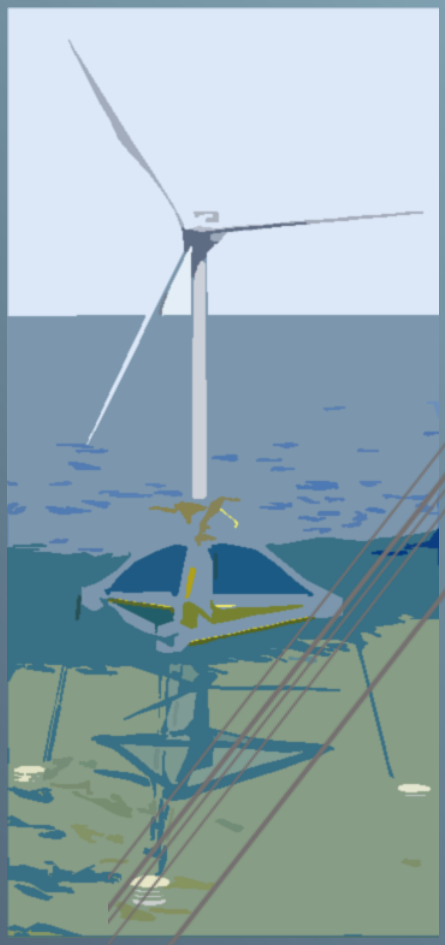
Ichnusa wind power srl

Progetto Definitivo

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE



Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica

Ministero della Cultura

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale ex D.lgs.152/2006

Domanda di Autorizzazione Unica ex D.lgs. 387/ 2003

Domanda di Concessione Demaniale Marittima ex R.D. 327/1942

RAPPORTO INTEGRATIVO ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE ID 9680

Parte 2 di 2

Progetto

Dott. Ing. Luigi Severini
Ord. Ing. Prov. TA n.776

Elaborazioni

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

GR37

C0421GR37INTSIA00a

REV	DATA	DESCRIZIONE		
00	Giugno 2024	INTEGRAZIONI C.T. PNRR-PNIEC		

Codice:	NUM.COMM.	ANNO	COD.SET	NUM.ELAB.	DESCRIZIONE ELABORATO	REV.	R.I.
	C 0 4	2 1	G	R 0 3 7	I N T S I A	0 0	a

INDICE DEI CONTENUTI

PREMESSA 36
IMPATTI TRANSFRONTALIERI 37
BREVE DESCRIZIONE DEL PROGETTO 46
RICHIESTE DI INTEGRAZIONE MASE 51

1.1.a. fornire le schede tecniche complete del materiale utilizzato per le linee di ormeggio, ancoraggi e per le vernici usate per la piattaforma, anche in lingua comunitaria. 51
1.1.b. rappresentare per i sistemi di ancoraggio e di ormeggio, procedure di collaudo e/o test di stress, individuando anche i potenziali laboratori tecnici riconosciuti in ambito UE, idonei allo svolgimento di tali attività 115
1.1.c. descrivere le misure dell'area interdetta alla navigazione (esse andranno correlate con la gittata massima prevista nel caso di rottura degli organi rotanti, alle misure di contrasto di impatto con oggetti galleggianti alla deriva e con la massima ampiezza del moto delle piattaforme dalla loro posizione nelle condizioni di mare e vento); 119
1.1.d. inserire chiare indicazioni sulla gestione della sicurezza fisica ed informatica dell'OT (operational technology), indicando ruoli professionali e standard di riferimento che saranno utilizzato in tale gestione; 123
1.1.e. presentare un piano di emergenza che contempli le azioni da mettere in opera in casi di eventi non prevedibili con potenziale disastroso per l'ambiente o per gli utilizzatori dello spazio costiero (come, ad esempio, la deriva o l'affondamento di oggetti di dimensioni notevoli, sversamento di sostanze inquinanti in mare, etc.); 127
1.1.f. elencare le operazioni di O&M previste per gli ancoraggi, gli ormeggi, le piattaforme galleggianti, gli aerogeneratori, la stazione elettrica offshore, i mezzi previsti per la loro esecuzione ed il loro scheduling e il luogo in cui eseguire l'operazione di manutenzione; 136
1.1.g. verificare la compatibilità dell'Impianto con il "Piano di Gestione dello Spazio Marittimo Italiano - Area Marittima Tirreno e Mediterraneo Occidentale", disponibile sul Portale MASE dedicato con identificato ID VIP 7956. 137
1.1.h. pur se già richiamata nella documentazione depositata, occorre trasmettere la Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) attuale per la connessione alla RTN dell'impianto di generazione, benestariata da TERNA e formalmente accettata dal proponente, al fine di garantire la concreta fattibilità tecnica in merito al collegamento tra l'impianto proposto e la Rete Elettrica Nazionale. 138
1.1.i. Verificare che le opere di connessione previste dalla STMG benestariata siano ricomprese nel quadro economico e nel computo metrico depositato e che per le stesse sia stato versato il relativo contributo istruttorio ed in caso contrario si chiede di provvedere al relativo adeguamento. Simile verifica ed eventuale revisione dovrà essere effettuata per eventuali significative modifiche di lay-out impiantistico che si volessero attuare come rimodulazione. 167
2.1. Presentare studi atti a confermare la marginalità degli effetti che il parco eolico potrebbe avere sul micro-clima locale (per esempio formazione di banchi di nebbia, aumento della nuvolosità, riscaldamento o raffreddamento delle acque a valle del parco); 168
2.2. Si dovranno altresì studiare gli effetti dell'impianto in esame e di altri eventualmente in progetto sulla propagazione ondosa, quantificando gli effetti dell'interazione delle onde con il parco eolico in particolare per quanto concerne la mitigazione del clima ondoso a valle con conseguente diminuzione dell'ossigenazione della colonna d'acqua ed effetto su eventuali zone di nursery; 176
2.3. Dovranno essere presentate le specifiche tecniche delle vernici (comprese quelle anticorrosive) e delle pitture antivegetative che si intende utilizzare, descrivendone anche possibili alternative e valutando il loro impatto sull'ambiente marino. Simile studio dovrà tener in conto anche dell'eventuale uso di anodi sacrificali e dei loro possibili impatti negativi sull'ambiente. 181
3.1. Si richiede di relazionare circa i contatti intercorsi con l'Autorità Marittima sulla disponibilità delle aree portuali per l'assemblamento delle piattaforme e degli aerogeneratori. 246
3.2. Relativamente alle ricadute occupazionali stimate, si richiede di fornire la quantificazione del personale impiegato in fase di cantiere, di esercizio e di dismissione per le attività sulla terraferma e in mare. 247

4.1. Si chiede una relazione sul consumo/occupazione di fondale in termini di area, volume e specchio d'acqua marina da parte delle SSE offshore. 251
4.2. Si chiede una relazione specifica sul consumo/occupazione di fondale in termini di area, volume e specchio d'acqua marina da parte degli aerogeneratori. 251
5.1. Si richiede di presentare una relazione sulla presenza/assenza di habitat bentonici vulnerabili (es. reef a coralli bianchi, "giardini" di coralli di fundo duro e mobile, giardini di spugne, campi di pennatulacee) e specie di rilevanza conservazionistica (con partico lare attenzione alle specie incluse nella Red List dalla Unione Internazionale per la Conservazione della Natura - IUCN) nell'area della scarpata continentale interessata dal parco eolico offshore ed in aree viciniore (entro almeno 5 km dal perimetro esterno del parco eolico offshore). Tale studio dovrà riportare, qualora presenti, localizzazione ed estensione di tali habitat vulnerabili (Vulnerable Marine Ecosystems secondo quanto indicato nelle "International Guidelines for the Management of Deep-sea Fisheries in the High Seas" della FAO 2009) e informazioni sulle specie strutturanti che essi ospitano ("Ecosystem engineers") e dovrà avere lo scopo di valutare l'impatto del parco eolico offshore dalla fase di realizzazione fino alla sua dismissione. 253
5.2. Si richiede di presentare una relazione circa specie aliene marine del tratto costiero e profondo. Tale studio dovrà avere lo scopo di escludere un potenziale effetto delle strutture degli aerogeneratori nel promuovere la diffusione potenziale di tali specie. 280
5.3. Dato che la zona di mare indicata ricade totalmente nella Zona di Protezione Ecologica di cui alla Legge 61/2006 valutare eventuali ricadute dell'impianto sia nella fase di realizzazione che di esercizio e dismissione su detta Zona di Protezione sia per le specie bentoniche che pelagiche con particolare riferimento ai mammiferi marini. Nell'eventualità sulla scorta di tale valutazione necessitasse, provvedere anche all'aggiornamento della VINCA depositata; 292
5.4. Si dovrà altresì relazionare circa la presenza/assenza di aree di nursery prospicenti le aree del parco eolico soprattutto in prossimità dei cavidotti con analisi di eventuali impatti del campo elettromagnetico sulle principali specie di interesse commerciale; 296
5.5. Si richiede di valutare gli eventuali impatti del campo elettromagnetico su specie particolarmente sensibili e vulnerabili quali gli squali. 317
5.6. Si richiede di valutare gli effetti di rumore e vibrazione su eventuali aree di nursery di stock ittici. 318
5.7. Si chiede di valutare gli effetti su componenti biologiche della colonna d'acqua e dei sedimenti (con particolare riferimento a specie di rilevanza conservazionistica) dovuti alla risospensione del materiale e sua successiva rideposizione per la realizzazione del parco eolico offshore ed il suo collegamento fino a terra; 352
5.8. Si richiede di valutare eventuali impatti degli aerogeneratori sui chirotteri. 379
6.1. Integrare il progetto di monitoraggio dell'avifauna offshore, progettandolo secondo un approccio BACI ("Before After Control Impact"), specificando metodologie e tempisti che a partire dalla fase ante operam fino alla sua completa dismissione. In particolare, si dovrà tener conto: 389
7.1. Il Proponente dovrà valutare, sia per l'area onshore che per quella offshore, la possibilità di alternative localizzative che tengano in considerazione tutti gli elementi di criticità geologica e geomorfologica desumibili dagli Studi e dai dati ambientali disponibili. 392
7.2. presentare alternative progettuali che paragonino il parco eolico in progetto, in termini di producibilità, impatto visivo, footprint sul fondale e/o terreno, superficie interdetta ad altri usi, impatto sull'avifauna e/o biocenosi e mammiferi, con un cluster di parchi eolici onshore con potenza nominale equivalente; 412
7.3. Presentare un'alternativa progettuale che contempli la completa realizzazione del collegamento alla RTN con elettrodotto interrato compreso il tratto in rifacimento "Sulcis Villasor" e valutare l'opportunità di prediligere detta soluzione; 420
7.4. In relazione al collegamento alla RTN di cui al precedente punto, qualora non sia valutata integralmente praticabile la precedente ipotesi, presentare un'alternativa progettuale che possa prevedere maggiori tratti di collegamento con soluzione interrata e per i residui tratti l'uso di tralicci maggiormente fruibili architettonicamente nel contesto paesaggistico come a titolo esemplificativo quelli a "V" o a singolo strallo minimizzando l'uso di quelli tradizionali di tipo reticolare, per i quali comunque dovranno essere studiate idonee soluzioni colorimetriche per minimizzarne la percezione; 420
7.4. In relazione al collegamento alla RTN di cui al precedente punto, qualora non sia valutata integralmente praticabile la precedente ipotesi, presentare un'alternativa progettuale che possa prevedere maggiori tratti di collegamento con soluzione interrata e per i residui tratti l'uso di tralicci maggiormente fruibili architettonicamente nel contesto paesaggistico come a titolo esemplificativo quelli a "V" o a singolo strallo

minimizzando l'uso di quelli tradizionali di tipo reticolare, per i quali comunque dovranno essere studiate idonee soluzioni colorimetriche per minimizzarne la percezione; 425
7.5. In relazione alla Sottostazione onshore ed all'ampliamento/modifica della sottostazione TERNA presentare una proposta di tipo "GIS" che minimizzi il consumo di suolo e ne possa migliorare la percezione nel contesto paesaggistico. 428
8.1. Il PMA dovrà essere integrato con opportuna cartografia riportante tutti i punti di misura e osservazione per dimostrare che esso riguarderà tutte le aree di mare e di terraferma direttamente interessate dal parco e le aree ad esso limitrofe. 429
8.2. Particolare attenzione dovrà essere posta all'individuazione degli habitat e/o specie di cui agli Allegati I e II della Direttiva Habitat (Dir. n. 92/43/CEE) o di particolare interesse come aree di nursery e delle specie di cui all'Allegato I della Direttiva Uccelli (Direttiva 2009/147/CE) con definizione della loro distanza dal parco. 429
9.1. in considerazione del fatto che il cavidotto attraversa un SIN, integrare il documento "Piano Preliminare di Utilizzo in sito delle Terre e Rocce da Scavo" con le misure che saranno intraprese per gestire e superare tale criticità. 448
9.2. dettagliare il piano dei campionamenti delle terre e rocce da scavo per la caratterizzazione degli stessi nell'area d'impianto, lungo gli elettrodotti anche con presentazione di elaborati grafici (planimetrie) in cui siano indicati i punti di campionamento 451
10.1. Ricadendo l'intervento parzialmente in un Sito d'interesse Nazionale (SIN) l'intervento, ricadendo nelle tipologie elencate nel comma 1 dell'art. 242-ter del D.lgs. 152/06 smi, potrà essere realizzato solo "a condizione che detti interventi e opere siano realizzati secondo modalità e tecniche che non pregiudichino né interferiscano con l'esecuzione e il completamento della bonifica, né determinino rischi per la salute dei lavoratori e degli altri fruitori dell'area nel rispetto del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81". A tal fine, come previsto dal comma 2 del medesimo articolo "la valutazione del rispetto delle condizioni di cui al comma 1 e al comma 1-bis è effettuata da parte dell'autorità competente ai sensi del Titolo V, Parte quarta, del presente decreto, nell'ambito dei procedimenti di approvazione e autorizzazione degli interventi e, ove prevista, nell'ambito della procedura di valutazione di impatto ambientale". Il Proponente dovrà quindi, qualora non già effettuato, di interessare la competente Direzione del MASE, Direzione Generale Uso Sostenibile Suolo e Risorse Idriche - Divisione VII - Bonifica dei Siti di Interesse Nazionale per l'avvio dell'istruttoria di competenza ed il rilascio del relativo parere di cui all'art. 242-ter che dovrà quindi trasmettere alla scrivente Commissione in fase integrativa o comunque prima della conclusione dell'istruttoria di Compatibilità Ambientale di cui trattasi. 452
11.1. Si chiede di stimare gli eventuali effetti della presenza del parco sulla catena alimentare e sulla salute umana. 453
12.1. Integrare il SIA con le misure dell'area interdetta alla navigazione. Esse andranno correlate con: 465
12.2. Le aree interdette alla navigazione andranno individuate, con provvedimenti interdettivi (Ordinanze) emanate dalle Autorità Marittime competenti mentre per le strutture ricadenti in alto mare (fuori dalle acque territoriali dello Stato) dovranno essere richieste all'IMO (International Maritime Organization) il Formal Safety Assessment per riguarda lo Ships Mandatory Routing System. 469
13.1. In riferimento alle misure di compensazione, si richiede di dettagliare se per le misure di compensazione proposte sono già intercorsi accordi o impegni con le comunità locali. 470
13.2. Dovranno essere specificate quali misure di compensazione il Proponente intende attuare come conseguenza di sottrazione di habitat marini e/o loro danneggiamento derivante dalla realizzazione dell'opera in oggetto. 479
14.1. Si chiede di individuare le principali rotte navali e turistiche ed eseguire il fotoinserimento nei tratti in cui vi è distanza minima dall'opera in oggetto ed ulteriori reputati opportuni. Le immagini fotografiche e le fotosimulazioni richieste dovranno essere elaborate con un angolo visuale medio, ca. 60°, prossimo a quello di attenzione umana, e ponendo un osservatore a 5 m slmm e a 25 m slmm. 492
14.2. Le foto simulazioni dovranno essere realizzate su immagini fotografiche reali e nitide, riprese in condizioni di piena visibilità, privilegiando punti di maggiore visibilità di impianto, (comprensivo anche della stazione elettrica galleggiante) corredate da planimetria con coni ottici, ed infine immagine aerea che rappresenti la totalità degli interventi 499
14.3. Produrre un'animazione del progetto con l'ausilio delle immagini e dei fotoinserimenti realizzati per una maggiore comprensione dell'impianto nel contesto. Si precisa che il filmato qualora di elevate dimensioni potrà essere prodotto e consegnato su idoneo supporto digitale all'atto della consegna della

documentazione integrativa. Inoltre, qualora si accogliesse il suggerimento di cui al successivo punto potrà essere posto su portale dedicato e sviluppato dal proponente; 514
14.4. Valutare l'opportunità di sviluppare e mettere in rete un portale web, liberamente accessibile, che consenta la consultazione dei fotoinserimenti e filmati predisposti e che possa fornire ulteriori indicazioni e comunicazioni sull'iniziativa progettuale presentata. 514
14.5. Per la Stazione Terna e/o sottostazione si chiede di presentare un progetto di inserimento paesaggistico, che possa contribuire a rinforzare i corridoi ecologici o aree di specifica naturalità al fine di contribuire al mantenimento del significato del paesaggio, a mitigare la stazione e a ridurre al minimo il consumo di suolo, in accordo con le linee guide di Ispra "Sugli interventi di ingegneria naturalista nel settore dell'infrastrutture del trasporto elettrico" MLG 78.2 72012. Il progetto dovrà essere redatto da professionalità adeguate e specifiche; 515
14.6. per i manufatti esterni della Stazione TERNA e/o sottostazione utilizzare materiali e tecniche locali e colorazioni che mitighino l'impatto sul paesaggio, coerenti con il contesto ambientale di riferimento; 515
14.7. descrivere le misure di mitigazione e/o compensazione degli impatti della Stazione TERNA e/o sottostazione, in tutte le sue fasi di vita (cantiere, esercizio, dismissione) con specifico riferimento ai "rilevanti patrimoniali, paesaggistici e identitari propri del territorio interessato"; 515
14.8. in riferimento al consumo di suolo della stazione TERNA e/o sottostazione, indicare quali misure di carattere ambientale si intende intraprendere anche in virtù della Legge 239 del 2004 Art. 1 comma 5, su un'area esterna da quella del progetto per una superficie pari al 100% dell'area occupata dalla sottostazione e/o Stazione TERNA. 530
15.1. Nella documentazione consegnata dal Proponente e resa disponibile dal Ministero non risultano presenti elaborati tecnici relativi alle valutazioni di corso d'opera e di esercizio delle vibrazioni, sia in ambiente terrestre, che marino. Il solo SIA riporta soltanto alcune indicazioni di massima relative alle vibrazioni di cantiere e di esercizio, comunque non sufficienti a poter fornire una corretta valutazione dell'impatto di tale componente ambientale. Pertanto si ritiene necessario che il Proponente predisponga, ove non già redatto, uno studio relativo alle valutazioni delle fasi di cantiere e di esercizio dell'impatto delle vibrazioni, in coerenza con le richieste della normativa tecnica e le indicazioni di letteratura, in cui siano riportate le valutazioni dei livelli vibrazionali presso i ricettori potenzialmente esposti in ambiente terrestre e per la fauna marina, ed il loro confronto con i riferimenti tecnici e di settore, ove esistenti. Dovranno inoltre essere indicate eventuali azioni mitigative da porre in essere in caso di superamenti dei valori limite di riferimento. 531
16.1. Per consentire una rappresentazione degli impatti futuri, si richiede di valutare l'impatto cumulativo potenziale con gli altri impianti FER. Si faccia riferimento agli Impianti da Fonti di Energia Rinnovabili (FER) già esistenti, autorizzati ma non ancora realizzati e che abbiano avuto una Valutazione d'Impatto Ambientale Positiva, sia Nazionale che Regionale. Si tenga quindi in conto l'intero sviluppo dell'impianto sia nella parte offshore che onshore fino al collegamento con la rete elettrica Nazionale; 552
16.2. Per gli impianti di cui sopra, dovrà essere fornita una dettagliata analisi degli effetti cumulativi sia sulle diverse componenti ambientali sia in termini di mutue interferenze tra gli impianti stessi (a puro titolo esemplificativo: effetto scia, moto ondoso, frangimento, producibilità ecc.). Tale analisi dovranno essere supportate, laddove possibile, anche attraverso modellazioni computazionali opportunamente descritte e commentate; 552
16.3. Verificare e dare evidenza in apposito documento, con specifico riferimento alle principali componenti ambientali, se l'impianto abbia impatti rilevanti sull'ambiente di un altro Stato Straniero al fine di attivare nel caso, quanto disposto dall'art. 32 del D.lgs. 152/06 smi in merito alle consultazioni transfrontaliere. 597
17.1. Dovrà essere fornita una Relazione geologica integrativa in cui sia valutata e dichiarata la compatibilità ambientale di tutte le opere in progetto in ordine agli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici. Per la parte a terra l'elaborato specialistico dovrà essere corredato dalla seguente documentazione cartografica: Carta geologica, Carta geomorfologica, Carta Idrogeologica e profili litostratigrafici in opportuna scala di rappresentazione (almeno 1:10000) relativa all'area onshore; 598
17.2. Alla luce del contesto ambientale di riferimento, si chiede di fornire una Relazione ad hoc di analisi e di interpretazione di dettaglio dei rilievi geofisici acquisiti a mare al fine di ottenere una conoscenza completa delle condizioni del sito offshore, inclusi i rischi geologici associati. Lo studio dovrà tenere in considerazione anche i dati geologico ambientali, allo stato disponibili. L'elaborato specialistico dovrà essere corredato dalla seguente documentazione cartografica: Carta geomorfologica e delle pericolosità geologiche relativa all'area offshore (sito principale, corridoio e are near shore) e profili geologici rappresentativi. 601

18.1. Si chiede di predisporre un documento di sintesi (redatto ai sensi dell'allegato VII della legge 152/2005, comma 1 (lettera d) e comma 9), con cui vengono forniti gli elementi di valutazione e la descrizione dei previsti effetti negativi significativi sull'ambiente, derivanti dalla vulnerabilità del progetto ai rischi di gravi incidenti e/o calamità che sono pertinenti per il progetto (inclusi quelli per la salute umana e quelli dovuti ai cambiamenti climatici). 614

18.2. Ai sensi delle Linee Guida all'Integrazione dei Cambiamenti Climatici e della Biodiversità nella Valutazione di Impatto Ambientale della Commissione Europea, si chiede di valutare l'impatto del progetto sul clima e sui cambiamenti climatici, ossia gli aspetti di mitigazione dei cambiamenti climatici (emissioni dirette e indirette di GHG), e l'impatto dei cambiamenti climatici sul progetto e sulla sua attuazione, ossia gli aspetti di adattamento (ondate di calore, precipitazioni estreme, esondazione dei fiumi e alluvioni lampo; tempeste e vento forte; frane e smottamenti; innalzamento del livello dei mari, onde di tempesta, erosione costiera ed intrusione di acqua salata; ondate di freddo; danni dovuti al gelo e disgelo). 617

RICHIESTE DI INTEGRAZIONE REGIONE AUTONOMA SARDEGNA – ASSESSORATO DELLA DIFESA DELL'AMBIENTE. 619

Si segnala […] l'occupazione, legata alla fase di cantiere, di una vasta area ubicata nel porto industriale di Oristano, in cui saranno assemblate le unità galleggianti, avente una estensione approssimativa pari a circa 5,5 ha. A questo proposito si rileva la necessità del coinvolgimento dell'Amministrazione comunale di Santa Giusta ai sensi di quanto previsto dall'art. 23, c.4 del vigente D.lgs. 152/2006, nonché l'opportunità di coinvolgere il Consorzio Industriale Provinciale di Oristano, per valutare l'eventuale sovrapposizione con altre iniziative pianificate o in fase di progettazione/realizzazione nella medesima area. 619

Aspetti di natura programmatica 620

1. L'intervento viene inquadrato all'interno degli strumenti programmatici nazionali in materia di energia, e con un breve cenno al Piano Energetico Ambientale Regionale (P.E.A.R.S.), approvato definitivamente con Delib. G.R. n. 45/40 del 02.08.2016. Nel merito dell'analisi effettuata dalla Proponente a proposito delle previsioni del P.N.I.E.C. (Piano Nazionale Integrato Energia e Clima), i contenuti dello S.I.A. non si discostano in modo significativo da quanto già emerso in fase di scoping (n.d.r. non riscontrando quindi la richiesta di approfondimenti rilevata da questa Direzione Generale con la citata nota prot. D.G.A. n. 22265 del 04.11.2020) In particolare viene dichiarato un totale di MW di energia eolica off-shore prevista sull'intero territorio nazionale pari a 300 MW al 2025 e 900 MW al 2030, che verrebbero interamente assorbiti dall'intervento proposto, avente una potenza nominale di 504 MW, nell'orizzonte temporale di breve periodo, e parzialmente (per il 56%) per l'orizzonte temporale di medio periodo. […] 620

1. […] L'ubicazione delle opere nel sito proposto viene motivata in maniera del tutto generica e impropria (attesa la capacità di regolazione di una centrale termoelettrica tradizionale di cui l'impianto eolico in esame, peraltro privo di dispositivi di accumulo dell'energia prodotta, non è dotato) con le esigenze legate al programma di phase out dal carbone e con la sostituzione dei MW attualmente prodotti dalla Centrale termoelettrica Enel "Grazia Deledda", ubicata nell'area industriale di Portovesme, con i MW prodotti dall'intervento in questione, senza effettuare alcun esame, di eventuali altri atti programmatici e di indirizzo nel frattempo adottati/approvati. Inoltre l'ipotesi progettuale di immettere l'energia in rete e di trasferirla attraverso l'elettrodotto a 380 kV in progetto alla nuova stazione di smistamento denominata Villasor 380, e, da qui, tramite un elettrodotto di raccordo 380 kV alla dorsale 380kV Ittiri – Selargius, di fatto è in apparente contrasto con quanto asserito. Risultano altresì apodittiche le affermazioni effettuate a proposito delle difficoltà legate alla chiusura delle centrali a carbone in Sardegna, e, in particolare, della Centrale termoelettrica Enel "Grazia Deledda", che per la Proponente rappresenterebbe una problematica di difficile soluzione (n.d.r. in apparente contrasto con quanto asserito in precedenza a proposito della dismissione prevista per il 2025) per i seguenti motivi: 622

1.1 «[…] la conversione di tali strutture in impianti alimentati a gas naturale risulta di difficile attuazione per tutta la Sardegna poiché l'isola, ad oggi, e priva di tale risorsa e non è servita da alcun metanodotto; 622

