s.l.m. (L_13 a nord est, sulla terminazione della dorsale formata dall'incisione del fiume Bassacutena, a Nord, e del fiume Liscia, a Sud) ed un massimo di circa 175 m s.l.m. (L_01 ad ovest, sul versante di una dorsale collinare incisa da un tributario del fiume Bassacutena). L'elettrodotto HV, interrato lungo la viabilità esistente, a partire dalla località Curracchione con quote di circa 135 ÷ 140 m s.l.m. nel Comune di Luogosanto, presenta quote minime in corrispondenza della valle del Riu di Baldu pari a circa 85 ÷ 95 m s.l.m. e massime fra le località Contrà De Li Fichi e Contrà Bassa pari a circa 225 ÷ 238 m s.l.m., per raggiungere la nuova stazione di consegna elettrica della RTN del Comune di Aglientu, ad una quota di circa 170 m s.l.m.



Fasce altimetriche con passo di 10 m (fonte: <https://www.sardegnaegeoportale.it/webgis2/sardegnamappe>); in giallo e in arancio, rispettivamente, gli aerogeneratori e l'elettrodotto interrato HV del progetto in esame; in rosso i lineamenti tettonici; in azzurro i principali corsi d'acqua.

L'areale in cui sono collocati gli aerogeneratori del "Parco Eolico Luogosanto" risulta inciso dal fiume Bassacutena ad ovest e, a nord, dal Riu di Baldu, con il proprio tributario Riu Fundoni al centro, e dal fiume Liscia, ad est; tali incisioni tendono a delimitare dorsali collinari, più o meno pronunciate, ad andamento NE - SW e localmente rimodellate da compluvi secondari.

2.3.1 Il geomorfosito di Monte Pulchiana

Il Monumento Naturale di Monte Pulchiana è un geosito del Comune di Tempio Pausania, istituito con Decreto Assessorato Difesa Ambiente n. 19/18.01.94, posto circa **15 km** a sud ovest dall'area di intervento, attorno al quale è stata istituita un'area di rispetto pari a 26,6 Ha¹.



Il geomorfosito di Monte Pulchiana.

Esso è una forma relitta scolpita sulla roccia del basamento graniticoide, modellata nel corso di passati sistemi morfoclimatici pluviali e/o caldo - umidi, costituita da una cupola rocciosa a “dorso di balena”, la più grande in Sardegna, nuda, dai fianchi ripidi, priva di vegetazione e di suolo.

Il duomo granitico, impostato su roccia monzogranitica a tendenza leucocrata (*facies* Monte Pulchiana), svetta a 675 m s.l.m., con un dislivello rispetto al fondovalle di circa 245 m (rispetto alla quota di loc. Conca di Mezzo - circa 430 m s.l.m.) ed ha un diametro di oltre 200 m.

¹ Nella pubblicazione “I Geomorfositi di tipo granitico in Gallura” (2004, Autt.: Felice di Gregorio e Raniero Massoli Novelli), il Monte Pulchiana è definito “uno dei più caratteristici *inselberg* a pan di zucchero conosciuti nell'area mediterranea”.

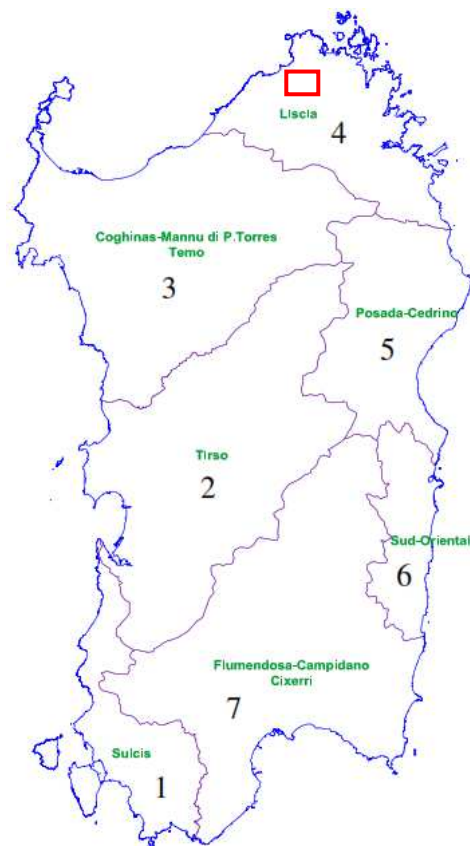
2.4 IDROGRAFIA

Da un punto di vista idrografico, l'intero sviluppo del "Parco Eolico Luogosanto", nel Comune di Luogosanto e nel Comune di Aglientu, è compreso nel **bacino idrografico del fiume Liscia**.

Quest'ultimo nasce a 731 m s.l.m. sul Monte San Giorgio e riceve le acque del Bassacutena, a sinistra, e dei rii Parapinta, San Paulu e Uddastru a destra. In località Calamaiu è interessato dalla presenza di uno sbarramento, la diga del Liscia, che dà origine all'omonimo lago. Dopo 57 km dal punto di origine, sfocia in un'ampia foce a delta, di fronte all'arcipelago di La Maddalena.

Complessivamente, il bacino idrografico del Liscia si estende per 2.253 km², pari al 9,4% del territorio regionale.

Sub bacini del Distretto Idrografico della Sardegna; 1 - Sulcis; 2 - Tirso; 3 - Coghinas - Mannu di P. Torres - Temo; 4 - Liscia; 5 - Posada - Cedrino; 6 - Sud - orientale; 7 - Flumendosa - Campidano - Cixerri (fonte: PGRA).



L'idrografia superficiale dell'intero territorio gallurese è fortemente controllata dall'assetto strutturale, con un reticolo idrografico in prevalenza subdendritico e, a tratti, angolare.

Non soltanto le faglie principali, dirette SSW - NNE, ma anche i reticoli di diaclasi che intersecano il basamento granitoide alla macro e meso scala, influenzano in maniera netta ed evidente detto reticolo.

Nella maggior parte dei casi, fatta eccezione per i principali fiumi, come il Liscia, si tratta di corsi d'acqua a carattere torrentizio, con riattivazioni stagionali connesse in maniera diretta al regime delle precipitazioni; essi sono soggetti ad importanti fenomeni di piena nei mesi tardo autunnali ed a periodi di magra rilevanti durante l'estate, quando può verificarsi che restino in secca per più mesi consecutivi.

Dall'esame della **Tav. 4 "Carta Idrogeologica e Idrografica"** riportata in allegato, si evidenzia che, in base alla classificazione regionale degli elementi idrici², i n. 14 aerogeneratori del "Parco Eolico Luogosanto", con la loro viabilità di servizio, sono ubicati nelle aree di cattura del **fiume Bassacutena** in destra idrografica (aerogeneratori n. L_01, n. L_12 e n. L_14), del **Riu di Baldu** (affluente in destra del Rio Bassacutena), sia in sinistra idrografica (aerogeneratore n. L_02) che in destra idrografica (aerogeneratori n. L_03, n. L_04, n. L_05 e n. L_09), e del **fiume Liscia** in sinistra idrografica (aerogeneratori n. L_06, n. L_07, n. L_08, n. L_10, n. L_11 e n. L_13).

Nessun aerogeneratore interessa aste del reticolo idrografico, mentre per quanto riguarda la viabilità di servizio, si sintetizza quanto segue:

- la viabilità di servizio di nuova realizzazione interferisce unicamente per il tratto funzionale dell'aerogeneratore n. L_05 con l'elemento idrico denominato "104014_Fiume_112992" (n. Strahler = 2) del bacino idrografico del Riu di Baldu;
- la viabilità di servizio impostata su viabilità esistente, ma da adattare, interferisce per i tratti funzionali dell'aerogeneratore n. L_09 con l'elemento idrico denominato "104014_Fiume_104433" (n. Strahler = 1), degli aerogeneratori n. L_03, n. L_04 e n. L_06 con l'elemento idrico denominato "104014_Fiume_100838" (n. Strahler = 3), dell'aerogeneratore n. L_05 con gli elementi idrici denominati "104014_Fiume_103366" (n. Strahler = 3) e "104014_Fiume_108946" (n. Strahler = 1) e degli aerogeneratori n. L_03, n. L_04, n. L_05 e n. L_06 con gli elementi idrici denominati "104014_Fiume_119246" (n. Strahler = 1) e "Riu di Baldu" (n. Strahler = 4); le sei interferenze sono tutte collocate nel bacino idrografico del Riu di Baldu;
- la viabilità di servizio su viabilità esistente interseca, senza comportare di fatto nuove interferenze o adeguamento di quelle esistenti, gli elementi idrici denominati "104014_Fiume_103480" (n. Strahler = 1), "104014_Fiume_96827" (n. Strahler = 1) e "Riu di Baldu" (n. Strahler = 4), collocati nel bacino idrografico del Riu di Baldu, e direttamente il fiume Bassacutena (n. Strahler = 5) in due punti.

Per la viabilità di servizio, di nuova realizzazione o su esistente viabilità da adattare, l'interferenza con gli elementi idrici caratterizzati da prevalenti bassi valori del numero di Strahler, evidenzia che sono per lo più coinvolte le aste di cattura del Riu di Baldu, contraddistinte da morfologie poco evolute, oltre che il Riu di Baldu stesso.

² La Regione Sardegna ha definito le caratteristiche geomorfologiche del reticolo idrografico regionale attraverso il **sistema di ordinamento Horton - Strahler** (cfr. <https://www.sardegnaeoportale.it>), che si basa sul concetto che l'unico senso di percorrenza dell'acqua e la forma della rete idrica instaurano, tra i vari rami che costituiscono la rete stessa, una relazione gerarchica. Si definiscono "canali di primo ordine" gli elementi che hanno origine dalle sorgenti; dall'unione di due rami di ordine "n" ne deriva uno di ordine "n + 1"; dall'unione di due rami di ordine diverso, il confluente con ordine maggiore sarà il tratto di canale immediatamente a valle; la successione di due o più rami, caratterizzati dal medesimo ordine "n", costituisce canali del loro stesso ordine; il canale caratterizzato dall'ordine più elevato "n" determina l'ordine stesso del bacino.

L'elettrodotto HV interrato attraversa:

- il bacino idrografico del Riu di Baldu, interferendo con i già citati elementi idrici denominati "104014_Fiume_100838" (n. Strahler = 3), "104014_Fiume_119246" (n. Strahler = 1) e "Riu di Baldu" (n. Strahler = 4), essendo qui interrato nell'esistente viabilità da adattare, e con gli elementi idrici denominati "Fiume_166276" (n. Strahler = 1), "Fiume_166240" (n. Strahler = 1) e "Fiume_166217" (n. Strahler = 1);
- il bacino idrografico direttamente afferente al fiume Bassacutena, intersecando gli elementi idrici denominati "104014_Fiume_118589" (n. Strahler = 1), "104014_Fiume_91885" (n. Strahler = 1) e "104014_Fiume_91122" (n. Strahler = 1), oltre che lo stesso fiume Bassacutena (n. Strahler = 5);
- il bacino idrografico del Riu Barrastoni, affluente in sinistra idrografica del fiume Bassacutena, intersecando l'elemento idrico "Riu Pirumaccione" (n. Strahler = 2);
- il bacino idrografico del Riu Sperandeu, con recapito diretto a mare in località La Piana del Comune di Aglientu, intersecando l'elemento idrico denominato "104002_Fiume_100060" (n. Strahler = 1).

Le interferenze così individuate risultano "apparenti", in quanto l'elettrodotto sarà interrato nell'esistente viabilità con le sue opere di attraversamento già esistenti, con l'eccezione del tratto interrato nell'esistente viabilità da adattare.

2.5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Le rocce magmatiche intrusive a composizione granitoidale, ospitano l'**Unità idrogeologica magmatica paleozoica**, per definizione poco permeabile e dalla bassa porosità efficace, all'interno della quale è possibile distinguere due tipologie di acquifero, una superficiale ed una profonda.

L'acquifero superficiale, che trova sede nei granitoidi in *facies* alterata, è permeabile per porosità e, in rapporto al grado di disfacimento della roccia madre, presenta un coefficiente di permeabilità K variabile fra il valore dell'ordine di 10^{-6} m/s (permeabilità relativa definibile come mediamente bassa) nelle porzioni a minore alterazione ed il valore dell'ordine compreso tra 10^{-2} e 10^{-4} m/s (permeabilità relativa definibile come media) nel sabbione arcossico (roccia granitoidale completamente alterata, ridotta a roccia incoerente - zona "arenizzata").

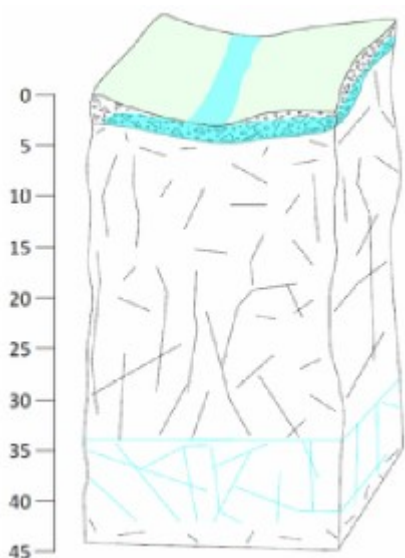
In questa tipologia di acquifero, la falda freatica, se presente, dimostra portate proporzionali allo spessore della coltre di alterazione, ha carattere generalmente effimero e si imposta all'interfaccia con la *facies* litoide, che funge da impermeabile relativo.

La direzione di deflusso delle acque di falda sub - superficiali segue comunemente l'andamento della superficie topografica, con una sostanziale coincidenza tra spartiacque superficiali e sotterranei, ossia tra bacino imbrifero e bacino idrogeologico.

L'acquifero profondo, ospitato nei granitoidi in *facies* litoide, risulta generalmente impermeabile per porosità e, solo in particolari condizioni geo - strutturali, può presentare permeabilità secondaria per fessurazione. Pertanto, l'acquifero fessurato è, per definizione, anisotropo e discontinuo e caratterizzato da condizioni di circolazione idrica sotterranea tali da avere circuiti generalmente lenti, che divengono più veloci nelle aree maggiormente tettonizzate, e più o meno in pressione. La circolazione idrica sotterranea avviene quindi in presenza di faglie e/o fratture di diversa scala, dando luogo a riserve idriche sotterranee profonde, anche di discreta entità, poste comunemente a profondità superiori a 30 - 40 m dal p.c.

Il complesso granitico litoide presenta, generalmente, una permeabilità secondaria molto bassa (coefficiente di permeabilità $K < 10^{-7}$ m/s); limitatamente alle fasce molto disturbate tettonicamente, la permeabilità per fessurazione cresce leggermente, pur mantenendosi mediamente bassa, con coefficiente di permeabilità K che può aggirarsi nell'ordine di 10^{-6} m/s.

La direzione di deflusso delle acque sotterranee all'interno dell'acquifero fessurato è condizionata dall'assetto tettonico dell'area e, pertanto, per l'area in esame è possibile individuare quale direzione preferenziale la SSW - NNE, lungo la quale sono allineate le principali faglie e motivi strutturali che intersecano il basamento paleozoico.



Schema idrogeologico concettuale "tipo" dell'Unità idrogeologica magmatica paleozoica, con i due acquiferi principali, superficiale e profondo.

