

Relazione Geologico- tecnica

Potenziamento elettrodotto a 150 kV “Serramanna – Villacidro”



Dott. Geol. Luca Bargagna

Via Simone Martini, 10

56123 Pisa

Tel +39 328 7673773

e-mail: lb75.geo@gmail.com

04/05/2023

SOMMARIO

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Premessa..... | 3 |
| 2 | Inquadramento geologico | 4 |
| 2.1 | Cenni di geologia strutturale..... | 4 |
| 2.2 | Geomorfologia..... | 6 |
| 2.3 | Idrografia e Idrogeologia | 7 |
| 3 | Modellazione sismica..... | 8 |
| 3.1 | Classificazione sismica del territorio | 8 |
| 3.2 | Parametrizzazione dell'azione sismica | 8 |
| 4 | Pericolosità – Quadro conoscitivo | 10 |
| 4.1 | Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Sardegna | 10 |
| 4.1.1 | Aree a pericolosità idraulica | 11 |
| 4.1.2 | Aree a pericolosità da frana..... | 11 |
| 4.2 | Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) della Regione Sardegna | 11 |
| 4.3 | Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) della Regione Sardegna..... | 13 |
| 5 | Stima caratteristiche geotecniche unità affioranti..... | 16 |
| 6 | Ipotesi preliminare sulle tipologie fondazionali dei nuovi sostegni..... | 17 |
| 7 | Conclusioni..... | 19 |

IN ALLEGATO

CARTA GEOLOGICA

CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA REGIONE SARDEGNA (P.A.I.)

1 Premessa

Il presente documento è stato prodotto su incarico della società Fred. Olsen Renewables Italy, la quale nell'ambito del proprio piano di sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili prevede di realizzare alcuni impianti eolici nell'area di interesse della esistente Stazione Elettrica "Serramanna".

L'energia prodotta dai nuovi impianti dovrà essere convogliata alla rete elettrica nazionale, e per questo il Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale, Terna S.p.A., prescrive che esso debba essere collegato alla RTN previo potenziamento dell'esistente elettrodotto "Serramanna – Villacidro".

Il progetto quindi prevede le seguenti opere:

- Sostituzione di n.5 sostegni esistenti (n.5-14-16-19-22) e aggiunta di un nuovo sostegno (n.25), per rispettare il franco verso terra previsto dalla norma CEI 11-4 e l'obiettivo di qualità previsto dalla normativa sui campi elettromagnetici
- Sostituzione del conduttore attuale con uno ad alta capacità del medesimo diametro, per sfruttare ove tecnicamente possibile ed ambientalmente compatibile i sostegni attuali

I comuni interessati sono quelli di Serramanna e Villacidro, entrambi nella provincia del Sud Sardegna.

Per l'inquadramento corografico di dettaglio si rimanda agli elaborati cartografici allegati al progetto.

L'elettrodotto esistente "Serramanna – Villacidro" si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 8,7 km.

Il presente documento contiene l'inquadramento geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico preliminare dell'area attraversata dal tracciato dell'elettrodotto.

La presente relazione è stata elaborata ai sensi della vigente normativa nazionale e regionale.

2 Inquadramento geologico

2.1 Cenni di geologia strutturale

La storia geologica della Sardegna è piuttosto complessa e articolata. Nell'isola sono rappresentate, in misura circa equivalente, rocce metamorfiche, magmatiche e sedimentarie (schema strutturale in Figura 1 nella pagina seguente).

Le rocce più antiche risalgono addirittura al Precambriano, un grado di metamorfismo variabile dall'anchizona all'alto grado, hanno subito deformazioni eocaledoniche e soprattutto varisiche (erciniche).

Rocce magmatiche affiorano estesamente, costituendo quasi un terzo dell'Isola; si tratta essenzialmente di un complesso intrusivo tardo-varisico, ad affinità fondamentalmente calcoalcalina, messi in posto nel Carbonifero superiore-Permiano.

Le coperture post-varisiche sono rappresentate da rocce sedimentarie e vulcaniche solo debolmente deformate durante le fasi collisionali alpine ed appenniniche e durante le fasi di rifting che hanno portato all'apertura del Bacino balearico e del Mar Tirreno.

Il basamento sardo è caratterizzato da falde varisiche vergenti verso SW (la cosiddetta "zona a falde" di *Carmignani et al.*, 1987), interposte tra il complesso metamorfico prevalentemente in facies anfibolitica della Sardegna settentrionale ed una zona esterna a thrust e pieghe ("zona esterna" di *Carmignani et al.*, 1987) intensamente deformata, ma sostanzialmente autoctona, che affiora nella parte SW dell'Isola.