1.2 la dismissione del carbone come fonte fossile per la produzione energetica potrebbe costituire un serio pericolo principalmente per la sopravvivenza e la ripresa produttiva degli stabilimenti industriali che si approvvigionano di energia dalle centrali elettriche attualmente funzionanti a carbone.» 622

2. l'intervento non viene inquadrato all'interno del Piano di Sviluppo della R.T.N. di Terna, anche in funzione della crescita prevista per le altre fonti di energia rinnovabile nello scenario isolano (eolico on-shore e

fotovoltaico in primis). Tale aspetto risulta fondamentale anche al fine di chiarire se le opere sulla R.T.N. in progetto ricadono nell'ambito di applicazione del disposto normativo derivante dalla conversione in legge del D.L. 13/2023, il quale all'articolo 47, c. 1, ha stabilito che «L'esenzione (n.d.r. dalle procedure in materia di V.I.A.) di cui al comma 1-bis si applica anche ai progetti di infrastrutture elettriche di connessione degli impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili o di sviluppo della rete elettrica di trasmissione nazionale, necessari a integrare l'energia rinnovabile nel sistema, ovvero ai progetti di impianti di stoccaggio di energia da fonti rinnovabili ricadenti nelle aree contemplate dal Piano di elettrico cui all'articolo 36 del decreto legislativo 1° giugno 2011, n. 93, già sottoposti positivamente a valutazione ambientale strategica ai sensi del titolo II della parte seconda del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.». Si richiamano a questo proposito le considerazioni di natura procedurale effettuate dalla Scrivente Direzione Generale nella nota prot. n. 25593 del 17.07.2023; 627

3. in relazione alle aree portuali individuate come necessarie per la cantierizzazione dell'opera, è stato individuato un areale di circa 5,5 ha all'interno del porto industriale di Oristano, in comune di Santa Giusta, dedicato all'assemblaggio macchine e fondazioni flottanti, per una durata prevista, stimata dal cronoprogramma allegato alla Relazione Generale - C0421GR01RELGEN00a, pari a 20 mesi. Si rileva che non risulta affrontata la coerenza di quanto previsto il Piano Regolatore Consortile (n.d.r. problematica già rilevata in fase di scoping), e/o la presenza di interlocuzioni con il Consorzio Industriale dell'Oristanese, che gestisce l'area, né risulta chiaro se tali aree, in tutto o in parte, saranno destinate, in fase di esercizio dell'impianto, a manutenzione, e quindi soggette ad occupazione permanente; 629

4. con riferimento alle interferenze delle opere a terra con le aree mappate a pericolosità idraulica e geomorfologica dal Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.), dal Piano Stralcio Fasce Fluviali (P.S.F. F.) e dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.): 630

   4.1 si richiama quanto rilevato dalla Direzione Generale Agenzia Regionale del Distretto Idrografico della Sardegna (A.D.I.S.) con nota prot. n. 8271 del 01.08.2023 (prot. D.G.A. n. 23122 di pari data), in merito, ovvero che: 630

   4.2 si rileva che rimandare alla fase di progettazione esecutiva, la produzione degli elaborati necessari ai fini dell'espressione di competenza dell'A.R.D.I.S. come dichiarato dalla Proponente nell'elaborato C0421TR07RELIDR00a Relazione idrologica e idraulica, comporta due ordini di problematiche dal momento che la "non definizione" dal punto di vista tecnico – progettuale delle modalità con cui saranno risolte le interferenze con le aree mappate, oltre a impedire una adeguata e corretta valutazione degli impatti e la individuazione di idonee misure di mitigazione, comporta potenzialmente la necessità di valutare future modifiche progettuali con altre procedure (n.d.r. Verifica di assoggettabilità e/o Valutazione preliminare). Si ritiene, pertanto, necessario già in questa fase procedere a predisporre la documentazione richiesta dall'A.D.I.S. nel parere di competenza, a cui si rinvia per gli aspetti di dettaglio. In estrema sintesi è necessario produrre, a livello di progetto definitivo, gli studi e le relazioni previsti dalle Norme Tecniche di Attuazione (N.T.A.) del P.A.I. per gli elettrodotti aerei ed interrati per gli attraversamenti delle aree a pericolosità idraulica e/o geologica e geotecnica, e adeguare lo S.I.A. agli esiti di detti studi in relazione alla valutazione degli impatti; 648

5. in relazione al ricadere di parte delle opere all'interno del Sito d'Interesse Nazionale (S.I.N.) del Sulcis – Iglesiente – Guspinese, è necessario che lo S.I.A. e/o la relazione denominata C0421YR13SINCAR00a – S.I.N. Piano di Caratterizzazione Ambientale vengano integrati effettuando un'analisi dei principali interventi di bonifica in corso, anche al fine di valutare la rispondenza di quanto previsto in progetto con il disposto normativo di cui all'art. 242 ter del vigente D.lgs. 152/2006; 649

6. è necessario che lo S.I.A. venga integrato, analizzando, quale ulteriore strumento di pianificazione regionale, il Piano Regionale della Rete di Portualità Turistica (P.R.R.P.T.), di cui alla Delib. G.R. n. 47/52 del 24.09.2020, finalizzato al miglioramento della competitività del sistema portuale e logistico e alla diminuzione delle miglia di percorrenza tra un porto e l'altro, che mira a costruire la rete della portualità turistica della Sardegna, al fine di favorire lo sviluppo del mercato della nautica da diporto, della portualità in generale e della promozione della Sardegna in termini turistici; 655

7. con riferimento agli aspetti regolamentati dall'art. 96 del R.D. n. 523/1904 si segnala quanto rilevato dal Servizio Demanio e patrimonio di Cagliari con nota prot. n. 28397 del 22.06.2023 (prot. D.G.A. n. 19046 di pari data), in merito al fatto che «[…] al fine dell'accertamento della titolarità della Regione Sardegna del diritto dominicale sui beni inquadrabili nel novero del demanio idrico/idraulico interessati da interferenze per l'esecuzione dei lavori di cui all'oggetto, è necessario integrare gli elaborati grafici con la puntuale individuazione delle interferenze in corrispondenza dei corpi idrici e delle particelle catastali interessate»; 659

8. per quanto riguarda l'interferenza delle opere in progetto con aree gravate da usi civici si segnala che, come evidenziato Servizio territorio rurale agro-ambiente e infrastrutture, con nota prot. n. 13556 del 15.06.2023 (prot. D.G.A. n. 18332 di pari data), «[…] alcuni terreni interessati dal progetto sono accertati come aperti

all'esercizio dell'uso civico in favore dei cittadini residenti nei Comuni di Gonnesa e Villamassargia (n.d.r. Comune di Gonnesa, F. 15 mappali 55 e 67; Comune di Villamassargia, F. 202 mappali 14, 23 e 66) […] Per quanto sopra, si fa presente che gli interventi da effettuarsi in tutto o in parte su terre civiche saranno ammissibili esclusivamente nei limiti previsti dalla normativa di riferimento, ed in particolare l'art. 17 della L.R. 14 marzo 1994, n. 12, che dispone che il mutamento di destinazione, anche se comporta la sospensione dell'esercizio degli usi civici sui terreni interessati, è consentito qualunque sia il contenuto dell'uso civico da cui i terreni sono gravati e la diversa utilizzazione che si intenda introdurre, ma la nuova utilizzazione non può comunque pregiudicare l'appartenenza dei terreni alla collettività o la reviviscenza della precedente destinazione quando cessa lo scopo per il quale il mutamento di destinazione viene autorizzato. Sono da escludersi espropri.» 660

9. in relazione alla interferenza delle opere in progetto con le aree mappate a rischio idrogeologico, ex R.D.L. 3267/1923, si evidenzia che, sulla base di quanto rilevato dal C.F.V.A. – Servizio territoriale ispettorato ripartimentale di Iglesias con nota prot. n. 44234 del 22.06.2023 (prot. D.G.A. n. 19109 del 23.06.2023): 662

9.1 «[…] i tralicci di nuova realizzazione che attraversano le aree soggette a vincolo sono in numero di 20 e che per il posizionamento di alcuni di essi occorre realizzare ex novo delle piste di cantiere. […] Si specifica inoltre che i tralicci 15, 16, 17 ubicati in agro del comune di Gonnesa, quelli dal 52 al 57 del comune di Villamassargia e il 92 del comune di Siliqua, oltre ad attraversare zone soggette a vincolo idrogeologico, attraversano aree caratterizzate dalla presenza di "bosco", ossia del bene vincolato paesaggisticamente ai sensi dell'art. 142 comma 1 lett. g) del D.lgs. 42/2004. Più specificatamente si tratta di compendi contraddistinti da associazioni di specie costituenti la macchia mediterranea, le quali costituiscono bosco ai sensi dell'art. 4 comma 2 della L.R. 8/2016 ed dell'art. 4 comma 1 lettera a) del D.lgs. 34/2018». A questo proposito è necessario che la Proponente chiarisca l'estensione degli areali interessati e la eventuale applicabilità all'intervento in questione della disciplina sul rimboschimento compensativo di cui alla Deliberazione 11/21 del 11.03.2020; 662

9.2 «[…] per quanto riguarda la dismissione dei tralicci esistenti ubicati in aree soggette a vincolo idrogeologico, nel ripristino dello stato dei luoghi è necessario mettere in atto tutti gli accorgimenti necessari affinché si possano scongiurare i danni di cui all'art. 1 R.D.L 3267/1923; 672

9.3 Si segnala infine che qualora nella realizzazione dell'elettrodotto vi fosse la necessità di tagliare e/o sradicare piante di sughera, ancorché isolate e in qualsiasi fase di sviluppo dovrà, essere richiesta a questo Ispettorato l'autorizzazione ai sensi dell'art. 6 della L.R. 9 febbraio 1994 n. 4.». 674

Aspetti di natura progettuale 675

1. si osserva la quasi pressoché totale assenza di un'analisi dettagliata dello stato dell'arte relativo alla tecnologia prospettata, perlomeno alla scala di riferimento europea, elemento peraltro già rilevato in fase di scoping. Da un'analisi della letteratura di settore sull'argomento non risultano realizzati impianti commerciali di dimensioni paragonabili a quello proposto; 675
2. in relazione a quanto rilevato a proposito del quadro di riferimento programmatico, con riferimento alle aree di cantiere/manutenzione, individuate all'interno dell'area del Porto Industriale di Oristano, è necessario che le eventuali azioni di progetto previste, debbano essere descritte adeguatamente, anche al fine di valutare i relativi impatti e il coinvolgimento, se dovuto, degli Enti territoriali competenti; 683
3. per quanto concerne le alternative (localizzative, dimensionali, tecnologiche) si segnala la totale assenza di tale tematica nello S.I.A., compresa l'analisi della cosiddetta alternativa zero (non intervento), sia in relazione alla realizzazione dell'impianto off-shore che per quanto concerne le opere di connessione alla R.T.N. In particolare: 688

3.1 per quanto riguarda la parte off-shore le uniche alternative prospettate, peraltro in modo piuttosto generico, sono relative alla tipologia di ancoraggio delle fondazioni flottanti al fondale, e quelle relative alle modalità di posa in opera del cavidotto sottomarino; alcuni cenni estremante sintetici e comunque non esaustivi, sono riportati nell'elaborato C0421YR02RELSNT00a – Sintesi non tecnica, da cui si desume anche che la Proponente, rispetto all'areale individuato in fase di scoping per la richiesta di concessione demaniale, ha traslato verso sud-ovest la localizzazione del parco eolico al fine di «[… garantire la sicurezza e la stabilità dei sistemi di ormeggio ed ancoraggio in relazione a criticità localmente riscontrate sui fondali marini» e «garantire l'accesso alle migliori condizioni di vento disponibili nell'area in modo da massimizzare lo sfruttamento delle aree a parità di ingombro complessivo»; 688

3.2 in merito alla parte on-shore, gli unici elementi sono riportati, peraltro in modo estremamente sommario e non adeguatamente circostanziato, nella Sintesi non tecnica, dove, in particolare per la realizzazione dell'elettrodotto a 380 kV si evidenzia unicamente che «[…] il nuovo elettrodotto a 380 kV sarà in grado di trasportare una potenza elettrica maggiore, sfruttando il medesimo corridoio infrastrutturale senza aumentare significativamente lo sfruttamento del suolo». Si rileva che l'analisi degli elaborati cartografici consente di evidenziare solo che, per

quanto il corridoio infrastrutturale sia lo stesso, in alcuni tratti i due tracciati (n.d.r. quello dell'esistente linea a 220 kV da dismettere, e quello della realizzanda linea a 380 kV) si discostano in maniera significativa, senza descrivere/motivare tale scelta. 700

4. si segnala altresì, che la Scrivente Direzione Generale già in fase di scoping aveva rilevato l'esigenza di un esame approfondito delle alternative, nonché la necessità che dette alternative (compresa la cosiddetta alternativa zero) venissero comparate attraverso un'analisi costi – benefici, che valutasse non solo gli aspetti finanziari ma anche le esternalità di carattere economico – sociale con particolare riferimento alle ripercussioni sul comparto della pesca e sulle rotte della navigazione. Tale richiesta non è stata riscontrata, nonostante sia evidente il fatto che l'impianto ha un altissimo livello di concentrazione e un elevato impatto locale.... 708

4.1 in relazione alle metodologie di esecuzione dell'analisi costi-benefici, si cita l'Allegato III Regolamento di Esecuzione (UE) 2015/207 della Commissione, G.U.E. L38 del 13.2.2015; Guida all'analisi costi-benefici dei progetti d'investimento, Strumento di valutazione economica per la politica di coesione 2014-2020; 708
4.2 in merito agli impatti ambientali a livello locale: 708
4.2.1 per l'impatto sull'uso del suolo e sui servizi ecosistemici, costituisce un valido riferimento «Mappatura e valutazione dell'impatto del consumo di suolo sui servizi ecosistemici: proposte metodologiche per il Rapporto sul consumo di suolo» (I.S.P.R.A. 2018);....708
4.2.2 l'impatto visivo potrà essere stimato con il costo della disponibilità a pagare; 708
4.2.3 in relazione alle misure di compensazione, vanno definite in relazione agli impatti non mitigabili, e commisurate al 3% dei proventi, compresi gli incentivi di legge, ai sensi dell'Allegato 4 del DM 10 settembre 2010 708

5. in relazione al dimensionamento dell'impianto e alle stime di producibilità svolte, si segnala che le valutazioni effettuate si basano su modelli matematici e non su rilievi anemologici sito specifici. 709
6. con riguardo ai dati ondametrici utilizzati, che stanno alla base del dimensionamento dei sistemi di fondazione flottanti e dei relativi ancoraggi, si segnala che il documento C0421UR08RELMET00a – Relazione meteomarina, evidenzia l'utilizzo di dati modellizzati, basati su quelli rilevati dalla boa ondametrica di Alghero, situata a 170 km di distanza dal sito d'intervento. Anche in questo caso si ritiene fondamentale, come peraltro già rilevato in fase di scoping, l'installazione di una boa ondametrica in situ, al fine di meglio caratterizzare il paraggio interessato dall'intervento proposto per un intervallo temporale statisticamente significativo, e procedere con un adeguato dimensionamento dei sistemi di ancoraggio, da cui discende una adeguata valutazione degli impatti sul fondale marino; 712
7. con riferimento al cavidotto marino di connessione (elettrodotto On.E.C.) si evidenzia che, di fatto, non è stata effettuata una scelta progettuale definita e univoca per la sua posa in opera, anche se la Proponente sembrerebbe propendere per lo scavo di trincea e successivo reinterramento; di conseguenza non risulta possibile effettuare una valutazione adeguata degli impatti e definire idonee misure di mitigazione e/o compensazione. Infatti la Proponente afferma che:.... 716

7.1 «[…] il 96% del tracciato Of.E.C. esterno alla perimetrazione S.I.N. è compatibile con l'interramento; 716
7.2 l'attrezzatura di posa più adatta è il trencher meccanico eventualmente in combinazione con un jet trencher per aumentare la velocita di scavo; 716
7.3 più del 75% del tracciato è idoneo all'utilizzo di uno scava trincee a trascinamento; 716
7.4 nelle aree in cui sono previsti/presenti habitat a coralligeno o altre biocenosi sensibili potrebbero essere necessari strumenti ROV di piccole dimensioni con dispositivi di mitigazione della torbidità al fine di preservarne le caratteristiche;....716
7.5 l'interramento non è applicabile su una ristretta porzione di cavo (circa 220 m) corrispondente all'attraversamento di una infrastruttura di terze parti». 716
7.6 Si conclude quindi che «[…] la strategia di posa più idonea sarà confermata o ulteriormente ottimizzata una volta disponibili informazioni di dettaglio sulla mobilità dei sedimenti e in generale a valle della campagna di caratterizzazione geotecnica definitiva» e che «Qualora le caratteristiche geotecniche o morfologiche del fondale o la presenza di altre infrastrutture sommerse (es. cavi marini, condotte sottomarine, etc.), non permettessero la realizzazione della trincea, la protezione del cavo potrebbe essere effettuata attraverso la copertura del cavo con massi naturali (rockdumping), materassi in calcestruzzo o elementi tubolari modulari (es. conchiglie in ghisa)»;....716

8. in relazione all'area individuata per la realizzazione della sottostazione a terra in comune di Portoscuso, che la Proponente dichiara, nel documento denominato C0421GR28PIAPAR00a – Piano particellare, essere «[…] sgombra da vincoli e da restrizioni», si evidenzia che le aree (superficie complessiva di 2,7 ha) sono attualmente nella disponibilità di due aziende private (Alcoa:3.270 m² e SiderAlloys Italia S.p.A.: 17.666 m²), e di un Ente pubblico economico ai sensi dell'art. 36, c. 4, della L. 317/1991 (Consorzio Industriale

Sulcis Iglesiente: 5.964 m²). È, pertanto, necessario che la Proponente verifichi la reale fattibilità di quanto prospettato in relazione ad altre iniziative in corso nella medesima area industriale; 720
9. in relazione alle aree individuate per la realizzazione della nuova stazione a 380 kV di Villasor, si segnala che su tali aree è in fase di valutazione di impatto ambientale, di competenza del M.A.S.E., un impianto fotovoltaico (ID: 9278 - Progetto per la costruzione e l'esercizio di un Impianto Fotovoltaico a terra avente Potenza Nominale 99,9908 MWp e delle relative opere di connessione alla R.T.N., da realizzarsi in località "Saltu Bia Montis", Comune di Villasor (SU)). Inoltre, alcune particelle risultano demaniali, e quindi non espropriabili; 722
10. per quanto riguarda l'elettrodotto e le opere di connessione alla R.T.N. si osserva che la dismissione della linea 220 kV Portoscuso – Villasor esistente non è affrontata da un punto di viste tecnico progettuale, né della valutazione degli impatti; 724
11. in relazione alle interferenze delle opere a terra con le infrastrutture a rete si segnala quanto segue: 727
    11.1 come rilevato dal Consorzio di Bonifica della Sardegna Meridionale, con nota prot. n. 8416 del 20.06.2023 (prot. D.G.A. n. 18764 di pari data) le opere di connessione alla R.T.N. interferiscono con numerose infrastrutture gestite dallo stesso Consorzio, quali «[…] opere pubbliche di irrigazione della rete tubata, reti di dreno e scolo, frangivento […]», criticità non analizzata nella documentazione esaminata, né in relazione alle modalità tecniche di risoluzione dell'interferenza, né in relazione alla valutazione dei potenziali impatti; è, altresì, necessario a tal proposito che la Proponente, oltre a integrare lo S.I.A., produca una tavola elaborata a una scala idonea. Si evidenzia che lo stesso Consorzio ha trasmesso alla Scrivente un file .kmz con tutte le interferenze sopra citate; 727
    11.2 lo stesso può rilevarsi per quanto concerne le interferenze con le infrastrutture appartenenti al Sistema Idrico Multisettoriale Regionale (S.I.M.R) gestite dall'Ente Acque della Sardegna (En. A.S.) che, con nota prot. n. 8965 del 21.06.2023 (prot. D.G.A. n. 18834 di pari data), ha evidenziato l'interferenza con il Canale Ripartitore Sud-Ovest (1. tronco) (Codice SIMR 7B. C4) in CAP DN2000. In particolare si segnala la possibile interferenza tra l'opera S.I.M.R. con il traliccio n. 110 dell'elettrodotto aereo 380 kV ST di connessione alla Stazione Villasor 380; 727
12. in relazione alla gestione delle terre e rocce da scavo, con riferimento alla parte on-shore di opere in progetto, si ritiene che il documento, denominato C0421YR12GESTRS00a – Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti, non presenti i contenuti minimi previsti dalla normativa vigente (D.P.R. 120/2017). In particolare risultano sottostimati, ad avviso della Scrivente, i quantitativi di materiali prodotti, in ragione soprattutto della scarsa definizione delle azioni di progetto. Inoltre, con riferimento alla parte di opere ricadenti all'interno del S.I.N. Sulcis – Iglesiente – Guspinese, è necessario effettuare un approfondimento specifico, anche in relazione a quanto rilevato in relazione agli aspetti di natura programmatica. 729

Aspetti di natura ambientale e analisi dei potenziali impatti 731

1. le opere non ricadono all'interno dei confini di alcuna area appartenente alla Rete Natura 2000 della Sardegna, né ad altre aree naturali protette ai sensi delle: L. 394/91, L.R. 31/89, L.R. 23/98, Important Bird and Biodiversity Area (I.B.A.), si evidenzia però che l'area interessata dalla realizzazione del parco ricade parzialmente, per la sua porzione al di fuori delle acque territoriali, all'interno della Zona di Protezione Ecologica (Z.P.E.) definita con D.P.R. 209/2011 istituita per: 731
    1.1 prevenzione e repressione di tutti i tipi di inquinamento marino da navi, comprese le piattaforme off-shore, l'inquinamento biologico conseguente a discarica di acque di zavorra, ove non consentito, l'inquinamento da incenerimento dei rifiuti, da attività di esplorazione, sfruttamento dei fondali marini e l'inquinamento di tipo atmosferico, anche nei confronti delle navi battenti bandiera straniera e delle persone di nazionalità straniera; 731
    1.2 protezione della biodiversità e degli ecosistemi marini, in particolare con riferimento alla protezione dei mammiferi marini; 731
    1.3 protezione del patrimonio culturale rinvenuto nei suoi fondali. 731
3. con riferimento alla componente fauna non è stato possibile effettuare una analisi completa della documentazione relativa allo stato di fatto della componente e all'analisi dei potenziali impatti, in virtù di quanto si è già rilevato nella citata nota prot. D.G.A. n. 25593 del 17.07.2023 (n.d.r. impossibilità di consultare gli elaborati C0421YR25IMPAVI00a – Relazione di Monitoraggio, Inquadramento Tecnico e Valutazione Degli Impatti sull'avifauna, C0421YR21ACUMAR00a – Relazione Tecnica Valutazione Impatto Acustico Marino, C0421YR23EMFMAR00a – Relazione Tecnica Valutazione Impatto Elettromagnetico sulla Fauna Marina, C0421SR14RELFON00a - Relazione Tecnica – Dimensionamento della Fondazione

Galleggiante, C0421ER16RELELE00d - Relazione Elettrica, C0421SR15RELORM00a – Relazione Tecnica – Dimensionamento delle Strutture di Ancoraggio e Ormeggio), in merito alla mancata pubblicazione integrale di documenti per ragioni di presunto “segreto industriale”, che non si condividono. Tuttavia, sulla base di dati e informazioni in possesso di questa Direzione Generale, si evidenzia che: 734

3.1 in relazione alla Cetofauna, è emersa la presenza, nel tratto di mare interessato dall’opera in esame, dei cetacei Tursiope (Tursiops truncatus), Stenella striata (Stenella coeruleoalba), Grampo (Grampus griseus), Delfino comune (Delphinus delphis). Lo Studio per la Valutazione di Incidenza presentato dalla Proponente ha inoltre evidenziato la possibile presenza anche delle seguenti altre specie: Balenottera comune (Balaenoptera physalus), Capodoglio (Physeter macrocephalus), Zifio (Ziphius cavirostris), Globicefalo (Globicephala melas). Si osserva che il Tursiope risulta specie di importanza comunitaria (elencata nell'allegato II della Direttiva Habitat) mentre il Delfino comune, la Balenottera comune, il Capodoglio e il Globicefalo, sono considerate specie "Endangered" (in pericolo) nella lista rossa IUCN, dove invece lo Zifio risulta Vulnerabile. Si evidenzia che i cetacei sono tra le specie marine più sensibili ai possibili impatti causati dalla presenza di impianti eolici offshore, che possono generare su essi: 734

3.2 i Piani di Gestione dei Siti Natura 2000 prospicienti l’opera in esame indicano inoltre la presenza, sulle coste e nelle aree marine ad esse limitrofe, delle seguenti altre specie faunistiche di importanza comunitaria (elencate nell’allegato II della Direttiva Habitat o nell’allegato I della Direttiva Uccelli) potenzialmente sensibili agli impatti prodotti dall’eolico offshore in esame, in quanto specie migratorie o stanziali ma che presentano anche una componente migratoria: 741

3.3 le conclusioni dello Studio per la Valutazione di Incidenza Ambientale, effettuato dalla Proponente, evidenzia che l’opera in esame, in relazione a possibili impatti sull’avifauna, determina per la maggior parte dei siti Natura 2000 un’incidenza nulla o trascurabile, al più bassa. Ciò è evidentemente in contrasto con quanto riportato nello studio ISPRA “Mappe di sensibilità dell’avifauna per l’eolico offshore” (ISPRA, 2021), da cui risulta che le aree marine corrispondenti alla classe di sensibilità estremamente alta, per lo più sono ubicate lungo le due principali direttrici di migrazione (flyway) che interessano l’Italia. Una di queste passa attraverso la Toscana, la Corsica e la Sardegna, con un orientamento vicino all’asse N-S. In corrispondenza di Corsica e Sardegna le rotte di volo corrono parallele alla costa; inoltre tra la Sardegna e il nord Africa il flusso migratorio è molto intenso. Secondo detto studio il progetto in esame risulta pertanto ricadere in un’area con sensibilità alta/estremamente alta per le specie avifaunistiche sensibili agli impatti con l’eolico offshore; 745

3.4 alla luce delle considerazioni sopra esposte che vedono l'area interessata dall'impianto eolico offshore in progetto: 747

4. per quanto riguarda la componente vegetazione, flora e uso del suolo, si evidenzia che gli studi ambientali elaborati non sono stati redatti secondo le linee guida SNPA 28/2020 ed in tal senso devono essere adeguati. In particolare si ritiene necessario che le analisi climatiche siano riviste nella forma e nella sostanza basandosi su medie per lo meno di 30 anni e citando le fonti in modo corretto. 754