Sul basamento paleozoico si riscontra, talora, la presenza dell'**Unità idrogeologica delle alluvioni plio - quaternarie** e dell'**Unità idrogeologica detritico quaternaria**, con affioramenti relativamente poco potenti, sia verticalmente che lateralmente.

Si tratta, in entrambi i casi, di depositi eterogenei, soprattutto in termini granulometrici, estremamente variabili in senso longitudinale, in senso trasversale e lungo la verticale. Ciò si traduce nella giustapposizione di termini di varia granulometria (nel caso della unità alluvionale, aggregati in lenti allungate nel senso della corrente) con conseguente circolazione idrica con deflusso preferenziale dell'acqua nei livelli a più alto grado di permeabilità relativa.

Infine, per quanto riguarda le emergenze sorgentizie, esse si concentrano laddove la coltre alteritica autoctona, da "arenizzata" a moderatamente o fortemente alterata, risulta potente almeno qualche metro. Nel Comune di Luogosanto, le emergenze sorgentizie sono scarse e, più estesamente, si rileva come le sorgenti scarseggino nell'area vasta in cui affiora l'Unità Intrusiva di Arzachena.

Dall'esame della **Tav. 4 "Carta idrogeologica ed idrografica" riportata in allegato** al presente studio, si evidenzia che l'intero "Parco Eolico Luogosanto" interessa quasi esclusivamente l'Unità idrogeologica magmatica paleozoica, permeabile per fessurazione di medio basso grado nei granitoidi e di basso grado nei cortei filoniani. Solo alcuni modestissimi tratti della viabilità di servizio di nuova realizzazione o su viabilità esistente da adattare e dell'elettrodotto HV interrato interessano isolati lembi dell'Unità idrogeologica delle alluvioni plio - quaternarie, con permeabilità per porosità di alto grado, e dell'Unità idrogeologica detritico quaternaria, con permeabilità per porosità di medio alto grado.

2.6 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA E IDRAULICA

A completare l'inquadramento geologico generale dell'area di intervento, si analizzano gli strumenti della pianificazione territoriale e settoriale vigenti in materia di difesa del suolo, con particolare riferimento ai temi della pericolosità geologica ed idraulica.

Il **Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)**, redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del D.L. n. 180/1998, è stato approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67/10.07.2006 e sottoposto a successive varianti; esso è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico - operativo per la pianificazione e programmazione delle azioni e delle norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo e, quindi, alla prevenzione del rischio idrogeologico individuato sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio regionale.

Nell'ambito del PAI sono delimitate le aree caratterizzate da elementi di pericolosità idrogeologica dovute ad instabilità di tipo geomorfologico o a problematiche di tipo idraulico, alle quali si applicano le Norme di Attuazione del piano stesso.

Queste ultime sono valide anche per le aree a pericolosità idrogeologica derivanti dagli studi di compatibilità geologica - geotecnica e idraulica, redatti ai sensi dell'art. 8 comma 2 NdA PAI, in sede di adozione di nuovi strumenti urbanistici o di varianti agli stessi o di approvazione dei piani attuativi, ed approvati da parte del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino.

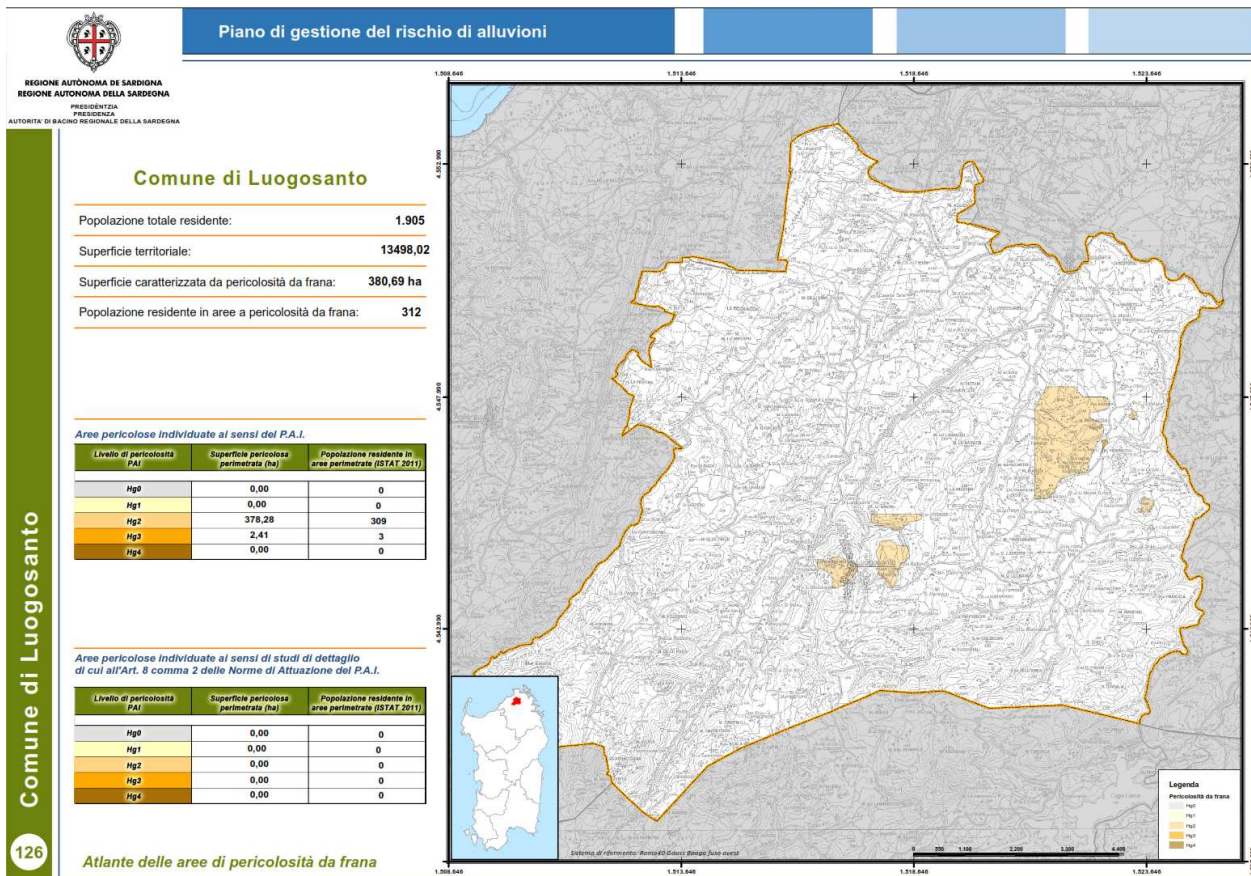
Ad approfondimento e integrazione del PAI, con Deliberazione del Comitato Istituzionale di Bacino n. 2/17.12.2015, è stato approvato il **Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF)**; esso costituisce lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali, funzionale a consentire, attraverso la programmazione 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.

Il **Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)**, previsto dalla Direttiva 2007/60/CE e dal D. Lgs. n. 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 (2021 - 2027) è stato approvato con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 01.12.2022, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale serie generale n. 43/20.02.2023.

Nello specifico dei temi di rischio idraulico, i rapporti fra tali diversi strumenti di pianificazione sono stati regolamentati con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 121/10.11.2015, che ha approvato alcune modifiche normative alle NdA PAI, introducendo, fra l'altro, il Titolo V recante "Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione del rischio di alluvioni (PGRA)".

A seguito dell'approvazione da parte del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale della Sardegna, degli Studi di compatibilità idraulica e di compatibilità geologica e geotecnica redatti sull'intero territorio comunale di Aglientu (per quanto riguarda il Comune di Luogosanto, essi sono ancora in corso di approvazione), ai sensi dell'art. 8 c. 2 delle NdA PAI, le aree soggette a dissesto idrogeologico, così come individuate dai vigenti PAI (PAI regionale, PSFF e studi comunali), sono distinte in **aree di pericolosità idraulica (Hi)** e **aree di pericolosità geomorfologica (Hg)** di grado molto elevato (Hi4, Hg4), elevato (Hi3, Hg3), medio (Hi2, Hg2) e moderato (Hi1, Hg1) o nullo per le sole frane (Hg0), nelle quali valgono le disposizioni normative previste dal PAI (Titolo III NdA PAI).

Nel Comune di Luogosanto, la perimetrazione delle aree di instabilità di tipo geomorfologico (frane) discende, invece, ancora direttamente dal vigente PAI, che le individua localmente secondo la cartografia riportata nella seguente figura.



Atlante delle aree di pericolosità da frana - Comune di Luogosanto (fonte: PGRA).

Per quanto riguarda la redazione delle mappe e delle classi di rischio idraulico, la metodologia adottata nel PGRA individua tre tipologie di mappe (pericolosità, danno potenziale e rischio).

In particolare, le quattro classi di pericolosità idraulica utilizzate negli strumenti di pianificazione (PAI, PSFF, studi ex art. 8 c.2 PAI e aree colpite dal ciclone extratropicale Cleopatra del 2013) sono state ricondotte alle seguenti tre classi individuate dal D. Lgs. n. 49/2010:

- P1 (pericolosità bassa): aree con bassa probabilità di accadimento ($200 < Tr \leq 500$);
- P2 (pericolosità media): aree con media probabilità di accadimento ($100 \leq Tr \leq 200$);
- P3 (pericolosità elevata): aree con elevata probabilità di accadimento ($Tr \leq 50$).

La Carta del Danno Potenziale deriva dall'analisi condotta sul territorio regionale di tutte le categorie di elementi "a rischio" esposti a possibili eventi di natura idrogeologica, identificati e classificati secondo uno schema di legenda che prevede l'istituzione di sei macrocategorie di elementi, ognuna delle quali a sua volta suddivisa in sottocategorie specifiche.

Le classi omogenee di Danno Potenziale previste sono quattro e tengono conto, per la loro definizione, del danno alle persone e di quello al tessuto socio - economico ed ai beni non monetizzabili, come di seguito riportato:

- D1: Danno potenziale moderato o nullo;
- D2: Danno potenziale medio;
- D3: Danno potenziale elevato;
- D4: Danno potenziale molto elevato.

La predisposizione delle due coperture sopra descritte, vale a dire la Carta del Danno Potenziale e la Carta della Pericolosità idraulica, ha permesso di ricavare, mediante una procedura di *overlay mapping*, la Carta del Rischio idraulico, in conformità con quanto previsto dalla Direttiva Comunitaria. La procedura di *overlay* è stata guidata dalla tabella di classificazione delle aree a rischio idraulico nella quale, attraverso le intersezioni tra le colonne relative alla Pericolosità Idraulica e le righe riportanti la classificazione di Danno Potenziale, si deduce la categoria di rischio.

Classi di Danno Potenziale	Classi di Pericolosità Idraulica		
	P3	P2	P1
D4	R4	R3	R2
D3	R4	R3	R1
D2	R3	R2	R1
D1	R1	R1	R1

Pertanto, definiti i 3 livelli di pericolosità (P3, P2, P1) ed i 4 di danno potenziale (D4, D3, D2, D1) sono stati stabiliti i quattro livelli di Rischio conseguenti:

- R1: Rischio moderato o nullo;
- R2: Rischio medio;
- R3: Rischio elevato;
- R4: Rischio molto elevato.

Dall'esame delle **Tav. 5 “Carta della pericolosità idraulica”, Tav. 6 “Carta del danno potenziale” e Tav. 7 “Carta del rischio idraulico” riportate in allegato al presente studio**, per quanto attiene alle **problematiche di tipo idraulico**, si evidenzia che:

- i n. 14 aerogeneratori del “Parco Eolico Luogosanto” **non** ricadono in alcuna area di pericolosità o rischio idraulico e sono ubicati in aree censite a danno potenziale di grado D2;
- il trasformatore interno e la cabina di raccolta **non** ricadono in alcuna area di pericolosità o rischio idraulico e sono ubicati in aree censite a danno potenziale di grado D2;
- i tratti di viabilità di servizio di nuova realizzazione **non** ricadono in alcuna area di pericolosità o rischio idraulico e sono ubicati in aree censite a danno potenziale, prevalentemente, di grado D2 e, secondariamente, di grado D1;

- i tratti di viabilità di servizio su esistente viabilità da adattare funzionali agli aerogeneratori n. L_03, n. L_04, n. L_05 e n. L_06 e all'aerogeneratore n. L_01 interessano porzioni di aree censite con pericolosità idraulica Hi1 - P1 "Aree a pericolosità idraulica moderata" del reticolo idrografico del Riu di Baldu, alle quali è associato un rischio idraulico Ri1 moderato; la rimanente porzione di viabilità di servizio non interferisce con aree di pericolosità o rischio idraulico; in riferimento al danno potenziale, la viabilità di servizio su esistente viabilità da adattare interessa aree prevalentemente di grado D1 e D2, lambendo nei pressi degli aerogeneratori n. L_03 e n. L_09 aree classificate a danno potenziale di grado D3;
- alcuni tratti di viabilità di servizio su esistente viabilità, non oggetto di modifica, interessano porzioni di aree censite con pericolosità idraulica Hi1 - P1 "moderata", Hi2 - P2 "media", Hi3 - P3 "elevata" e Hi4 - P4 "molto elevata" del reticolo idrografico del Riu di Baldu e del fiume Bassacutena, alle quali è associato un rischio idraulico Ri1 "moderato", Ri2 "medio", Ri3 "elevato" e Ri4 "molto elevato"; in riferimento al danno potenziale, la viabilità di servizio su esistente viabilità interessa aree prevalentemente di grado D1 e D2 e di grado D3 e D4 in corrispondenza della S.S. n. 133 di Palau e del centro abitato di Bassacutena e di Bulbuseddu;
- l'elettrodotto interrato HV nell'esistente viabilità da adattare a servizio degli aerogeneratori n. L_03, n. L_04, n. L_05 e n. L_06 e dell'aerogeneratore n. L_01 interessa, per alcuni tratti, porzioni di aree censite con pericolosità idraulica Hi1 - P1 "Aree a pericolosità idraulica moderata" del reticolo idrografico del Riu di Baldu, alle quali è associato un rischio idraulico Ri1 moderato; in riferimento al danno potenziale, esso si snoda in aree prevalentemente di grado D2 e, secondariamente, di grado D1, lambendo nei pressi dell'aerogeneratore n. L_03 aree classificate a danno potenziale di grado D3;
- l'elettrodotto interrato HV nell'esistente viabilità, non oggetto di modifiche, interessa, per alcuni tratti, porzioni di aree censite con pericolosità idraulica Hi1 - P1 "Aree a pericolosità idraulica moderata" del Riu di Baldu e del Riu Pirumaccione, alle quali è associato un rischio idraulico Ri1 moderato; in riferimento al danno potenziale, esso si snoda in aree prevalentemente di grado D1 e D2 ed interseca, in località San Giovanni nel Comune di Aglientu, un'area classificata a danno potenziale di grado D3.

Dall'esame delle **Tav. 8 "Carta della pericolosità geomorfologica"** e **Tav. 9 "Carta del rischio geomorfologico"** riportate in allegato al presente studio, per quanto attiene alle **instabilità di tipo geomorfologico**, si evidenzia che:

- dei n. 14 aerogeneratori del "Parco Eolico Luogosanto", gli aerogeneratori n. L_04, n. L_05 e n. L_06 ricadono all'interno di una vasta area in località Curracchione censita dal vigente PAI a pericolosità da frana media Hg2, con associato rischio geomorfologico Rg1 moderato, mentre gli aerogeneratori n. L_03 e n. L_07 sono posti nel suo prossimo esterno.