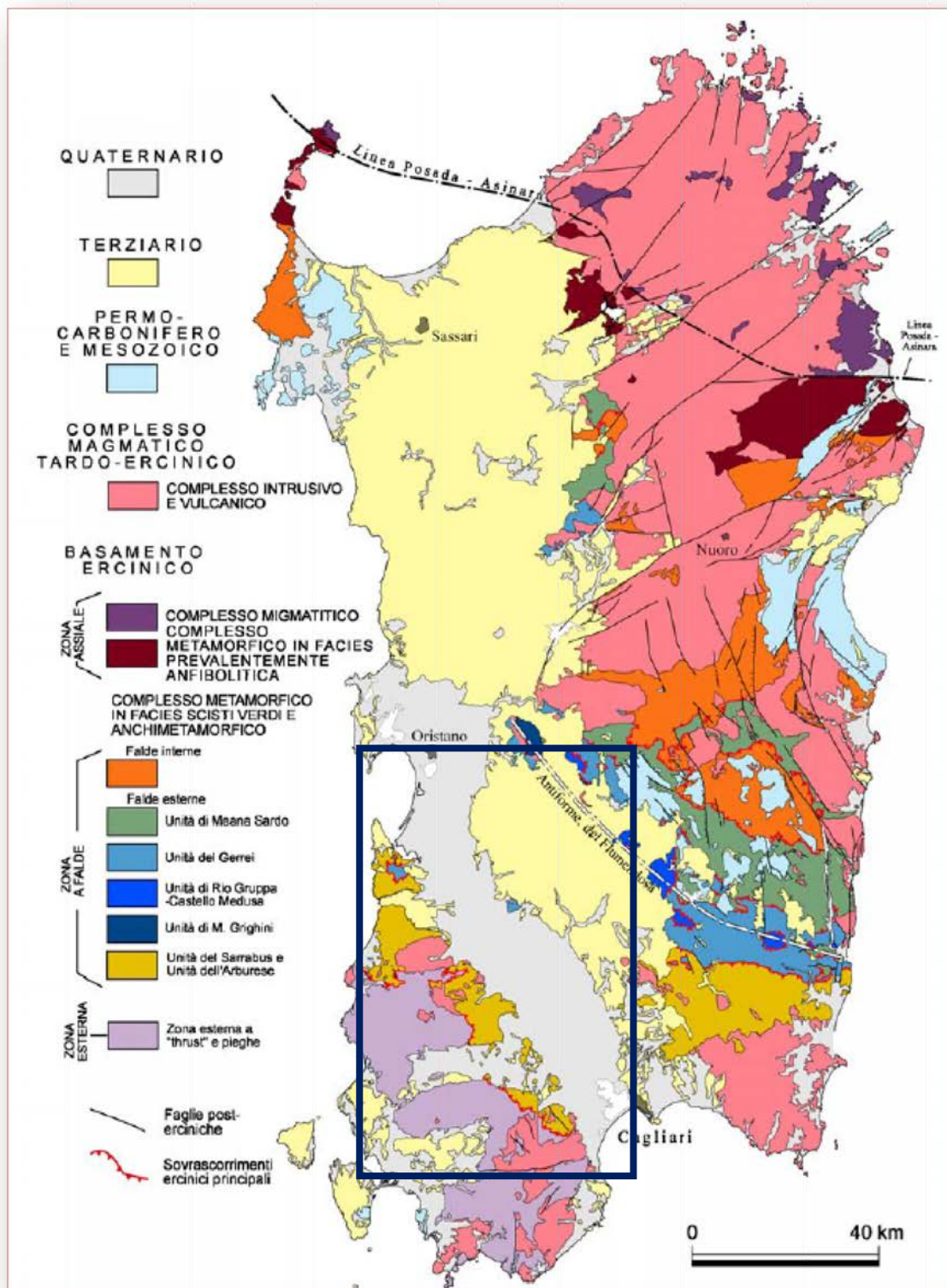
Il mancato riconoscimento di resti di crosta oceanica coinvolta nell'orogene ha portato per lungo tempo ad interpretazioni completamente ensialiche dell'evoluzione della catena: inversione di zone di rifting continentale (*Carmignani et al.*, 1979) o grandi movimenti trascorrenti attivi dal Cambriano superiore al Carbonifero.

Queste interpretazioni erano sostenute anche dall'opinione, allora ampiamente diffusa, che l'orogene varisico europeo fosse privo di importanti "falde cristalline" e di associazioni ofiolitiche con metamorfismo di alta pressione (*Badham*, 1982; *Krebs & Wachendorf*, 1973; *Vai & Cocozza*, 1986; *Zwart*, 1967), cosicché le concezioni mobilistiche della tettonica a placche hanno tardato molto ad affermarsi.

Quasi un trentennio di ricerche ha invece dimostrato che molti caratteri degli orogeni "alpinotipi" e "ercinotipi" non sono così contrastanti. Secondo *Cappelli et al.* (1992) e *Carmignani et al.* (1994) associazioni assimilabili alle falde cristalline interne del Massiccio Centrale (*Burg & Matte*, 1978; *Burg et al.*, 1989), affiorano nella Sardegna settentrionale lungo la linea Posada-Asinara, che separa il complesso magmatitico varisico dal complesso metamorfico varisico prevalentemente in facies anfibolitica (entrambi compresi nella "zona assiale" di *Carmignani et al.*, 1987).

La linea Posada-Asinara è una fascia fortemente deformata, caratterizzata dalla presenza di corpi di limitata estensione di anfiboliti con relitti di paragenesi granulitica, eclogitica (*Oggiano & Di Pisa*, 1992) e relitti di tessiture milonitiche tipiche di condizioni metamorfiche di alto grado (*Elter et al.*, 1990; *Carosi & Palmeri*, 2002, *Franceschelli et al.*, 2007).

Figura 1 – Schema tettonico del basamento varisico sardo (Carmignani et al., 2001)



L'evoluzione post-varisica della Sardegna è sempre stata interpretata come quella di un cratone sostanzialmente stabile, soggetto a periodiche trasgressioni e regressioni senza implicazioni negli eventi collisionali che hanno interessato tutte le aree limitrofe durante il ciclo alpino. Questa

evoluzione, ben descritta da *Cocozza et al.* (1974), veniva interrotta solo durante il Terziario dall'impostazione di fosse tettoniche ("rift sardo") correlate con l'apertura del Bacino balearico.

Varie discordanze nella successione mesozoica e terziaria sono state cronologicamente correlate con eventi orogenici del ciclo alpino, senza peraltro che fosse chiaramente individuata in Sardegna una strutturazione regionale correlabile, da un punto di vista geodinamico, con le zone di collisione alpina (*Cherchi & Barberi*, 1980; *Cherchi & Montadert*, 1982; 1984; *Cherchi & Tremolieres*, 1984; *Oggiano et al.*, 1987; *Tremolières*, 1988).

Lavori recenti (*Carmignani et al.*, 1994, *Oggiano et al.*, 2009, *Oggiano et al.*, 2011) hanno evidenziato come la Sardegna sia invece stata interessata dalla tettonica collisionale terziaria al pari della Corsica, con sviluppo di un sistema di faglie trascorrenti che inducono importanti transpressioni (*Carmignani et al.*, 1992; 1994; 2004; *Pasci*, 1997), con sovrascorrimenti del basamento paleozoico sulla copertura postvarisica (M. Albo, M. Tuttavista, Supramonte) e transtensioni (bacini di Chilivani-Berchidda, Ottana) (*Oggiano et al.*, 1995).

Nella successione oligo-miocenica sono intercalati prodotti vulcanici calcalcalini (ciclo vulcanico calcalcalino oligo-miocenico) riferibili alla subduzione nord-appenninica e alla relativa distensione post-collisionale (*Beccaluva et al.*, 1994; *Carmignani et al.*, 1994; 2001; *Lecca et al.*, 1997).