4. Inoltre si ritiene necessario produrre i seguenti studi: 903

4.1 relazione e cartografia dell’Uso del suolo in scala 1: 10.000 aggiornata (non si ritiene infatti sufficiente la Carta dell’Uso del suolo della Regione Sardegna dell’anno 2008, che ha un dettaglio di rappresentazione nella scala di 1: 25.000), mettendo in evidenza le più importanti variazioni dal 2008 ad oggi per valutare le complementarità di altri interventi; 903

4.2 relazione e Carta della vegetazione in scala 1: 10.000 su base fisionomico strutturale e tipologico; 903

4.3 relazione e Carta degli habitat in scala 1: 10.000; 903

4.4 relazione e Carta dei suoli 1: 25.000 come area vasta, con un dettaglio di 1: 10.000 delle aree direttamente interessate dai lavori ed in particolare di quelle relative alla posa in opera dei tralicci e delle stazioni/sottostazioni elettriche; 903

4.5 relazione agronomica sulle aree interessate dalle attività con la quantificazione delle sottrazioni di suolo per l’attività agricola anche con le opportune valutazioni economiche; 904

5. per quanto riguarda le componenti suolo e sottosuolo, in relazione alla parte off-shore: 925

5.1 lo studio del fondale sottomarino curato dal C.N.R. – CoNISma mette bene in evidenza gli aspetti potenzialmente soggetti a danneggiamento da parte della posa in opera del cavidotto interrato e riguardano soprattutto l’ambiente delle praterie di Posidonia e la biocenosi del coralligeno, suggerendo diverse alternative riguardo la posa del cavidotto, ma senza arrivare a una puntuale definizione della tecnica di posa in opera, in funzione della caratterizzazione ambientale delle aree interessate. Infatti dai documenti progettuali si evince che verranno adoperate particolari cautele nella posa in opera del cavo solo all’interno dell’area SIN (n.d.r. che si estende fino a 3 km dalla linea di costa), anche se dalla cartografia fornita dal C.N.R. – CoNISma sembrerebbe che gli ambienti sensibili come le praterie di Posidonia e la biocenosi del coralligeno si estendano oltre i 3 km. Di conseguenza non è chiaro quali siano le tecniche da adottare per la posa in opera del cavidotto per limitare al massimo gli effetti negativi su tali ambienti esterni al SIN e se siano previsti interventi di compensazione. Nei documenti prodotti infine non è chiaramente riportato inoltre se l’effettivo posizionamento del cavidotto

sottomarino è scaturito dalle proposte formulate dal C.N.R. – CoNISma per minimizzare degli impatti sulle biocenosi. Si ritiene quindi necessario: 925

5.1.1 indicare le modalità di posa in opera del cavidotto sottomarino in tutte le aree contrassegnate dalla presenza di posidonia e/o biocenosi del coralligeno e di quantificare gli interventi di mitigazione previsti nei vari tratti di intervento considerando i dati attualmente a disposizione;....925

5.2 per quanto riguarda gli ancoraggi delle turbine e delle stazioni elettriche flottanti, il sito dove insiste il parco eolico ricade all'interno della piattaforma sottomarina sulcitana, a profondità comprese tra 350 e 700 m e a circa 35 km di distanza dalla linea di costa. Dalla Sintesi Non Tecnica (n.d.r. e non dallo S.I.A.) risulta che nella prima fase della progettazione è stato ipotizzato un sito alternativo, poi scartato in relazione a criticità localmente riscontrate sui fondali marini e per garantire l'accesso alle migliori condizioni di vento disponibili nell'area. A completamento dei dati disponibili, derivanti da studi e indagini pregresse, la Proponente afferma di avere eseguito una campagna oceanografica tramite la società Fugro Italy S.p.A. che ha effettuato una campagna di indagini dirette costituite da carotaggi continui in mare aperto; la campagna, eseguita a partire dal 13.10.2021 fino al 07.01.2022, ha consentito di collezionare dei campioni dalle carote prelevate dai carotaggi previsti nel blocco di indagini geotecniche ed archeologico/ambientali (nel seguito indicato come WP3 – Work Package 3). Per quanto i dati acquisiti dal punto di vista geologico-geofisico siano da ritenersi sufficienti per l'elaborazione del progetto definitivo, si ritiene necessario che la documentazione sia integrata in relazione ai seguenti aspetti: […] 929

6. per quanto riguarda le interferenze delle opere in progetto con il sistema della mobilità e dei trasporti si evidenzia che, come rilevato dal Servizio per le infrastrutture, la pianificazione strategica e gli investimenti nei trasporti, con nota prot. n. 13693 del 31.07.2023 (prot. D.G.A. n. 23081 del 01.08.2023), nello S.I.A, non è presente una analisi degli impatti delle opere in progetto con tale componente, che si reputa invece necessario introdurre, viste le consistenti interferenze relative sia alla fase di cantiere che di esercizio delle opere previste. In particolare, visto quanto dichiarato dalla Proponente nello S.I.A. in merito al fatto che, in relazione agli aspetti connessi alla sicurezza della navigazione, e al fatto che «Caratterizzato lo stato esistente del traffico marittimo è stato possibile prevedere eventuali spostamenti di rotte che attraversano l'area individuata per la realizzazione del parco eolico», si deve sottolineare che lo stesso Servizio non ritiene condivisibile lo spostamento di rotte per la realizzazione del parco eolico. Inoltre si rileva che, tra gli elaborati non disponibili per la consultazione, di cui si è riferito nella citata nota prot. n. 25593 del 17 luglio u.s., vi è quello denominato C0421LR20IMPNAV00a - RELAZIONE TECNICA VALUTAZIONE RISCHI DELLA NAVIGAZIONE, rendendo di fatto impossibile una valutazione adeguata dei relativi impatti. 944
7. per quanto concerne il fattore ambientale campi elettromagnetici, nel sottolineare che nessuna considerazione può essere effettuata, stante l'impossibilità di consultare l'elaborato C0421YR24EMFTER00a - RELAZIONE TECNICA EMISSIONI ELETTROMAGNETICHE A TERRA, (n.d.r. tra gli elaborati menzionati nella nota prot. D.G.A. 25593 del 17.07.2023) si sottolinea che tale elaborato risulta fondamentale anche al fine di valutare gli impatti sulla salute pubblica. In definitiva, ribadito il fatto che al fine di poter formulare un parere compiuto sull'intervento in questione, è necessario che codesto Ministero riscontri quanto rilevato da questa Direzione Generale con nota prot. n. 25593 del 17.07.2023, e che renda quindi disponibile integralmente la documentazione trasmessa dalla Proponente, per le analisi finora svolte, emergono criticità per l'intervento in esame non mitigabili né compensabili. 946

RICHIESTE DI INTEGRAZIONE REGIONE AUTONOMA SARDEGNA – ASSESSORATO DEGLI ENTI LOCALI, FINANZE E URBANISTICA 947

1. […] Il progetto, come proposto, prevede considerevoli opere sia a mare che a terra..... 947
2. […] Per quanto attiene alle opere a terra, escludendo le stazioni e sottostazioni di trasformazione di cui si parlerà più approfonditamente successivamente, si rileva che si tratta di una linea elettrica ad altissima tensione (380 kV) di circa 56 km. 966

RICHIESTE DI INTEGRAZIONE ISPRA 969

1.5 Caratterizzazione chimico fisica, ecotossicologica e microbiologica dei sedimenti marini..... 969

[…] Nel documento RAPPORTO DI MONITORAGGIO E CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DELL'AREA MARINA COSTIERA E OFFSHORE sono riportati i risultati delle analisi chimiche effettuate sui campioni di sedimento in formato tabellare; non viene effettuato alcun confronto con valori limiti normativi (SQA del D.Lgs. 172/2015, Livelli chimici di riferimento del D.M. 173/2016). I parametri e gli analiti considerati coincidono con quelli richiesti dall'Allegato B/2 del D.M. 24/01/1996, ad eccezione dei pesticidi organo-clorurati, che risultano mancanti. Le

analisi sono state condotte da un ente pubblico di ricerca (CNR-IAS) mediante metodi standardizzati. I rapporti di prova sono allegati alla documentazione. 969

In generale, si ritiene necessario che la relazione per la movimentazione del fondale marino per l'attività di posa di cavi e condotte sottomarine, ai sensi dei commi 5 e 5 bis dell'art. 109, sia "autoportante" e riporti nel dettaglio le risultanze delle indagini condotte dal proponente conformemente a quanto previsto dal D.M. del 24/01/1996. Nel caso in esame, le informazioni richieste dal D.M. del 24/01/1996 sono risultate parcellizzate in numerosi documenti, talvolta prive degli opportuni rimandi rendendo difficoltosa l'analisi e la valutazione della documentazione. 973

2.1 Finalità dell'opera e dei lavori e Tipologia del settore di intervento 974
2.2 Modalità di esecuzione dei lavori di escavo e modalità di realizzazione dell'opera 975
2.2 Modalità di esecuzione dei lavori di escavo e modalità di realizzazione dell'opera 976
2.2 Modalità di esecuzione dei lavori di escavo e modalità di realizzazione dell'opera 977
2.2 Modalità di esecuzione dei lavori di escavo e modalità di realizzazione dell'opera 979
2.2 Modalità di esecuzione dei lavori di escavo e modalità di realizzazione dell'opera 980
2.3 Caratterizzazione delle comunità fito-zoobentoniche presenti nell'area di intervento 981
2.3 Caratterizzazione delle comunità fito-zoobentoniche presenti nell'area di intervento 981
2.3 Caratterizzazione delle comunità fito-zoobentoniche presenti nell'area di intervento 982
2.4 Caratterizzazione chimico fisica, ecotossicologica e microbiologica dei sedimenti marini 983
2.4 Caratterizzazione chimico fisica, ecotossicologica e microbiologica dei sedimenti marini 988
2.5 Piano di Monitoraggio Ambientale 989

RICHIESTE DI INTEGRAZIONE COMUNE DI CARLOFORTE 990

[…] nelle fasi relative allo screening sono state presentate dal Comune di Carloforte le seguenti osservazioni: .. 990

RICHIESTE DI INTEGRAZIONE ITALIA NOSTRA 995

E) Presenza di aree protette 995
F) Compatibilità dell'impianto con l'attività di pesca 999

RIFERIMENTI 1004

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Schema concettuale della configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo. 47
Figura 2 – Schema concettuale della configurazione con elettrodotto aereo. 48
Figura 3 – Opere in progetto – Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo. 49
Figura 4 – Opere in progetto – Configurazione con elettrodotto aereo. 50
Figura 5 – Gittata massima: andamento al variare dell'angolo di distacco. 120
Figura 6 – Gittata massima: schema. 121
Figura 7 – Confronto tra fondazione ed oggetti galleggianti. 121
Figura 8 – Ipotesi di procedura in caso di incendio. 130
Figura 9 – Ipotesi di procedura in caso di uomo a mare (MOB). 131
Figura 10 – Ipotesi di procedura in caso di incidente ad operatore subacqueo (OTS). 132
Figura 11 – Ipotesi di procedura in caso di spillamento di oli per la parte onshore. 133
Figura 12 – Ipotesi di procedura in caso di spillamento di oli per la parte offshore. 134
Figura 13 – Ipotesi di procedura in caso di collisione con imbarcazione. 135
Figura 14 – Descrizione schematica dell'osservato (a) riscaldamento e (b) raffreddamento all'altezza del mozzo sottovento di grandi parchi eolici offshore. 168
Figura 15 – Concentrazione di scie nebbiose presso il parco eolico Horns Rev 1. 169
Figura 16 – Dissipazione di nebbia nell'impianto eolico offshore Horns Rev 2. 170
Figura 17 – Schema di calcolo del Net Radiation Index. 172
Figura 18 – Istogramma delle classi di stabilità secondo Pasquill per il sito offshore di progetto. 173
Figura 19 – Istogramma delle classi di stabilità secondo Pasquill per il sito offshore di progetto. 173
Figura 20 – Distribuzione della differenza tra le condizioni dell'aria e il punto di rugiada nel sito di progetto. 174
Figura 21 – Rosa delle onde del sito Ichnusa Wind Power. 177
Figura 22 – Periodo di picco vs altezza d'onda significativa per il sito Ichnusa Wind Power. 177
Figura 23 – Rosa delle onde del sito 7Seas Med. 178
Figura 24 – Periodo di picco vs altezza d'onda significativa per il sito Ichnusa Wind Power. 178
Figura 25 – Esempio della distribuzione dell'altezza d'onda significativa per il dominio di calcolo (sx) e nell'intorno della singola struttura (dx). 179
Figura 26 – Differenze di altezza d'onda significativa tra stato attuale e configurazione di progetto, per differenti quadranti. 179
Figura 27 – Esempi di strutture marittime soggette a intensa corrosione marina. 181
Figura 28 – Zone di corrosione esterna di una turbina eolica offshore galleggiante. 182
Figura 29 – Sistema anodico sacrificale 183
Figura 30 – Sistema di protezione catodica a corrente impressa in acqua di mare 183
Figura 31 – Sistemi di protezione catodica GACP. 183
Figura 32 – Esempi di slitta anodiche per sistemi di protezione a corrente impressa. 184
Figura 33 – Stratigrafia tipica di un coating protettivo. 184
Figura 34 – Una fondazione galleggiante Tetraspar con applicazione del coating protettivo. 185
Figura 35 – Suddivisione in percentuale del lavoro in Full-Time Equivalent per le diverse figure professionali in ogni fase di progetto. 248
Figura 36 – Tempo di lavoro in FTE per ogni fase di progetto e suddivisione per figure professionali. 249
Figura 37 – Schema concettuale per il calcolop dell'occupazione dello specchio acqueo occupato dagli aerogeneratori. 251
Figura 38 – Schema concettuale per il calcolo dell'occupazione di volume lordo della colonna d'acqua. 252
Figura 39 – Zone di restrizione della pesca del Mediterraneo. 257
Figura 40 – Distribuzione dei coralli viventi di acqua fredda (*M. oculata* e *L. pertusa*) nel Mediterraneo. 258
Figura 41 – Distribuzione dei giardini di corallo nero e presenza al di sotto dei 200 m nelle acque profonde del Mediterraneo (*A. dichotoma, L. glaberrima, A. subpinnata* e *P. larix*). 258
Figura 42 – Distribuzione del corallo bamboo *Isidella elongata* in Mediterraneo. 259
Figura 43 – Distribuzione dei transetti della campagna geofisica e delle coordinate bibliografiche all'interno e all'esterno di un buffer di 5 km intorno all'elettrodotto marino. 260
Figura 44 – Distribuzione dei transetti della campagna geofisica e delle coordinate bibliografiche all'interno e all'esterno di un buffer di 5 km intorno all'area del parco eolico offshore. 261
Figura 45 – Aggregazione molto densa di Corallo rosso (*Corallium rubrum)* su una roccia inclinata ricoperta di alghe coralline crostose (CCA) a Punta delle Oche (85 m di profondità). 262
Figura 46 – Percentuale di colonie di Corallo rosso vive (rosse) e morte (grigie). 262
Figura 47 – Composizione delle comunità per i differenti siti indagati. 264
Figura 48 – Colonie verticali presso l'Isola di San Pietro. 265
Figura 49 – Abbondanza delle specie bersaglio nei siti interessati dall'analisi. 266
Figura 50 – Composizione in percentuale delle specie nei 5 siti indagati. 267
Figura 51 – Associazione dei coralli. 268
Figura 52 – *Isidella elongata* lungo il transetto SC21S_08_T04. 276

Figura 53 – *Funiculina quadrangularis* lungo il transetto SC21S_T07_T01. 277
Figura 54 – *Ellisella flagellum* lungo il transetto SC2S_05_T01....277
Figura 55 – *Callogorgia verticillata* lungo il transetto SC2S_05_T01....277
Figura 56 – *Pennatula sp.* (*Pennatula rubra* o *Pennatula phosphorea*)....277
Figura 57 – *Antipathes dichotoma, Callogorgia verticillata* e *Paramuricea hirsuta* lungo il transetto SC21E_04_T11A....278
Figura 58 – *P. larix, A. dichotoma* e *Phakellia sp.* lungo il transetto SC21E_041_T09. 278
Figura 59 – *A. dichotoma* lungo il transetto SC21E_041_T09. 278
Figura 60 – Attraversamento di specie esotiche tra l'ecosistema A e l'ecosistema B mediante l'azione umana. 280
Figura 61 – Numero di specie non indigene entro dicembre 2020. 282
Figura 62 – Numero di specie introdotte in Italia a partire dal 1900 e tasso medio annuo di nuove introduzioni, calcolati su 712 specie stabilizzate con data di introduzione certa. 282
Figura 63 – Numero cumulato di specie alloctone introdotte in Italia a partire dal 1900, calcolato su 712 specie stabilizzate per le quali è conosciuta la data di introduzione. 283
Figura 64 – Mappatura degli avvistamenti di specie alloctone nel Mar Mediterraneo....285
Figura 65 – Specie ittiche alloctone in Mediterraneo: in blu quelle provenienti dallo Stretto di Gibilterra, in giallo quelle introdotte in seguito alle attività umane (acquacoltura, acquari, navi) e in rosso le specie lessepsiane provenienti dal Canale di Suez. 286
Figura 66 – Possibili attività antropiche responsabili dell'espansione globale delle specie non indigene. 287
Figura 67 – Schematizzazione del "Meccanismo trampolino di lancio" in presenza di strutture antropiche offshore. 288
Figura 68 – Scarico di acque di zavorra in prossimità di un impianto eolico offshore....289
Figura 69 – Esempio di rischio di sviluppo di specie alloctone su una struttura offshore in porto. 290
Figura 70 – Aree nursery per alcune specie demersali prioritarie secondo il progetto MEDISEH (compresi nasello, gambero rosso, triglia di fango e triglia di scoglio). 297
Figura 71 – Aree spawning per alcune specie demersali prioritarie secondo il progetto MEDISEH (compresi nasello, gambero rosso, gambero viola, gambero rosa, triglia di fango e triglia di scoglio). 297
Figura 72 – Esemplare di *Mullus barbatus* (Triglia di fango)....298
Figura 73 – Aree di spawning della triglia di fango con indicazione della persistenza. 298
Figura 74 – Esemplare di *Aristaeomorpha foliacea* (Gambero rosso)....299
Figura 75 – Aree di nursery del gambero rosso con indicazione della persistenza. 299
Figura 76 – Aree di spawning del gambero rosso con indicazione della persistenza. 300
Figura 77 – Esemplare di *Merluccius merluccius* (Nasello) 301
Figura 78 – Aree di nursery del nasello con indicazione della persistenza. 301
Figura 79 – Aree di spawning del nasello con indicazione della persistenza. 302
Figura 80 – Esemplare di *Parapenus longirostris* (Gambero rosa o bianco)....303
Figura 81 – Aree di nursery del gambero rosa con indicazione della persistenza. 303
Figura 82 – Aree di spawning del gambero rosa con indicazione della persistenza. 304
Figura 83 – Esemplare di *Galeus melastomus* (Gattuccio) 304
Figura 84 – Aree di nursery del gattuccio boccanera con indicazione della persistenza. 305
Figura 85 – Aree di spawning del gattuccio boccanera con indicazione della persistenza. 305
Figura 86 – Esemplare di *Eledone cirrhosa* (Moscardino bianco) 306
Figura 87 – Aree di nursery del moscardino bianco con indicazione della persistenza. 307
Figura 88 – Aree di spawning del moscardino bianco con indicazione della persistenza. 307
Figura 89 – Esemplare di *Illex coindetii* (Totano) 308
Figura 90 – Aree di nursery del totano con indicazione della persistenza. 308
Figura 91 – Aree di spawning del totano con indicazione della persistenza. 309
Figura 92 – Esemplare di *Pagellus erythrinus* (Pagello) 309
Figura 93 – Aree di nursery del pagello con indicazione della persistenza. 310
Figura 94 – Aree di spawning del pagello con indicazione della persistenza. 310
Figura 95 – Esemplare di *Raja clavata* (Razza)....311
Figura 96 – Aree di nursery della razza con indicazione della persistenza. 311
Figura 97 – Aree di spawning della razza con indicazione della persistenza. 312
Figura 98 – Esemplare di *Nephrops norvegicus* (Scampo) 312
Figura 99 – Aree di nursery dello scampo con indicazione della persistenza. 313
Figura 100 – Aree di spawning dello scampo con indicazione della persistenza. 313
Figura 101 – Esemplare di *Mullus surmuletus* (Triglia di Scoglio) 314
Figura 102 – Aree di spawning della triglia di scoglio con indicazione della persistenza. 314
Figura 103 – Esemplare di *Aristeus antennatus* (Gambero viola) 315
Figura 104 – Aree di spawning del gambero viola con indicazione della persistenza. 315
Figura 105 – Processo di piling, fasi caratteristiche. 320
Figura 106 – Emissione sonora e vibrazionale determinata durante la battitura dei pali. 321
Figura 107 – a) Fondazione Tripile b) Distribuzione dell'energia d'impatto con la profondità di penetrazione. 322
Figura 108 – Posizioni di misura dei geofoni triassiali rispetto al palo. 322
Figura 109 – Forme d'onda della velocità di vibrazione sul fondale marino alle distanze di 10 m, 26.5 m, 46.2 m e 65.9 m dal palo alla profondità di penetrazione di 18.5 m. 323

Figura 110 – Aree nursery per alcune specie demersali prioritarie secondo il progetto MEDISEH (compresi nasello, gambero rosso, triglia di fango e triglia di scoglio). 331
Figura 111 – Aree spawning per alcune specie demersali prioritarie secondo il progetto MEDISEH (compresi nasello, gambero rosso, gambero viola, gambero rosa, triglia di fango e triglia di scoglio). 332
Figura 112 – Esemplare di *Mullus barbatus* (Triglia di fango) 332
Figura 113 – Aree di spawning della triglia di fango con indicazione della persistenza. 333
Figura 114 – Esemplare di *Aristaeomorpha foliacea* (Gambero rosso) 333
Figura 115 – Aree di nursery del gambero rosso con indicazione della persistenza. 334
Figura 116 – Aree di spawning del gambero rosso con indicazione della persistenza. 334
Figura 117 – Esemplare di *Merluccius merluccius* (Nasello) 336
Figura 118 – Aree di nursery del nasello con indicazione della persistenza. 336
Figura 119 – Aree di spawning del nasello con indicazione della persistenza. 337
Figura 120 – Esemplare di *Parapenus longirostris* (Gambero rosa o bianco) 338
Figura 121 – Aree di nursery del gambero rosa con indicazione della persistenza. 338
Figura 122 – Aree di spawning del gambero rosa con indicazione della persistenza. 339
Figura 123 – Esemplare di *Galeus melastomus* (Gattuccio) 339
Figura 124 – Aree di nursery del gattuccio boccanera con indicazione della persistenza. 340
Figura 125 – Aree di spawning del gattuccio boccanera con indicazione della persistenza. 340
Figura 126 – Esemplare di *Eledone cirrhosa* (Moscardino bianco) 341
Figura 127 – Aree di nursery del moscardino bianco con indicazione della persistenza. 342
Figura 128 – Aree di spawning del moscardino bianco con indicazione della persistenza. 342
Figura 129 – Esemplare di *Illex coindetii* (Totano) 343
Figura 130 – Aree di nursery del totano con indicazione della persistenza. 343
Figura 131 – Aree di spawning del totano con indicazione della persistenza. 344
Figura 132 – Esemplare di *Pagellus erythrinus* (Pagello) 344
Figura 133 – Aree di nursery del pagello con indicazione della persistenza. 345
Figura 134 – Aree di spawning del pagello con indicazione della persistenza. 345
Figura 135 – Esemplare di *Raja clavata* (Razza) 346
Figura 136 – Aree di nursery della razza con indicazione della persistenza. 346
Figura 137 – Aree di spawning della razza con indicazione della persistenza. 347
Figura 138 – Esemplare di *Nephrops norvegicus* (Scampo) 347
Figura 139 – Aree di nursery dello scampo con indicazione della persistenza. 348
Figura 140 – Aree di spawning dello scampo con indicazione della persistenza. 348
Figura 141 – Esemplare di *Mullus surmuletus* (Triglia di Scoglio) 349
Figura 142 – Aree di spawning della triglia di scoglio con indicazione della persistenza. 349
Figura 143 – Esemplare di *Aristeus antennatus* (Gambero viola) 350
Figura 144 – Aree di spawning del gambero viola con indicazione della persistenza. 350
Figura 145 – Modalità di posa e protezione dei cavi proposte per l'installazione dei cavi elettrici di esportazione del progetto. 353
Figura 146 – Localizzazione degli elettrodotti in studio (linee in giallo). 354
Figura 147 – Cartografia nautica CM-93 di C-MAP per la zona di interesse. 355
Figura 148 – Planimetria dei sondaggi a mare eseguiti nel 2022 da ISMEGEO. In verde i campioni a cui si è fatto riferimento. In rosso è indicata l'isobata dei -200 m che indica la suddivisione nelle due zone A e B. 356
Figura 149 – Dominio del modello del Mediterraneo in CMEMS ed esempio di distribuzione delle velocità di corrente superficiale in tutto il bacino. 357
Figura 150 – Esempio di campo della componente mareale O1 dal modello globale DTU10. 358
Figura 151 – Esempio di distribuzione della temperatura dell'aria a 2 m su tutto il dominio di calcolo del 359
Figura 152 – Ubicazione del punto di estrazione da MWM (LON 8.313°E, LAT 39.231°N) i cui dati dal 2014 al 2023 sono stati utilizzati per l'analisi statistica delle onde al largo. 360
Figura 153 – Serie storica di 10 anni (2014-2023) di altezze d'onda estratte nel punto selezionato (LON 8.313°E, LAT 39.231°N) dal database MWM per il periodo 2014-2023. 361
Figura 154 – Rosa delle onde risultante dall'analisi dei dati d'onda estratti nel punto selezionato (LON 8.313°E, LAT 39.231°N) dal database MWM per il periodo 2014-2023. 361
Figura 155 – Distribuzione statistica di Weibull a 2 parametri per il campione di dati relativi alle altezze d'onda estratte nel punto selezionato nel database MWM per il periodo 2014-2023. 362
Figura 156 – Rose di corrente superficiale per gli anni 1987-2021 (a sinistra) e per l'anno 2021 (a destra) nella cella di calcolo del modello CMEMS presa a riferimento. 363
Figura 157 – Rose di corrente a metà colonna per gli anni 1987-2021 (a sinistra) e per l'anno 2021 (a destra) nella cella di calcolo del modello CMEMS presa a riferimento. 363
Figura 158 – Rose di corrente al fondo per gli anni 1987-2021 (a sinistra) e per l'anno 2021 (a destra) nella cella di calcolo del modello CMEMS presa a riferimento. 363
Figura 159 – Profili verticali di velocità media di corrente per gli anni 1987-2021 (in nero) per gli ultimi 10 anni disponibili (2012-2021, in blu) e per l'anno 2021 (in rosso), nella cella di calcolo del modello CMEMS presa a riferimento. 364