I rimanenti aerogeneratori sono tutti posti all'esterno delle aree segnalate a pericolosità e rischio geomorfologico;

- il trasformatore interno e la cabina di raccolta **non** ricadono in alcuna area di pericolosità o rischio geomorfologico;
- i tratti di viabilità di servizio di nuova realizzazione o su viabilità esistente da adeguare degli aerogeneratori n. L_04, n. L_05 e n. L_06 ricadono all'interno della stessa area censita dal vigente PAI a pericolosità da frana media Hg2, con associato rischio geomorfologico Rg1 moderato; i rimanenti tratti di viabilità di servizio di nuova realizzazione o su viabilità esistente da adeguare, oltre che quelli della viabilità di servizio su viabilità esistente, sono tutti posti all'esterno di aree segnalate a pericolosità e rischio geomorfologico;
- anche un tratto dell'elettrodotto interrato HV in località Curracchione, nel Comune di Luogosanto, ricade all'interno dell'area censita dal vigente PAI a pericolosità da frana media Hg2 con associato rischio geomorfologico Rg1 moderato; nel resto del territorio comunale, esso non interessa ulteriori aree segnalate a pericolosità e rischio geomorfologico, mentre nel territorio comunale di Aglientu esso si sviluppa su aree censite con pericolosità geomorfologica Hg0 "Aree studiate non soggette a potenziali fenomeni franosi" e rischio geomorfologico Rg0 "Aree a rischio nullo", lambendo piccole aree a pericolosità geomorfologica Hg1 moderata e rischio geomorfologico Rg1 moderato.

In riferimento alla vasta area della località Curracchione del Comune di Luogosanto, censita dal vigente PAI a pericolosità da frana media Hg2 con associato rischio geomorfologico Rg1 moderato, si ritiene che gli interventi in essa ricadenti siano potenzialmente ammissibili, ancorché da dimostrare a seguito degli specifici approfondimenti richiesti dalla normativa da condursi nelle successive fasi attuative, in quanto ai sensi dell'art. 33 "Disciplina delle aree di pericolosità media da frana (Hg2)", comma 3 delle Norme di Attuazione del PAI « ... *In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità media da frana sono inoltre consentiti esclusivamente: ... a. gli ampliamenti, le ristrutturazioni e le nuove realizzazioni di infrastrutture riferibili a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili o non delocalizzabili, a condizione che non esistano alternative tecnicamente ed economicamente sostenibili, che tali interventi siano coerenti con i piani di protezione civile, e che ove necessario siano realizzate preventivamente o contestualmente opere di mitigazione dei rischi specifici; ... ».*

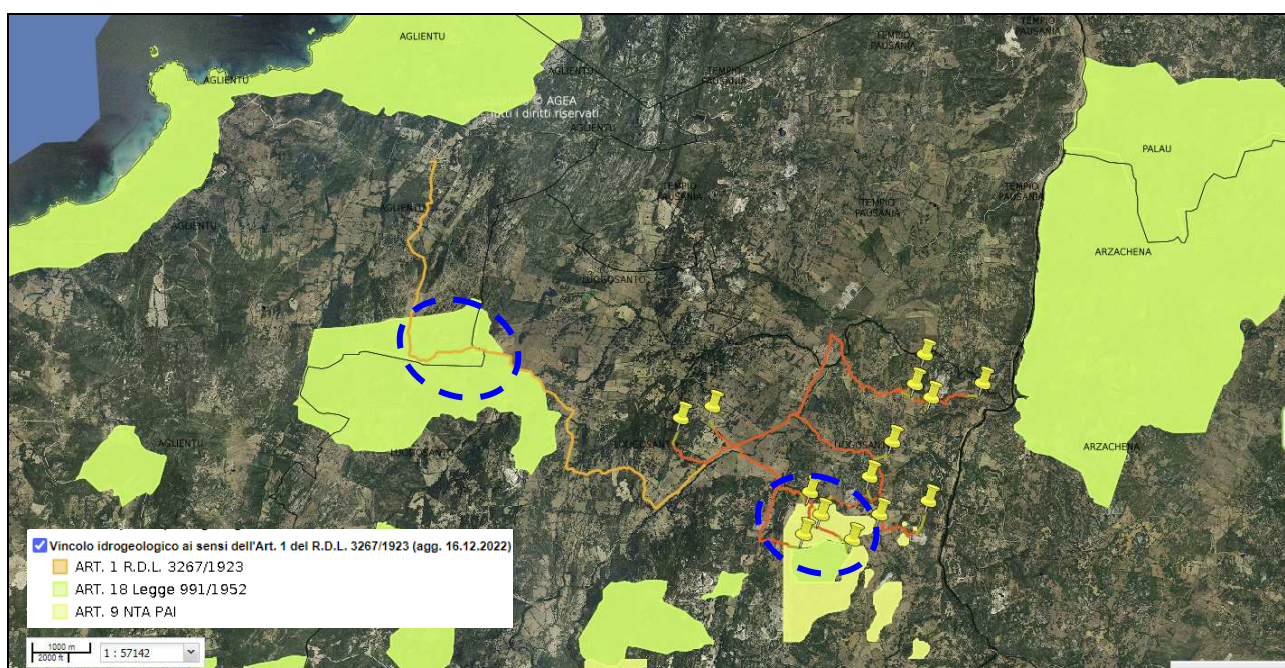
Per tali interventi è richiesto lo studio di compatibilità geologica e geotecnica di cui all'art. 25 delle Norme di Attuazione del PAI, che verrà elaborato nelle successive fasi attuative del progetto in esame.

Al presente stadio progettuale, viene comunque riportato, nel successivo paragrafo 2.6.1, un estratto dello “Studio di dettaglio e approfondimento del quadro conoscitivo della pericolosità e del rischio da frana nei sub bacini 1 (Sulcis), 2 (Tirso), 4 (Liscia), 5 (Posada - Cedrino), 6 (Sud - Orientale), 7 (Flumendosa – Campidano - Cixerri). Progetto di Variante Generale e di Revisione del Piano per l’Assetto Idrogeologico della Regione Autonoma della Sardegna”, di cui alla Deliberazione del Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino n. 18 del 27 dicembre 2022, dal quale si evince un decisivo ridimensionamento della pericolosità e del rischio geomorfologico dell’area franosa della località Curracchione.

In ultimo, per quanto riguarda il **vincolo idrogeologico**, nella Regione Sardegna sono soggetti a tutela:

- i terreni di cui all’art. 1 del Regio Decreto 3 dicembre 1923 n. 3267;
- le aree a pericolosità da frana ai sensi dell’art. 9 delle NTA del PAI;
- i terreni di cui al Piano Generale di Bonifica Montana ai sensi dell’art. 18 della L. 25 luglio 1952, n. 991 “Provvedimenti in favore dei territori montani”.

Gli aerogeneratori n. L_04, n. L_05 e n. L_06, con parte della loro viabilità di servizio, e parte dell’elettrodotto HV interrato ricadono in area sottoposta al vincolo idrogeologico ai sensi dell’art. 9 delle NTA del PAI (area a pericolosità da frana della località Curracchione nel Comune di Luogosanto). La porzione di elettrodotto HV interrato nei pressi del confine fra i Comuni di Luogosanto e Aglientu interessa aree sottoposte al vincolo idrogeologico ai sensi dell’art. 18 della legge n. 911/1952. I rimanenti aerogeneratori con le rimanenti porzioni di opere infrastrutturali lineari (viabilità di servizio ed elettrodotto interrato HV) non sono gravate dal vincolo idrogeologico.



Distribuzione delle aree sottoposte al vincolo idrogeologico ed interferenza con le opere in progetto.

Si rimanda quindi allo “Studio di compatibilità idrologica e idraulica” allegato al PFTE, per quanto riguarda l’ammissibilità dell’intervento in relazione alle criticità individuate e gli eventuali accorgimenti da adottare per la realizzazione delle opere.

2.6.1 Il progetto di variante generale e di revisione del PAI

Con Deliberazione del Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino Regionale della Sardegna n. 18 del 27.12.2022 ad oggetto “Schema di attività finalizzate all’adozione preliminare della variante generale del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) - parte frane, relativa allo studio di dettaglio e approfondimento del quadro conoscitivo della pericolosità e del rischio da frana nei SUB BACINI 1 (SULCIS), 2 (TIRSO), 4 (LISCIA), 5 (POSADA - CEDRINO), 6 (SUD - ORIENTALE), 7 (FLUMENDOSA - CAMPIDANO - CIXERRI). Approvazione cronoprogramma.” sono stati pubblicati, propedeuticamente all’adozione preliminare della variante generale del PAI - parte frane e ai fini informativi, illustrativi e di sensibilizzazione degli enti Locali e degli altri soggetti competenti in materia, gli elaborati dello studio di dettaglio e di approfondimento del quadro conoscitivo della pericolosità e del rischio da frana di alcuni sub bacini idrografici della Regione Sardegna, fra cui quello di interesse del fiume Liscia (cfr. <https://autoritadibacino.regione.sardegna.it/ap/delibera-del-comitato-istituzionale-n-18-del-27-12-2022/>).

Per ogni sub bacino idrografico, il quadro conoscitivo è composto dai seguenti elaborati.

Copertura elementi a rischio	Carta di sintesi del sub bacino dell’uso del suolo
Carta degli elementi a rischio	Quadro di unione della Carta dell’uso del suolo
Carta di sintesi del sub bacino degli elementi a rischio	Carta dell’instabilità potenziale dei versanti
Quadro di unione della Carta degli elementi a rischio	Carta di sintesi del sub bacino dell’instabilità potenziale dei versanti
Catalogo degli elementi a rischio	Quadro di unione della Carta dell’instabilità potenziale dei versanti
Report attività elementi a rischio	Carta geomorfologica o dei fenomeni franosi
Copertura della litologia	Carta di sintesi del sub bacino geomorfologica o dei fenomeni franosi
Copertura delle pendenze	Quadro di unione della Carta geomorfologica o dei fenomeni franosi
Copertura dell’uso del suolo	Report attività raccolta dati e determinazione carte tematiche
Copertura dell’instabilità potenziale dei versanti	Copertura aree a pericolosità da frana
Copertura geomorfologica o dei fenomeni franosi	Carta delle aree a pericolosità da frana
Carta litologica	Carta di sintesi del sub bacino delle aree a pericolosità da frana
Carta di sintesi del sub bacino della litologia	Quadro di unione della Carta delle aree a pericolosità da frana
Quadro di unione della Carta Litologica	Report attività aree a pericolosità da frana
Carta delle pendenze	Copertura aree rischio da frana
Carta di sintesi del sub bacino delle pendenze	Carta delle aree a rischio da frana
Quadro di unione della Carta delle Pendenze	Carta di sintesi del sub bacino delle aree a rischio da frana
Carta di sintesi del sub bacino della litologia	Quadro di unione Carta delle aree a rischio da frana
Quadro di unione della Carta Litologica	Report attività aree rischio da frana
Carta delle pendenze	Catalogo interventi mitigazione
Carta di sintesi del sub bacino delle pendenze	Schede interventi mitigazione
Quadro di unione della Carta delle Pendenze	Relazione tecnica generale
Carta dell’uso del suolo	Elenco elaborati dello studio

Elaborati del quadro conoscitivo della pericolosità e del rischio da frana nei SUB BACINI 1 (SULCIS), 2 (TIRSO), 4 (LISCIA), 5 (POSADA - CEDRINO), 6 (SUD - ORIENTALE), 7 (FLUMENDOSA - CAMPIDANO - CIXERRI) propedeutico all’adozione preliminare della variante generale del PAI - parte frane.

Nella Relazione tecnica per il Sub bacino 4 Liscia sono descritte, per ogni comune in esso ricadente, le principali aree in dissesto, la pericolosità e gli elementi a rischio coinvolti e la proposta di interventi di mitigazione del rischio idrogeologico; a seguire, l'estratto integrale per i Comuni di Luogosanto e Aglientu, entro cui ricadono le opere in esame.

Luogosanto

Principali aree in dissesto

Il territorio del Comune di Luogosanto copre un ampio settore dell'altopiano interno, da cui si elevano per lo più rilievi di tipo collinare. Il substrato è impostato essenzialmente sui classici granitoidi della Gallura.

Le principali aree in dissesto sono ubicate lungo le pendici della Punta Scarracciana e del M. Cilata, al confine con il Comune di Tempio Pausania e Luras, dove vi sono estesi versanti potenzialmente soggetti a frane per crollo. Nel resto del territorio le instabilità sono legate alla presenza di speroni rocciosi isolati che talora assumono la forma di *tor* o di cupole di esfoliazione, da cui è possibile il distacco di blocchi. Una bassa scarpata rocciosa potenzialmente instabile è stata individuata anche a monte dell'abitato.

Sono state inoltre osservate alcune scarpate stradali instabili, in particolare sulla S.S. n. 131 e sulla S.P. n. 24 e secondariamente sulla S.S. n. 133 e sulla S.P. n. 14. Anche in questo caso si tratta per lo più di problemi di erosione superficiale lungo i fronti di scavo.

Nelle aree rurali sono presenti alcuni fossi secondari con pendenza compatibili con lo sviluppo di colate detritiche.

Sull'altopiano sono state censite circa una quarantina di cave, sia attive che abbandonate, impostate sul substrato granitico.

Pericolosità ed elementi a rischio

Il Comune di Luogosanto ha presentato una variante al PAI nel 2017 attualmente in istruttoria. A questo proposito si rileva che la carta geomorfologica redatta nell'ambito della suddetta variante non è stata prodotta secondo quanto previsto dalle NTA del PAI, tanto che nella legenda non sono presenti elementi fondamentali quali le frane con il relativo stato di attività, le scarpate rocciose ecc. Si rileva inoltre, forse anche come diretta conseguenza della suddetta impostazione, che la pericolosità è stata sottostimata in alcune aree, pur in un contesto non particolarmente problematico. Sono state pertanto introdotte alcune modifiche alla cartografia della pericolosità supportate dai contenuti della carta geomorfologica, così come da metodologia.

Le aree a rischio nel territorio di Luogosanto sono limitate. Si tratta di alcuni fabbricati ad uso residenziale posti nel centro comunale (via Cesare Battisti) sottostanti delle scarpate rocciose con massi disarticolati, e dei brevi tratti della S.S. n. 133 (al confine con Luras) e della S.P. n. 14, ove si hanno scarpate instabili.

Interventi di mitigazione del rischio

Lungo una scarpata in blocchi di granito disarticolata posta subito a monte del paese sono state installate delle reti radenti rinforzate che coprono solo in parte l'area di potenziale distacco. È da valutare quindi un'integrazione dell'intervento onde coprire l'intero fronte potenzialmente in dissesto, ferma restando la necessità di una verifica di dettaglio della struttura dei suddetti ammassi rocciosi.

Si segnala, inoltre, che in alcuni tratti della S.S. n. 133 le scarpate stradali sono state sistemate con reti radenti leggere.

Aglientu

Principali aree in dissesto

Il Comune di Aglientu, posto interamente all'interno del sub bacino 4, presenta un substrato costituito essenzialmente da rocce granitoidi. Dal punto di vista morfologico è distinguibile una parte occidentale, posta ai margini dell'altopiano che copre ampie porzioni di territorio dell'interno della Gallura, e una fascia costiera, anch'essa impostata sul substrato roccioso, ma sulla quale sono presenti coltri di depositi plio - quaternari costituiti da alluvioni o depositi eolici e/o di spiaggia. Proprio su questi ultimi sono impostati alcuni brevi tratti di falesie costiere instabili (Costa a Sud di capo di Monte Russu).