Gli ultimi prodotti vulcanici riconosciuti nell'Isola sono rappresentati da basalti intraplacca connessi con l'apertura del Tirreno meridionale (ciclo vulcanico ad affinità alcalina, transizionale e subalcalina del Plio-Pleistocene).

Nelle successioni post-varisiche della Sardegna sono quindi "registrati" con differente intensità tutti i movimenti connessi con l'evoluzione delle Alpi e degli Appennini. Questo è ben noto da tempo in Provenza, regione con la quale la Sardegna ha condiviso l'evoluzione geologica fino al Miocene inferiore. Nonostante le numerose discordanze stratigrafiche citate, gli eventi tettonici che hanno maggiormente interessato l'Isola dopo il Paleozoico sono la collisione pirenaica e quella nord-appenninica.

Tra Pliocene e Quaternario, avvenne infine lo sprofondamento del *semi-graben* del Campidano, dove si sono raccolti oltre 600 metri di spessore di sedimenti.

In corrispondenza del tracciato dell'elettrodotto "Serramanna – Villacidro" affiorano depositi alluvionali terrazzati di età olocenica (bna), costituiti da ghiaie con sabbie in subordine.

2.2 Geomorfologia

Geomorfologicamente l'intervento è collocata nell'area di raccordo tra le ultime pendici dell'Iglesiente (a SW) e la piana del Campidano.

L'area può essere definita come sub-pianeggiante, con modeste pendenze dovute all'attività erosiva esercitata dai corsi d'acqua che scendono dall'Iglesiente con direttrice SW-NE.

Nell'area di indagine non sono presenti fenomeni di dissesto geomorfologico potenziale o in atto.

L'area è infine esterna alle perimetrazioni di cui al R.D. 3267/1923 e della Legge n.991/1952 (Vincolo Idrogeologico).

2.3 Idrografia e Idrogeologia

I corsi d'acqua della Sardegna sono caratterizzati da un regime prevalentemente torrentizio, imputabile alla vicinanza tra i rilievi e le aree costiere. Nei loro tratti montuosi, collinari e di piana prossimale i corsi d'acqua mostrano pendenze elevate e sono soggetti a fenomeni di piena nei mesi tardo autunnali, mentre nei mesi estivi sono soggetti a frequenti periodi di magra (non sono così infrequenti periodi di secca per più mesi consecutivi).

Gli unici corsi d'acqua a carattere perenne sono il Flumendosa, il Coghinas, il Cedrino, il Liscia, il Temo e soprattutto il fiume Tirso.

I principali corpi idrici attraversati dall'elettrodotto "Serramanna – Villacidro" nel tratto interessato dagli interventi in progetto, risalendo da Sud-Est verso Nord-Ovest, sono il Canale de su Mutzu, in prossimità del sostegno di nuova realizzazione 14N, ed il più importante Torrente Seddanus, vicino ai sostegni 20 e 21 non oggetto di intervento.

Da un punto di vista idrogeologico, l'area in studio è caratterizzata dalla prevalenza di litotipi a permeabilità medio-elevata per porosità (depositi ghiaiosi dei terrazzi alluvionali olocenici).

3 Modellazione sismica

3.1 Classificazione sismica del territorio

I territori dei comuni di Serramanna e Villacidro sono inseriti nella classe sismica 4 ($a_g \leq 0,05 g$) ai sensi della O.P.C.M. 3274/2003 e ss.mm.ii., come recepito dalla Delibera della Regione Sardegna n.15/31 del 20/03/2004.

3.2 Parametrizzazione dell'azione sismica

Il D.M. 14 gennaio 2008 prima e il D.M. 17 gennaio 2018 poi hanno modificato la tipologia di approccio alla pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale¹ su suolo rigido ($V_S > 800$ m/s), che attualmente viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente" come definito precedentemente nel "*Rapporto Conclusivo sulla Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica*", elaborato nel 2004 dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia successivamente all'entrata in vigore dell'O.P.C.M. 3274/2003.

Secondo l'approccio "zona dipendente", adottato dalla precedente normativa nazionale in campo sismico, l'accelerazione di base a_g , senza considerare l'incremento dovuto ad effetti locali dei terreni, era direttamente derivante dalla Zona sismica di appartenenza del comune nel cui territorio è localizzato il sito di progetto.

Con l'entrata in vigore delle nuove NTC la classificazione sismica del territorio è scollegata dalla determinazione dell'azione sismica di progetto, mentre rimane il riferimento per la trattazione di problematiche tecnico-amministrative connesse con la stima della pericolosità sismica. Pertanto, la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento.

Ai sensi delle NTC 2018, fissate la vita nominale V_N , la classe d'uso C_U e la vita di riferimento V_R dell'opera (vedi Tabella 2Tabella 1 nella pagina seguente, ai sensi del paragrafo 2.4.3 delle NTC 2018) è possibile determinare i valori dei parametri a_g , F_0 e T^*_C su sito di riferimento rigido orizzontale necessari per la determinazione delle azioni sismiche, dove:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- T^*_C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

¹ L'accelerazione massima a_{MAX} corrisponde al picco di accelerazione orizzontale in superficie prodotto dal terremoto con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (tempo di ritorno 475 anni), per terreni compatti, roccia o suolo molto rigido, in occasione di terremoti di moderata o alta magnitudo, che si verificano a distanza dal sito da media a elevata

Tabella 1 – Assunzioni per il calcolo dei parametri per la determinazione dell'azione sismica

| | |
|---------------------------|-----------------|
| Vita nominale V_N | ≥ 100 anni |
| Classe d'uso | IV |
| Coefficiente d'uso C_U | 2 |
| Vita di riferimento V_R | 200 anni |

L'allegato B alle NTC 2008, confermato dalle NTC 2018, riporta i valori dei suddetti parametri per ciascun nodo del reticolo di riferimento, relativi alla pericolosità sismica.

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri "p" (a_g , F_O e T^*_c) di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame.

Tuttavia, poiché il territorio della Sardegna, come del resto quello della maggior parte delle isole nazionali (ad eccezione di Sicilia, Ischia, Procida e Capri) risulta essere esterno al reticolo di riferimento, all'interno della Tabella 2 dell'Allegato B delle NTC 2008 sono stati inseriti i valori di a_g , F_O e T^*_c a cui deve fare riferimento la progettazione per determinati periodi di ritorno T_R .