Figura 160 – Profili verticali di temperatura media stagionale (Inverno in alto a sinistra, Primavera in alto a destra, Estate in basso a sinistra, Autunno in basso a destra) per gli anni 1987-2021 (in nero), per gli ultimi 10 anni disponibili (2012-2021, in blu) e per l'anno 2021 (in rosso), nella cella di calcolo del modello CMEMS presa a riferimento. 364
Figura 161 – Risoluzione spaziale della mesh di calcolo. In rosso e giallo i cavi marini di esportazione. 366
Figura 162 – Dettaglio della risoluzione spaziale della mesh di calcolo lungo un tratto dei cavi marini di esportazione (linee in rosso e giallo). 366
Figura 163 – Rappresentazione schematica dei processi simulati in MIKE 3 MT. 367
Figura 164 – (in alto) Distribuzione spaziale della media annuale delle massime concentrazioni di sedimento sospeso, in termini totali (somma delle tre frazioni, argilla, limo e sabbia) nello strato di fondo. La curva in bianco indica il limite della fascia con presenza di Prateria di Posidonia. (in basso) Distribuzione verticale della media annuale delle massime concentrazioni di sedimento sospeso, in termini totali (somma delle tre frazioni, argilla, limo e sabbia) lungo il tracciato del cavo. 372
Figura 165 – (in alto) Distribuzione spaziale del tempo di persistenza (in ore), medio su base annuale, di concentrazioni del sedimento sospeso superiori a 10 mg/l nello strato di fondo. La curva in bianco indica il limite della fascia con presenza di Prateria di Posidonia. (in basso) Distribuzione verticale del tempo di persistenza (in ore), medio su base annuale, di concentrazioni del sedimento superiori a 10 mg/l lungo il tracciato del cavo. 373
Figura 166 – Distribuzione spaziale media annuale dei massimi accumuli al fondo di sedimento, in termini totali (somma delle tre frazioni, argilla, limo e sabbia). La curva in bianco indica il limite della fascia con presenza di Prateria di Posidonia. 374
Figura 167 – Rappresentazione delle altezze d'onda significative (curva in rosso) e direzioni medie di propagazione (frecce in blu – il verso è di provenienza) al largo durante la mareggiata studiata. 375
Figura 168 – Mesh di calcolo utilizzata per il modello d'onda. In rosso e in giallo sono rappresentati i due elettrodotti di esportazione. 376
Figura 169 – Dettaglio della mesh di calcolo per il modello d'onda. In rosso e in giallo sono rappresentati i due elettrodotti di esportazione. 376
Figura 170 – Campo di altezza d'onda significativa al picco della mareggiata selezionata (11/12/2021 ore 7:00). In nero sono rappresentati gli elettrodotti. 377
Figura 171 – Mappa delle concentrazioni di sedimento sospeso al fondo al picco della mareggiata. 378
Figura 172 – Suddivisione delle famiglie dei chirotteri in Yango e Yinpterochiroptera. 379
Figura 173 – Nascondigli tipici per la chirotterofauna. 380
Figura 174 – Territori di caccia dei pipistrelli. 380
Figura 175 – Distribuzione e dimensione delle colonie in Sardegna. 381
Figura 176 – Presenza di P. pipistrellus e Hypsugo geneticamente identificati in Sardegna. 381
Figura 177 – Specie di pipistrelli nelle isole minori della Sardegna più prossime all'impianto eolico. 382
Figura 178 – Posizione geografica delle piccole isole della Sardegna. 382
Figura 179 – Comportamenti di volo e habitat utilizzati da quattro specie differenti (*Myotis mystacinus*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Myotis daubentonii*, *Nyctalus noctula*). 383
Figura 180 – Rappresentazione di un possibile corridoio di volo. 383
Figura 181 – Movimenti a lunga distanza documentati di *P. nathusii* in Europa. 385
Figura 182 – Movimenti a lunga distanza documentati di *V. murinus* in Europa. 385
Figura 183 – Movimenti a lunga distanza documentati di *N. leisleri*. 386
Figura 184 – Movimenti a lunga distanza documentati di *N. noctula* in Europa. 386
Figura 185 – Esempio di distribuzione e migrazione della specie *Pipistrellus nathusii*. 386
Figura 186 - Configurazione Elettrodotto ibrido cavo/aereo su perimetrazione "PAI Pericolo geomorfologico". 394
Figura 187 - Configurazione Elettrodotto ibrido cavo/aereo su perimetrazione "PAI Pericolo geomorfologico". 395
Figura 188 - Intersezione elettrodotto aereo DT con aree perimetrate a vincolo geomorfologico dal PUC di Nuraminis. 400
Figura 189 - Intersezione elettrodotto interrato con aree perimetrate a vincolo geomorfologico dal PUC di Carbonia. 401
Figura 190 - Configurazione Elettrodotto aereo su perimetrazione "PAI Pericolo geomorfologico". 403
Figura 191 - Configurazione Elettrodotto aereo su perimetrazione "PAI Pericolo geomorfologico". 404
Figura 192 - Intersezione elettrodotto aereo con aree perimetrate a vincolo geomorfologico dal PUC di Carbonia. 409
Figura 193 – Geomorfologia dei fondali e compatibilità con i vincoli di installazione. 411
Figura 194 – Producibilità annuale in MWh per MW di potenza installata a 150 m s.l.t. (offshore). 413
Figura 195 – Producibilità annuale in MWh per MW di potenza installata a 75 m s.l.t. (onshore). 413
Figura 196 – Vista dell'impianto Enel di Portoscuso. 415
Figura 197 – Tipico di fondazione di una turbina eolica onshore. 415
Figura 198 – Viabilità e piazzole per la costruzione e manutenzione di un impianto eolico onshore. 416
Figura 199 – Mappa delle tracce radar relative alle rotte seguite dagli uccelli per un parco eolico offshore Nysted. 417
Figura 200 – Statistiche cavi AC interrati nelle reti di potenza. 420
Figura 201 – Esempio gruppo di compensazione 422
Figura 202 – Esempio sottostazione di transizione, portale linea aerea 422
Figura 203 – Esempio fascia di terreno per elettrodotto interrato alta tensione 423
Figura 204 – Comparazione costi 424
Figura 205 – Tralicci monostelo e germoglio lungo la autostrada A7. 426
Figura 206 – Aree nursery per alcune specie demersali prioritarie secondo il progetto MEDISEH (compresi nasello, gambero rosso, triglia di fango e triglia di scoglio). 430

Figura 207 – Aree spawning per alcune specie demersali prioritarie secondo il progetto MEDISEH (compresi nasello, gambero rosso, gambero viola, gambero rosa, triglia di fango e triglia di scoglio).....430
Figura 208 – Esemplare di *Mullus barbatus* (Triglia di fango).....431
Figura 209 – Aree di spawning della triglia di fango con indicazione della persistenza.....431
Figura 210 – Esemplare di *Aristaeomorpha foliacea* (Gambero rosso).....432
Figura 211 – Aree di nursery del gambero rosso con indicazione della persistenza.....432
Figura 212 – Aree di spawning del gambero rosso con indicazione della persistenza.....433
Figura 213 – Esemplare di *Merluccius merluccius* (Nasello).....433
Figura 214 – Aree di nursery del nasello con indicazione della persistenza.....434
Figura 215 – Aree di spawning del nasello con indicazione della persistenza.....434
Figura 216 – Esemplare di *Parapenus longirostris* (Gambero rosa o bianco).....435
Figura 217 – Aree di nursery del gambero rosa con indicazione della persistenza.....436
Figura 218 – Aree di spawning del gambero rosa con indicazione della persistenza.....436
Figura 219 – Esemplare di *Galeus melastomus* (Gattuccio).....437
Figura 220 – Aree di nursery del gattuccio boccanera con indicazione della persistenza.....437
Figura 221 – Aree di spawning del gattuccio boccanera con indicazione della persistenza.....438
Figura 222 – Esemplare di *Eledone cirrhosa* (Moscardino bianco).....438
Figura 223 – Aree di nursery del moscardino bianco con indicazione della persistenza.....439
Figura 224 – Aree di spawning del moscardino bianco con indicazione della persistenza.....439
Figura 225 – Esemplare di *Illex coindetii* (Totano).....440
Figura 226 – Aree di nursery del totano con indicazione della persistenza.....440
Figura 227 – Aree di spawning del totano con indicazione della persistenza.....441
Figura 228 – Esemplare di *Pagellus erythrinus* (Pagello).....441
Figura 229 – Aree di nursery del pagello con indicazione della persistenza.....442
Figura 230 – Aree di spawning del pagello con indicazione della persistenza.....442
Figura 231 – Esemplare di *Raja clavata* (Razza).....443
Figura 232 – Aree di nursery della razza con indicazione della persistenza.....443
Figura 233 – Aree di spawning della razza con indicazione della persistenza.....444
Figura 234 – Esemplare di *Nephrops norvegicus* (Scampo).....444
Figura 235 – Aree di nursery dello scampo con indicazione della persistenza.....445
Figura 236 – Aree di spawning dello scampo con indicazione della persistenza.....445
Figura 237 – Esemplare di *Mullus surmuletus* (Triglia di Scoglio).....446
Figura 238 – Aree di spawning della triglia di scoglio con indicazione della persistenza.....446
Figura 239 – Esemplare di *Aristeus antennatus* (Gambero viola).....447
Figura 240 – Aree di spawning del gambero viola con indicazione della persistenza.....447
Figura 241 – Punti di campionamento degli elettrodotti interrati.....450
Figura 242 – Panoramica dei limiti di esposizione della popolazione generale ai campi elettromagnetici a frequenza elettrica nell'UE. ..454
Figura 243 – Principali sostanze rilasciate da impianti eolici offshore.....456
Figura 244 – Gittata massima: andamento al variare dell'angolo di distacco.....466
Figura 245 – Gittata massima: schema.....467
Figura 246 – Confronto tra fondazione ed oggetti galleggianti.....467
Figura 247 – Figure professionali qualificate richieste nell'esercizio dei parchi eolici offshore.....474
Figura 248 – ritrovamento di un relitto finora ignoto di epoca romana.....476
Figura 249 – Modello concettuale semplificato per il degrado e il ripristino degli ecosistemi.....479
Figura 250 – Principali risultati dei metodi di restauro dei coralli.....480
Figura 251 – Processo attivo: frammenti prelevati da colonie donatrici.....481
Figura 252 – Moduli di corallo artificiale nel progetto di riprino della barriera corallina (Tres Marias, El Nido, Palawan, Filippine).....481
Figura 253 – Monitoraggio del vivaio del corallo Acropora palmata da utilizzare in progetti di ripristino ecologico (Riserva della Biosfera di Sian Ka'an, Messico).....482
Figura 254 -Vivaio di coralli (Key Largo, Florida).....482
Figura 255 – Coralli su una struttura artificiale (Kenya).....483
Figura 256 – Valore ecologico delle praterie di *Posidonia oceanica*.....484
Figura 257 – Impatti sulle praterie di P. oceanica: aratura determinata da ancoraggi.....484
Figura 258 – Rete metallica esagonale a doppia torsione e geostuoia/biostuoia in filamento di polipropilene.....485
Figura 259 – Possibili tecniche di reimpianto delle talee di Posidonia oceanica.....488
Figura 260 – Esempio di materassi reattivi per apllicazioni in aree contaminate e reimpianto di *Posidonia oceanica.*.....489
Figura 261 – Colonie di coralli utilizzate per il trapianto.....490
Figura 262 – Dopo il trapianto.....490
Figura 263 – Strutture artificiali con sabbia ottenuta da rocce sedimentarie formate da ceneri vulcaniche naturali.....491
Figura 264 – Sforzo di navigazione per le classi di imbarcazione sailing, pleasure craft, high speed craft e passenger.....493
Figura 265 – Mappa di intervisibilità visibilità binaria delle opere offshore.....494
Figura 266 – Una vista del parco eolico "Beleolico" di Taranto.....495
Figura 267 – Fotoinserimento parco eolico da imbarcazione in transito. Vista prossimale in regime diurno.....496

Figura 268 – Fotoinserimento parco eolico da imbarcazione in transito. Vista distante in regime diurno. 497
Figura 269 – Fotoinserimento parco eolico da imbarcazione in transito. Vista prossimale in regime notturno. 498
Figura 270 – Località fotoinserimenti su mappa della magnitudo visiva in condizioni di perfetta trasparenza dell'aria. 502
Figura 271 – Fotosimulazioni parco eolico. Guida alla consultazione degli elaborati grafici. 506
Figura 272 – Fotosimulazioni parco eolico. Guida alla consultazione degli elaborati grafici. 507
Figura 273 – Fotoinserimento località VPT001, effetto della distanza e della climatologia. 509
Figura 274 – Fotoinserimento località VPT007, effetto della distanza e della climatologia. 510
Figura 275 – Fotoinserimento località VPT014, effetto della distanza e della climatologia. 511
Figura 276 – Palette cromatica e texture rivestimenti adottati dal progetto. 516
Figura 277 – Dettagli della sottostazione. 517
Figura 278 – Opere di mitigazione: piccola fascia boscata prospicente la sottostazione "Sulcis". 518
Figura 279 – Localizzazione stazione utente "Sulcis". 519
Figura 280 – Localizzazione stazione utente "Sulcis". 519
Figura 281 – Opere di mitigazione: piccola fascia boscata prospicente la sottostazione "Sulcis". 520
Figura 282 – Azioni principali per il trapianto delle piante. 525
Figura 283 – Schema concettuale dell'area destinata alla fascia boscata per il mascheramento a verde delle stazioni di transizione e smistamento. 529
Figura 284 – Sezione onshore del progetto. 532
Figura 285 – Schema di propagazione della vibrazione con sorgente posta ad una profondità H. 534
Figura 286 – Curve di attenuazione del livello vibrazionale per i diversi assi di riferimento dalla UNI 9614. 535
Figura 287 – Opere a terra del progetto, fase di costruzione – Areali di superamento dei limiti vibrazionali di comfort (parte 1 di 2). 538
Figura 288 – Opere a terra del progetto, fase di costruzione – Areali di superamento dei limiti vibrazionali di comfort (parte 2 di 2). 539
Figura 289 – Processo di piling, fasi caratteristiche. 543
Figura 290 – Emissione sonora e vibrazionale determinata durante la battitura dei pali. 544
Figura 291 – a) Fondazione Tripile b) Distribuzione dell'energia d'impatto con la profondità di penetrazione. 545
Figura 292 – Posizioni di misura dei geofoni triassiali rispetto al palo. 545
Figura 293 – Forme d'onda della velocità di vibrazione sul fondale marino alle distanze di 10 m, 26.5 m, 46.2 m e 65.9 m dal palo alla profondità di penetrazione di 18.5 m. 546
Figura 294 – Configurazione elettrodotto ibrido cavo/aereo (A): panoramica opere in progetto e impianti FER esistenti o approvati ricadenti nei buffer di interferenza. 554
Figura 295 – Configurazione elettrodotto aereo (B): panoramica opere in progetto e impianti FER esistenti o approvati ricadenti nei buffer di interferenza. 555
Figura 296 – Impianti FER esistenti o approvati che ricadono all'interno dell'AVIC. 557
Figura 297 – Differenza tra DSM e DEM (DTM). 557
Figura 298 – Intervisibilità del parco eolico offhsore su mappatura impianti FER ricadenti nell'AVIC. 558
Figura 299 – Magnitudo visiva del parco eolico offhsore su mappatura impianti FER ricadenti nell'AVIC. 559
Figura 300 – Visibilità parco eolico offshore: punti di visuale scelti per analisi dell'impatto visivo cumulativo. 560
Figura 301 – Punto di visuale P1. 561
Figura 302 – Punto di visuale P2. 562
Figura 303 – Punto di visuale P3. 563
Figura 304 – Punto di visuale P4. 564
Figura 305 – Sottostazione di trasformazione, misura e consegna "Sulcis": punti di visuale scelti su scala locale per analisi dell'impatto visivo cumulativo. 565
Figura 306 – Nuraghe Sirai, Carbonia. 566
Figura 307 – Punto di visuale P1: fotoinserimento sottostazione di trasformazione, misura e consegna "Sulcis". 567
Figura 308 – Punto di visuale P2: fotoinserimento sottostazione di trasformazione, misura e consegna "Sulcis". 568
Figura 309 – Sottostazione di trasformazione, misura e consegna "Sulcis": punti di visuale scelti su scala vasta per analisi dell'impatto visivo cumulativo. 569
Figura 310 – Punto di visuale P3. 570
Figura 311 – Punto di visuale P4. 571
Figura 312 – Nuova sezione 380 kV appartenente alla stazione RTN TERNA "Sulcis": punti di visuale scelti per analisi dell'impatto visivo cumulativo. 572
Figura 313 – Punto di visuale P1. 574
Figura 314 – Punto di visuale P2. 575
Figura 315 – Stazione di smistamento "Villasor 380" ed elettrodotto aereo a 380 kV in doppia terna: punto di visuale scelto per l'analisi dell'impatto visivo cumulativo. 576
Figura 316 – Punto di visuale P1. 578
Figura 317 – Impiantti FER e impianto in progetto nell'area di Portoscuso su Mappa degli Ecosistemi d'Italia. 579
Figura 318 – Opera in progetto e impianti FER posizionati sugli ecosistemi di tipo erbaceo e arbustivo, nei pressi di Portoscuso. L'area impattata è stata valutata nei pressi delle opere, ovvero dentro l'area di riferimento indicata in azzurro. 581
Figura 319 – Aree IBA nei pressi dell'area interessata. 582
Figura 320 – Siti Rete Natura 2000 nei pressi dell'area interessata. 583
Figura 321 – Piano di Classificazione Acustica del Comune di Portoscuso. 585

Figura 322 – Ubicazione punti di misurazione, zona urbana e industriale. 586
Figura 323 – Valori di immissione acustica presso la sottostazione di trasformazione e consegna, fase di esercizio. 589
Figura 324 – Valori di emissione acustica presso la sottostazione di trasformazione e consegna, fase di esercizio. 590
Figura 325 – Valori differenziali di immissione acustica presso la sottostazione di trasformazione e consegna, fase di esercizio. I limiti non valgono per la zona acustica di classe VI. 590
Figura 326 – AVA nell'intorno della sottostazione di trasformazione, misura e consegna "Sulcis" per calcolo dell'IPC. 593
Figura 327 – Area di verifica della stazione TERNA Sulcis per calcolo dell'IPC. 594
Figura 328 – Area di verifica della stazione di transizione cavo/aereo per calcolo dell'IPC. 595
Figura 329 – Area di verifica della stazione Villasor380 per calcolo dell'IPC. 596
Figura 330 – Impatti transfrontalieri – distanze minime da altri Stati confinanti. 597
Figura 331 – Mappa idrogeologica Musei. 599
Figura 332 – Mappa idrogeologica Vallermosa. 600
Figura 333 – Elaborazione batimetrica 3D del cumulo bioermico più grande, nell'area meridionale del sito. 602
Figura 334 – Sezione sismica temporale orientata SW-NE dalla linea di rilievo SC121S-UX16 che mostra ciò che vengono interpretati come riflettori assemblati con sommità dura (arancioni) che si estendono dalla discordanza H050. 603
Figura 335 – Panoramica batimetrica dei rilievi ombreggiati del sito FOWF, con i profili batimetrici indicati in rosso. 603
Figura 336 – Sezione sismica per la linea SC121S-UX14 che mostra il carattere sismico dei sedimenti dell'Unità 1 all'interno della zona della piattaforma. 604
Figura 337 – Sezione temporale sismica dalla linea di rilievo U080-031 che mostra clinoformi fortemente aggradenti che migrano verso la costa man mano che si verifica l'innalzamento del livello del mare nel tempo. La barriera corallina viene successivamente arenata e sepolta sovrapponendo riflettori di sedimenti molli dell'Unità 01. 605
Figura 338 – La zona della piattaforma della sezione sismica temporale orientata NW-SE (scala di grigi per evidenziare la faglia) dalla linea di rilievo UX18-158 che mostra gli andamenti della faglia inversa ripida normale e riattivata. I sedimenti quaternari dell'Unità 01 generalmente non sono stati disturbati. 606
Figura 339 – (a sinistra) Faglie con andamento NW-SE mappate e dedotte sulla griglia H99, dove vengono interpretati gli spostamenti. (a destra) Le faglie dedotte sono mappate dove i sedimenti invecchiati del Quaternario (Unità 01) vengono interpretati come ispessiti. Gli schemi lineari di ispessimento supportano un sistema di faglie attive NW-SE durante la deposizione. 606
Figura 340 – (A) sezione temporale sismica interpretata che mostra pockmark paleo-moderni a forma di piattino, che evidenza uno schema di impilamento verticale in corrispondenza dei percorsi di migrazione dei fluidi. In realtà, tali pockmark appaiono di ampiezza e dimensioni inferiori. 608
Figura 341 – Un ampio pockmark sul fondale marino viene interpretato come un significativo assottigliamento tra gli eventi H20 e H30 (Unità 03) sopra al picco conico H99, interpretato come una bocca attiva durante il periodo precedente al Pliocene. La figura di inserimento (rossa) è mostrata sotto la Figura 343. 609
Figura 342 – Immagine ingrandita del picco conico e dei sedimenti associati, interpretati come una bocca attiva durante il Pre-Pliocene. 610
Figura 343 – Scansione batimetrico 3D delle scarpate del fondale marino, interpretate come cicatrici di cedimento del fondale marino 611
Figura 344 – Sezione del dip interpretata U028-104 che mostra la scarpata principale (nera) e il riflettore legato (verde scuro) nella parete sospesa e i sedimenti della parete di fondo (a sinistra) non appiattiti, (a destra) appiattiti sull'evento verde. I pockmark (blu) sono mappati vicino al fondale marino all'estremità della scarpata principale. 612
Figura 345 – Sezione temporale sismica orientata SW-NE dalla linea trasversale UX17-106 che mostra l'interpretazione TWTT a griglia attraverso l'area centrale del graben. Il cedimento del pendio nel fondale marino si verifica sopra il graben. Perdita di fluido (frecce rosse) e pockmark antichi risalenti al Pliocene-Quaternario (azzurro). La figura di inserimento (rossa) è mostrata in Figura 346. 612
Figura 346 – Sezione temporale sismica ingrandita con orientamento SW-NE dalla linea trasversale UX17-106 che mostra l'interpretazione TWTT a griglia lungo il cedimento del pendio. Perdita di fluido (frecce rosse) e pockmark antichi del Pliocene-Quaternario (azzurro). 613
Figura 347 – Serie storica di popolazione, CO2 e temperature. 621
Figura 348 – Aree potenzialmente impiegabili per la produzione di energia eolica offshore nel Mediterraneo. 623
Figura 349 – Schema concettuale deglk interventi "Dorsale sarda" previsti dal PdS Terna 2023. 627
Figura 0.1 – Elettrodotto interrato su aree pericolosità idraulica. 631
Figura 0.2 – Elettrodotto interrato su strato informativo "elemento idrico Strahler". 631
Figura 3 – Tipici di posa considerati per l'elettrodotto interrato. 633
Figura 4 – Carta IGM periodo 1958-1968. 634
Figura 5 – Carta IGM attuale. 634
Figura 6 – Ortofoto attuale. 635
Figura 7 – Ortofoto attuale. 635
Figura 8 – Vista della centrale termoelettrica ENEL. 636
Figura 9 – Prospetto tipico di plinto su micropali. 638
Figura 10 – Configurazioni in pianta delle 4 tipologie di plinti armati con micropali (8-12-16-24). 639
Figura 11 – Configurazione Elettrodotto ibrido cavo/aereo su perimetrazione "PAI Pericolo geomorfologico" 641
Figura 12 – Configurazione Elettrodotto ibrido cavo/aereo su perimetrazione "PAI Pericolo geomorfologico" 642
Figura 13 – Configurazione Elettrodotto aereo su perimetrazione "PAI Pericolo geomorfologico" 643
Figura 14 – Configurazione Elettrodotto aereo su perimetrazione "PAI Pericolo geomorfologico" 644