Per il resto i principali dissesti sono legati al distacco di frane per crollo da scarpate rocciose e cupole di esfoliazione impostate sui granitoidi. Una zona, per altro disabitata, in cui tali fenomeni sono particolarmente diffusi è quella del Monte Puntaccia - Monte Mezzu, tuttavia affioramenti rocciosi instabili isolati dai processi di erosione/degradazione del substrato, talora si tratta di strutture tipo *tor*, sono presenti un po' in tutto il territorio, sebbene la densità delle aree in dissesto sia modesta. Verso la costa sono osservabili alcuni settori con pareti rocciose a mare in granitoidi soggette al saltuario distacco di blocchi e massi (Laruleddi e capo di M. Russu). La presenza di alvei potenzialmente soggetti allo sviluppo di colate detritiche è circoscritta a pochi casi relativi ad aree rocciose disabitate.

Sono inoltre osservabili delle scarpate instabili lungo la viabilità principale, già censite a suo tempo nell'IFFI.

Pericolosità ed elementi a rischio

Il Comune di Aglientu ha presentato una variante parziale al PAI nel 2014. Tale studio è stato ampiamente utilizzato per la redazione della presente cartografia, introducendo alcune modifiche per renderlo più coerente con la metodologia del PAI a livello regionale. In termini generali, ad esempio, non è prevista la distinzione tra dissesti attivi e quiescenti, in particolare per le frane per crollo che sono quelle di gran lunga più frequenti. Nello specifico è stata inserita un'area in Hg3 nel centro comunale per la presenza di alcune scarpate rocciose instabili.

Le criticità nel Comune di Aglientu sono decisamente limitate. Nel centro comunale, così come nei due principali insediamenti turistici nei pressi della costa (Portobello di Gallura e Rena Maggiore) sono presenti scarpate rocciose e affioramenti isolati di granitoidi che minacciano aree residenziali. Va subito precisato, tuttavia, che si tratta di aree poste alla periferia dei centri abitati con interessamento di un numero di fabbricati ad uso residenziale decisamente limitato.

Si tratta in particolare della zona di via Tempio nel centro comunale, dell'area di Monti Canneddi e di un fabbricato nel settore occidentale dell'abitato per quanto riguarda il parco residenziale di Portobello, di parte di via dei Corbezzoli nell'insediamento di Rena Maggiore.

Per quanto riguarda le scarpate stradale instabili, per lo più poste lungo la S.P. n. 5, già segnalate nell'IFFI, si tratta per lo più di problematiche facilmente risolvibili legate all'erosione della coltre di alterazione arenitica, con potenziale caduta di blocchi ai margini della carreggiata.

Interventi di mitigazione del rischio

È stato individuato un unico intervento da effettuarsi lungo una scarpata instabile della S.P. n. 5 nei pressi del centro comunale. Per quanto riguarda le case sparse ubicate in varie località (centro comunale, Portobello e Rena Maggiore) l'indicazione è quella di procedere ad uno studio di dettaglio, con eventuale monitoraggio, ai fini di verificare l'effettivo stato di attività delle aree in potenziale dissesto, per poi procedere alla progettazione degli interventi e/o al declassamento della pericolosità.

(Estratto integrale dalla Relazione tecnica per il Sub bacino 4 Liscia dello studio di dettaglio e di approfondimento del quadro conoscitivo della pericolosità e del rischio da frana).

In base allo studio di dettaglio e approfondimento del quadro conoscitivo risulta, in generale, che la pericolosità ed il rischio da frana nei due territori comunali di Luogosanto e Aglientu sono limitate e circoscritte. In particolare, l'area di frana individuata nel vigente PAI in località Curracchione del Comune di Luogosanto risulta alquanto ridimensionata, tanto da non coinvolgere alcun aerogeneratore in progetto.

Dall'esame delle **Tav. 10 “Carta delle aree a pericolosità da frana (QC della proposta di Variante al PAI)”** e **Tav. 11 “Carta delle aree a rischio da frana (QC della proposta di Variante al PAI)”** **allegate fuori testo**, in merito alle **pericolosità e rischio da frana**, si evidenzia che:

- i n. 14 aerogeneratori, il trasformatore interno e la cabina di raccolta del “Parco Eolico Luogosanto” ricadono nelle aree censite come pericolosità da frana Hg0 e, cioè, studiate ma **non soggette a potenziali fenomeni franosi** e, quindi, a rischio da frana Rg0 nullo;
- la viabilità di servizio di nuova realizzazione interessa quasi esclusivamente le aree censite come pericolosità da frana Hg0 e, cioè, studiate ma **non soggette a potenziali fenomeni franosi** e, quindi, a rischio da frana Rg0 nullo, con l'eccezione di un tratto della viabilità di servizio di nuova realizzazione dell'aerogeneratore n. L_11, che ricade al margine di un'area censita come pericolosità da frana Hg1 Moderata, con associato rischio da frana Rg1 Moderato, e di un tratto della viabilità di servizio di nuova realizzazione dell'aerogeneratore n. L_06, che lambisce una piccola area censita come pericolosità da frana Hg3 Elevata, con associato rischio da frana Rg1 Moderato;

- parte della viabilità di servizio su viabilità esistente da adeguare degli aerogeneratori n. L_01, n. L_12 e n. L_13 ricade all'interno di aree censite come pericolosità da frana Hg1 Moderata, con associato rischio da frana Rg1 "Moderato"; i rimanenti tratti della stessa interessano esclusivamente le aree censite come pericolosità da frana Hg0 e, cioè, studiate ma non soggette a potenziali fenomeni franosi e, quindi, a rischio da frana Rg0 nullo;
- parte della viabilità di servizio su viabilità esistente da adeguare dell'aerogeneratore n. L_08 e fra la cabina di raccolta e l'aerogeneratore n. L_09, lambisce o ricade al margine di aree censite come pericolosità da frana Hg2 Media, con associato rischio da frana, rispettivamente, Rg2 Medio; i rimanenti tratti della stessa interessano esclusivamente le aree censite come pericolosità da frana Hg0 e, cioè, studiate ma non soggette a potenziali fenomeni franosi e, quindi, a rischio da frana Rg0 nullo;
- i rimanenti tratti della viabilità di servizio su viabilità esistente da adeguare interessano esclusivamente le aree censite come pericolosità da frana Hg0 e, cioè, studiate ma non soggette a potenziali fenomeni franosi e, quindi, a rischio da frana Rg0 nullo;
- solo un ridotto tratto dell'elettrodotto interrato HV, a nord est della località Curracchione nel Comune di Luogosanto, lambisce una piccola area censita come pericolosità da frana Hg3 Elevata, con associato rischio da frana Rg1 Moderato, mentre il rimanente e prevalente sviluppo dell'opera, ricade in aree censite come pericolosità da frana Hg0 e, cioè, studiate ma non soggette a potenziali fenomeni franosi e, quindi, a rischio da frana Rg0 nullo.

2.7 DESCRIZIONE DELLE INDAGINI ESEGUITE

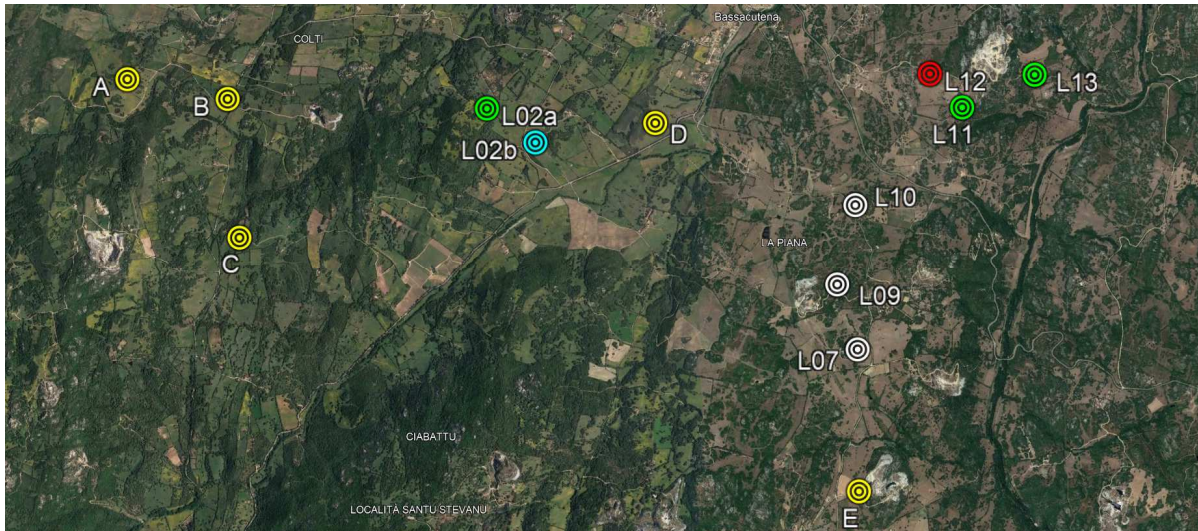
Per la descrizione della geologia locale e la ricostruzione delle caratteristiche geotecniche del sottosuolo, oltre ad un sopralluogo tecnico e ad un rilievo specifico nei punti autorizzati dalle proprietà, sono state realizzate le seguenti prove:

- n. 1 sondaggio a carotaggio continuo denominato S1, spinto fino alla profondità di 5,3 m dal piano campagna in corrispondenza del sito dell'aerogeneratore L_12, con esecuzione di n. 3 prove di tipo *Standard Penetration Test* o S.P.T. (**cf. allegato n. 2**);
- n. 1 "prova di compressione di materiali lapidei" per la determinazione della resistenza alla compressione unitaria del substrato roccioso (**cf. allegato n. 4**);
- n. 12 trincee esplorative eseguite nei siti degli aerogeneratori L_02, L_11, L_12, L_13 (**cf. allegato n. 3**);
- n. 13 prospezioni sismiche a rifrazione con inversione tomografica in corrispondenza / prossimità degli aerogeneratori L_01, L_02, L_07, L_09, L_10, L_11, L_12, L_13 e, più diffusamente (punti A, B, C, D, E), in altre zone dell'ambito in esame (**cf. allegato n. 5**).

Per la caratterizzazione sismica locale (**cf. allegato n. 5**), sono stati eseguiti:

- n. 13 stendimenti geofisici di sismica passiva Re.Mi. (*Refraction Microtremor*);
- n. 13 registrazioni di rumore sismico ambientale H.V.S.R. mediante Tromino®.

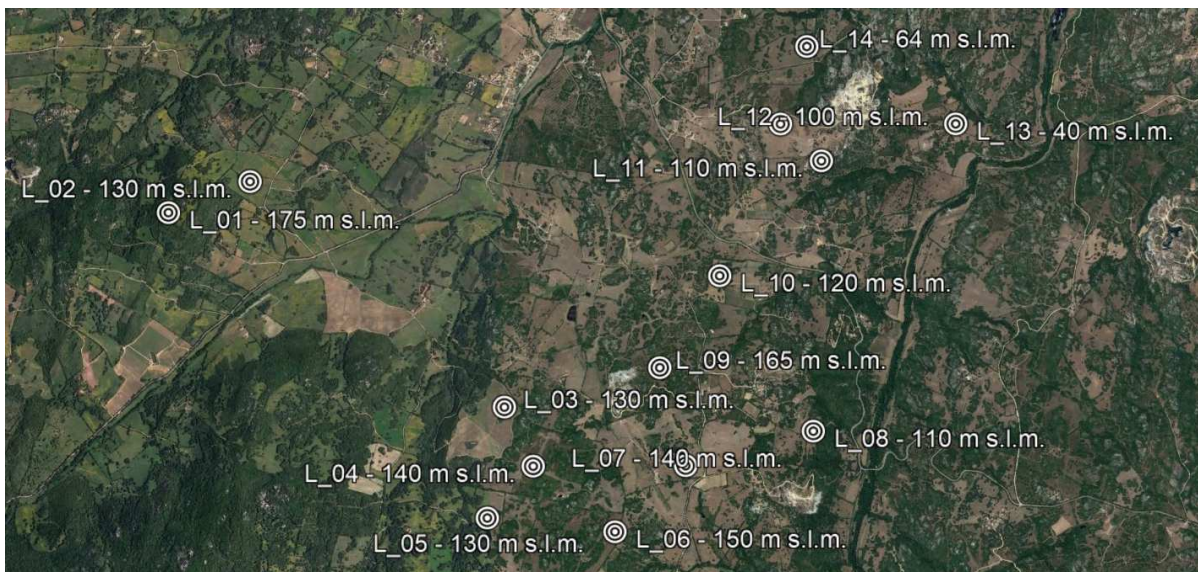
In allegato sono state inserite le schede con descritti gli esiti delle indagini di cui sopra e le caratteristiche di alcuni dei siti in cui saranno realizzate le torri eoliche (**cf. allegato n. 1**).



Ubicazione delle indagini eseguite. In rosso, sondaggio a carotaggio continuo, trincee esplorative e indagini sismiche eseguite in area accessibile, prossime o corrispondenti alla torre. In verde, trincee esplorative e indagini sismiche in aree accessibili, prossime o corrispondenti alla torre. In azzurro, indagini sismiche in aree accessibili, prossime alla torre. In bianco, indagini sismiche eseguite in prossimità delle previste aree di intervento, non ancora accessibili. In giallo, altre indagini sismiche eseguite.

2.8 MODELLO GEOLOGICO LOCALE

Dal punto di vista geomorfologico, quasi tutti gli aerogeneratori si trovano su blandi dorsali collinari, spesso in prossimità della cresta e, talora, sui versanti delle stesse. Come detto in precedenza, gli aerogeneratori sono ubicati a varie quote altimetriche, sintetizzabili come nella seguente figura.



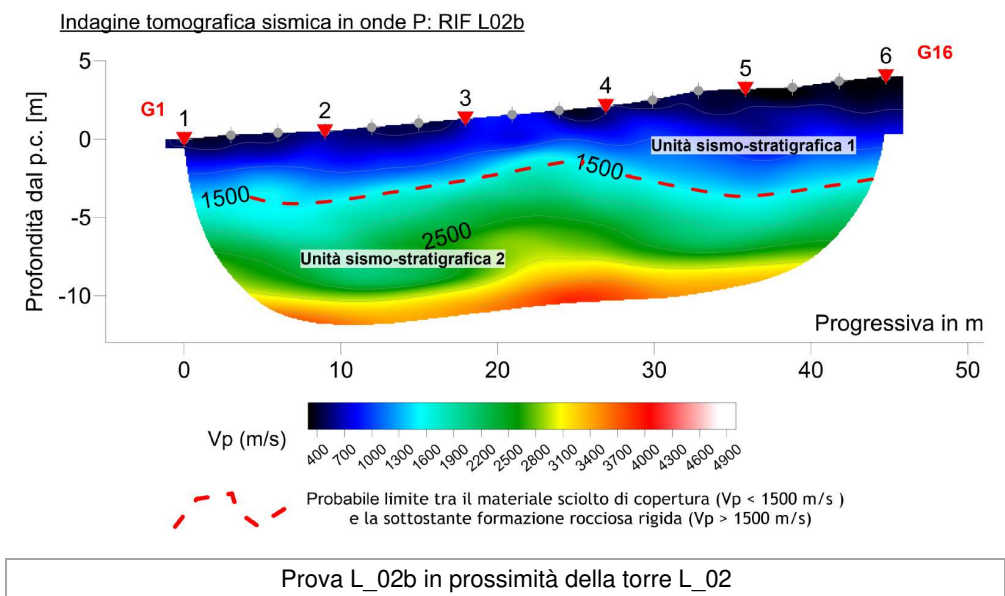
Quote altimetriche dei siti di ubicazione degli aerogeneratori.