In considerazione della vita di riferimento V_R dell'opera (200 anni), il T_R associato allo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita) sarebbe di 1.898 anni; poiché tale T_R non è presente nella Tabella 2 dell'Allegato B delle NTC 2008, è stato scelto il valore di T_R che più vi si avvicina, ovvero 2.475 anni; nella seguente Tabella 2 sono riportati i valori di a_g , F_O e T^*_c per l'evento sismico con detto T_R .

Tabella 2 – Valori dei parametri sismici allo SLV validi per l'opera

| T_R [anni] | a_g [g] | F_O [-] | T^*_c [s] |
|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| 2.475 | 0,076 | 3,09 | 0,401 |

Ai sensi delle NTC gli SLO (Stato Limite di Operatività) e SLD (Stato Limite di Danno) rappresentano gli Stati Limite di Esercizio (SLE), mentre gli SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) e SLC (Stato Limite di prevenzione del Collasso) rappresentano gli Stati Limite Ultimi (SLU) della costruzione.

I valori spettrali riportati in tabella sono da ritenersi validi per tutti i sostegni dell'elettrodotto oggetto della presente relazione; in fase di progettazione esecutiva, il valore a_g dovrà essere combinato con i coefficienti sito specifici per ciascun sostegno (coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s e coefficiente di amplificazione topografica S_T), derivanti dagli studi sismostratigrafici di dettaglio che saranno eseguiti ai sensi della normativa vigente.

4 Pericolosità – Quadro conoscitivo

4.1 Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Sardegna

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino unico regionale PAI è stato redatto ai sensi della legge n.183/1989 e del decreto-legge n.180/1998, con le relative fonti normative di conversione, modifica e integrazione. Il PAI è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo, alla prevenzione del rischio idrogeologico, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato.

Il PAI ha valore di piano territoriale di settore e prevale sui piani e programmi di settore di livello regionale. Il PAI è stato approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n.67 del 10.07.2006 con tutti i suoi elaborati descrittivi e cartografici.

Con decreto del Presidente della Regione n.121 del 10/11/2015 pubblicato sul BURAS n.58 del 19/12/2015, in conformità alla Deliberazione di Giunta Regionale n.43/2 del 01/09/2015, sono state approvate le modifiche agli articoli 21, 22 e 30 delle N.A. del PAI, l'introduzione dell'articolo 30-bis e l'integrazione alle stesse N.A del PAI del Titolo V recante "*Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione del rischio di alluvioni (PGRA)*". In recepimento di queste integrazioni, come previsto dalla Deliberazione del Comitato Istituzionale n.3 del 27/10/2015 è stato pubblicato sul sito dell'Autorità di Bacino il Testo Coordinato delle N.A. del PAI.

Rispetto al PAI approvato nel 2006 sono state apportate alcune varianti richieste dai Comuni o comunque scaturite da nuovi studi o analisi di maggior dettaglio nelle aree interessate.

Con la pubblicazione del Decreto del Presidente della Regione n.94 del 16/09/2020 sul BURAS n.58 del 24/09/2020, hanno inoltre acquisito efficacia le modifiche alle Norme di Attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico adottate con Deliberazione del Comitato istituzionale dell'Autorità di Bacino n.1 del 16/06/2020 ed approvate con Deliberazione della Giunta regionale n.34/1 del 07/07/2020 e relativo Allegato A, come rettificata con Deliberazione 43/2 del 27/08/2020 e relativo Allegato B.

Sono contenuti e finalità del PAI:

- la delimitazione e la disciplina delle aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1)
- la delimitazione e la disciplina aree di pericolosità da frana molto elevata (Hg4), elevata (Hg3), media (Hg2) e moderata (Hg1)

Inoltre, con l'esclusiva finalità di identificare ambiti e criteri di priorità tra gli interventi di mitigazione dei rischi idrogeologici nonché di raccogliere e segnalare informazioni necessarie sulle aree oggetto di pianificazione di protezione civile, il PAI delimita le seguenti tipologie di aree a rischio idrogeologico ricomprese nelle aree di pericolosità idrogeologica di cui ai precedenti punti:

- le aree a rischio idraulico molto elevato (Ri4), elevato (Ri3), medio (Ri2) e moderato (Ri1)

- le aree a rischio da frana molto elevato (Rg4), elevato (Rg3), medio (Rg2) e moderato (Rg1)

Le norme del piano non contengono una specifica disciplina delle aree a rischio.

4.1.1 Aree a pericolosità idraulica

In allegato è riportata la cartografia di dettaglio in scala 1:10.000 delle aree a pericolosità idraulica individuate dal PAI Sardegna.

Nessuno degli interventi in progetto ricade in aree classificate a pericolosità idraulica Hi1, Hi2, Hi3 e Hi4.

Nella tavola sono riportate anche le aree alluvionate nel corso dell'evento denominato "Cleopatra" del 18/11/2013, per cui sono state definite le misure di salvaguardia applicate dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino con Deliberazione n. 1 del 31/01/2014 e ss.mm.ii., valide per un periodo non superiore a tre anni, concordemente con quanto disposto dal comma 7 dell'art.65 del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.. Ad oggi tali aree non risultano oggetto di limitazioni definite negli strumenti di pianificazione vigenti (PAI Sardegna, Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, Piano di Gestione del rischio Alluvioni).

Ricadono all'interno di tali aree i sostegni n.5N e n.14N, che però si ricorda vanno a sostituire due sostegni esistenti oggetto di demolizione anch'essi ricadenti all'interno di tali aree.

4.1.2 Aree a pericolosità da frana

Nessuno degli interventi in progetto ricade in aree classificate a pericolosità da frana Hg1, Hg2, Hg3 e Hg4.

Non è stata prodotta la cartografia tematica specifica poiché tutto l'areale indagato ricade in classe di pericolosità Hg0.