Figura 15 – Sovrapposizione del progetto con lo stato di avanzamento *d*ei procedimenti di bonifica del SIN. 650
Figura 16 – Banche dati ufficiali per il reperimento delle informazioni sullo stato di avanzamento delle bonifiche in corso. 650
Figura 17 – Bonifiche in corso nella macro area di interesse. 651
Figura 18 – Sovrapposizione delle componenti onshore del progetto agli areali del Lotto 2 aree ex Alcoa. 652
Figura 19 – Piano Regionale della Rete della Portualità Turistica. 656
Figura 20 – Ubicazione parco eolico su grafo delle rotte ipotizzate dal Piano Regionale della Rete della Portualità Turistica. 657
Figura 0.1 – Interferenza opere con aree ad uso civico. 660
Figura 0.2 – Interferenza opere con aree ad uso civico. 661
Figura 3 – Sviluppo parziale dell'elettrodotto terrestre su Carta Ecosistemi d'Italia. 665
Figura 4 – Comparazione dell'elettrodotto prima sottomissione SIA e configuzione ibrida elettrodotto cavo/aereo. 666
Figura 5 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre su Carta Copertura del suolo. 667
Figura 6 – Sviluppo parziale dell'elettrodotto terrestre su Carta Ecosistemi d'Italia. 669
Figura 7 – Comparazione dell'elettrodotto prima sottomissione SIA e configuzione elettrodotto aereo. 670
Figura 8 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre su Carta Copertura del suolo. 671
Figura 9 – fasi di demolizione di un sostegno a traliccio con fondazioni superficiali. 672
Figura 10 – Tipi di fondazioni floating. 676
Figura 11 – Implementazioni di turbine eoliche offshore galleggianti secondo una classificazione per tipo di piattaforma galleggiante. 678
Figura 12 – Implementazioni di turbine eoliche offshore galleggianti secondo una classificazione per prototipi, dimostratori e impianti pilota. 678
Figura 13 – Sviluppo dell'eolico offshore galleggiante in Europa fino al 2027. Le turbine/parchi eolici offshore completamente commissionati (operativi) sono indicati in blu scuro, i progetti in fase di sviluppo sono indicati in blu medio e i progetti selezionati per i quali è stata autorizzata l'autorizzazione sono indicati in blu chiaro. 679
Figura 14 – Caratteristiche salienti dell'impianto Hywind Scotland. 680
Figura 15 – Parco eolico galleggiante Hywind Tampen e piattaforma Gullfaks. 680
Figura 16 – Assieme galleggiante del progetto WindFloat Atlantic. 681
Figura 17 – Assieme galleggiante del progetto dimostrativo Stiesdal Tetraspar. 682
Figura 18 – Esempi di logistica portuale richiesta per l'industria dell'eolico offshore galleggiante. 684
Figura 19 – Logistica minima per la selezione del cantiere di assemblaggio delle unità galleggianti. 685
Figura 20 – Porti disponibili per le operazioni di assemblaggio delle unità galleggianti. 686
Figura 21 – Area disponibile per la realizzazione del cantiere di assemblaggio delle unità galleggianti. 686
Figura 391 – Geomorfologia dei fondali e compatibilità con i vincoli di installazione. 691
Figura 23 – Velocità del vento nell'area del parco. 692
Figura 24 – Alternativa 2: sistema di ormeggio a catenaria con ancoraggio a trascinamento. 693
Figura 25 – Alternativa preferita: sistema di ormeggio a linee tese sintetiche con ancoraggio a punti fissi. 694
Figura 26 – Sviluppo degli aerogeneratori per uso offshore. 695
Figura 27 – Biocenosi e beni archeologici nell'area del corridoio di esportazione. 697
Figura 28 – Punto di sbarco: alternative. 698
Figura 29 – Esempio di materassi reattivi per applicazioni in aree contaminate e reimpianto di *Posidonia Oceanica*. 699
Figura 30 – Aree in cui il tracciato della nuova linea 380 kV si discosta dal parallelismo rispetto alla linea esistente 220kV. 701
Figura 31 – Boa FLiDAR Akrocean Windsea per le acquisizioni multiparametriche in situ. 710
Figura 32 – Scatter plot e istogrammi di confronto dei dataset VORTEX a mesoscala e del set dati da boa FLiDAR. 711
Figura 33 – Boa FLiDAR Akrocean Windsea per le acquisizioni multiparametriche in situ. 713
Figura 34 – Risultati della correzione dei dati MWM presso il sito della boa (RON) di Alghero. 714
Figura 35 – Strategia di protezione e interramento. 717
Figura 36 – Stazione di smistamento Villasor 380kV - Versione originale e nuova collocazione. 723
Figura 37 – Interferenza con Opere SIMR. 728
Figura 407 – Identificazione delle unità di pianificazione della sub–area MO/11. 732
Figura 39 – Rotte delle navi offshore deputate alla costruzione ed alla manutenzione del parco eolico, confronto con traffico navale esistente. 737
Figura 40 – Esempio di nave di installazione con WROV 738
Figura 41 – Esempio di nave di mantenimento della posizione 738
Figura 42 – Esempio di nave di trasporto equipaggio (CTV) 738
Figura 43 – Esempio di rimorchiatore portuale 738
Figura 44 – Localizzazione dei siti di nidificazione. 742
Figura 45 – Luoghi di nidificazione della tartaruga Caretta caretta nel Mediterraneo (dal 1960 al 2020). 743
Figura 46 – Identificazione delle unità di pianificazione della sub–area MO/11. 748
Figura 47 – Localizzazione dei siti di nidificazione. 751
Figura 48 – Luoghi di nidificazione della tartaruga *Caretta caretta* nel Mediterraneo (dal 1960 al 2020). 752
Figura 49 – Carta della Vegetazione Naturale Potenziale d'Italia – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo. 756
Figura 50 – Carta della Vegetazione Naturale Potenziale d'Italia – Configurazione Elettrodotto Aereo. 757
Figura 51 – Carta degli Habitat della Sardegna. Vista 1 – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo. 759
Figura 52 – Carta degli Habitat della Sardegna. Vista 2 – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo. 760
Figura 53 – Indici complessivi di valutazione – Valore Ecologico. 761

Figura 54 – Indici complessivi di valutazione – Sensibilità Ecologica. 762
Figura 55 – Indici complessivi di valutazione – Pressione Antropica. 763
Figura 56 – Indici complessivi di valutazione – Fragilità Ambientale. 764
Figura 57 – Carta degli Habitat della Sardegna. Vista 1 – Configurazione Elettrodotto Aereo. 766
Figura 58 – Carta degli Habitat della Sardegna. Vista 2 – Configurazione Elettrodotto Aereo. 767
Figura 59 – Indici complessivi di valutazione – Valore Ecologico. 768
Figura 60 – Indici complessivi di valutazione – Sensibilità Ecologica. 769
Figura 61 – Indici complessivi di valutazione – Pressione Antropica. 770
Figura 62 – Indici complessivi di valutazione – Fragilità Ambientale. 771
Figura 63 – Carta dello Stato delle Conoscenze Floristiche d'Italia – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo. 772
Figura 64 – Carta dello Stato delle Conoscenze Floristiche d'Italia – Configurazione Elettrodotto Aereo. 773
Figura 65 – Carta delle Aree Importanti per le Piante (IPAs) in Italia. 778
Figura 66 – Ubicazione dell'IPAs nell'area di progetto. 780
Figura 67 – Ubicazione dell'IPAs nell'area di progetto. 781
Figura 68 – Carta delle Serie di Vegetazione. Vista 1. 785
Figura 69 – Carta delle Serie di Vegetazione. Vista 2. 786
Figura 70 – Carta delle Serie di Vegetazione. Vista 1 – Configurazione Elettrodotto Aereo. 788
Figura 71 – Carta delle Serie di Vegetazione. Vista 2 – Configurazione Elettrodotto Aereo. 789
Figura 72 – Carta degli Ecosistemi d'Italia. Vista 1. 794
Figura 73 – Carta degli Ecosistemi d'Italia. Vista 2. 795
Figura 74 – Carta degli Ecosistemi d'Italia. Vista 1 – Configurazione Elettrodotto Aereo. 797
Figura 75 – Carta degli Ecosistemi d'Italia. Vista 2 – Configurazione Elettrodotto Aereo. 798
Figura 76 – Suoli sottili su forti pendenze. 810
Figura 77 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: suoli sottili su forti pendenze. Vista 1. 811
Figura 78 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: suoli sottili su forti pendenze. Vista 2. 812
Figura 79 – Analisi NDVI delle aree naturali. 813
Figura 80 – Immagini di NDVI per la Regione Sardegna. 814
Figura 81 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Indice di Vegetazione Normalizzato. Vista 1. 815
Figura 82 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Indice di Vegetazione Normalizzato. Vista 2. 816
Figura 83 – Pascolamento. 817
Figura 84 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Intensità di pascolamento. Vista 1. 818
Figura 85 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Intensità di pascolamento. Vista 2. 819
Figura 86 – Aree colpite da incendi. 820
Figura 87 – Aree protette. 821
Figura 88 – Misure agroambientali su seminativi. 822
Figura 89 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Misure Agroambientali su seminativi. Vista 1. 823
Figura 90 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Misure Agroambientali su seminativi. Vista 2. 824
Figura 91 – Misure agroambientali su pascoli. 825
Figura 92 – Numero di giorni in cui il suolo è secco. 826
Figura 93 – Aridità potenziale. 826
Figura 94 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Numero medio Annuo di Giorni di suolo secco. Vista 1. 827
Figura 95 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Numero medio Annuo di Giorni di suolo secco. Vista 2. 828
Figura 96 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Siccità potenziale. Vista 1. 829
Figura 97 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Siccità potenziale. Vista 2. 830
Figura 98 – Aree irrigue. 831
Figura 99 – Urbanizzazione e principali infrastrutture. 832
Figura 100 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Aree Urbane e Principali infrastrutture. Vista 1. 833
Figura 101 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Aree Urbane e Principali infrastrutture. Vista 2. 834
Figura 102 – Acquiferi potenzialmente salini. 835

Figura 103 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Acquiferi potenzialmente salini. Vista 1. 836
Figura 104 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Acquiferi potenzialmente salini. Vista 2. 837
Figura 105 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: suoli sottili su forti pendenze. Vista 1. 839
Figura 106 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: suoli sottili su forti pendenze. Vista 2. 840
Figura 107 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Indice di Vegetazione Normalizzato. Vista 1 842
Figura 108 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Indice di Vegetazione Normalizzato. Vista 2 843
Figura 109 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Intensità di pascolamento. Vista 1. 845
Figura 110 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Intensità di pascolamento. Vista 2. 846
Figura 111 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Misure Agroambientali su seminativi. Vista 1. 848
Figura 112 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Misure Agroambientali su seminativi. Vista 2. 849
Figura 113 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Numero medio Annuo di Giorni di suolo secco. Vista 1. 851
Figura 114 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Numero medio Annuo di Giorni di suolo secco. Vista 2. 852
Figura 115 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Siccità potenziale. Vista 1. 853
Figura 116 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Siccità potenziale. Vista 2. 854
Figura 117 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Aree Urbane e Principali infrastrutture. Vista 1. 856
Figura 118 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Aree Urbane e Principali infrastrutture. Vista 2. 857
Figura 119 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Acquiferi potenzialmente salini. Vista 1. 859
Figura 120 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Acquiferi potenzialmente salini. Vista 2. 860
Figura 121 – Indice di qualità del suolo. 862
Figura 122 – Indice di qualità del clima. 862
Figura 123 – Indice di qualità della vegetazione. 862
Figura 124 – Indice di qualità della gestione. 862
Figura 125 – Aree sensibili alla desertificazione in Sardegna. 863
Figura 126 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre su Carta delle Aree Sensibili alla Desertificazione – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo. 864
Figura 127 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre su Carta delle Aree Sensibili alla Desertificazione – Configurazione Elettrodotto Aereo. 865
Figura 128 – Aree vulnerabili alla desertificazione in Sardegna. 866
Figura 129 – Carta uso del suolo Sardegna Sud Occidentale. Vista 1 – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo. 868
Figura 130 – Carta uso del suolo Sardegna Sud Occidentale. Vista 2 - Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo. 869
Figura 131 – Carta uso del suolo Sardegna Sud Occidentale. Vista 1 – Configurazione Elettrodotto Aereo. 871
Figura 132 – Carta uso del suolo Sardegna Sud Occidentale. Vista 2 – Configurazione Elettrodotto Aereo. 872
Figura 133 – Carta della Copertura del suolo (2022) – Vista 1 875
Figura 134 – Carta della Copertura del suolo (2022) – Vista 2 876
Figura 135 – Carta della Copertura del suolo (2022) – Vista 3 877
Figura 136 – Carta della Copertura del suolo (2022) – Vista 4 878
Figura 137 – Carta della Copertura del suolo (2022) – Vista 1 – Configurazione Elettrodotto Aereo 880
Figura 138 – Carta della Copertura del suolo (2022) – Vista 2 – Configurazione Elettrodotto Aereo 881
Figura 139 – Carta della Copertura del suolo (2022) – Vista 3 – Configurazione Elettrodotto Aereo 882
Figura 140 – Carta della Copertura del suolo (2022) – Vista 4 – Configurazione Elettrodotto Aereo 883
Figura 141 – Carta Nazionale del Consumo del Suolo (2022) – Vista 1. 886
Figura 142 – Carta Nazionale del Consumo del Suolo (2022) – Vista 1 – Configurazione Elettrodotto Aereo. 888
Figura 143 – Numero di stazioni con misure di precipitazione. 890
Figura 144 – Numero di stazioni con misure di temperatura. 891
Figura 145 – Ubicazione delle stazioni considerate nell'analisi climatologica. 891

Figura 146 – Cumulati climatologici mensili (sx) e annuali (dx) di precipitazione per il trentennio 1981-2010. 892
Figura 147 – Valori climatologici mensili (a sx) e annuali (a dx). In alto, temperatura massima, in basso, temperatura massima per il trentennio 1981-2010. 894
Figura 148 – Interpolazione spaziale delle temperature minime di gennaio. 895
Figura 149 – Interpolazione spaziale delle temperature minime di luglio. 896
Figura 150 – Interpolazione spaziale delle temperature massime di gennaio. 896
Figura 151 – Interpolazione spaziale delle temperature massime di luglio. 897
Figura 152 – Interpolazione spaziale delle temperature minime mensili col metodo della Regressione multipla. 897
Figura 153 – Interpolazione spaziale delle temperature medie mensili col metodo della Regressione multipla. 898
Figura 154 – Interpolazione spaziale delle temperature massime mensili col metodo della Regressione multipla. 898
Figura 155 – Interpolazione spaziale delle precipitazioni di marzo. 898
Figura 156 – Interpolazione spaziale delle precipitazioni di novembre. 899
Figura 157 – Indice di Huglin – Vite. 899
Figura 158 – Indice di deficit idrico – Vite. 899
Figura 159 – Somme termiche – Agrumi. 900
Figura 160 – Escursione termica – Agrumi. 900
Figura 161 – Statistica di sintesi dei valori climatologici mensili delle temperature minime (°C). 901
Figura 162 – Statistica di sintesi dei valori climatologici mensili delle temperature massime (°C). 901
Figura 163 – Statistica di sintesi dei valori climatologici mensili delle precipitazioni (mm). 902
Figura 164 – Ubicazione tralicci elettrodotto esistente a 220 kV da dismettere su mappatura “Classe d’uso del suolo”. 905
Figura 165 – Ubicazione opere in progetto su mappatura “Classe d’Uso del Suolo”. 905
Figura 166 – Ubicazione dei punti di campionamento per lo studio della flora lungo il percorso dell’elettrodotto a 380 kV su mappatura “Classe d’uso del suolo”. 912
Figura 167 – Strategia di protezione e interramento. 927
Figura 168 – Elaborazione batimetrica 3D del cumulo bioermico più grande, nell’area meridionale del sito. 931
Figura 169 – Sezione sismica temporale orientata SW-NE dalla linea di rilievo SC121S-UX16 che mostra ciò che vengono interpretati come riflettori assemblati con sommità dura (arancioni) che si estendono dalla discordanza H050. 931
Figura 170 – Panoramica batimetrica dei rilievi ombreggiati del sito FOWF, con i profili batimetrici indicati in rosso. 932
Figura 171 – Sezione sismica per la linea SC121S-UX14 che mostra il carattere sismico dei sedimenti dell'Unità 1 all'interno della zona della piattaforma. 933
Figura 172 – Sezione temporale sismica dalla linea di rilievo U080-031 che mostra clinoformi fortemente aggradenti che migrano verso la costa man mano che si verifica l'innalzamento del livello del mare nel tempo. La barriera corallina viene successivamente arenata e sepolta sovrapponendo riflettori di sedimenti molli dell'Unità 01. 934
Figura 173 – La zona della piattaforma della sezione sismica temporale orientata NW-SE (scala di grigi per evidenziare la faglia) dalla linea di rilievo UX18-158 che mostra gli andamenti della faglia inversa ripida normale e riattivata. I sedimenti quaternari dell'Unità 01 generalmente non sono stati disturbati. 935
Figura 174 – (a sinistra) Faglie con andamento NW-SE mappate e dedotte sulla griglia H99, dove vengono interpretati gli spostamenti. (a destra) Le faglie dedotte sono mappate dove i sedimenti invecchiati del Quaternario (Unità 01) vengono interpretati come ispessiti. Gli schemi lineari di ispessimento supportano un sistema di faglie attive NW-SE durante la deposizione. 935
Figura 175 – (A) sezione temporale sismica interpretata che mostra pockmark paleo-moderni a forma di piattino, che evidenza uno schema di impilamento verticale in corrispondenza dei percorsi di migrazione dei fluidi. In realtà, tali pockmark appaiono di ampiezza e dimensioni inferiori. 937
Figura 176 – Un ampio pockmark sul fondale marino viene interpretato come un significativo assottigliamento tra gli eventi H20 e H30 (Unità 03) sopra al picco conico H99, interpretato come una bocca attiva durante il periodo precedente al Pliocene. La figura di inserimento (rossa) è mostrata sotto la Figura 343. 938
Figura 177 – Immagine ingrandita del picco conico e dei sedimenti associati, interpretati come una bocca attiva durante il Pre-Pliocene. 939
Figura 178 – Scansione batimetrico 3D delle scarpate del fondale marino, interpretate come cicatrici di cedimento del fondale marino 940
Figura 179 – Sezione del dip interpretata U028-104 che mostra la scarpata principale (nera) e il riflettore legato (verde scuro) nella parete sospesa e i sedimenti della parete di fondo (a sinistra) non appiattiti, (a destra) appiattiti sull'evento verde. I pockmark (blu) sono mappati vicino al fondale marino all'estremità della scarpata principale. 941
Figura 180 – Sezione temporale sismica orientata SW-NE dalla linea trasversale UX17-106 che mostra l'interpretazione TWTT a griglia attraverso l'area centrale del graben. Il cedimento del pendio nel fondale marino si verifica sopra il graben. Perdita di fluido (frecce rosse) e pockmark antichi risalenti al Pliocene-Quaternario (azzurro). La figura di inserimento (rossa) è mostrata in Figura 346. 941
Figura 181 – Sezione temporale sismica ingrandita con orientamento SW-NE dalla linea trasversale UX17-106 che mostra l'interpretazione TWTT a griglia lungo il cedimento del pendio. Perdita di fluido (frecce rosse) e pockmark antichi del Pliocene-Quaternario (azzurro). 942
Figura 182 – Azioni di contatto sviluppate tra la superficie del palo e il terreno. 943
Figura 183 – Una vista del parco eolico “Beleolico” di Taranto. 949
Figura 184 – Criteri guida per la mitigazione dell’effetto selva. 950
Figura 185 – Effetto selva: confronto tra la soluzione di progetto Ichnusa Wind Power e una tipica condizione di cattivo inserimento paesaggistico per impianti a terra. 951

Figura 186 – Località fotoinserimenti su mappa della magnitudo visiva in condizioni di perfetta trasparenza dell'aria. 953
Figura 187 – Fotosimulazioni parco eolico. Guida alla consultazione degli elaborati grafici. 957
Figura 188 – Fotosimulazioni parco eolico. Guida alla consultazione degli elaborati grafici. 958
Figura 189 – Fotoinserimento località VPT001, effetto della distanza e della climatologia. 960
Figura 190 – Fotoinserimento località VPT007, effetto della distanza e della climatologia. 961
Figura 191 – Fotoinserimento località VPT014, effetto della distanza e della climatologia. 962
Figura 192 – Scorcio della spiaggia di Porto Paglietto con vista nella direzione del parco Ichnusa Wind Power. 964
Figura 193 – Posizione reciproca tra la Torre Spagnola di Portoscuso e la spiaggia di Porto Paglietto. 965
Figura 194 – Schema di posa del controtubi sotto la massicciata frangiflutti. 977
Figura 195 – Schema concettuale di funzionamento di una cortina anti-torbidità. 978
Figura 196 – Dispositivi anti-intorbidimento per il confinamento delle aree di lavoro a mare. 978
Figura 197 – Tonnare e rotte migratorie del tonno rosso. Regione sud occidentale della Sardegna. 993
Figura 198 – Tonnare e rotte migratorie del tonno rosso. Regione sud occidentale della Sardegna. 1002

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Classi acciai - categoria "Speciale" 51
Tabella 2 – Classi acciai - categoria "Primaria" 51
Tabella 3 – Categoria strutturale acciai. 116
Tabella 4 – Classi acciai - categoria "Speciale" 117
Tabella 5 – Classi acciai - categoria "Primaria" 117
Tabella 6 – Categorizzazione secondo Pasquill. 170
Tabella 7 – Matrice di classificazione della stabilità atmosferica. 172
Tabella 8 – Descrizione dei sistemi di rivestimento studiati. 189
Tabella 9 – Ricadute occupazionali nelle diverse fasi di sviluppo di un impianto eolico offshore a fondazione fissa. 247
Tabella 10 – Tempo di lavoro in FTE per le diverse figure professionali relative all'opera in progetto. 248
Tabella 11 – Scenario ottimistico delle ricadute occupazionali in Italia. 249
Tabella 12 – Scenario pessimistico delle ricadute occupazionali in Italia. 250
Tabella 13 – Elenco dei possibili habitat e taxa al di sotto dei 200 m, classificati come possibili indicatori di VMEs in Mediterraneo. 254
Tabella 14 – Elenco delle specie indicatrici di VME del Mediterraneo. 255
Tabella 15 – Presenza del Corallo rosso lungo le coste sud-occidentali della Sardegna. 261
Tabella 16 – Aree investigate mediante ROV: Corallo rosso e porzioni di colonie con gorgonia gialla *E. cavolini*. 262
Tabella 17 – Profondità e coordinate dei siti in esame. 262
Tabella 18 – Abbondanza delle specie bersaglio nei siti interessati dall'analisi. 263
Tabella 19 – Profondità e coordinate del punto di partenza delle tracce ROV eseguite per l'Isola di San Pietro (SPi). 264
Tabella 20 – Profondità, coordinate e valori medi di densità (n° colonie /2500 cm^2) per le popolazioni di corallo rosso. 265
Tabella 21 – Profondità e coordinate dei siti interessati e parametri delle specie individuate. 265
Tabella 22 – Coordinate dei transetti ROV effettuati nell'area di indagine. 269
Tabella 23 – Transetti su fondi duri dell'area indagata. 270
Tabella 24 – Transetti su fondi mobili dell'area indagata. 273
Tabella 25 – Le specie aliene marine presenti nell'area della Sardegna ed assenti nella Lista di Rilevanza Unionale. 283
Tabella 26 – Stralcio del piano di monitoraggio da applicare in relazione al descrittore D2 – specie non indigene. 291
Tabella 27 – Azioni/Caratteristiche di progetto pianificate per la compatibilità con gli obiettivi di tutela della ZPE. 293
Tabella 28 – Identificazione delle unità di pianificazione della sub–area MO/11. 295
Tabella 29 – Andamento stock ittici principali specie bersaglio italiane per GSA. 296
Tabella 30 – Rappresentazione a semaforo "traffic light" per le singole specie. 296
Tabella 31 – Caratteristiche e tipologie di onde. 319
Tabella 32 – Soglie di danno e disturbo per pesci e invertebrati. 329
Tabella 33 – Variazione delle distanze di sicurezza dai punti di infissione in relazione a diverse combinazioni di strategie di mitigazione. 329
Tabella 34 – Insonificazione subacquea in fase di esercizio, confronto con le soglie comportamentali per pesci e invertebrati. 330
Tabella 35 – Andamento stock ittici principali specie bersaglio italiane per GSA. 330
Tabella 36 – Rappresentazione a semaforo "traffic light" per le singole specie. 331
Tabella 37 – Identificazione dei campioni (localizzazione – coordinate WGS84 UTM32 – e quota di prelievo) e relativi dati sedimentologici in termini di percentuale di passante per classi granulometriche (ghiaia, sabbia, limo e argilla) e densità secca. 357
Tabella 38 - Valori di altezza d'onda significativa Hs per diversi periodi di ritorno TR, risultanti dall'analisi statistica delle onde estratte nel punto selezionato nel database MWM per il periodo 2014- 2023. 362
Tabella 39 – Specie di Chirotteri presenti in Sardegna: diffusione sul territorio. 380
Tabella 40 – Specie di Chirotteri presenti in Sardegna: movimenti migratori. 384
Tabella 41 – Distanze massime di foraggiamento delle specie e altezza di volo. 387
Tabella 42 – Monitoraggio avifauna. 390
Tabella 43 - Intersezione dell'elettrodotto interrato con aree di cui PAI Pericolo geomorfologico e Piani Urbanistici. 396
Tabella 44 – Intersezione dell'elettrodotto aereo con aree di cui PAI Pericolo geomorfologico e Piani Urbanistici. 397
Tabella 45 - Intersezione aree di cui PAI Pericolo geomorfologico e Piani Urbanistici. 405
Tabella 46 - Intersezione aree di cui PAI Pericolo geomorfologico e Piani Urbanistici. 405
Tabella 47 – Confronto caratteristiche impianti onshore e offshore per la valutazione alternativa. 412
Tabella 48 – Occupazione di suolo per le alternative offshore ed onshore. 416
Tabella 49 – Tipi di ripercussioni sugli uccelli e il ciclo di vita di un progetto riguardante impianti eolici a terra. 417
Tabella 50 – Tipi di ripercussioni sugli uccelli e il ciclo di vita di un progetto riguardante impianti eolici a mare. 417
Tabella 51 – Contaminanti chimici dei prodotti ittici. 455
Tabella 52 – Tossicità dei metalli. 455
Tabella 53 – Effetti tossici di alcuni metalli. 455
Tabella 54 – Descrizione dei sistemi di rivestimento studiati. 461
Tabella 55 – Possibili metodi proposti per il ripristino degli habitat di acque profonde danneggiati. 480