Dal punto di vista litologico, il sondaggio a carotaggio continuo, le trincee esplorative e le indagini geofisiche hanno evidenziato una certa omogeneità stratigrafica, seppur dimostrando lo spessore variabile delle unità geologiche individuate.

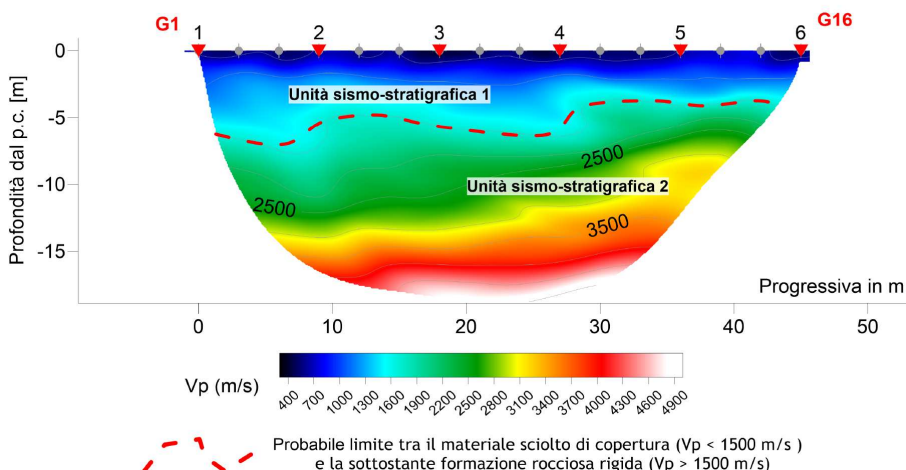
La geologia locale è schematizzabile, **al di sotto del suolo**, talora assente oppure di spessore modesto e misurato fino alla profondità massima di 0,6 m, secondo due unità ben distinte:

- la **prima unità geologica**, denominata “zona arenizzata”, deriva dal processo di arenizzazione dei granitoidi del “Batolite Sardo - Corso” ed è formata da sabbie grosse e sabbie ghiaiose, addensate e dotate di una certa pseudocoazione; esse ricoprono il substrato roccioso “sano”, non assoggettato a tale processo, e sono state interpretate con uno spessore massimo di circa 13 m, che varia anche a breve distanza (spessore interpretato nelle n. 13 indagini sismiche eseguite, compreso tra circa 2 m e 13 m);
- la **seconda unità**, costituita dal substrato roccioso si trova, quindi, ad una profondità variabile, a partire da circa 2 - 13 m anche se, talora, risulta subaffiorante.

Le immagini seguenti, ricostruite grazie alle tomografie sismiche eseguite in corrispondenza degli aerogeneratori in progetto denominati L_02, L_11, ed L_12, evidenziano l'andamento irregolare del substrato roccioso.

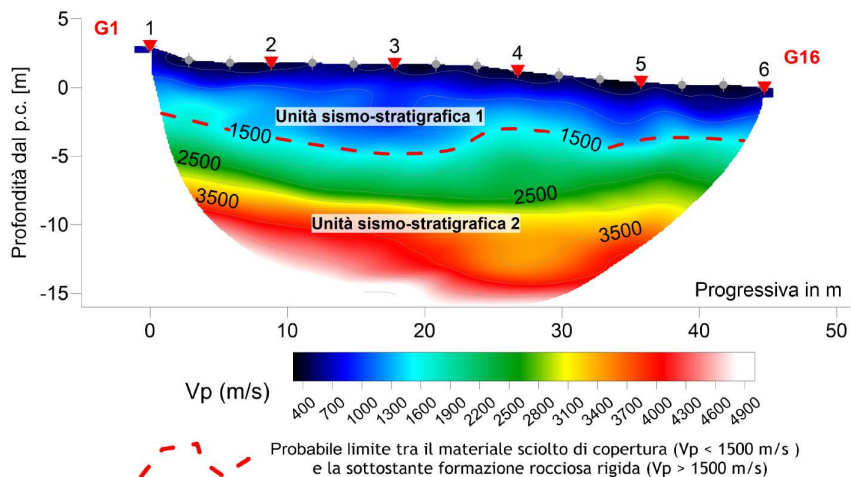


Indagine tomografica sismica in onde P: RIF L11



Prova L_11 coincidente con la torre L_11

Indagine tomografica sismica in onde P: RIF L12



Prova L_12 coincidente con la torre L_12

Sezioni sismo - stratigrafiche dedotte dalle prospezioni sismiche a rifrazione con inversione tomografica, dove si evidenziano i rapporti stratigrafici fra le due principali unità individuate al di sotto del suolo.

Dal punto di vista idrogeologico, i sopralluoghi e le indagini condotte nelle aree in esame confermano quanto detto in precedenza sull'assetto locale, avendo dimostrato la generale assenza di falde o venute d'acqua sulle creste delle dorsali o sui versanti delle stesse e permettendo di ipotizzare la presenza di falde superficiali nelle zone pianeggianti poste alla base delle dorsali e nei compluvi.

Pertanto, in relazione ai primi sopralluoghi eseguiti ed alle indagini realizzate, è stato possibile accertare l'assenza della falda freatica solo in alcuni dei siti previsti (L_11, L_12) o in prossimità di essi (L_01, L_02, L_13), e dovrà essere verificato nelle prossime fasi progettuali per i siti rimanenti e per quelli indagati solo nelle vicinanze degli stessi.

I dati raccolti permettono, quindi, di riassumere schematicamente le condizioni stratigrafiche locali come indicato nella seguente tabella.

Strato	Profondità dal piano campagna (m)	Litologia	Livello statico dal p.c.
A	0,0 - 0,5	Suolo, generalmente limoso sabbioso	Locale possibilità di presenza della falda nella zona di arenizzazione
B	0,5 - (2,0 ÷ 13,0)	Zona di arenizzazione. Sabbie grosse / sabbie ghiaiose	
C	> (2,0 ÷ 13,0)	Substrato roccioso, fratturato al tetto indicativamente per almeno 2 m di spessore	

Stratigrafia schematica in corrispondenza del "Parco Eolico Luogosanto".

3 RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI

3.1 SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO

Per eseguire il sondaggio a carotaggio continuo è stata utilizzata una sonda cingolata "Puntel"; il carotaggio è stato eseguito con carotiere semplice avente diametro $\varnothing = 101$ mm, mentre il sostegno delle pareti dei fori di sondaggio è stato realizzato allestendo tubazioni metalliche di rivestimento con $\varnothing = 127$ mm e procedendo poi con il carotiere suddetto. Nel corso del sondaggio sono state eseguite n. 3 prove penetrometriche S.P.T. in foro (*Standard Penetration Test*), a varie profondità, per determinare le qualità geotecniche delle litologie costituenti il sottosuolo locale.

3.1.1 Metodi di interpretazione delle prove S.P.T. in foro

La prova S.P.T. è, allo stato attuale, la più conosciuta e la più praticata al mondo e, pertanto, ha trovato un vastissimo campo di applicazione in geotecnica. Il numero di colpi ottenuto per infiggere il campionatore (N_{spt}) permette di valutare lo stato di addensamento e/o la consistenza dei terreni e, mediante alcune correlazioni bibliografiche, permette di caratterizzare geotecnicamente gli stessi.

La S.P.T. standardizzata si effettua facendo penetrare nel terreno, a percussione, attraverso una massa battente di peso e altezza di caduta standard, una punta aperta (Raymond) montata all'estremità di una batteria di aste cave: viste le litologie locali, che non avrebbero permesso l'uso della punta Raymond, le prove sono state eseguite utilizzando la punta conica chiusa.

La prova S.P.T. consiste nel rilevare il numero di colpi (rispettivamente N_1 , N_2 ed N_3) necessari per infiggere la punta per tre tratti successivi di 15 cm ciascuno. La resistenza alla penetrazione è caratterizzata dal numero di colpi richiesti per l'attraversamento degli ultimi due tratti, per complessivi 30 cm ($N_{spt} = N_2 + N_3$).

È da rilevare che la prova penetrometrica S.P.T. può essere interrotta, secondo le raccomandazioni A.G.I. (1977), in presenza di una delle seguenti condizioni (rifiuto):

$$N_1 > 50 \text{ colpi}$$

$$N_2 + N_3 > 100 \text{ colpi}$$

Il numero di colpi utilizzato per la stima dei parametri è stato affinato normalizzando i risultati della prova con l'introduzione di alcuni fattori correttivi (Skempton, 1986) che tengono conto del dispositivo utilizzato e del suo rendimento, delle caratteristiche del foro e del campionatore, della pressione efficace del terreno sovrastante e della profondità di prova (normalizzando secondo Jamiolkowski et al., 1985).

L'insieme di questi fattori concorre a determinare, inoltre, il valore dell'effettiva energia trasmessa dal maglio al campionatore e, pertanto, l'esito della prova stessa; assumendo un rendimento energetico medio E_{ri} dei macchinari pari al 60% e normalizzando i dati ottenuti ad un rapporto energetico standard del 60%, si ricavano i valori denominati $N'_{spt 60}$.

Queste correzioni sono state applicate, a favore di sicurezza, solo per valori di $\sigma'_{vo} >$ di 100 kPa.

Inoltre, nell'eventuale presenza di sabbie fini e/o limose sotto falda, prima del calcolo degli $N'_{spt 60}$, i valori di N_{spt} vengono ridotti applicando la correzione di Terzaghi e Peck (1948).

La normalizzazione delle S.P.T. di cui sopra ed i parametri geotecnici dei terreni sono stati ottenuti mediante l'utilizzo di un foglio di calcolo predisposto dagli scriventi considerando, per la parametrizzazione, i metodi di seguito esposti.

I risultati sono stati riportati nella tabella a fine paragrafo, dove si evidenziano il numero di colpi effettivamente misurato N_{spt} ed il numero di colpi $N'_{spt 60}$.

Angolo di resistenza al taglio Φ

Per ottenere l'angolo di resistenza al taglio Φ dalle S.P.T., si sono confrontati tra loro più metodi di correlazione (De Mello, Peck – Hanson & Thornburn, Road Bridge Specification, Japanese National Railway, Kulhawy & Mayne), talora mediandone i risultati ed utilizzando anche altre formule riportate in alcuni software specifici.

Tali metodologie di calcolo sono state predisposte per le sabbie in genere ma, viste le modalità di penetrazione della punta per alcune delle prove condotte a buon fine (**avanzamento generalmente regolare**), si ritengono indicativamente valide anche per le litologie individuate in questa fase.

Per l'utilizzo delle correlazioni di cui sopra, si è adottato il valore di $N'_{spt 60}$.

Densità relativa D_r - Stato di addensamento S

In funzione del numero di colpi è possibile risalire al valore della densità relativa ed alla definizione dello stato di addensamento S dei terreni incoerenti.

Per la valutazione della Densità Relativa D_r è stato utilizzato il metodo di Gibbs & Holtz, impiegando nella stima i valori di $N'_{spt 60}$.

Lo stato di addensamento è stato definito secondo le raccomandazioni A.G.I. del 1977 riportate nell'immagine seguente, ma assumendo $N = N'_{\text{spt } 60}$.

N	valutazione dello stato di addensamento
0 – 4	sciolto
4 – 10	poco addensato
10 – 30	moderatamente addensato
30 – 50	addensato
> 50	molto addensato

*Tabella A.G.I. 1977
per terreni incoerenti*

Si fa comunque presente che, con il metodo di Gibbs & Holtz, si tende a sovrastimare la D_r per i depositi ghiaiosi e per tutti i terreni nei primi metri di approfondimento della prova; invece, tale metodo sottostima il valore di D_r in caso di depositi limosi.

Modulo edometrico M

Il modulo edometrico è stato ricavato con la formula di Farrent.

I dati derivanti dall'interpretazione delle prove S.P.T. in foro sono stati sintetizzati nella tabella sotto; **le S.P.T. sono state condotte tutte a rifiuto, avvenuto entro i primi 2 cm di infissione di N1 in tutte le prove.**

Sondaggio	Prof. (m)	Litologia da stratigrafia	Punta	N_{spt}	$N'_{\text{spt } 60}$	ϕ (°)	D_r (%)	M (MPa)	S (AGI, 1977)
S1 Falda assente	0,9	Sabbia grossa / ghiaiosa	Chiusa	Rif.	-	-	-	-	-
	1,6	Sabbia grossa / ghiaiosa	Chiusa	Rif.	-	-	-	-	-
	3,3	Sabbia grossa / ghiaiosa	Chiusa	Rif.	-	-	-	-	-

Parametri geotecnici ricavati dalle prove S.P.T. in foro

ϕ = angolo di resistenza al taglio, limitato al valore di 35°, D_r = densità relativa, M = modulo edometrico, S = stato di addensamento, Rif. = Rifiuto all'avanzamento, * = correzioni non applicate per $\sigma'_{vo} < 100$ kPa

3.2 SINTESI DELLE PROVE DI LABORATORIO

Durante l'esecuzione del sondaggio è stato prelevato un campione di substrato roccioso, per sottoporlo a prove di laboratorio geotecnico; è stato possibile eseguire una prova di compressione, ottenendo quanto segue:

Sondaggio	S1
Campione	S1/L23
Prof. (m dal p.c.)	5,0 - 5,3
Resistenza unitaria alla compressione	170,1 MPa

Esiti della prova di compressione nel campione prelevato con il sondaggio S1

Si rimanda al relativo allegato per prendere visione del certificato di prova (cfr. allegato n. 4).