4.2 Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) della Regione Sardegna

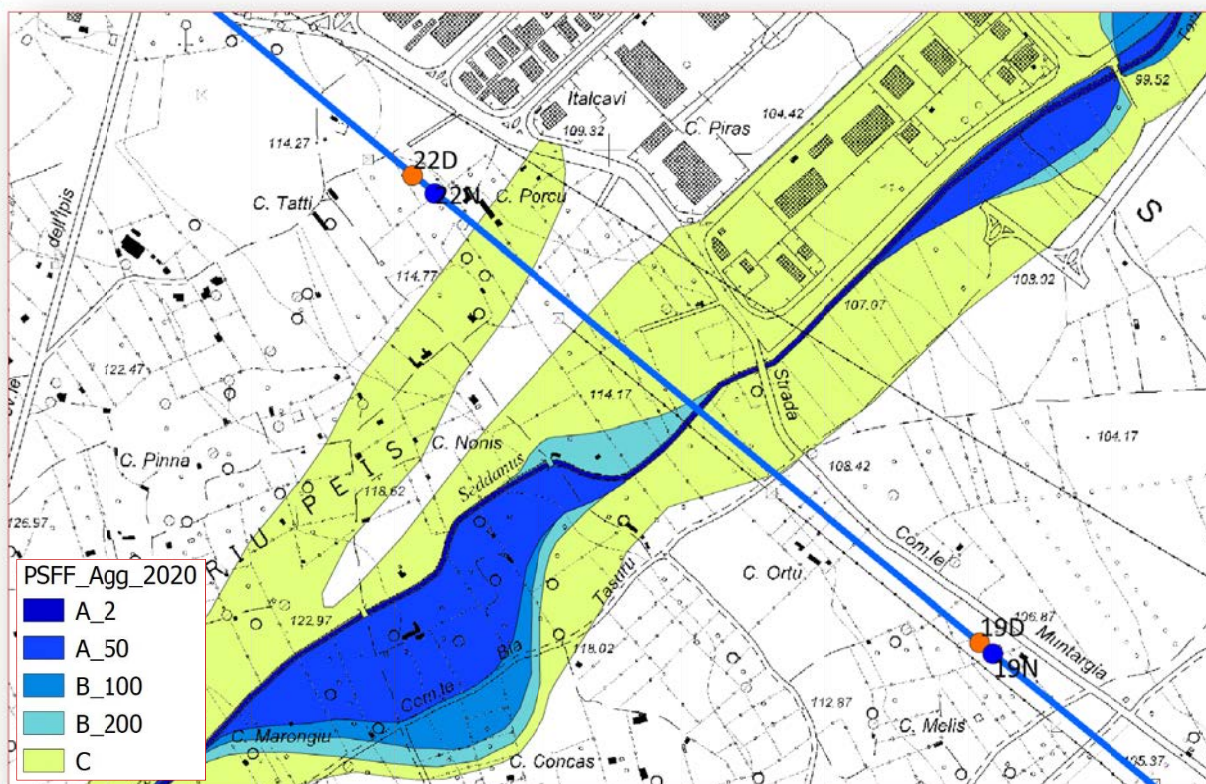
Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.) è stato redatto ai sensi dell'art.17, comma 6 della L.183/1989, quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale. Con Delibera n.2 del 17/12/2015, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino della Regione Sardegna ha approvato in via definitiva, per l'intero territorio regionale il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali costituisce un approfondimento ed una integrazione al Piano di Assetto Idrogeologico in quanto è lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica,

l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli ed industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali.

Il Piano individua le aree inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portate al colmo di piena corrispondenti a periodo di ritorno "T" di 2 anni (Fascia A_2), 50 anni (Fascia A_50), 100 anni (Fascia B_100), 200 anni (Fascia B_200) e 500 anni (Fascia C). Per i tratti arginati, i limiti delle fasce fluviali per gli eventi che comportano la tracimazione sono stati tracciati con riferimento ai livelli idrici derivanti dallo schema di calcolo idraulico che considera l'assenza della funzione di ritenuta dell'argine e la sezione di deflusso estesa all'intera area inondabile.

Figura 2 – Piano Stralcio delle Fasce Fluviali della Regione Sardegna – Interferenza con i nuovi sostegni.



Come si legge nella Delibera di approvazione del PSFF dalla data di pubblicazione sul BURAS del decreto del Presidente della Giunta regionale conseguente alla deliberazione di approvazione in via definitiva, le aree di pericolosità individuate dal solo PSFF sono assoggettate alle norme di attuazione del PAI ed in particolare:

- Le aree di pericolosità individuate dal solo PSFF sono assoggettate alle norme di attuazione del PAI in riferimento al rispettivo livello di pericolosità definito dai corrispondenti tempi di ritorno
- Per tutti i corsi d'acqua o per i tratti degli stessi nei quali, nell'ambito dello studio del PSFF, sono state determinate aree di esondazione con la sola analisi di tipo

geomorfologico deve essere applicato l'art.30 bis delle vigenti Norme di Attuazione del PAI

- Alle aree di pericolosità idraulica individuate dal PSFF con tempo di ritorno pari a due anni è assegnata la classe di pericolosità (Hi4) e conseguentemente le relative prescrizioni imposte dalle Norme di Attuazione del P.A.I.
- Per le aree individuate di pericolosità idraulica dei fiumi, torrenti e corsi d'acqua o tratti degli stessi, studiate sia dal P.S.F.F. che dagli ulteriori strumenti pianificatori adottati od approvati dalla Regione Sardegna (P.A.I., studi ex art. 8 comma 2 delle N.A. del P.A.I. e aree interessate dall'evento alluvionale del 18.11.2013), è applicata la disciplina più restrittiva delle N.A. del PAI afferente al livello di pericolosità idraulica più elevato.

Nessuno degli interventi in progetto ricade all'interno delle fasce fluviali sopra definite, come visibile nello stralcio riportato in Figura 2 (vedi pagina precedente).

4.3 Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) della Regione Sardegna

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) della Sardegna è stato introdotto dalla Direttiva Europea 2007/60/CE, recepita nel diritto italiano con D.Lgs. 49/2010 e s.m.i., ed è stato approvato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n.2 del 15/03/2016 e DPCM del 27/10/2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale serie generale n.30 del 06/02/2017.

In aggiunta con la Deliberazione del Comitato Istituzionale n.1 del 17/12/2019 pubblicata sul BURAS n.56 parte I e II del 27/12/2019 è stato approvato l'aggiornamento e la revisione delle Mappe della pericolosità da alluvione e del rischio di alluvioni, di cui all'art.6 del D.Lgs. 49/2010 (II ciclo).