Tabella 56 – Fotoinserimenti, località esaminate....502
Tabella 57 – Fotoinserimenti in condizioni di scarsa luminosità ambientale, località esaminate. 512
Tabella 58 – Parametri di attenuazione in funzione del tipo di terreno. 534
Tabella 59 – Valutazione del disturbo e limiti di riferimento. 535
Tabella 60 – Spettri di emissione vibrazionale in mm/s^2 a 5 m per macchine operatrici e di trasporto contemporaneamente in funzione in fase di scavo per i tratti interessati. 536
Tabella 61 – Spettri di emissione vibrazionale in mm/s^2 a 5 m per macchine operatrici e di trasporto contemporaneamente in funzione in fase di posa in controtubo con metodologia TOC. 536
Tabella 62 – Spettri di emissione vibrazionale in mm/s^2 a 5 m per macchine operatrici e di trasporto contemporaneamente in funzione in fase di scavo nell'area interessata. 537
Tabella 63 – Spettri di emissione vibrazionale in mm/s^2 a 5 m per macchine operatrici e di trasporto contemporaneamente in funzione in fase di scavo per il basamento dei tralicci. 537
Tabella 64 – Elenco dei recettori individuati in Figura 287 e Figura 288, e analisi dell'impatto vibrazionale. 540
Tabella 65 – Caratteristiche e tipologie di onde. 542
Tabella 66 – Classificazione IUNC delle aree interessate dagli impianti in esame. 580
Tabella 67 – Dettagli delle aree ZSC nei pressi dell'area interessata. 582
Tabella 68 – Classificazione in zone acustiche. 584
Tabella 69 – Ubicazione punti di misurazione, zona urbana e industriale. 586
Tabella 70 – Valori misurati dei livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata "A". 587
Tabella 71 – Confronto tra le emissioni previste del progetto e quelle della CEE. 618
Tabella 72 – Confronto degli obiettivi di consumi da FER entro il 2030 tra il PNIEC 2019 ed il PNIEC 2023. 620
Tabella 73 – Classe di pericolosità attribuita ai sostegni ricadenti in aree da pericolosità e sinkhole e frana da moderata ad elevata, configurazione elettrodotto ibrido/cavo aereo. 645
Tabella 74 – Classe di pericolosità attribuita ai sostegni ricadenti in aree da pericolosità e sinkhole e frana da moderata ad elevata, configurazione elettrodotto aereo. 645
Tabella 75 – Estensione degli areali delle fondazioni e delle piste di cantiere. 664
Tabella 76 – Estensione degli areali delle fondazioni e delle piste di cantiere. 668
Tabella 77 – Vantaggi e svantaggi dei diversi tipi di piattaforma FOWT. 677
Tabella 78 – Strategia di posa e interramento. 718
Tabella 79 – Particelle interessate dalla sottostazione "Sulcis". 720
Tabella 80 – Mezzi navali impiegati durante la fase di costruzione. 736
Tabella 81 – Mezzi navali impiegati durante la fase di manutenzione. 736
Tabella 82 – Categorie di minaccia delle piante vascolari valutate secondo i criteri IUCN. 774
Tabella 83 – Numero di entità di piante vascolari italiane che ricade su ciascuna categoria di minaccia valutate secondo i criteri IUCN. 774
Tabella 84 – Numero di entità di piante vascolari italiane valutate nel complesso del progetto Liste Rosse della Flora Italiane (Vol. 1 + Vol. 2). 775
Tabella 85 – Categorie di minaccia per Licheni, Briofite e Funghi italiani valutati secondo i criteri IUCN. 775
Tabella 86 – Categorie di rischio di estinzione e criteri IUCN per la flora presente in Sardegna. 776
Tabella 87 – Denominazione delle aree IPA più vicine alle opere in progetto. 779
Tabella 88 – Piante vascolari endemiche italiane. 782
Tabella 89 – Piante endemiche della Sardegna. 782
Tabella 90 – Intervalli di NDVI 8 bit per la produzione di un livello informativo sintetico. 813
Tabella 91 –Tabella riepilogativa dei valori assunti dall'indice ESAs. 861
Tabella 92 – Sistema di classificazione adottato per la Carta di Uso del Suolo ISPRA basata su dati Copernicus. 867
Tabella 93 – Sistema di classificazione adottato per la carta di copertura del suolo. 873
Tabella 94 – Sistema di classificazione del consumo di suolo. 884
Tabella 95 – Indicatori di consumo di suolo a livello regionale. 884
Tabella 96 – Valori climatologici mensili e annuali 1981-2010 delle precipitazioni. 892
Tabella 97 – Valori climatologici mensili e annuali 1981-2010 delle temperature minime. 892
Tabella 98 – Valori climatologici mensili e annuali 1981-2010 delle temperature massime. 893
Tabella 99 – Indici elaborati per la Sardegna e relativo numero di stazioni considerate. 894
Tabella 100 – Territori comunali interessati dalle linee elettriche aeree e relative regioni agrarie. 907
Tabella 101 – Comune di Cagliari: Valori Agricoli Medi e Media VAM per tipologia di coltura per le Regioni Agrarie n°2-4-5-7-11. 907
Tabella 102 – Comune di Cagliari: Media VAM per classe d'uso del suolo. 910
Tabella 103 – Calcolo del consumo e dell'acquisto di suolo in relazione alle diverse classi d'uso del suolo. 910
Tabella 104 – Consumo di suolo temporaneo in relazione alle diverse classi d'uso del suolo. 911
Tabella 105 – Strategia di posa e interramento. 928
Tabella 106 – Fotoinserimenti, località esaminate. 954
Tabella 107 – Fotoinserimenti in condizioni di scarsa luminosità ambientale, località esaminate. 963
Tabella 108 – Distribuzione territoriale dei siti e delle emergenze archeologiche rinvenute dalla ricerca. 968
Tabella 109 – Concentrazioni dei metalli. 969
Tabella 110 – Fosforo e Azoto Totale. 969

Tabella 111 – IPA – PCB – TPH C>12 – VOC C<12 969
Tabella 112 – Carbonio organico totale (TOC) – Tributilstagno (TBT). 970
Tabella 113 – Pesticidi. 971
Tabella 114 – Pesticidi. 985

CONTINUA DA 1_C0421GR37INTSIA00a

4. con riferimento alle interferenze delle opere a terra con le aree mappate a pericolosità idraulica e geomorfologica dal Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.), dal Piano Stralcio Fasce Fluviali (P.S.F. F.) e dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.):

4.1 si richiama quanto rilevato dalla Direzione Generale Agenzia Regionale del Distretto Idrografico della Sardegna (A.D.I.S.) con nota prot. n. 8271 del 01.08.2023 (prot. D.G.A. n. 23122 di pari data), in merito, ovvero che:

4.1.1 «Dall'inquadramento delle opere in progetto con la pericolosità idraulica vigente si rileva l'interferenza dei cavidotti interrati con le aree a pericolosità idraulica da moderata (Hi1) a molto elevata (Hi4), adottate con Determinazione del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino n. 58 del 15/04/2022, e con le relative aste fluviali. Sussiste inoltre l'interferenza tra il cavidotto interrato ed un elemento idrico rappresentato nella cartografia dell'Istituto Geografico Militare (IGM), Carta topografica d'Italia – serie 25V edita per la Sardegna dal 1958 al 1965, che integra lo strato informativo 04_ELEMENTO_IDRICO_Strahler.zip in località Sisineddu, e tra il sedime della nuova sezione 380 kV stazione Terna Sulcis ed un ulteriore elemento idrico rappresentato nella suddetta cartografia IGM; per entrambe le aste non studiate idraulicamente, sussistono le fasce di prima salvaguardia di cui all'art. 30 ter comma 1 delle N.A. del P.A.I. disciplinate agli artt. 27 e 27 bis delle Norme. Non si rilevano interferenze con la pericolosità da frana vigente.

Le osservazioni di cui sopra hanno ad oggetto alcune interferenze tra le opere in progetto (elettrodotto di esportazione interrato e stazione elettrica di misura e consegna) e due corsi d'acqua mappati sulla cartografia dell'Istituto Geografico Militare (IGM), Carta topografica d'Italia - serie 25V edita per la Sardegna dal 1958 al 1965. Nello specifico, il documento redatto dalla Direzione Generale Agenzia Regionale del Distretto Idrografico della Sardegna (nota prot. n. 8271 del 01/08/2023, prot. D.G.A. n. 23122 di pari data), afferma che:

1) *"[…] dall'inquadramento delle opere in progetto con la pericolosità idraulica vigente si rileva l'interferenza dei cavidotti interrati con le aree a pericolosità idraulica da moderata (Hi1) a molto elevata (Hi4), adottate con Determinazione del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino n. 58 del 15/04/2022, e con le relative aste fluviali […]"*.

2) *"[…] Sussiste […] l'interferenza tra il cavidotto interrato ed un elemento idrico rappresentato nella cartografia dell'Istituto Geografico Militare (IGM), Carta topografica d'Italia - serie 25V edita per la Sardegna dal 1958 al 1965, che integra lo strato informativo 04_ELEMENTO_IDRICO_Strahler.zip in località Sisineddu, e tra il sedime della nuova sezione 380 kV stazione Terna Sulcis ed un ulteriore elemento idrico rappresentato nella suddetta cartografia IGM; per entrambe le aste non studiate idraulicamente, sussistono le fasce di prima salvaguardia di cui all'art.30 ter comma 1 delle NA del PAI disciplinate agli artt.27 e 27 bis delle Norme. Non si rilevano interferenze con la pericolosità da frana vigente […]"*;

3) *"[…] in relazione all'interferenza tra la nuova sezione 380 kV stazione Terna Sulcis ed un elemento idrico rappresentato nella cartografia IGM in località Sisineddu le NTA del PAI richiedono lo Studio di Compatibilità idraulica a meno della verifica di non significatività dell'elemento idrico interferente […]"*;

VERIFICA DEL TRACCIATO DELL'ELETTRODOTTO DI ESPORTAZIONE INTERRATO RISPETTO ALLE AREE A PERICOLOSITÀ IDRAULICA

Il tracciato dell'elettrodotto interrato interseca aree classificate a pericolosità idraulica da moderata (Hi1) a molto elevata (Hi4), in merito alle quali valgono le norme previste dal PAI, in particolare art. 27 per Hi4, art. 28 per Hi3, art. 29 per Hi2, art. 30 per Hi1.

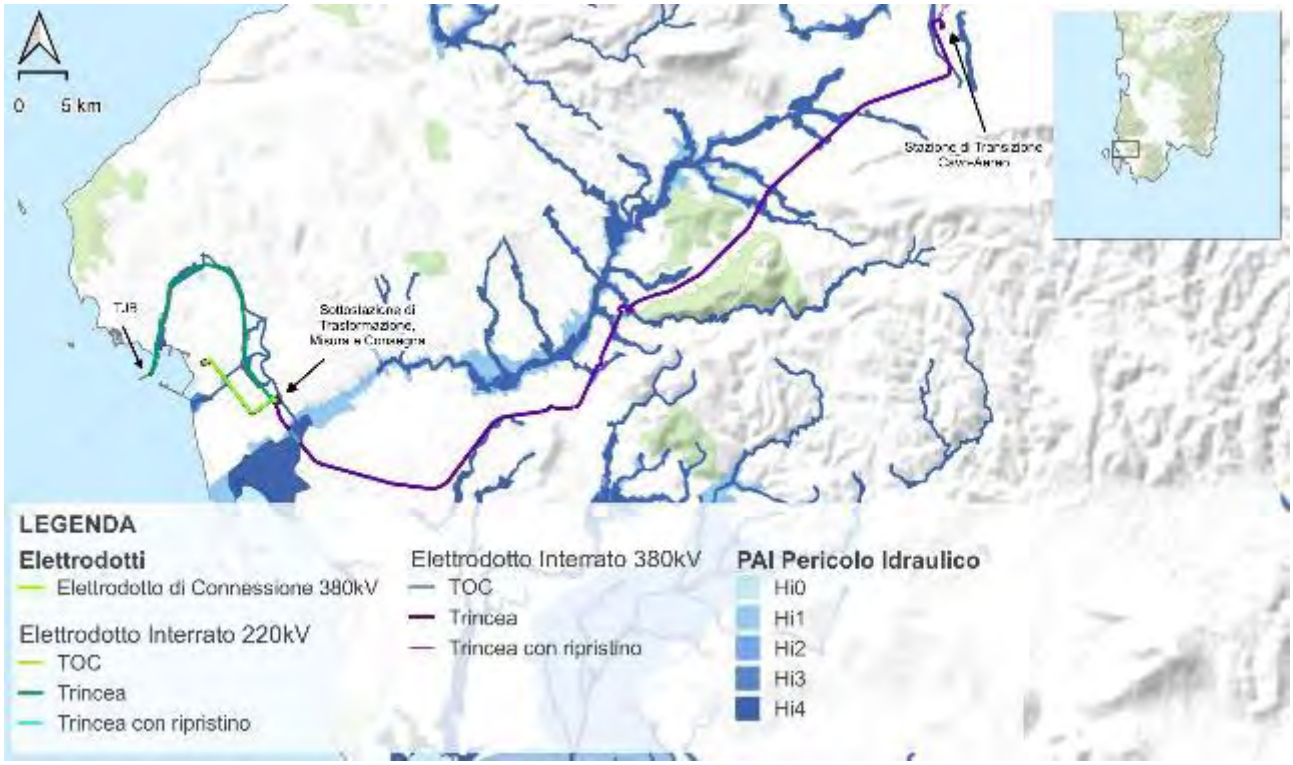


Figura 0.1 – Elettrodotto interrato su aree pericolosità idraulica.

Elaborazione iLStudio.

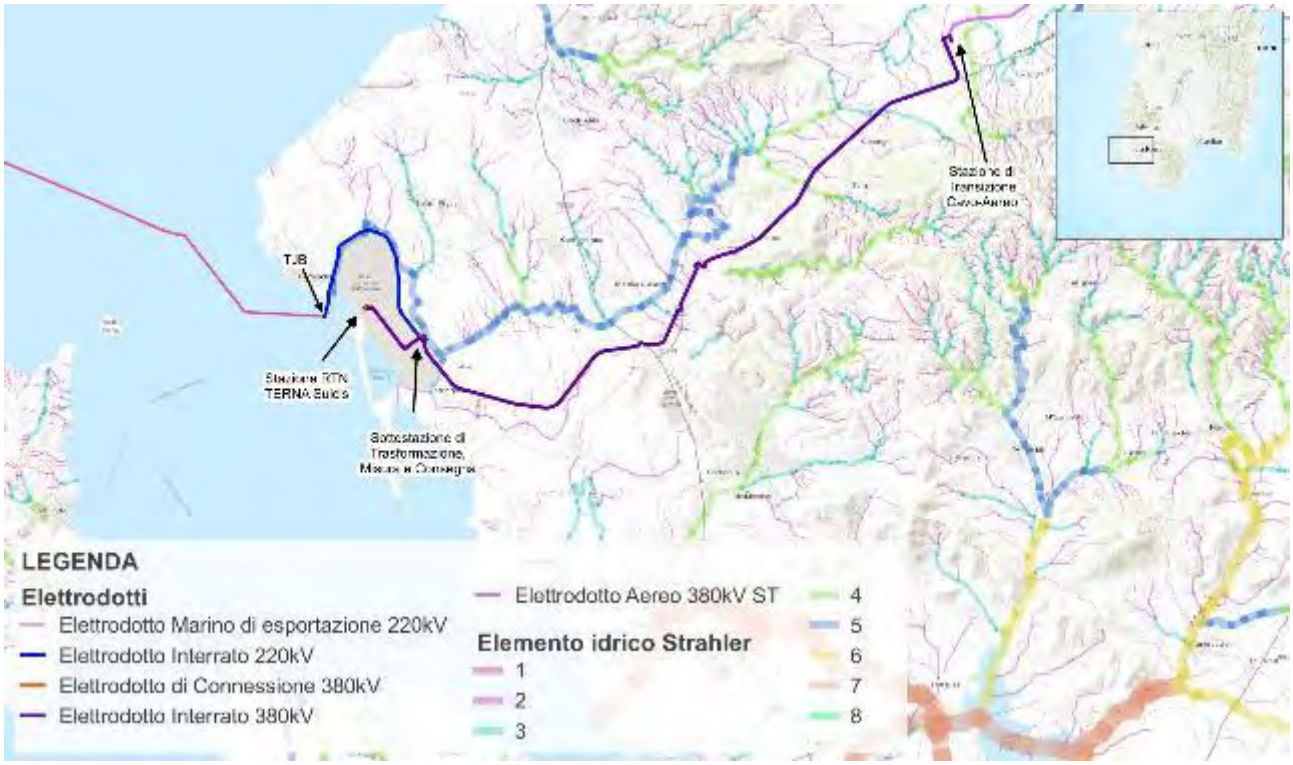


Figura 0.2 – Elettrodotto interrato su strato informativo "elemento idrico Strahler".

Elaborazione iLStudio.

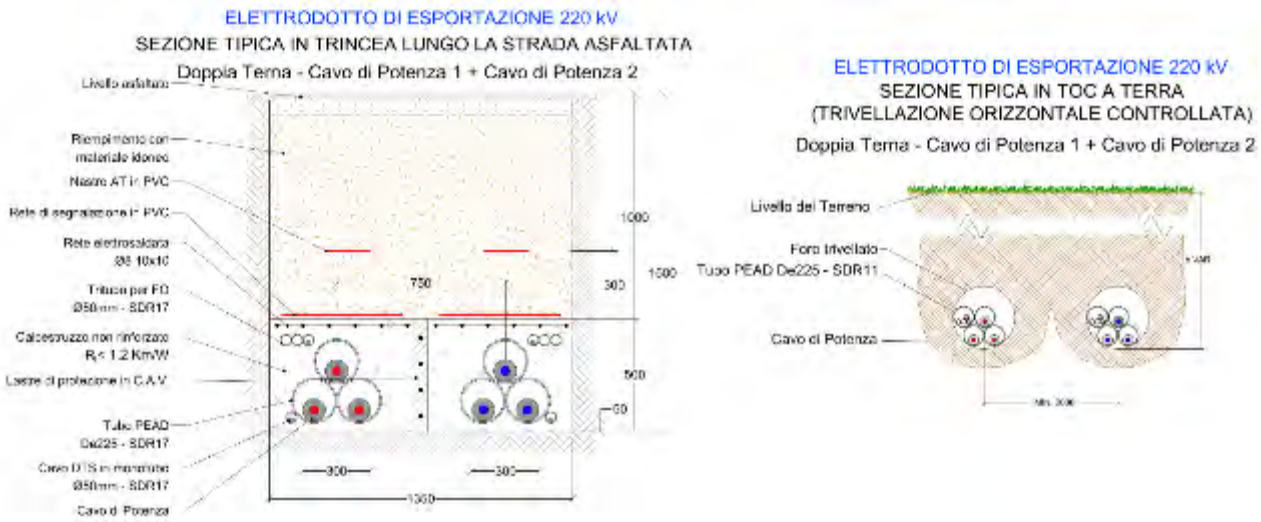
In relazione alle interferenze tra gli elettrodotti interrati e gli elementi idrici Strahler, secondo l'art. 30ter comma 3, nelle aree interne alle fasce di elementi Horton-Strahler sono consentiti gli interventi previsti dall'art. 27 e 27 bis delle NTA del PAI (Testo coordinato aggiornato ai sensi della Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 15 del 22 novembre 2022, pubblicazione sul B.U.R.A.S n. 55 del 01/12/2022); per il caso in specie si applicano le lettere g) e h) del comma 3 dell'art. 27 i quali riportano:

"In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico, comprese le opere provvisionali temporanee funzionali agli interventi, nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente […] g: le nuove infrastrutture a rete o puntuali previste dagli strumenti di pianificazione territoriale e dichiarate essenziali e non altrimenti localizzabili; nel caso di condotte e di cavidotti, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme a condizione che, con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato venga dimostrato che gli scavi siano effettuati a profondità limitata ed a sezione ristretta, comunque compatibilmente con le situazioni locali di pericolosità idraulica e, preferibilmente, mediante uso di tecniche a basso impatto ambientale […]

h: allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti; nel caso di condotte e di cavidotti non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme a condizione che, con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato, venga dimostrato che gli scavi siano effettuati a profondità limitata ed a sezione ristretta, comunque compatibilmente con le situazioni locali di pericolosità idraulica e, preferibilmente, mediante uso di tecniche a basso impatto ambientale […]

[…] altresì, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme qualora i suddetti interventi di allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi utilizzino infrastrutture esistenti di attraversamento per le quali non è garantito il franco idraulico: i predetti interventi sono ammissibili a condizione che con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato venga dimostrato che non vi è riduzione della sezione idraulica, che sia verificato il fatto che il posizionamento del cavidotto non determini sul ponte possibili effetti negativi di tipo idrostatico e dinamico indotti dalla corrente e che il soggetto attuatore provveda a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese tali elementi qualora sia necessario per la realizzazione di interventi di sostituzione totale e/o adeguamenti straordinari dell'attraversamento esistente […]".

La posa e l'installazione dell'elettrodotto interrato saranno effettuate secondo due modalità prevalenti, mediante tubiera in trincea a sezione ristretta e ridotta profondità o in controtubo applicato mediante trivellazione orizzontale controllata (TOC) secondo gli schemi tipici riportati in Figura 3. Tali modalità di posa sono compatibili con quanto indicato nelle norme tecniche di attuazione e, comunque, in fase esecutiva, ove necessario, sarà redatta apposita relazione asseverata dal tecnico incaricato così come richiesto dalle lettere g) e h) del comma 3 dell'art. 27 delle NTA del PAI.



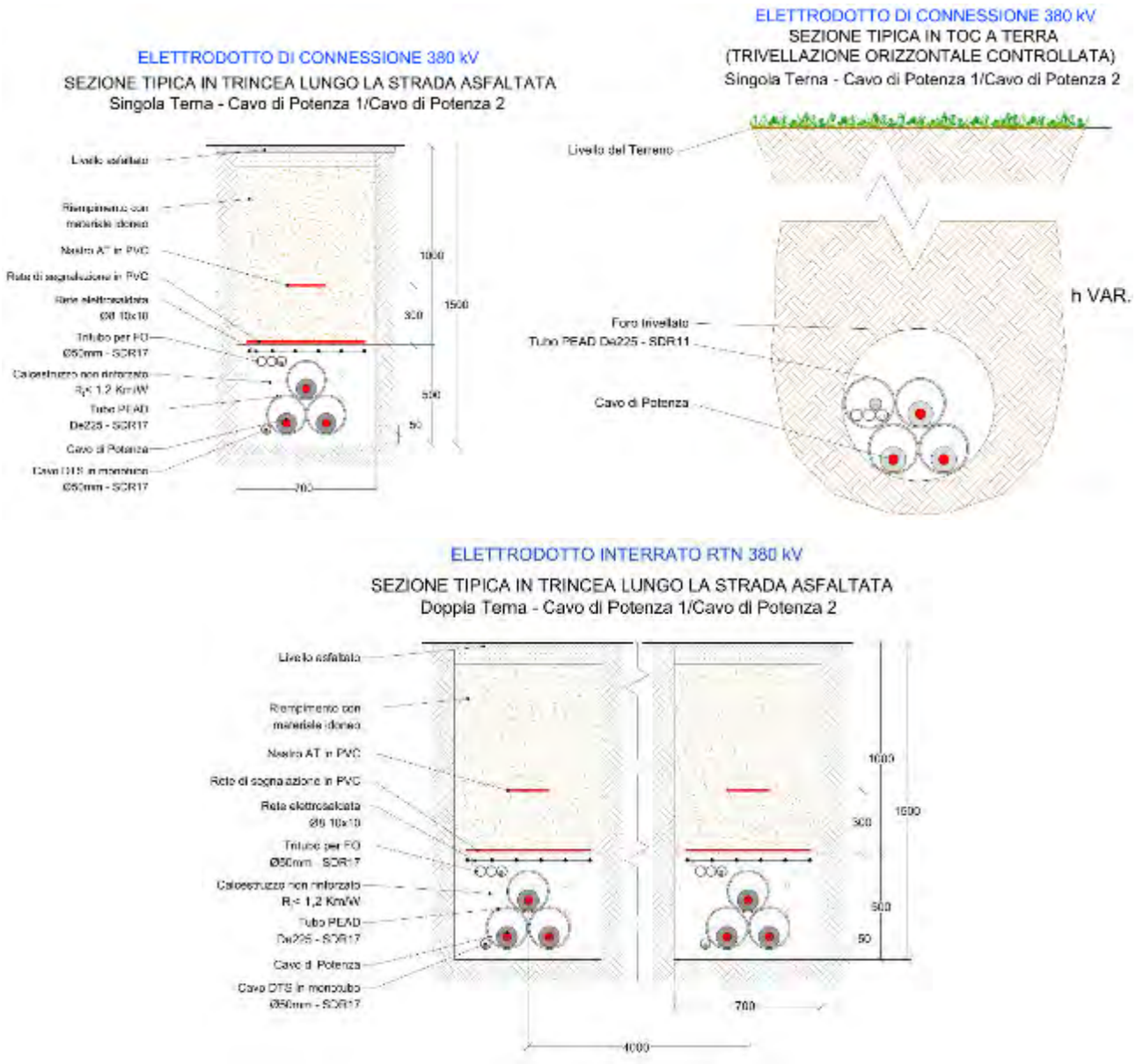


Figura 3 – Tipici di posa considerati per l'elettrodotto interrato.
Elaborazione iLStudio

INTERFERENZA TRA LA NUOVA SEZIONE 380 kV DELLA STAZIONE RTN TERNA SULCIS ED UN ELEMENTO IDRICO RAPPRESENTATO NELLA CARTOGRAFIA IGM IN LOCALITÀ SISINEDDU

L'analisi cartografica condotta con riferimento alla carta IGM 1958-1965, mostra che, nel tratto di costa che costituiva il Porto de Sa Linna, prima degli anni '60 era presente la foce di un corso d'acqua la cui estensione verso monte si può presumere limitata (Figura 4). Tuttavia, l'analisi della cartografia IGM attualmente vigente (Figura 5) mostra che l'intera area della costa e dell'entroterra ha subito numerose ed importanti modifiche urbanistiche, anche a seguito della realizzazione di un complesso ed articolato polo industriale che ha profondamente alterato la morfologia della linea di costa.



Figura 4 – Carta IGM periodo 1958-1968.
Nel cerchio rosso è stato individuato il corso d'acqua oggetto di osservazione.



Figura 5 – Carta IGM attuale.

Dall'analisi storica si può quindi desumere che il corso d'acqua sfociante nel Porto de Sa Linna risulterebbe attualmente tombato. Oltre alla ricostruzione cronologica delle varie fasi di espansione dell'area, l'analisi delle ortofoto disponibili al link WMS del Servizio Cartografico della Regione Sardegna (https://webgis.regione.sardegna.it), conferma che il corso d'acqua in oggetto ha subito chiare modificazioni

(non riconducibili al presente progetto) in quanto già tombato e/o deviato a causa della realizzazione della Centrale Enel.

La seguente figura presenta una recente ortofoto dell'area nella quale si propone, ai soli fini espositivi e di confronto, la sovrapposizione del corso d'acqua oggetto di osservazione così come indicato nella carta IGM 1958-1967.



Figura 6 – Ortofoto attuale.