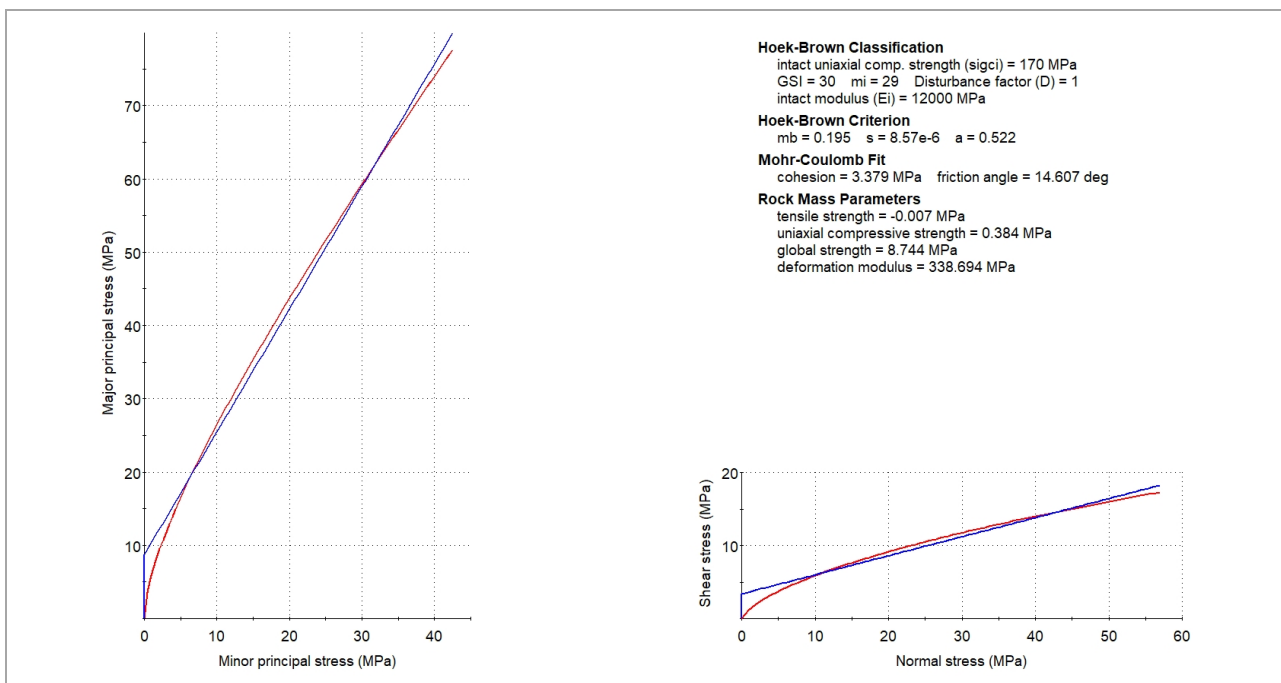
3.3 PROPOSTA DI MODELLO GEOTECNICO LOCALE

La parametrizzazione geotecnica dei terreni è stata fatta sulla base dei risultati delle prove S.P.T. realizzate nel foro di sondaggio e delle prove di compressione e, per la “zona arenizzata”, anche lo studio riassunto nella pubblicazione specifica “Caratteristiche geologico - tecniche delle coltri di disfacimento delle rocce granitiche della Sardegna nord - orientale”, alla quale si rimanda (Sergio Pinna, Istituto di Costruzioni Stradali Facoltà di Ingegneria dell’Università di Pisa).

Invece, la parametrizzazione dell’ammasso roccioso è stata calcolata con il *software* Roclab, utilizzando come dati di input gli studi sul “Granito di Luogosanto”, l’esito delle prove eseguite e l’osservazione condotta sugli affioramenti presenti nei dintorni dei luoghi.

DATI DI INPUT - Caratteristiche dell’ammasso roccioso - Modellazione M1	
$\gamma = 24 - 26 \text{ kN/m}^3$	Peso di volume assunto = 25 kN/m^3
$\sigma_{ci} = 170 \text{ MPa}$	Resistenza alla compressione uniassiale libera della roccia intatta
GSI = 30	Geological Strenght Index - Indice di qualità dell’ammasso roccioso dagli abachi del metodo di Hoek & Brown
$m_i = 29$	Parametro caratteristico della roccia intatta derivato dagli abachi di Hoek & Brown
$D = 1$	Fattore di disturbo per tener conto delle condizioni delle porzioni più superficiali dell’ammasso roccioso

DATI DI OUTPUT - Parametri di Hoek & Brown ottenuti		
$m_b = 0,1954$	$s = 0,00000857494$	$a = 0,522344$



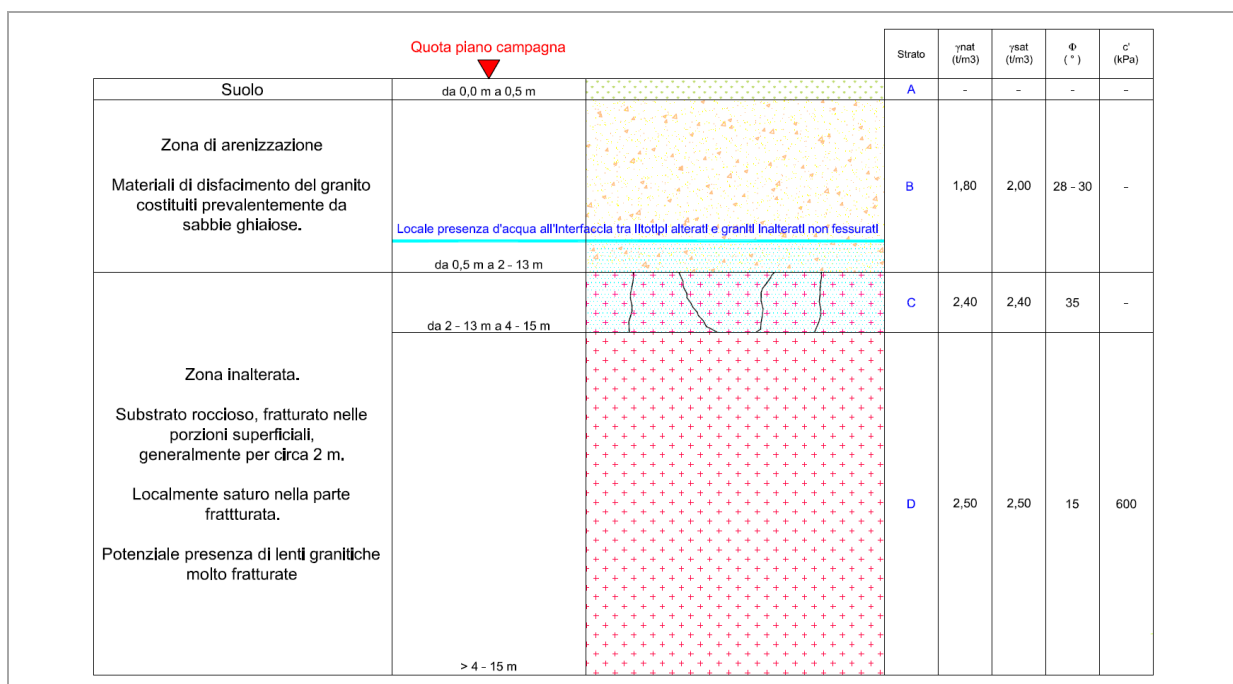
Parametrizzazione dell’ammasso roccioso con il software Roclab.

La restituzione dei parametri geomeccanici con il metodo di Hoek & Brown, valida per applicazioni generali ed ottenuta con i dati di cui sopra, permette di parametrizzare l'ammasso roccioso come nella tabella seguente (la coesione è stata ridotta del 25%, come indicano alcuni testi di geomeccanica per l'uso pratico del metodo), dove sono riportati i parametri geotecnici x_d di progetto secondo le due modellazioni M1 ed M2 previste dalle NTC.

Visto il risultato ottenuto e considerati gli esiti di altre indagini eseguite nel vicino territorio di Bassacutena, sono stati assunti i parametri dell'ammasso roccioso relativi a tale sito, risultati più cautelativi (dove la resistenza alla compressione è stata misurata pari a 42,5 MPa).

I valori di progetto x_d derivano dai valori caratteristici x_k stabiliti sulla base delle indagini eseguite ed ottenuti da una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro stesso, senza considerare l'eventuale pseudocoazione della zona arenizzata, considerata la locale bassa velocità delle onde sismiche misurate (cfr. allegato n. 5 fuori testo).

	Strato	Prof. (m)	Comportamento meccanico prevalente	γ_{nat} (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	ϕ_d (°)	c_d (kPa)
M1	A	0,0 – 0,5	Suolo	17	-	-	-
	B	0,5 – (2,0 ÷ 8,0)	Zona arenizzata	18	20	28 - 30	-
	C	(2,0 ÷ 8,0) - (4,0 ÷ 10,0)	Substrato fratturato	24	24	35	-
		> (4,0 ÷ 10,0)	Substrato massivo	25	25	15	> 600
M2	A	0,0 – 0,5	Suolo	17	-	-	-
	B	0,5 – (2,0 ÷ 8,0)	Zona arenizzata	18	20	23,0 – 24,8	-
	C	(2,0 ÷ 8,0) - (4,0 ÷ 10,0)	Substrato fratturato	24	24	29,3	-
		> (4,0 ÷ 10,0)	Substrato massivo	25	25	12,1	> 480



Parametri geotecnici di progetto e modello geotecnico proposto

γ_{nat} = Peso di volume del terreno naturale, γ_{sat} = Peso di volume del terreno saturo (sotto falda),
 ϕ_d = Angolo di resistenza al taglio di progetto, c_d = coesione efficace di progetto

4 RELAZIONE SISMICA

La Sardegna è un'isola che, dal punto di vista dell'evoluzione geologica, è considerata stabile da diversi milioni di anni; quest'area non è interessata da una tettonica attiva, come nel caso dell'Appennino o di altre regioni italiane, ed i rari terremoti si verificano in genere lungo le coste, dove sono presenti delle antiche faglie che, ogni tanto, possono dar luogo ad eventi sismici.

Gli studi individuano storicamente due eventi più forti, quello del 04 giugno 1616, che ha interessato tutta la Sardegna meridionale e che è ricordato, tra l'altro, da una incisione contenuta nella Sacrestia del Duomo di Cagliari, dove si parla di questo terremoto; l'altro terremoto significativo è avvenuto, anche in questo caso nella parte meridionale dell'isola, il 17 agosto del 1771. In tempi più recenti, è segnalato il sisma che si è verificato nel nord della Sardegna, in Gallura, il 13 novembre 1948. Inoltre, sono stati individuati due ulteriori terremoti mai documentati, quello del 18 gennaio del 1901 con una magnitudo stimata poco superiore a 4,2 ed il terremoto del 24 giugno 1619.

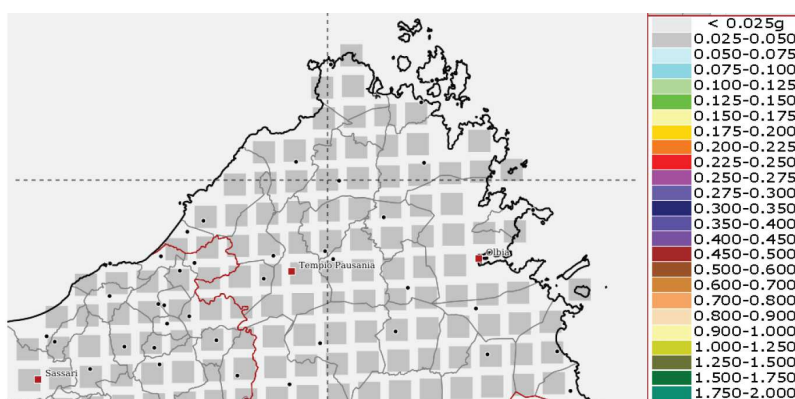
La sismicità storica dell'area interessata è stata analizzata consultando i cataloghi più aggiornati, considerando un intervallo temporale che va dal mondo antico all'epoca attuale; in particolare, sono stati consultati i Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2022 (CPTI15 - Versione 4.0) ed il Database Macrosismico Italiano (DBMI15 - Versione 4.0), che forniscono un set omogeneo di dati provenienti da diverse fonti, relativamente ai terremoti d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000 - 2020.

In relazione alla sismicità più recente, si riporta il terremoto del 18 giugno 1970, localizzato qualche decina di chilometri a nord ovest di Porto Torres ed avvertito distintamente lungo le coste liguri e francesi, oppure quello del 28 agosto 1977 che, pur essendo ubicato un centinaio di km a sud - ovest di Capo Teulada, fu avvertito molto sensibilmente in tutta la Sardegna meridionale. Erano invece situate poche decine di km ad est di Olbia, le due forti scosse che il 26 aprile 2000 spaventarono la gente di Olbia e Posada e che furono avvertite in gran parte dell'isola. Per completezza, si ricordano i numerosi terremoti registrati dalla Rete Sismica Nazionale nell'ultimo ventennio, alcuni dei quali (il 12 e 18 dicembre 2004, il 24 marzo 2006, il 7 luglio 2011, fino all'ultimo del 18 febbraio 2020) sono stati avvertiti sensibilmente dalla popolazione.

Dal punto di vista geofisico, si fa presente che le caratteristiche del basamento sardo sono tali da far sì che le onde sismiche siano trasmesse a grande distanza, ma senza subire una forte attenuazione; per questo motivo, terremoti anche di magnitudo non molto elevata vengono avvertiti su un'area molto vasta. **In sostanza, anche se la Sardegna presenta generalmente una bassa sismicità, essa non è esclusa da tali fenomeni.**

4.1 CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA

La classificazione dell'O.P.C.M. n. 3519 del 28 aprile 2006, considerata nel D.M. 14 gennaio 2008 e ripresa dal D.M. 17 gennaio 2018, inserisce l'intera area in esame nella fascia distinta da un valore di accelerazione sismica orizzontale a_g riferito a suoli rigidi subpianeggianti caratterizzati da $V_{s,30} > 800$ m/s compreso tra **0,025g** e **0,050g** (valori riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni - mappa 50° percentile).



Valori di accelerazione sismica orizzontale a_g nella Sardegna settentrionale.

Per quanto riguarda la **pericolosità di base** in riferimento ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni ($T_r = 475$ anni), il calcolo è stato eseguito utilizzando le tabelle parametriche pubblicate nel D.M. 14/01/2008 relativamente alle isole, considerato che il programma "Spettri di risposta - ver. 1.0.3" del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non ne permette la stima.

Ad ogni modo, visto che la Strategia di Progettazione prevede un *Tipo di costruzione 2 con Vita nominale = 50 anni, una Classe d'uso IV con Coefficiente $C_u = 2$ e, quindi, una Vita di riferimento = 100 anni* (Tempo di ritorno per gli SLV pari a 949 anni - non compreso nel DM 14.01.08 che indica le accelerazioni per un tempo di ritorno di 975 anni, risultando leggermente più cautelativo), nella tabella è stata riportata anche l'accelerazione agli SLV valida per tale tempo di ritorno.

Torre	Lat. WGS 84	Long. WGS 84	Lat. ED 50	Long. ED50	a_g 475 anni (SLV)	a_g 949 anni (SLV)
L_01	41,09683	9,22996	41,09786	9,23095	0,051g	0,061g
L_02	41,09875	9,23656	41,09978	9,23754	0,051g	0,061g
L_03	41,08499	9,25716	41,08603	9,25814	0,051g	0,061g
L_04	41,08139	9,25949	41,08242	9,26048	0,051g	0,061g
L_05	41,07821	9,25580	41,07925	9,25678	0,051g	0,061g
L_06	41,07739	9,26611	41,07843	9,26709	0,051g	0,061g
L_07	41,08144	9,27181	41,08247	9,27279	0,051g	0,061g
L_08	41,08357	9,28211	41,08460	9,28309	0,051g	0,061g
L_09	41,08743	9,26970	41,08846	9,27068	0,051g	0,061g
L_10	41,09306	9,27452	41,09409	9,27550	0,051g	0,061g
L_11	41,10009	9,28271	41,10113	9,28370	0,051g	0,061g
L_12	41,10234	9,27941	41,10337	9,28039	0,051g	0,061g
L_13	41,10237	9,29355	41,10340	9,29454	0,051g	0,061g
L_14	41,10708	9,28152	41,10811	9,28250	0,051g	0,061g

Accelerazione agli SLV in funzione dei tempi di ritorno.