In adempimento delle previsioni dell'art.14 della Direttiva 2007/60/CE e dell'art. 12 dell'art. 12 del D.Lgs. 49/2019, con la Deliberazione del Comitato Istituzionale n.14 del 21/12/2021 è stato approvato il Piano di gestione del rischio di alluvioni della Sardegna per il secondo ciclo di pianificazione.

Il PGRA costituisce lo strumento di pianificazione del territorio finalizzato a ridurre le conseguenze negative causate dalle alluvioni alle persone, l'ambiente, il sistema socioeconomico e il patrimonio culturale; a tale scopo, il PGRA individua gli obiettivi per la gestione del rischio alluvioni e costituisce la base conoscitiva e operativa che supporta le attività di pianificazione locale indirizzandole alla considerazione di tutti gli elementi che influiscono sulla mitigazione del rischio idrogeologico e quindi all'attuazione delle necessarie misure di preparazione, prevenzione e protezione.

Il PGRA individua le aree soggette a pericolosità da alluvione tenendo conto dei seguenti tre scenari:

- P1, ovvero aree a pericolosità bassa, con scarsa probabilità di accadimento ($200 < T_r \leq 500$)

- P2, ovvero aree a pericolosità media, con media probabilità di accadimento ($100 \leq Tr \leq 200$)
- P3, ovvero aree a pericolosità elevata, con elevata probabilità di accadimento ($Tr \leq 50$)

Ai fini della redazione delle mappe di pericolosità da alluvione il PGRA si è basato sulle mappe di pericolosità idraulica redatte dal PAI, sugli studi ex art.8 c.2 del PAI, sulle mappe del PSFF e sull'evento avvenuto il 18/11/2013, accorpando le classi di pericolosità secondo gli scenari sopra elencati.

Come già detto nella descrizione del Piano di Assetto Idrogeologico, le norme del PAI sono state aggiornate con il Titolo V "Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)": ai sensi del Titolo V:

- Nelle aree P3 si applicano le norme tecniche di attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) relative alle aree di pericolosità idraulica Hi4, con particolare riferimento all'articolo 27
- Nelle aree P2 si applicano le norme tecniche di attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) relative alle aree di pericolosità idraulica Hi3 e Hi2, con particolare riferimento agli articoli 28 e 29, in considerazione del tempo di ritorno associato alla singola area, desumibile dagli elaborati del PAI, del Piano stralcio delle fasce fluviali (PSFF) e degli studi di compatibilità idraulica redatti dai Comuni ai sensi del precedente articolo 8 e già approvati dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino
- Nelle aree P1 si applicano le norme tecniche di attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) relative alle aree di pericolosità idraulica Hi1, con particolare riferimento all'articolo 30, fatto salvo quanto specificato all'articolo 30 bis delle medesime norme

Per l'elaborazione delle mappe di rischio, invece, sono stati incrociati i dati relativi al danno potenziale ed alla pericolosità da alluvione. In particolare definiti i 3 livelli di pericolosità da alluvione (P3, P2, P1) ed i 4 di danno potenziale (D4, D3, D2, D1) sono stati stabiliti i quattro livelli di Rischio conseguenti, secondo la matrice riportata di seguito; si specifica che le norme del piano non contengono una specifica disciplina delle aree a rischio.

Tabella 3 – Matrice di calcolo del 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 |

Come detto nella descrizione del piano, il PGRA non è dotato di normativa propria ma si coordina con le norme del PAI; in particolare nelle aree P3 si applicano le norme delle aree Hi4 (art.27) e

nelle aree P1 si applicano le norme delle aree Hi1 (art.30): per quanto attiene l'analisi dell'art.27 e dell'art.30 si rimanda al precedente paragrafo 4.1.1.

Relativamente alle interferenze del progetto con tali aree, dalla cartografia si evince che nessuna delle opere in progetto ricade in aree classificate dal PGRA.

5 Stima caratteristiche geotecniche unità affioranti

Di seguito si riporta una stima preliminare dei parametri geotecnici delle differenti unità litotecniche affioranti in corrispondenza dei sostegni dei tre tronchi dell'elettrodotto, desunta da dati bibliografici (*Lancellotta, 2012; Geostru, 2017*).

Tabella 4 – Stima preliminare parametri geotecnici unità litotecniche affioranti

| Unità litotecnica | γ [t/m ³] | ϕ' [°] |
|--|---------------------------------|----------------|
| bna - Depositi alluvionali terrazzati Ghiaie e sabbie in subordine | 1,9-2,0 | 35-40 |

La corretta parametrizzazione geotecnica per ciascun sito oggetto interessato dalla realizzazione dei nuovi sostegni sarà effettuata nella fase esecutiva, in cui sarà eseguita la campagna di indagini geognostiche.

6 Ipotesi preliminare sulle tipologie fondazionali dei nuovi sostegni

Secondo il documento "Elettrodotti aerei: attività di cantiere e misure di ripristino e mitigazione – Nota tecnica" prodotto da TERNA nel 2018, la scelta della tipologia fondazionale viene condotta in funzione dei seguenti parametri, secondo i dettami del D.M. 21 Marzo 1988:

- Carichi trasmessi alla struttura di fondazione
- Modello geotecnico caratteristico dell'area sulla quale è prevista la messa in opera del sostegni
- Dinamica geomorfologica al contorno

Le tipologie di fondazioni adottate per i sostegni a traliccio possono essere così raggruppate:

Tabella 5 – Tipologie fondazionali adottate per sostegni a traliccio

| Fondazione | Tipologia fondazione |
|--------------|-----------------------------|
| Superficiale | Tipo CR |
| | Tiranti in roccia |
| | Metalliche |
| Profonda | Pali trivellati |
| | Micropali tipo "tubifix" |
| | Pali a spostamento laterale |

L'abbinamento tra ciascun sostegno e la relativa fondazione è determinato nel Progetto Unificato Terna mediante apposite "tabelle delle corrispondenze" tra sostegni, monconi e fondazioni.

Si specifica che l'utilizzo delle fondazioni profonde è limitato a casi particolari, corrispondenti a poco più del 2% sul totale dei sostegni dell'intera rete RTN di proprietà Terna. Le fondazioni profonde vengono impiegate in situazioni di criticità, che sono sostanzialmente legate alla presenza di terreni con scarse caratteristiche geotecniche, di falde superficiali e di dissesti geomorfologici. In tali situazioni le fondazioni superficiali non garantirebbero la stabilità del sostegno e quindi le condizioni di sicurezza dell'infrastruttura.