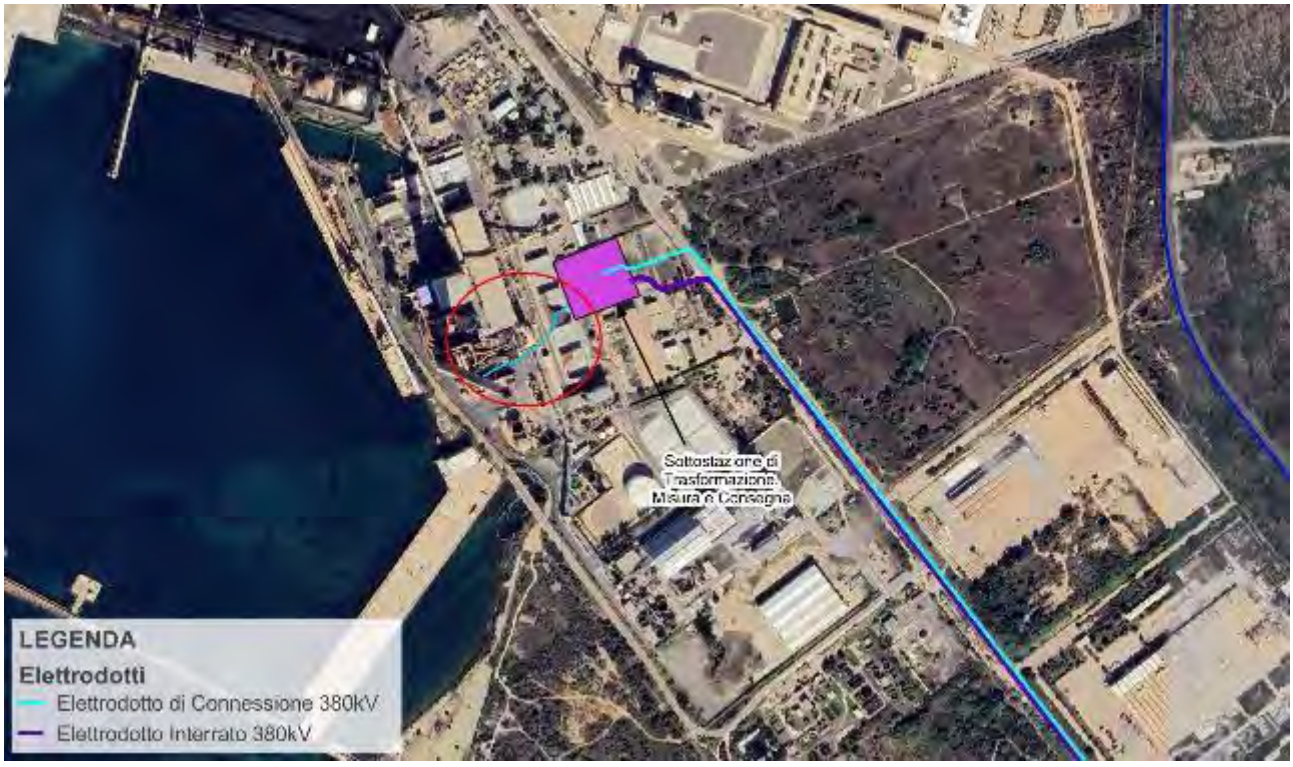


Figura 7 – Ortofoto attuale.

Nel cerchio rosso è stato aggiunto il corso d'acqua presente nella cartografia IGM 1958-1965, oggetto dell'osservazione.

Quanto rappresentato in ortofoto è inoltre supportato dal rilievo visivo effettuato durante la fase progettuale; il sopralluogo non ha dato evidenza di tale corso d'acqua così come evidente dalla foto scattata all'interno del perimetro della stazione elettrica e mostrata in Figura 8.



Figura 8 – Vista della centrale termoelettrica ENEL.
Fotografia interna scattata in fase di sopralluogo, periodo 2022-2023.
Non è presente traccia del corso d'acqua rappresentato nella cartografia IGM 1958-1965.

Dalle analisi cartografiche condotte si ritiene quindi ragionevole affermare che:

- il corso d'acqua rappresentato nella Carta IGM del periodo 1958-1965 è stato tombato nei decenni successivi alla redazione della summenzionata carta al fine di potervi edificare gli attuali Impianti Industriali;
- non appare necessario considerare criticità idrauliche nella progettazione delle opere connesse alle nuove realizzazioni in quanto non si hanno evidenze dell'attuale esistenza del summenzionato corso d'acqua;
- la mancanza fisica dell'elemento idrico presentato nella cartografia IGM richiamata dalla Direzione Generale Agenzia Regionale del Distretto Idrografico della Sardegna determina che non sia necessario svolgere su di esso alcuna analisi di compatibilità idraulica.

4.1.2 In relazione al cavidotto aereo si rileva l'interferenza con numerose aste fluviali del reticolo idrografico ufficiale ai fini P.A.I., per le quali sussistono le aree di pericolosità idraulica o le fasce di prima salvaguardia, e numerose sovrapposizioni con aree classificate a pericolosità da frana da moderata (Hg1) a media (Hg2). Si rileva inoltre che il tracciato attraversa un'area a pericolosità moderata da Sinkhole (Hg1) in territorio di Iglesias e da frana molto elevata (Hg4) in territorio di Villamassargia.»;*

Le osservazioni di cui sopra hanno ad oggetto le interferenze delle opere in progetto (elettrodotto aereo) con le aste fluviali del reticolo idrogeografico ufficiale ai fini PAI, con aree a pericolosità moderata da Sinkhole e con aree a pericolosità da frana molto elevata.

Nello specifico, il documento redatto dalla Direzione Generale Agenzia Regionale del Distretto Idrografico della Sardegna, riporta che:

- *"[…] In relazione al cavidotto areo si rileva l'interferenza con numerose aste fluviali del reticolo idrogeografico ufficiale ai fini P.A.I. per le quali sussistono le aree di pericolosità idraulica o le fasce di prima salvaguardia, e numerose sovrapposizioni con aree classificate a pericolosità da frana da moderata (Hg1) a media (Hg2). Si rileva inoltre che il tracciato attraversa un'area a pericolosità moderata da Sinkhole (Hg1*) in territorio di Iglesias e da frana molto elevata (Hg4) in territorio di Villamassargia […]".*

In forza dell'art. 27 comma 4, lettera g) delle NTA del PAI, si vuole dimostrare che, per i tralicci ricadenti all'interno delle aree perimetrate in fascia di pericolosità idraulica sussistono le seguenti condizioni:

- i sostegni sono posizionati il più distante possibile dall'alveo e dalle golene;
- il sistema sostegno-fondazione è adeguatamente dimensionato e verificato anche rispetto a tutte le possibili azioni di tipo idrostatico e dinamico indotte dalla corrente;
- le linee aeree garantiscono un adeguato franco sulla piena 200 anni con valore minimo pari a 1.5 metri.

Sono inoltre di seguito illustrati gli interventi che verranno adottati ai fini della mitigazione del rischio connesso alle aree interessate da pericolosità da sinkhole e da frana, in accordo all'aggiornamento delle perimetrazioni e delle NTA del PAI del novembre 2022.

POSIZIONE DEI SOSTEGNI

Il posizionamento dei sostegni della linea aerea è stato progettato considerando aspetti molteplici tra cui l'orografia del territorio e i vincoli paesaggistici ed idrogeologici presenti; nello specifico dei vincoli idrogeologici si è provveduto a collocare i diversi elementi il più distante possibile da alvei e golene mantenendo adeguato margine sulle minime distanze previste per legge (10 m da tutti i corsi d'acqua classificati secondo RD 523/1904) e di almeno 150 m dalle acque pubbliche vincolate ai sensi del D.lgs. 42/04. Per i dettagli e a dimostrazione di quanto affermato, si rimanda alla consultazione delle tavole in "Ubicazione Opere a Terra con Perimetrazione Corpi Idrici su Stralcio Planimetria Catastale" da C0421VT00IDRCAT00 a C0421VT04IDRCAT00 allegate al presente documento di integrazione.

SISTEMA SOSTEGNO-FONDAZIONE

Per le fondazioni dei sostegni delle linee aeree in progetto, è stato considerato l'impiego delle sole fondazioni dirette unificate Terna, di tipo CR laddove non sono evidenziati problemi di falda e di tipo CS nei restanti casi.

In corrispondenza delle aree a pericolosità idraulica e di quelle di prima salvaguardia si propongono fondazioni speciali profonde, ovvero realizzate con plinti muniti di micropali il cui diametro, numerosità e profondità verranno valutati in funzione dei carichi trasmessi dal sostegno e della stratigrafia del sottosuolo presente in corrispondenza del singolo picchetto.

Nella Figura 9 è riportato a titolo di esempio un prospetto tipico della soluzione con plinto su micropali, tratto da specifica tecnica Terna ST DT ING 09.

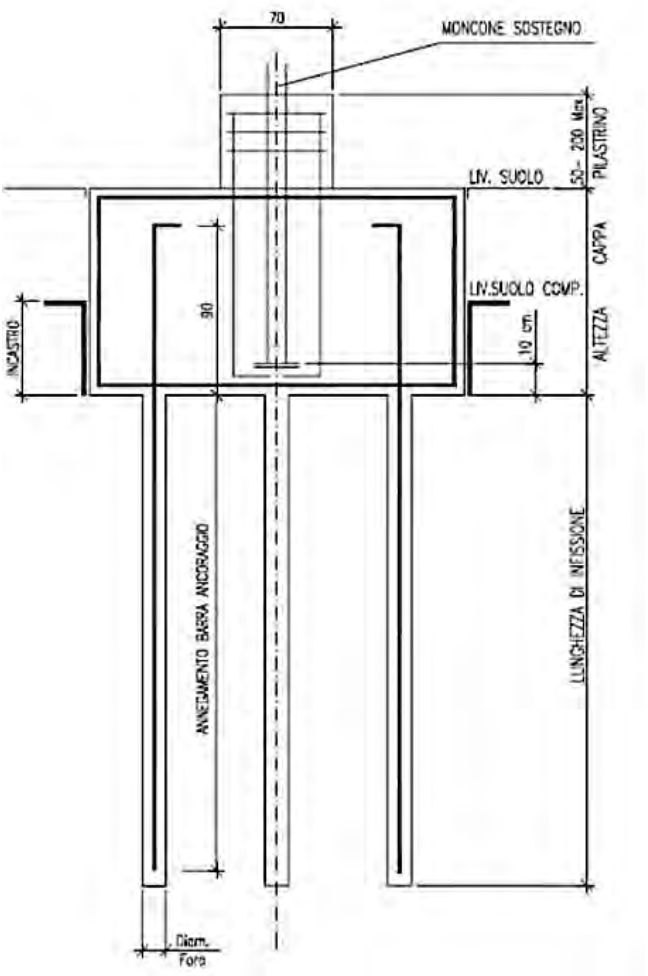


Figura 9 – Prospetto tipico di plinto su micropali.
Secondo tipologico Terna (ST DT ING 09).

Al di sopra del piano campagna è previsto unicamente un colonnino avente diametro (indicativo) di 70 cm ed altezza minima di 50 cm. Nel caso il battente idraulico lo richiedesse, potrebbe essere esteso sino a 2 m di altezza.

Sulla base dei carichi trasmessi alle fondazioni, è possibile considerare micropali con diametro di perforazione 25 cm e una lunghezza indicativa di circa 10 m - 20m (da valutare correttamente in funzione della stratigrafia del terreno ricavata dagli esiti di sondaggi geognostici in corrispondenza del picchetto) e profondità di intradosso del plinto di 2.50 m.

La configurazione su micropali assegna tutta la resistenza (strappamento, compressione e taglio) ai micropali, la cui zona di lavoro si estende dall'intradosso del plinto verso l'estremità inferiore del tubo, eliminando quindi eventuali problematiche relative a fenomeni di escavazione locale connessi alla presenza di un battente idraulico sul piano campagna in presenza di corrente. La presenza di un battente idraulico sopra il p.c. incide solo nella verifica a strappamento, per la quale il peso del plinto risulta ridotto della corrispondente spinta archimedea.

Per quanto riguarda gli effetti idrodinamici, considerando la spinta idraulica valutata a partire dalle formulazioni della quantità di moto proposte da Koch Carstanjen, Henderson, Ranga Raju, Eichert e Peters si può assumere indicativamente:

$$S_{idrod} = \frac{1}{2}\rho_w C_D A_b v^2$$

in cui ρ_w è la densità dell'acqua torbida (1100 kg/m³), C_D è il coefficiente di "drag" funzione, in generale, della forma dell'ostacolo, della sua scabrezza, della direzione e delle caratteristiche della corrente in arrivo; per la sezione circolare si assume conservativamente C_D pari a 1.2; v è la velocità della corrente in una sezione indisturbata a monte del pilastrino, A_b è la proiezione normale alla corrente dell'area bagnata del pilastrino; considerando un diametro di 70 cm e una altezza di 2 m risulta una A_b pari a 1.4 m².

Per le fondazioni unificate Terna di sostegni 380kV i pilastrini devono essere dimensionati per consentire un carico da amarro pari a 100 kN. Assumendo la spinta idrodinamica S_{idrod} per singolo pilastrino pari a tale valore, si trova una corrispondente velocità v pari a 10.4 m/s che risulta compatibile con la velocità di 8 m/s indicata dall'art. 21 comma 2 del PAI.

Tale valore appare ragionevolmente conservativo per un campo di moto prevedibile in aree di espansione golenale. Nella Figura 10 sono riportati gli schemi in pianta dei suddetti plinti con dimensioni tipologiche variabili da 2.6 a 4.6 m.

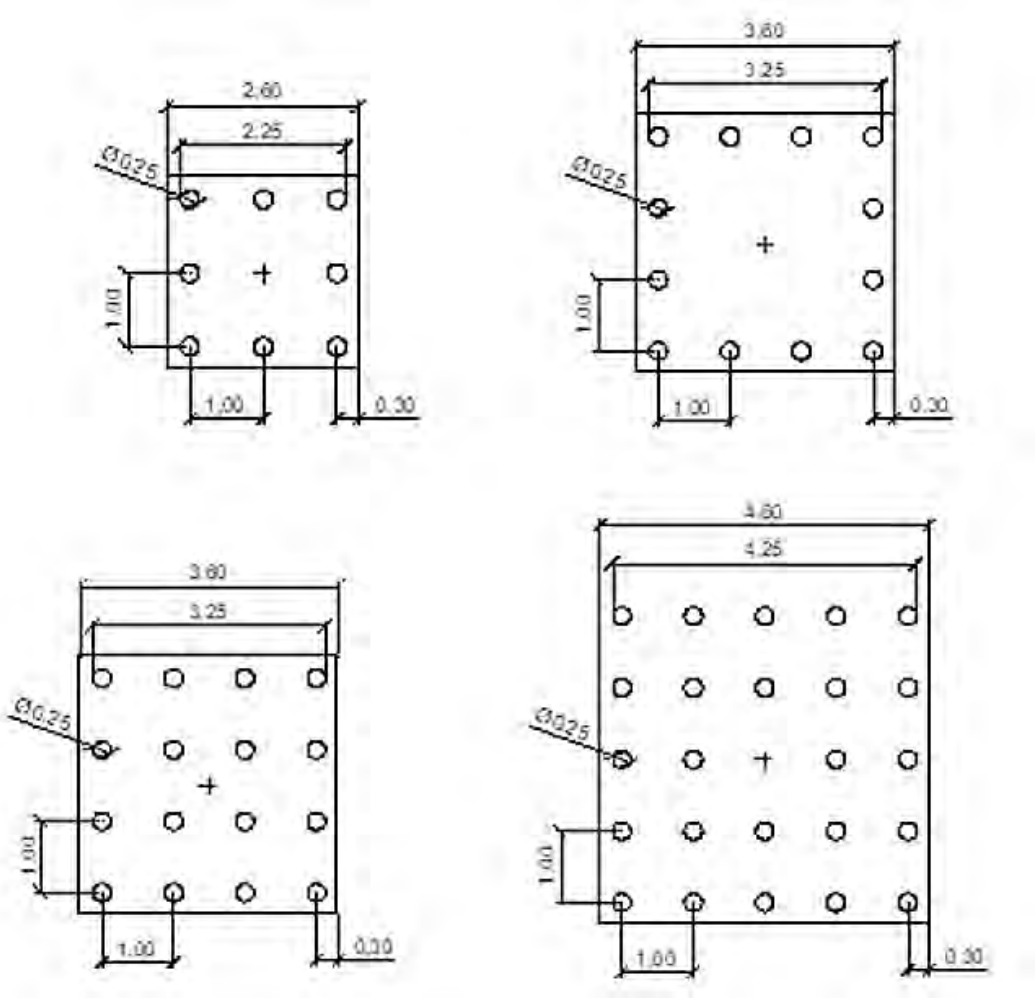


Figura 10 – Configurazioni in pianta delle 4 tipologie di plinti armati con micropali (8-12-16-24).

FRANCO DELLE LINEE

Il franco delle linee aree si ritiene soddisfatto in progetto, in quanto la posizione dei nudi conduttori è posizionata ad un'altezza minima dal piano campagna di circa 14 m.

PERICOLOSITÀ DA SINKHOLE E DA FRANA

In relazione alla vigente normativa PAI, vista anche la revisione della cartografia di piano eseguita dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale della Sardegna nel mese di dicembre 2022, le Figura 11 - Figura

12- Figura 13- Figura 14 e la Tabella 73 riportano la classificazione di pericolosità relativa ai sostegni posizionati in aree a pericolosità da sinkhole e frana per entrambe le configurazioni.

Occorre precisare che il rilievo geologico di dettaglio in sito non ha evidenziato episodi di sinkhole nelle immediate vicinanze di alcun sostegno, e non ha analogamente rilevato condizioni di instabilità da frana manifeste. Tali condizioni hanno guidato la scelta di rimandare le indagini di profondità alle fasi progettuali successive a fronte di un dettagliato piano indagini, in accordo al Protocollo Tecnico "TIPO" di cui all'art.31 c.8 delle N.A. P.A.I. *"Indicazioni per le indagini e studi da effettuare nelle zone mappate a pericolosità di frana per fenomeni di sinkhole"*.

A sostegno delle scelte eseguite in sede di progetto, si è considerato che l'elettrodotto interferisce con la componente suolo limitatamente allo scavo delle fondazioni dei sostegni. Si è ritenuto inoltre che, data la limitata dimensione degli scavi in progetto riconducibili a singoli interventi puntuali e circoscritti al singolo sostegno, gli stessi scavi non siano in grado di interferire con i livelli di pericolo, e conseguente rischio, riconosciuti e perimetrati dal PAI nell'area di interesse. Ci si troverebbe pertanto nelle condizioni, in riferimento all'art. 23 comma 9 del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (Norme di Attuazione), di non peggiorare le condizioni di equilibrio statico dei versanti e di stabilità dei suoli attraverso trasformazioni del territorio non compatibili.

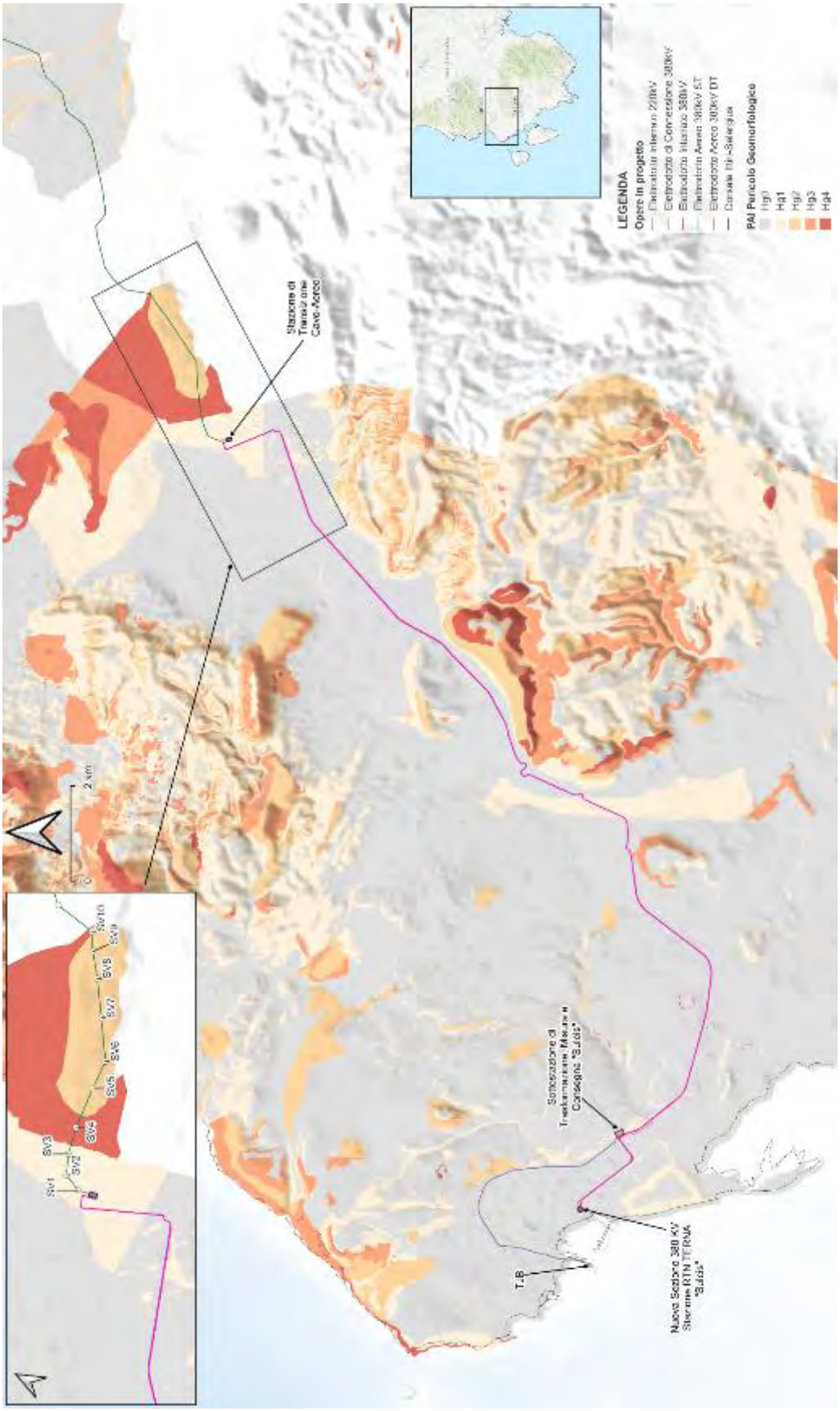


Figura 11 – Configurazione Elettrodotto ibrido cavo/aereo su perimetrazione "PAI Pericolo geomorfologico"
Dettaglio dei tralicci ricadenti in aree a pericolo sinkhole e frana da moderato ad elevato.

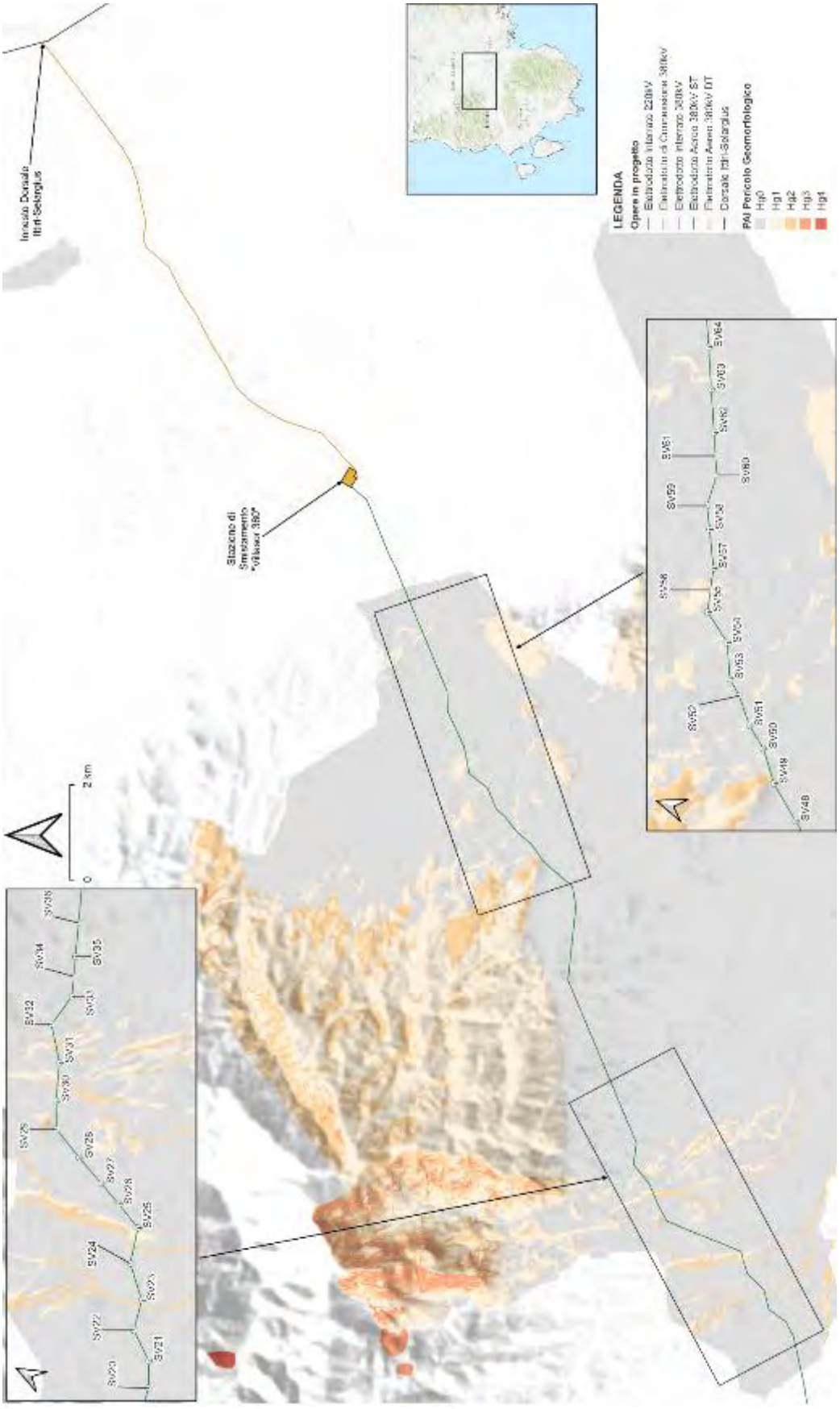


Figura 12 – Configurazione Elettrodotto ibrido cavo/aereo su perimetrazione "PAI Pericolo geomorfologico"

Dettaglio dei tralicci ricadenti in aree a pericolo sinkhole e frana da moderato ad elevato.