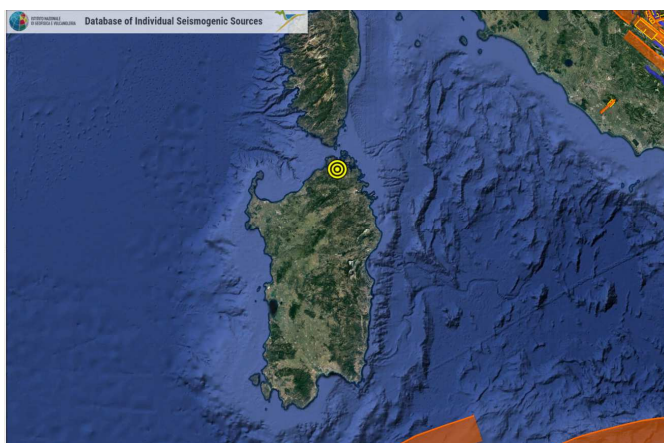
Per le faglie capaci, si è fatto riferimento al Catalogo **ITHACA** che, tra le più vicine, riporta quelle poste nella porzione sud occidentale della Sardegna, tra Oristano e Cagliari, quindi ad una distanza molto elevata, come indica la figura sotto (in rosso le faglie e, in blu, l'area in oggetto).



ITHACA - CATALOGO DELLE FAGLIE CAPACI
ISPRA-Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia



Il sito si trova all'esterno delle zone sismogeniche individuate dal **DISS 3.3.0** ed indicate in arancio nella figura sotto (*Database of Individual Seismogenic Sources* con, in giallo, l'area in esame).



In ultima, è stata considerata anche la Zonazione Sismogenetica dell'INGV denominata ZS9 (Meletti e Valensise, marzo 2004) che, prendendo in considerazione le evidenze di tettonica attiva e le valutazioni del potenziale sismogenetico acquisite negli anni, **esclude la Sardegna**.

4.2 ANALISI SISMICA LOCALE

Ai fini della definizione dell'azione sismica, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi o in rapporto ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di Categorie di Sottosuolo di riferimento.

In questo caso, è stato utilizzato l'approccio semplificato ed il ricorso alle Categorie di Sottosuolo; per definire tali Categorie, il D.M. 17 gennaio 2018 prevede il calcolo del parametro $V_{s,eq}$, ovvero della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio V_s dei terreni posti al di sopra del substrato di riferimento con $V_s > 800$ m/s (per depositi con profondità del substrato di riferimento superiore a 30 m, si calcola il valore di $V_{s,30}$). La profondità del substrato è riferita al piano di posa delle fondazioni superficiali, alla testa dei pali per fondazioni indirette, al piano di imposta delle fondazioni per muri di sostegno di terrapieni o alla testa delle opere di sostegno di terreni naturali.

Le misure Re.Mi. eseguite sono risultate tutte ben confrontabili tra loro, confermando quanto indicato in precedenza circa l'omogeneità stratigrafica locale, che differisce localmente per la variazione dello spessore della zona "arenizzata"; tale circostanza, in termini di velocità di propagazione delle onde S (V_s), evidenzia la presenza di n. 2 sismostrati caratterizzati da un netto contrasto di rigidità che è stato registrato, ovunque, ad una profondità **media** variabile tra circa 4 m e circa 11 m dal piano campagna (tra circa 2 m e circa 13 m secondo le tomografie sismiche).

Infatti, tale contrasto si avverte all'interfaccia tra i terreni di copertura, con V_s medie comprese tra 250 m/s e 540 m/s (I° sismostrato) ed il substrato di riferimento ($V_s \geq 900$ m/s), ovvero con il litotipo con $V_s > 800$ m/s definito dalle NTC 2018 (II° sismostrato).

Pertanto, considerato che il substrato di riferimento è stato interpretato, in ogni prova, ad una profondità inferiore a 30 m dal p.c. e che il valore del parametro $V_{s,eq}$ calcolato dal piano campagna risulta quasi sempre inferiore a 360 m/s, i siti rientrano nella **Categoria di Sottosuolo E, fatto salvo per alcuni casi, che rientrano in Categoria B.**

Prova	Profondità Interfaccia (m)	V_s copertura (m/s)	V_s substrato (m/s)	$V_{s,eq}$ dal p.c. (m/s)	Categoria di Sottosuolo calcolata dal p.c.	Coefficiente S_s
L_02a	5,0	250	1200	250	E	1,6
L_02b	4,0	280	1500	280	E	1,6
L_07	6,0	280	1000	280	E	1,6
L_09	6,0	300	1000	300	E	1,6
L_10	6,0	300	1000	300	E	1,6
L_11	5,0	380	900	380	B	1,2
L_12	5,0	300	1400	300	E	1,6
L_13	10,0	300	1200	300	E	1,6
A	6,0	540	1400	540	B	1,2
B	10,0	300	1000	300	E	1,6
C	11,0	350	900	350	E	1,6
D	5,0	390	1000	390	B	1,2
E	7,0	320	1400	320	E	1,6

IN NERO, PROVE ESEGUITE IN CORRISPONDENZA DELLE FUTURE TORRI
 IN ROSSO, PROVE ESEGUITE IN PROSSIMITA' DELLE TORRI
 IN BLU, ALTRE PROVE PROVE ESEGUITE

Visto lo spessore variabile dei terreni di copertura e la natura delle indagini finora eseguite, si **sconsiglia** di applicare strettamente la normativa sulla definizione delle Categorie di Sottosuolo (calcolandola dal piano di posa delle fondazioni) prevedendo eventualmente di rimandare tale stima alle fasi successive, una volta individuato lo spessore dei terreni di copertura in ogni sito.

4.2.1 Categoria Topografica e coefficiente di amplificazione topografica

I siti in esame sono generalmente modellabili nella **Categoria T1** (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ - cfr. Tabella 3.2.III del par. 3.2.2 delle NTC), ma le esperienze condotte dagli scriventi in conformazioni morfologiche analoghe, tendenzialmente irregolari, hanno dimostrato che la risposta sismica locale può essere amplificata anche da tale componente. Pertanto, si propone la seguente suddivisione per ogni torre eolica in progetto.

Torre	Lat. WGS 84	Long. WGS 84	Categoria topografica	S _T
L_01	41,09683	9,22996	T2 – T3	1,2
L_02	41,09875	9,23656	T2 – T3	1,2
L_03	41,08499	9,25716	T2 – T3	1,2
L_04	41,08139	9,25949	T1	1,0
L_05	41,07821	9,25580	T1	1,0
L_06	41,07739	9,26611	T2 – T3	1,2
L_07	41,08144	9,27181	T2 – T3	1,2
L_08	41,08357	9,28211	T2	1,2
L_09	41,08743	9,26970	T3	1,2
L_10	41,09306	9,27452	T1	1,0
L_11	41,10009	9,28271	T2	1,2
L_12	41,10234	9,27941	T3	1,0
L_13	41,10237	9,29355	T3	1,2
L_14	41,10708	9,28152	T3	1,2

4.3 FREQUENZA FONDAMENTALE DI RISONANZA

La **frequenza fondamentale di risonanza di sito**, nell'intervallo di normale interesse ingegneristico - strutturale (0,1 ÷ 20 Hz), è risultata come descritto nella seguente tabella; molte misure non hanno permesso di stimare la frequenza caratteristica in virtù della presenza di forti disturbi antropici, che ne hanno mascherato il valore o disturbato la registrazione.

Prova	Frequenza fondamentale	Disturbi antropici
L_02a	Assenza di risonanza alle medio - alte frequenze	SI alle basse frequenze
L_02b	Assenza di risonanza	NO
L_07	Non misurabile	SI alle medio - basse frequenze
L_09	Non misurabile	SI
L_10	Non misurabile	SI
L_11	Non misurabile	SI
L_12	Tra 3 Hz e 10 Hz	SI alle basse frequenze
L_13	Assenza di risonanza	Forte inversione superficiale
A	Assenza di risonanza alle medio – alte frequenze	SI alle basse frequenze
B	4,7 Hz	SI alle basse frequenze
C	4,7 Hz	SI alle basse frequenze
D	Non misurabile	SI alle basse frequenze
E	Non misurabile	SI alle basse frequenze
IN NERO, PROVE ESEGUITE IN CORRISPONDENZA DELLE FUTURE TORRI IN ROSSO, PROVE ESEGUITE IN PROSSIMITA' DELLE TORRI IN BLU, ALTRE PROVE ESEGUITE		

4.4 SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE

Sulla base di quanto previsto dal paragrafo 7.11.3.4.2 delle NTC, viste le caratteristiche geologiche locali, la verifica della suscettibilità dei terreni nei confronti della liquefazione può essere omessa.

Infatti, la verifica può essere **omessa** quando si manifesta **almeno una** delle seguenti **circostanze**:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna suborizzontale 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 S.P.T. normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa, e q_{c1n} è il valore della resistenza determinata in prove CPT e normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) delle NTC nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Fig. 7.11.1(b) delle NTC nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

La pericolosità sismica dei siti di intervento, in riferimento ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni ($T_r = 475$ anni - *Tipo di costruzione 2 – Vita nominale = 50 anni, Classe d'uso II – Coefficiente $C_u = 1$, Vita di riferimento = 50 anni*), prevede un valore di accelerazione sismica orizzontale a_g riferito a suoli rigidi subpianeggianti caratterizzati da $V_{s,30} > 800$ m/s pari a **0,051g**.

Come già anticipato, assumendo sempre la Categoria di Sottosuolo E e, in via conservativa, la Categoria Topografica T2, per un tempo di ritorno **$T_r = 475$ anni** si ottiene un coefficiente stratigrafico **$S_s = 1,6$** , un coefficiente topografico **$S_T = 1,2$** e, quindi, un'accelerazione massima attesa:

$$a_{max} = S_s \times S_T \times a_g = 1,6 \times 1,2 \times 0,051g \approx \mathbf{0,098g} < \mathbf{0,1 g}$$

5 PIANO DI INDAGINI

Per ricostruire le caratteristiche geologiche, geotecniche e sismiche locali, sarà necessario integrare le indagini eseguite in questa fase, come di seguito esposto:

- esecuzione di n. 1 sondaggio a carotaggio continuo, completo di prove S.P.T. in foro e prelievo di campioni da destinare ad analisi geotecniche in corrispondenza di ogni aerogeneratore di progetto;
- prove geotecniche di laboratorio per caratterizzare geotecnicamente la stratigrafia, sia dello strato più superficiale sciolto / pseudocoesivo, che dell'ammasso roccioso;
- esecuzione di n. 3 trincee esplorative negli immediati dintorni di ogni aerogeneratore, per determinare la stratigrafia del primo sottosuolo in tutta l'area di interesse;
- esecuzione di n. 1 tomografia sismica in corrispondenza di ogni area di interesse, per determinare al meglio l'andamento dei terreni più superficiali (zona arenizzata);
- esecuzione di n. 1 stendimento Re.Mi., abbinato ad altrettante misure H.V.S.R. in corrispondenza di ogni sito;
- rilevamento geologico e geomorfologico di campagna in un congruo intorno sia delle nuove opere puntuali (aerogeneratori, cabina di raccolta, trasformatore interno) che lineari (viabilità di servizio di nuova realizzazione o su viabilità esistente da adeguare ed elettrodotto interrato HV) con particolare riferimento all'analisi dei potenziali fenomeni di dissesto interferiti dalle varie opere, fra cui quelli segnalati dagli strumenti della pianificazione di settore e riportati al paragrafo 2.6 del presente studio.

Si dovrà valutare se applicare l'approccio semplificato delle NTC 2018 ed utilizzare gli spettri derivanti dalle combinazioni sismiche Categoria di Sottosuolo - Categoria Topografica o, vista l'importanza delle opere in relazione alle sismostratigrafie ricostruite, se utilizzare gli spettri ricavati da appositi studi di Risposta Sismica Locale.

6 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Per quanto riguarda le **informazioni geologiche generali del territorio** entro cui è collocato il “Parco Eolico Luogosanto” e di un suo adeguato intorno, il presente Studio di compatibilità geologica e geomorfologica ha permesso di accertare che:

- il “Parco Eolico Luogosanto” è ubicato nel settore settentrionale della Sardegna, all’interno dell’area geografica della Gallura, sviluppandosi nei comuni di Luogosanto ed Aglientu;
- da un punto di vista geologico, il territorio in esame appartiene unicamente al complesso intrusivo tardo - ercinico che si estende fra la Sardegna nord orientale e la Corsica, denominato “Batolite Sardo - Corso”, caratterizzato da rocce magmatiche intrusive a composizione granitoida suddivisibili in diverse singole unità intrusive; le aree in esame sono riferibili alla complessa Unità Intrusiva di Arzachena, che comprende *litofacies* a composizione in prevalenza monzogranitica, ma anche granodioritica;
- in superficie, le rocce granitoidi sono soggette ad un caratteristico processo di alterazione noto come “arenizzazione”, dovuto ad agenti atmosferici, fisici e organici; tale processo può essere più o meno spinto e, quindi, a partire dalla roccia litoide integra, si possono osservare diversi gradi di alterazione intermedia in cui la roccia è semicoerente ma preserva le strutture originarie, comprese la maggior parte dei minerali ed eventuali manifestazioni filoniane, fino allo stadio finale che origina il cosiddetto sabbione granitico, più o meno sciolto, a composizione prevalentemente quarzosa (sabbia arcocosa);
- localmente, il substrato roccioso è sovrastato da depositi quaternari olocenici, di origine alluvionale, detritica ed eluvio - colluviale, di moderato spessore ed arealmente poco estesi;
- tale assetto geologico, combinato alle linee strutturali di prevalente direzione SSW - NNE, condiziona fortemente la morfologia dei luoghi, contraddistinta da forme erosive residuali ed esumate, quali cataste di blocchi, perlopiù sferoidali, e tor isolati, in associazione con microforme rappresentate dai tafoni e sculture alveolari;
- i n. 14 aerogeneratori del “Parco Eolico Luogosanto” sono ubicati a quote diversificate e più frequentemente comprese entro l’intervallo di 100 ÷ 140 m s.l.m. con un minimo di circa 40 m s.l.m. (L_13 a nord est, sulla terminazione della dorsale formata dall’incisione del fiume Bassacutena, a Nord, e del fiume Liscia, a Sud) ed un massimo di circa 175 m s.l.m. (L_01 ad ovest, sul versante di una dorsale collinare incisa da un tributario del fiume Bassacutena);
- l’elettrodotto HV, interrato lungo la viabilità esistente, a partire dalla località Curracchione con quote di circa 135 ÷ 140 m s.l.m. nel Comune di Luogosanto, presenta quote minime in corrispondenza della valle del Riu di Baldu pari a circa 85 ÷ 95 m s.l.m. e massime fra le località Contrà De Li Fichi e Contrà Bassa pari a circa 225 ÷ 238 m s.l.m., per raggiungere la nuova stazione di consegna elettrica della RTN del Comune di Aglientu, ad una quota di circa 170 m s.l.m.;

- l'areale entro cui sono collocati gli aerogeneratori del "Parco Eolico Luogosanto" risulta inciso dal fiume Bassacutena ad ovest e a nord, dal Riu di Baldu con il proprio tributario Riu Fundoni al centro, e dal fiume Liscia, ad est; tali incisioni tendono a delimitare dorsali collinari, più o meno pronunciate, ad andamento NE - SW e localmente rimodellate da compluvi secondari.
- da un punto di vista idrografico, l'intero sviluppo del "Parco Eolico Luogosanto" è compreso nel bacino idrografico del fiume Liscia;
- nessun aerogeneratore interessa elementi idrici classificati dalla Regione Sardegna, mentre la viabilità di servizio (nuova, esistente da adattare ed esistente) e l'elettrodotto HV interrato, interferiscono con undici elementi idrici con n. Strahler = 1, due elementi idrici con n. Strahler = 2, due elementi idrici con n. Strahler = 3, due elementi idrici con n. Strahler = 4 e due elementi idrici con n. Strahler = 5,;
- la ricorrenza dei bassi valori del numero di Strahler evidenzia, in generale, che sono per lo più coinvolte le aste di cattura del reticolo idrografico, caratterizzate da morfologie poco evolute; nello specifico della viabilità di servizio impostata su esistente viabilità e dell'elettrodotto HV interrato, trattasi, peraltro, di interferenze "apparenti", in quanto tali viabilità sono già dotate delle opere di attraversamento;
- da un punto di vista idrogeologico, l'intero "Parco Eolico Luogosanto" interessa quasi esclusivamente l'Unità idrogeologica magmatica paleozoica, permeabile per fessurazione di medio basso grado nei granitoidi e di basso grado nei cortei filoniani, dove, in corrispondenza della *facies* alterata o arenizzata, è presente un acquifero superficiale che talora risulta saturo e rinvenibile, quindi, solo localmente;
- solo alcuni modestissimi tratti della viabilità di servizio di nuova realizzazione o della viabilità esistente da adattare e dell'elettrodotto HV interrato, interessano isolati lembi dell'Unità idrogeologica delle alluvioni plio - quaternarie, con permeabilità per porosità di alto grado, e dell'Unità idrogeologica detritico quaternaria, con permeabilità per porosità di medio alto grado;
- da un punto di vista sismico, pur essendo stati registrati alcuni terremoti, la Sardegna presenta generalmente una bassa sismicità; infatti, la classificazione dell'O.P.C.M. n. 3519 del 28 aprile 2006, considerata nel D.M. 14.01.08 e ripresa dal D.M. 17.01.18, inserisce l'intera area interessata nella fascia distinta da un valore di accelerazione sismica orizzontale a_g riferito a suoli rigidi subpianeggianti con $V_{s,30} > 800$ m/s compreso tra 0,025g e 0,050g (valori riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni - mappa 50° percentile).