Se si considerano esclusivamente le linee a tensione 220-150-132 kV, che rappresentano la maggior parte delle linee soggette a interventi di demolizione, la percentuale di fondazioni profonde si riduce ulteriormente al di sotto dell'1%.

Ciascun sostegno a traliccio è dotato di quattro piedini separati e delle relative fondazioni, strutture interrate atte a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo.

Le fondazioni che verranno utilizzate per le opere in progetto possono essere raggruppate nelle seguenti tre tipologie:

- **FONDAZIONI SUPERFICIALI:** Utilizzate per i sostegni localizzati su depositi sciolti, in assenza di dissesti (aree Hg3 e Hg4 PAI) e con pendenza del terreno inferiore a 30°
- **FONDAZIONI ANCORATE CON TIRANTI:** Utilizzate per i sostegni localizzati su substrato roccioso, in assenza di dissesti
- **FONDAZIONI PROFONDE: (MICROPALI TIPO TUBFIX/PALI TRIVELLATI):** Utilizzate per sostegni posti in corrispondenza di aree in dissesto o su versanti con pendenze maggiori del 30%

In considerazione della geologia dell'area, si ritiene che le fondazioni utilizzate saranno di tipo superficiale.

7 Conclusioni

La società Fred. Olsen Renewables Italy prevede di realizzare alcuni impianti eolici nell'area di interesse della esistente Stazione Elettrica "Serramanna". L'energia prodotta dai nuovi impianti dovrà essere convogliata alla rete elettrica nazionale, e per questo il Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale, Terna S.p.A., prescrive che esso debba essere collegato alla RTN previo potenziamento dell'esistente elettrodotto "Serramanna – Villacidro".

Il progetto prevede le seguenti opere:

- Sostituzione di n.5 sostegni esistenti (n.5-14-16-19-22) e aggiunta di un nuovo sostegno (n.25), per rispettare il franco verso terra previsto dalla norma CEI 11-4 e l'obiettivo di qualità previsto dalla normativa sui campi elettromagnetici
- Sostituzione del conduttore attuale con uno ad alta capacità del medesimo diametro, per sfruttare ove tecnicamente possibile ed ambientalmente compatibile i sostegni attuali

L'area di studio è caratterizzata dall'affioramento di depositi alluvionali terrazzati olocenici prevalentemente ghiaiosi.

L'intero areale dell'impianto ricade all'esterno delle aree sottoposte a Vincolo Idrogeologico ai sensi del del Regio Decreto n.3267 del 30.12.1923 e della Legge n.991/1952.

I sostegni di nuova realizzazione non ricadono all'interno delle aree a pericolosità idraulica e da frana secondo quanto riportato nel Piano di Assetto idrogeologico della Regione Sardegna, e risultano essere esterni alle fasce fluviali definite nel Piano Stralcio delle Fasce Fluviali della Regione Sardegna.

Analogamente, nessuno dei sostegni di nuova realizzazione ricade in aree classificate a pericolosità da alluvione secondo quanto indicato nel Piano di Gestione del Rischio Alluvioni della Regione Sardegna.

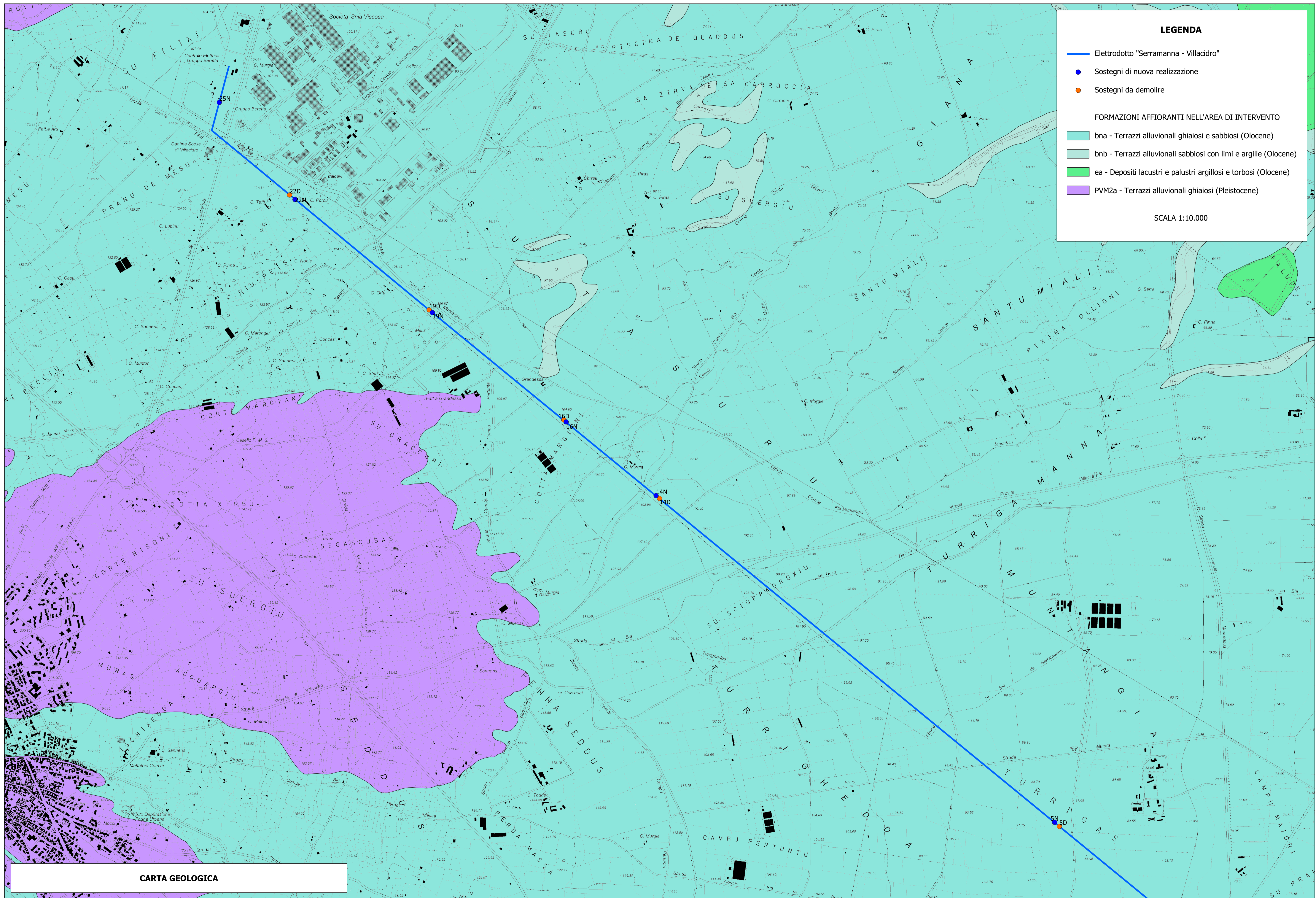
In fase di progettazione esecutiva dovrà comunque essere eseguita una campagna di indagini geognostiche mirata alla corretta definizione del quadro geologico-tecnico e sismico dei terreni interessati dalla realizzazione degli interventi in progetto.