A completare l'inquadramento geologico generale dell'area di intervento, l'analisi degli **strumenti della pianificazione territoriale e settoriale vigenti in materia di difesa del suolo** (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico o PAI, Piano Stralcio delle Fasce Fluviali o PSFF e Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni o PGRA) evidenzia quanto segue.

Per quanto attiene alle problematiche di tipo idraulico, si rileva che:

- i n. 14 aerogeneratori del “Parco Eolico Luogosanto” **non** ricadono in alcuna area di pericolosità o rischio idraulico e sono ubicati in aree censite a danno potenziale di grado D2;
- il trasformatore interno e la cabina di raccolta **non** ricadono in alcuna area di pericolosità o rischio idraulico e sono ubicati in aree censite a danno potenziale di grado D2;
- i tratti di viabilità di servizio di nuova realizzazione **non** ricadono in alcuna area di pericolosità o rischio idraulico e sono ubicati in aree censite a danno potenziale, prevalentemente, di grado D2 e, secondariamente, di grado D1;
- i tratti di viabilità di servizio su esistente viabilità da adattare funzionali agli aerogeneratori n. L_03, n. L_04, n. L_05 e n. L_06 e all'aerogeneratore n. L_01 interessano porzioni di aree censite con pericolosità idraulica Hi1 - P1 “Aree a pericolosità idraulica moderata” del reticolo idrografico del Riu di Baldu, alle quali è associato un rischio idraulico Ri1 moderato; la rimanente porzione di viabilità di servizio non interferisce con aree di pericolosità o rischio idraulico; in riferimento al danno potenziale, la viabilità di servizio su esistente viabilità da adattare interessa aree prevalentemente di grado D1 e D2, lambendo nei pressi degli aerogeneratori n. L_03 e n. L_09 aree classificate a danno potenziale di grado D3;
- alcuni tratti di viabilità di servizio su esistente viabilità, non oggetto di modifica, interessano porzioni di aree censite con pericolosità idraulica Hi1 - P1 “moderata”, Hi2 - P2 “media”, Hi3 - P3 “elevata” e Hi4 - P4 “molto elevata” del reticolo idrografico del Riu di Baldu e del fiume Bassacutena, alle quali è associato un rischio idraulico Ri1 “moderato”, Ri2 “medio”, Ri3 “elevato” e Ri4 “molto elevato”; in riferimento al danno potenziale, la viabilità di servizio su esistente viabilità interessa aree prevalentemente di grado D1 e D2 e di grado D3 e D4 in corrispondenza della S.S. n. 133 di Palau e del centro abitato di Bassacutena e di Bulbuseddu;
- l'elettrodotto interrato HV nell'esistente viabilità da adattare a servizio degli aerogeneratori n. L_03, n. L_04, n. L_05 e n. L_06 e dell'aerogeneratore n. L_01 interessa, per alcuni tratti, porzioni di aree censite con pericolosità idraulica Hi1 - P1 “Aree a pericolosità idraulica moderata” del reticolo idrografico del Riu di Baldu, alle quali è associato un rischio idraulico Ri1 moderato; in riferimento al danno potenziale, esso si snoda in aree prevalentemente di grado D2 e, secondariamente, di grado D1, lambendo nei pressi dell'aerogeneratore n. L_03 aree classificate a danno potenziale di grado D3;

- l'elettrodotto interrato HV nell'esistente viabilità, non oggetto di modifiche, interessa, per alcuni tratti, porzioni di aree censite con pericolosità idraulica Hi1 - P1 "Aree a pericolosità idraulica moderata" del Riu di Baldu e del Riu Pirumaccione, alle quali è associato un rischio idraulico Ri1 moderato; in riferimento al danno potenziale, esso si snoda in aree prevalentemente di grado D1 e D2 ed interseca, in località San Giovanni nel Comune di Aglientu, un'area classificata a danno potenziale di grado D3.

Si rimanda quindi allo "Studio di compatibilità idrologica e idraulica" allegato al PFTE, per quanto riguarda l'ammissibilità dell'intervento in relazione alle criticità individuate e gli eventuali accorgimenti da adottare per la realizzazione delle opere.

Per quanto attiene alle instabilità di tipo geomorfologico, si rileva che:

- dei n. 14 aerogeneratori del "Parco Eolico Luogosanto", gli aerogeneratori n. L_04, n. L_05 e n. L_06 ricadono all'interno di una vasta area in località Curracchione censita dal vigente PAI a pericolosità da frana media Hg2, con associato rischio geomorfologico Rg1 moderato, mentre gli aerogeneratori n. L_03 e n. L_07 sono posti nel suo prossimo esterno; i rimanenti aerogeneratori sono tutti posti all'esterno delle aree segnalate a pericolosità e rischio geomorfologico;
- il trasformatore interno e la cabina di raccolta **non** ricadono in alcuna area di pericolosità o rischio geomorfologico;
- i tratti di viabilità di servizio di nuova realizzazione o su viabilità esistente da adeguare degli aerogeneratori n. L_04, n. L_05 e n. L_06 ricadono all'interno della stessa area censita dal vigente PAI a pericolosità da frana media Hg2, con associato rischio geomorfologico Rg1 moderato; i rimanenti tratti di viabilità di servizio di nuova realizzazione o su viabilità esistente da adeguare, oltre che quelli della viabilità di servizio su viabilità esistente, sono tutti posti all'esterno di aree segnalate a pericolosità e rischio geomorfologico;
- anche un tratto dell'elettrodotto interrato HV in località Curracchione, nel Comune di Luogosanto, ricade all'interno dell'area censita dal vigente PAI a pericolosità da frana media Hg2 con associato rischio geomorfologico Rg1 moderato; nel resto del territorio comunale, esso non interessa ulteriori aree segnalate a pericolosità e rischio geomorfologico, mentre nel territorio comunale di Aglientu esso si sviluppa su aree censite con pericolosità geomorfologica Hg0 "Aree studiate non soggette a potenziali fenomeni franosi" e rischio geomorfologico Rg0 "Aree a rischio nullo", lambendo piccole aree a pericolosità geomorfologica Hg1 moderata e rischio geomorfologico Rg1 moderato.

In riferimento alla vasta area della località Curracchione del Comune di Luogosanto censita dal vigente PAI a pericolosità da frana media Hg2 con associato rischio geomorfologico Rg1 moderato, si ritiene che gli interventi in essa ricadenti siano potenzialmente ammissibili, ancorché da dimostrare a seguito degli specifici approfondimenti richiesti dalla normativa da condursi nelle successive fasi attuative, in quanto ai sensi dell'art. 33 "Disciplina delle aree di pericolosità media da frana (Hg2)", comma 3 delle Norme di Attuazione del PAI « ... *In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità media da frana sono inoltre consentiti esclusivamente: ... a. gli ampliamenti, le ristrutturazioni e le nuove realizzazioni di infrastrutture riferibili a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili o non delocalizzabili, a condizione che non esistano alternative tecnicamente ed economicamente sostenibili, che tali interventi siano coerenti con i piani di protezione civile, e che ove necessario siano realizzate preventivamente o contestualmente opere di mitigazione dei rischi specifici; ... ».*

Per tali interventi è richiesto lo studio di compatibilità geologica e geotecnica di cui all'art. 25 delle Norme di Attuazione del PAI, che verrà elaborato nelle successive fasi attuative del progetto in esame.

Al presente stadio progettuale, sono stati presi in considerazione gli esiti dello "Studio di dettaglio e approfondimento del quadro conoscitivo della pericolosità e del rischio da frana nei sub bacini 1 (Sulcis), 2 (Tirso), 4 (Liscia), 5 (Posada - Cedrino), 6 (Sud - Orientale), 7 (Flumendosa - Campidano - Cixerri). Progetto di Variante Generale e di Revisione del Piano per l'Assetto Idrogeologico della Regione Autonoma della Sardegna", di cui alla Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 18 del 27 dicembre 2022, che evidenziano un decisivo ridimensionamento della pericolosità e del rischio geomorfologico dell'area franosa della località Curracchione. Secondo tale studio, tutti gli aerogeneratori ricadono nelle aree censite come pericolosità da frana Hg0 e, cioè, studiate ma **non soggette a potenziali fenomeni franosi** e, quindi, a rischio da frana Rg0 nullo.

Dal punto di vista litologico, le indagini hanno evidenziato una certa omogeneità stratigrafica, seppur dimostrando lo spessore variabile delle unità geologiche individuate.

La geologia locale è schematizzabile, **al di sotto del suolo**, talora assente oppure di spessore modesto e misurato fino alla profondità massima di 0,6 m, secondo due unità ben distinte:

- la **prima unità geologica**, denominata "zona arenizzata", deriva dal processo di arenizzazione dei granitoidi del "Batolite Sardo - Corso" ed è formata da sabbie grosse e sabbie ghiaiose, addensate e dotate di una certa pseudocoazione.

Esse ricoprono il substrato roccioso "sano", non assoggettato a tale processo, e sono state interpretate con uno spessore massimo di circa 13 m, variabile anche a breve distanza (spessore interpretato nelle n. 13 indagini sismiche, compreso tra circa 2 m e 13 m);

- la **seconda unità**, costituita dal substrato roccioso si trova, quindi, ad una profondità variabile, a partire da circa 2 - 13 m anche se, talora, risulta subaffiorante.

Dal punto di vista idrogeologico, i sopralluoghi e le indagini condotte nelle aree in esame confermano quanto detto in precedenza sull'assetto locale, avendo dimostrato la generale assenza di falde o venute d'acqua sulle creste delle dorsali o sui versanti delle stesse e permettendo di ipotizzare la presenza di falde superficiali nelle zone pianeggianti poste alla base delle dorsali e nei compluvi.

Infine, per quanto riguarda le indicazioni di carattere geotecnico, sulla scorta delle indagini e prove effettuate:

- la parametrizzazione dei terreni e dell'ammasso roccioso ha permesso di definire un modello geotecnico preliminare che dovrà essere ricostruito dettagliatamente per ogni torre eolica, come descritto all'interno del testo;
- sono stati determinati i parametri per la definizione dell'azione sismica;
- la verifica della suscettibilità dei terreni nei confronti della liquefazione può essere omessa.

La presente campagna di indagine è stata finalizzata esclusivamente alla verifica della compatibilità geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica delle aree che saranno interessate dalle opere e dalle infrastrutture previste.

Pertanto, prima della progettazione delle opere, sarà necessario verificare i rapporti tra le strutture previste e le condizioni geologiche locali; una volta acquisite tali informazioni ed in funzione delle effettive scelte progettuali, si potrà valutare il sistema fondazionale più appropriato e le modalità più corrette per la realizzazione delle nuove strutture ed infrastrutture.

Preventivamente alla progettazione esecutiva delle opere, dovrà essere controllata puntualmente la situazione stratigrafica e litotecnica locale attraverso un opportuno piano di indagini integrative a quelle finora eseguite, in modo da verificare le notizie raccolte in questa fase e, quindi, ricostruire le caratteristiche geologiche e geotecniche di ogni sito; dovranno essere inoltre esaminate e verificate le condizioni geologico - geomorfologiche delle varie opere con particolare riferimento all'analisi dei potenziali fenomeni di dissesto interferiti dalle varie opere, fra cui quelli segnalati dagli strumenti della pianificazione di settore e riportati al paragrafo 2.6 del presente studio

ALLEGATI FUORI TESTO

Elaborato SCGG.EG01

Allegato n. 1 - Schede di sintesi

Allegato n. 2 - Stratigrafia del sondaggio a carotaggio continuo

Allegato n. 3 - Stratigrafia delle trincee esplorative

Allegato n. 4 - Certificato delle prove di laboratorio

Allegato n. 5 - Sintesi delle indagini geofisiche di tipo sismico

Elaborato SCGG.EG02

Tav. 1 - Quadro d'unione

Tav. 2 - Ubicazione Parco Eolico Luogosanto

Tav. 3A, Tav. 3B, Tav. 3C, Tav. 3D - Carta Litologica

Tav. 4A, Tav. 4B, Tav. 4C, Tav. 4D - Carta Idrogeologica ed Idrografica

Elaborato SCGG.EG03

Tav. 5A, Tav. 5B, Tav. 5C, Tav. 5D - Carta della Pericolosità idraulica

Elaborato SCGG.EG04

Tav. 6A, Tav. 6B, Tav. 6C, Tav. 6D - Carta del Danno potenziale

Elaborato SCGG.EG05

Tav. 7A, Tav. 7B, Tav. 7C, Tav. 7D - Carta del Rischio idraulico

Elaborato SCGG.EG06

Tav. 8A, Tav. 8B, Tav. 8C, Tav. 8D - Carta della Pericolosità geomorfologica

Elaborato SCGG.EG07

Tav. 9A, Tav. 9B, Tav. 9C, Tav. 9D - Carta del Rischio geomorfologico

Elaborato SCGG.EG08

Tav. 10A, Tav. 10B, Tav. 10C, Tav. 10D - Carta delle aree a pericolosità da frana (QC della proposta di Variante al PAI)

Elaborato SCGG.EG09

Tav. 11A, Tav. 11B, Tav. 11C, Tav. 11D - Carta delle aree a rischio da frana (QC della proposta di Variante al PAI)