A disposizione per approfondimenti e chiarimenti,

Dott. Geol. Luca Bargagna



Pisa, 04.05.2023



LEGENDA

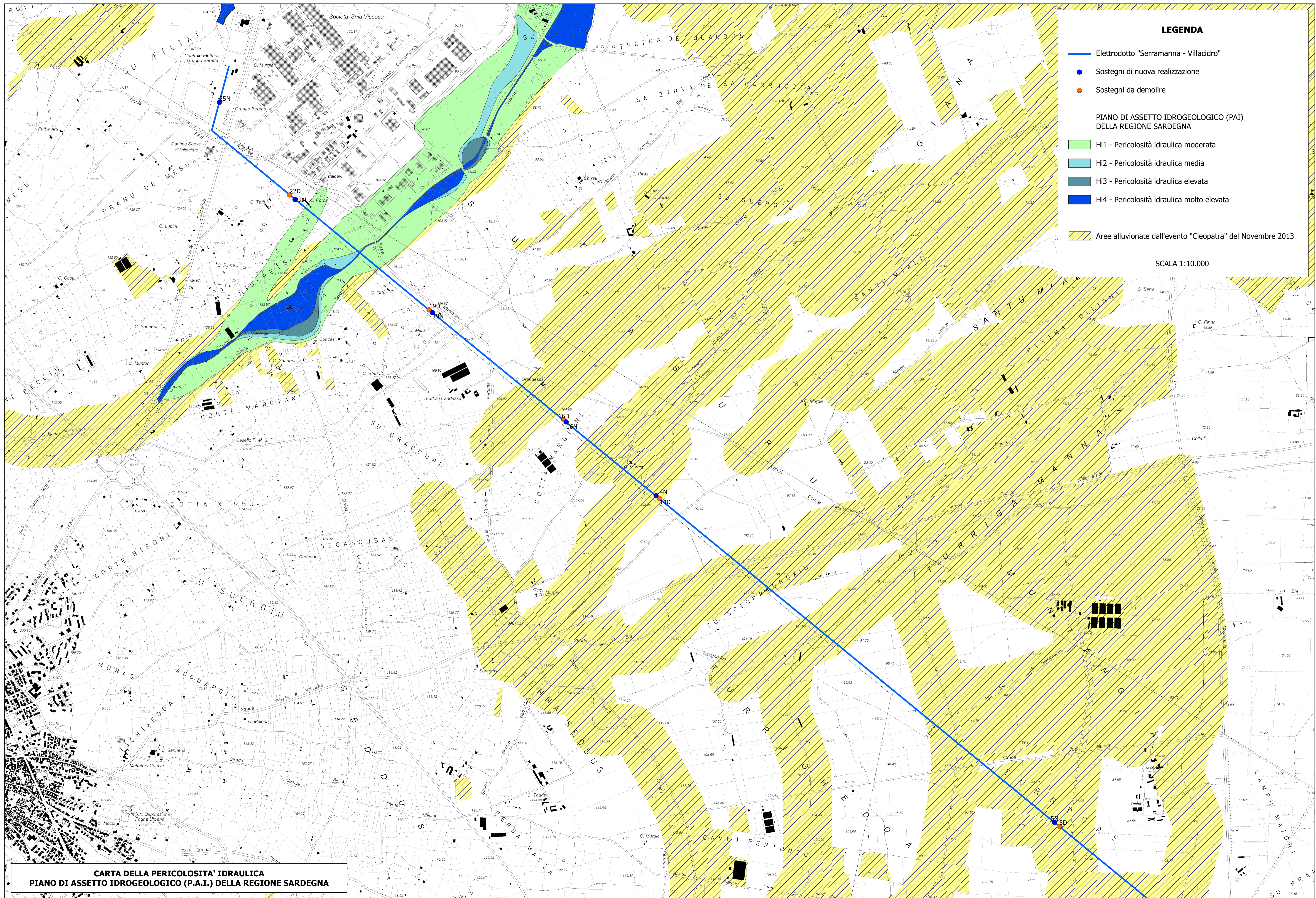
- Elettrodotto "Serramanna - Villacidro"
- Sostegni di nuova realizzazione
- Sostegni da demolire

FORMAZIONI AFFIORRANTI NELL'AREA DI INTERVENTO

- bna - Terrazzi alluvionali ghiaiosi e sabbiosi (Olocene)
- bnb - Terrazzi alluvionali sabbiosi con limi e argille (Olocene)
- ea - Depositi lacustri e palustri argillosi e torbosi (Olocene)
- PVM2a - Terrazzi alluvionali ghiaiosi (Pleistocene)

SCALA 1:10.000

CARTA GEOLOGICA



LEGENDA

- Elettrodotto "Serramanna - Villacidro"
- Sostegni di nuova realizzazione
- Sostegni da demolire

**PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)
DELLA REGIONE SARDEGNA**

- HI1 - Pericolosità idraulica moderata
- HI2 - Pericolosità idraulica media
- HI3 - Pericolosità idraulica elevata
- HI4 - Pericolosità idraulica molto elevata

Aree alluvionate dall'evento "Cleopatra" del Novembre 2013

SCALA 1:10.000

**CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA
PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.) DELLA REGIONE SARDEGNA**