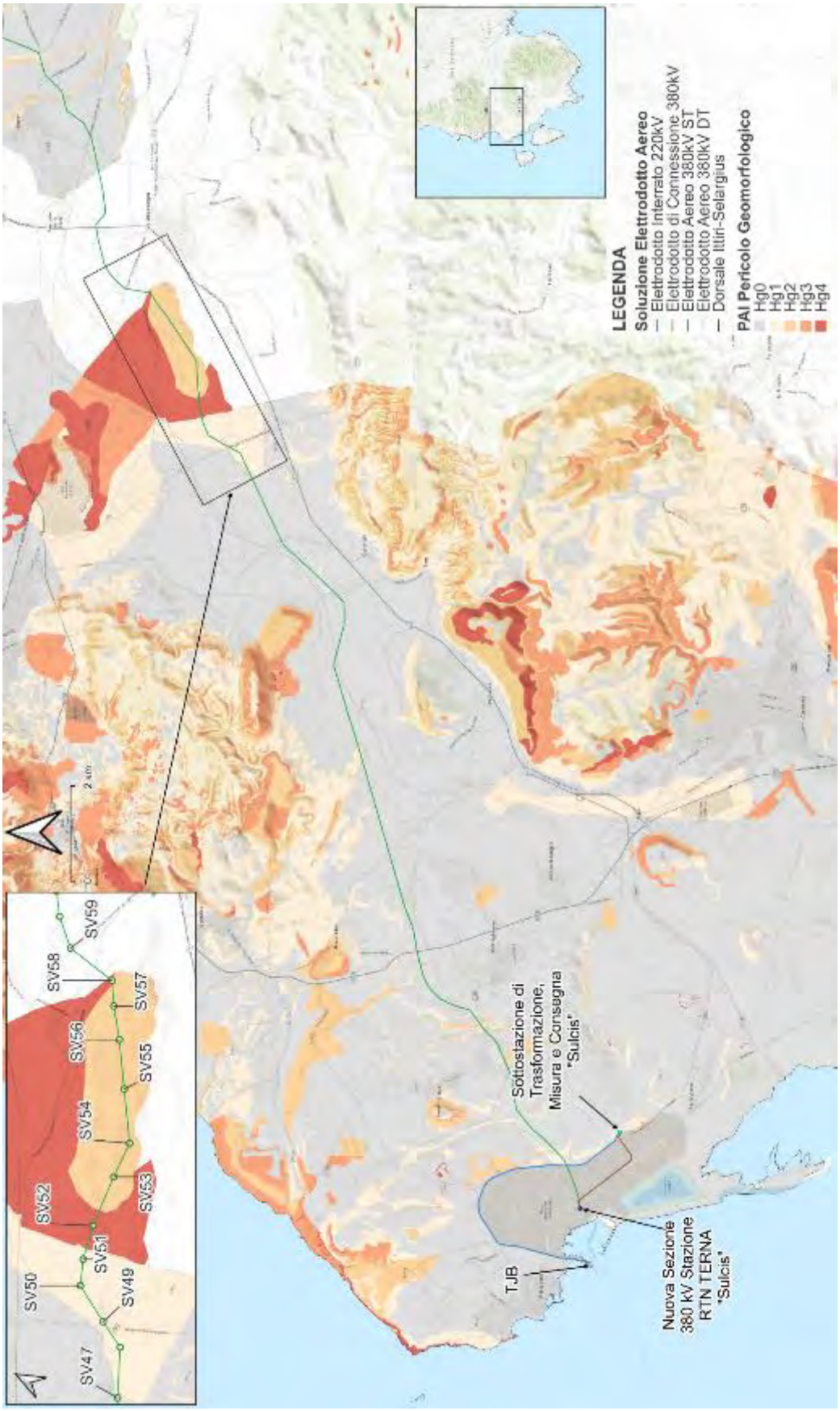


Figura 13 – Configurazione Elettrodotto aereo su perimetrazione "PAI Pericolo geomorfologico"

Dettaglio dei tralicci ricadenti in aree a pericolo sinkhole e frana da moderato ad elevato.

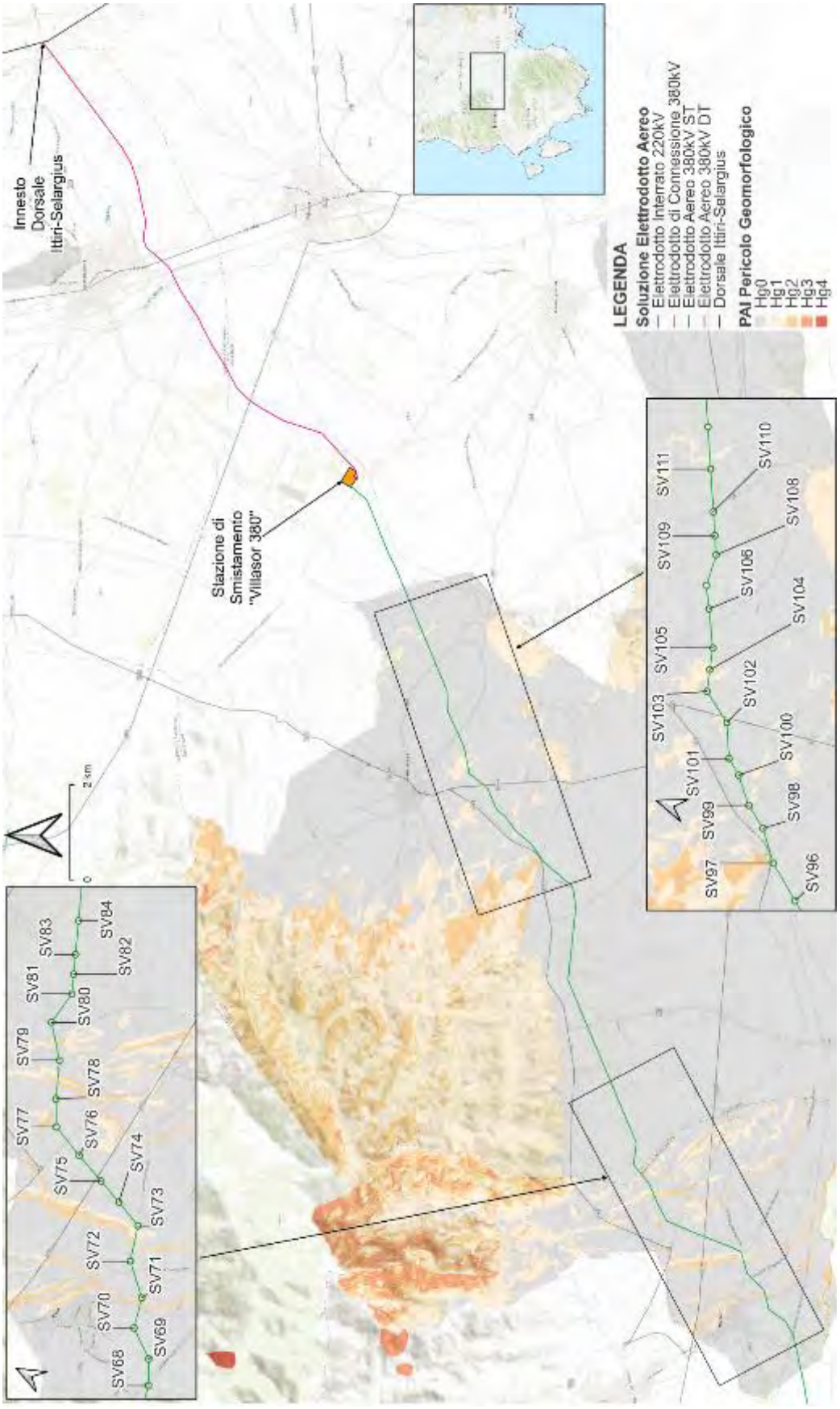


Figura 14 – Configurazione Elettrodotto aereo su perimetrazione "PAI Pericolo geomorfologico"

Dettaglio dei tralicci ricadenti in aree a pericolo sinkhole e frana da moderato ad elevato.

Configurazione elettrodotto ibrido cavo/aereo

Tabella 73 – Classe di pericolosità attribuita ai sostegni ricadenti in aree da pericolosità e sinkhole e frana da moderata ad elevata, configurazione elettrodotto ibrido/cavo aereo.

Elaborazione iLStudio.

Distanza progressiva lungo l'elettrodotto [km]	PAI Hg	Piani Urbanistici	Territorio Comunale
Elettrodotto Interrato 380 kV			
8.5	Hg1	Hg2 - pericolosità media da frana	Carbonia
Elettrodotto Interrato 380 kV			
9.5	Hg0	Hg1	Carbonia
10	Hg0	Hg1	Carbonia
10.5	Hg0	Hg1	Carbonia
11	Hg0	Hg1	Carbonia
19.5	Hg1	Hg1	Iglesias
21	Hg1	Hg1* - pericolosità moderata da sinkhole	Iglesias
21.5	Hg1	Hg1* - pericolosità moderata da sinkhole	Iglesias

Numerazione sostegno a traliccio in progetto	PAI Hg	Piani Urbanistici	Territorio comunale
SVP-P	Hg1	Hg1* - pericolosità moderata da sinkhole	Iglesias
SV1	Hg1	Hg1* - pericolosità moderata da sinkhole	Iglesias
SV2	Hg1	Hg1* - pericolosità moderata da sinkhole	Iglesias
SV3	Hg1	Hg1* - pericolosità moderata da sinkhole	Iglesias
SV4	Hg4 - pericolosità molto elevata da frana		Villamassargia
SV5	Hg2 - pericolosità media da frana		Villamassargia
SV6	Hg2 - pericolosità media da frana		Villamassargia
SV7	Hg2 - pericolosità media da frana		Villamassargia
SV8	Hg2 - pericolosità media da frana		Villamassargia
SV9	Hg2 - pericolosità media da frana		Villamassargia
SV10	Hg4 - pericolosità molto elevata da frana		Villamassargia

Configurazione elettrodotto aereo

Tabella 74 – Classe di pericolosità attribuita ai sostegni ricadenti in aree da pericolosità e sinkhole e frana da moderata ad elevata, configurazione elettrodotto aereo.

Elaborazione iLStudio.

Numerazione sostegno a traliccio in progetto	PAI Hg	Piani Urbanistici	Territorio comunale
SV3	Hg1		Portoscuso
SV4	Hg1		Portoscuso
SV48	Hg1	Hg1* - pericolosità moderata da sinkhole	Iglesias
SV49	Hg1	Hg1* - pericolosità moderata da sinkhole	Iglesias
SV50	Hg1	Hg1* - pericolosità moderata da sinkhole	Iglesias

Numerazione sostegno a traliccio in progetto	PAI Hg	Piani Urbanistici	Territorio comunale
SV51	Hg1	Hg1* - pericolosità moderata da sinkhole	Iglesias
SV52	Hg4 - pericolosità molto elevata da frana		Villamassargia
SV53	Hg2 - pericolosità media da frana		Villamassargia
SV54	Hg2 - pericolosità media da frana		Villamassargia
SV55	Hg2 - pericolosità media da frana		Villamassargia
SV56	Hg2 - pericolosità media da frana		Villamassargia
SV57	Hg2 - pericolosità media da frana		Villamassargia
SV58	Hg4 - pericolosità molto elevata da frana		Villamassargia

La "Relazione geologica" cod. C0421TR06RELGEO01 allegata allo Studio di Impatto Ambientale e al presente documento di integrazione non identifica condizioni di instabilità specifiche e, peraltro, ottempera alla definizione dell'assetto geologico di inquadramento, alla situazione litostratigrafica locale, alla definizione dei litotipi, ai lineamenti geomorfologici della zona, ai caratteri geostrutturali generali ed allo schema di circolazione idrica superficiale e sotterranea, in accordo a quanto richiesto dallo Studio di Compatibilità geologico-geotecnico.

Altro elemento tenuto in considerazione è la presenza dell'adiacente elettrodotto in via di dismissione per il quale, l'assenza di criticità idrogeologiche ad un trentennio circa dalla costruzione, rappresenta un elemento a favore di una generale stabilità lungo la linea.

Per quanto concerne la caratterizzazione geotecnica, in questa fase progettuale sono state inoltre fornite indicazioni preliminari (pressioni ammissibili) relativamente ai terreni di fondazione, fornendo comunque il set di prove necessarie al completamento della stessa caratterizzazione, da ottemperare a fronte di un preciso piano indagini e da eseguirsi nelle prossime fasi di progetto.

CONCLUSIONI

Sulla scorta delle scelte progettuali su riportate si può concludere che, nella attuale configurazione progettuale, le opere in oggetto, seppur con tratti incidenti aree a pericolosità idraulica, secondo quanto richiesto dall'art. 27 comma 4, lettera g) delle NTA saranno realizzate in modo tale che:

- la posa avverrà il più distante possibile dall'alveo e dalle golene;
- il sistema sostegno-fondazione risulterà adeguatamente dimensionato e verificato anche rispetto di tutte le possibili azioni di tipo idrostatico e dinamico indotte dalla corrente;
- il franco idraulico tra le linee aeree e la piena di riferimento (200 anni) sarà superiore a 1.5 metri.

Inoltre, con riferimento art. 21 comma 2 delle NTA, le opere saranno realizzate in modo tale da:

- permettere la conservazione, la funzionalità e i livelli naturali dei corsi d'acqua;
- non creare impedimenti al naturale deflusso delle acque, quand'anche realizzate in aree pianeggianti;
- garantire per l'elettrodotto un franco idraulico sul livello della portata di progetto di almeno 21 m;
- minimizzare il rischio di instabilità gravitativa e di alterazione del naturale reticolo drenante indotto dai tagli dei versanti lungo i tracciati;
- introdurre localizzate e limitate modificazioni della morfologia naturale dei pendii impegnati;
- prevedere nei pressi delle fondazioni - se necessari - appropriati sistemi di drenaggio, da sottoporre ad adeguata manutenzione;

Analogamente, con riferimento alle opere in progetto, soprattutto quelle in aree con criticità geomorfologiche, le nuove installazioni terranno conto delle seguenti attenzioni:

- in fase di rilievo in situ non sono state evidenziate manifeste condizioni di instabilità o deformazione che possano rendere evidenti le condizioni di pericolosità geomorfologica da sinkhole o frana, nell'intorno dei sostegni in progetto anche all'interno delle perimetrazioni PAI;
- l'elettrodotto interferisce con la componente suolo limitatamente allo scavo delle fondazioni dei sostegni. Si è ritenuto che, data la limitata dimensione degli scavi in progetto riconducibili a singoli interventi puntuali e circoscritti al singolo sostegno, gli stessi scavi non siano in grado di interferire con i livelli di pericolo, e conseguente rischio, riconosciuti e perimetrati dal PAI nell'area di interesse;
- la presenza dell'adiacente elettrodotto in via di dismissione, la cui assenza di criticità idrogeologiche ad un trentennio circa dalla costruzione, rappresenta un elemento a favore di una generale stabilità lungo la linea;
- a corredo della fase esecutiva, nelle aree perimetrate PAI a rischio sinkhole, verranno condotte le indagini di profondità a fronte di un dettagliato piano indagini, in completo accordo al Protocollo Tecnico "TIPO" di cui all'art.31 c.8 delle NTA PAI *"Indicazioni per le indagini e studi da effettuare nelle zone mappate a pericolosità di frana per fenomeni di sinkhole"*;
- per quanto concerne la caratterizzazione stratigrafica e piezometrica dei 28 sostegni dotati di fondazioni profonde nelle aree perimetrate a pericolosità idraulica PAI, verranno eseguiti i necessari sondaggi geotecnici (nel numero di almeno uno per sostegno) con annesse prove di laboratorio per la determinazione delle caratteristiche meccaniche, finalizzata alla definizione della lunghezza della soluzione fondale da adottare;
- per le soluzioni fondali dirette verranno altresì eseguiti sondaggi geotecnici distribuiti per macroaree litotecniche così come riconosciute e definite nella relazione geologica di progetto, con annesse prove di laboratorio geotecnico per la determinazione delle caratteristiche meccaniche del substrato.

4.2 si rileva che rimandare alla fase di progettazione esecutiva, la produzione degli elaborati necessari ai fini dell'espressione di competenza dell'A.R.D.I.S. come dichiarato dalla Proponente nell'elaborato C0421TR07RELIDR00a Relazione idrologica e idraulica, comporta due ordini di problematiche dal momento che la "non definizione" dal punto di vista tecnico – progettuale delle modalità con cui saranno risolte le interferenze con le aree mappate, oltre a impedire una adeguata e corretta valutazione degli impatti e la individuazione di idonee misure di mitigazione, comporta potenzialmente la necessità di valutare future modifiche progettuali con altre procedure (n.d.r. Verifica di assoggettabilità e/o Valutazione preliminare). Si ritiene, pertanto, necessario già in questa fase procedere a predisporre la documentazione richiesta dall'A.D.I.S. nel parere di competenza, a cui si rinvia per gli aspetti di dettaglio. In estrema sintesi è necessario produrre, a livello di progetto definitivo, gli studi e le relazioni previsti dalle Norme Tecniche di Attuazione (N.T.A.) del P.A.I. per gli elettrodotti aerei ed interrati per gli attraversamenti delle aree a pericolosità idraulica e/o geologica e geotecnica, e adeguare lo S.I.A. agli esiti di detti studi in relazione alla valutazione degli impatti;

Fatte salve le indicazioni dei punti precedenti 4.1.1 e 4.1.2, a sostegno delle scelte eseguite in sede di progetto, si è considerato che l'elettrodotto aereo interferisce con la componente suolo limitatamente allo scavo delle fondazioni dei sostegni.

Si è ritenuto inoltre che, data la limitata dimensione degli scavi in progetto riconducibili a singoli interventi puntuali e circoscritti al singolo sostegno, gli stessi scavi non siano in grado di interferire con i livelli di pericolo, e conseguente rischio, riconosciuti e perimetrati dal PAI nell'area di interesse.

Ci si trova pertanto nelle condizioni, in riferimento all'art. 23 comma 9 del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (Norme di Attuazione), di non peggiorare le condizioni di equilibrio statico dei versanti e di stabilità dei suoli attraverso trasformazioni del territorio non compatibili. La relazione geologica a corredo del progetto non identifica condizioni di instabilità specifiche e, peraltro, ottempera alla definizione dell'assetto geologico di inquadramento, alla situazione litostratigrafica locale, alla definizione dei litotipi, ai lineamenti geomorfologici della zona, ai caratteri geostrutturali generali ed allo schema di circolazione idrica superficiale e sotterranea, in accordo a quanto richiesto dallo Studio di Compatibilità geologico-geotecnico. Altro elemento tenuto in considerazione è la presenza dell'adiacente elettrodotto in via di dismissione, la cui assenza di criticità idrogeologiche ad un trentennio circa dalla costruzione, rappresenta un elemento a favore di una generale stabilità lungo la linea. Per quanto concerne la caratterizzazione geotecnica, in questa fase progettuale sono state fornite indicazioni preliminari (pressioni ammissibili) relativamente ai terreni di fondazione, fornendo comunque il set di prove necessarie al completamento della stessa caratterizzazione, da ottemperare a fronte di un preciso piano indagini e da eseguirsi nelle prossime fasi progettuali. Sulla base di quanto esposto si riterrebbero soddisfatti i requisiti di base richiesti dalle Norme di Attuazione del PAI.

Ad ogni modo nell'ambito del progetto definitivo, in fase di autorizzazione unica, saranno prodotti i dovuti studi e relazioni previsti dalle Norme Tecniche di Attuazione (N.T.A.) del P.A.I. sia per gli elettrodotti aerei che interrati in relazione agli attraversamenti delle aree a pericolosità idraulica e/o geologica e geotecnica.

5. in relazione al ricadere di parte delle opere all'interno del Sito d'Interesse Nazionale (S.I.N.) del Sulcis – Iglesiente – Guspinese, è necessario che lo S.I.A. e/o la relazione denominata C0421YR13SINCAR00a – S.I.N. Piano di Caratterizzazione Ambientale vengano integrati effettuando un'analisi dei principali interventi di bonifica in corso, anche al fine di valutare la rispondenza di quanto previsto in progetto con il disposto normativo di cui all'art. 242 ter del vigente D.lgs. 152/2006;

La relazione *"SIN - Piano di caratterizzazione ambientale"* (cod. C0421YR13SINCAR00) allegata allo SIA, aggiornata e sostituita dall'omonimo report con codice C0421YR13SINCAR01, è stata redatta con lo scopo di caratterizzare, in via preliminare e su base bibliografica, lo stato di contaminazione dei luoghi al fine di pianificare gli interventi nelle aree interessate dal progetto. Prima dell'inizio dei lavori e per evitare interferenze tra gli interventi previsti dal progetto e le eventuali operazioni di bonifica e messa in sicurezza in corso, saranno effettuati uno screening per verificare gli stati di avanzamento delle procedure eventualmente in corso e una campagna di campionamenti per caratterizzare la matrice ambientale suolo e sottosuolo ai fini di possibili bonifiche o messe in sicurezza. Nel caso di concomitanza tra attività di bonifica e/o messa in sicurezza e gli interventi proposto dal progetto di specie, la realizzazione di questi ultimi verrà pianificata in modo da non causare interferenze con dette attività.

SCREENING PRELIMINARE DEGLI INTERVENTI DI BONIFICA SULLE AREE DI PROGETTO

Il sito del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, nella sezione *"Avanzamento dei procedimenti di bonifica"*, riporta lo stato di avanzamento delle procedure di bonifica nei SIN con ultimo aggiornamento datato giugno 2023. Nello specifico delle procedure in corso per la bonifica dei terreni del SIN Sulcis – Iglesiente – Guspinese, il report ministeriale fornisce unicamente la mappatura di Figura 15 alla quale, per semplicità di consultazione, sono state sovrapposte le principali opere di progetto relative alla sezione onshore.

La scala e la qualità del dato non consentono una dettagliata interpretazione ma si evince che le opere in progetto, in particolare l'elettrodotto interrato 220 kV, la stazione di trasformazione, misura e consegna, l'ampliamento 380 kV della stazione RTN TERNA Sulcis esistente e il primo tratto dell'elettrodotto interrato 380 kV interessano, complessivamente, aree potenzialmente contaminate, aree con progetto di bonifica approvato e aree bonificate.

Per ulteriori informazioni sono state consultati i sistemi informativi nazionali sui siti contaminati:

- "MOSAICO" – Banca dati Nazionale per i siti contaminati (ISPRA);
- "SmartEcoGIS" (MASE).

Il servizio "MOSAICO", realizzato da ISPRA in ambito SNPA con la partecipazione di Regioni e Province Autonome, nasce per consentire una conoscenza dettagliata dei procedimenti di bonifica in atto sul territorio nazionale siano essi in corso o conclusi. Per ciascun procedimento sono archiviate informazioni di tipo amministrativo - gestionale (tipo di procedimento, autorità competente, soggetti coinvolti, avanzamento della procedura), tecnico (matrici coinvolte, tipo e grado di contaminazione, tipologia di intervento) e costi.

MOSAICO non ha, ad oggi, una copertura omogenea a livello nazionale a causa della mancata trasmissione dei dati da parte delle Regioni Umbria e Sardegna e della trasmissione parziale di Abruzzo e Liguria. L'unica informazione disponibile in merito al SIN in oggetto è la sua perimetrazione.

Il sistema webGIS "SmartEcoGIS", realizzato dalla Direzione Generale Uso sostenibile del suolo e delle risorse idriche (DG USSRI) del Ministero con il supporto della linea L3 del Progetto "Mettiamoci in RIGA", consente l'accesso a una cartografia georeferenziata per la consultazione grafica delle aree interne ai Siti d'Interesse Nazionale (SIN) oggetto di procedimento amministrativo e l'accesso ai relativi documenti e atti disponibili.

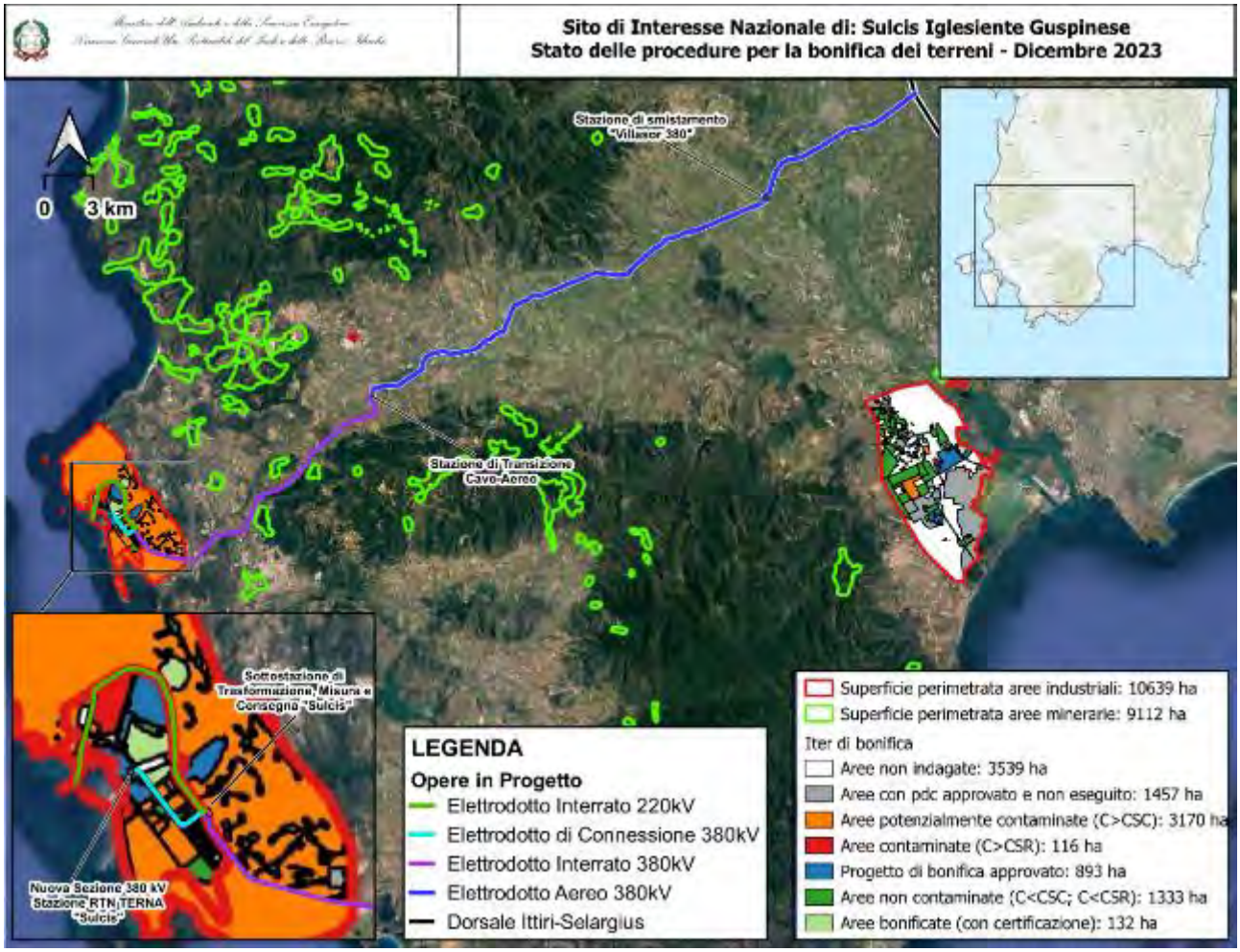


Figura 15 – Sovrapposizione del progetto con lo stato di avanzamento dei procedimenti di bonifica del SIN.
Dettaglio del progetto su perimetrazione MASE.

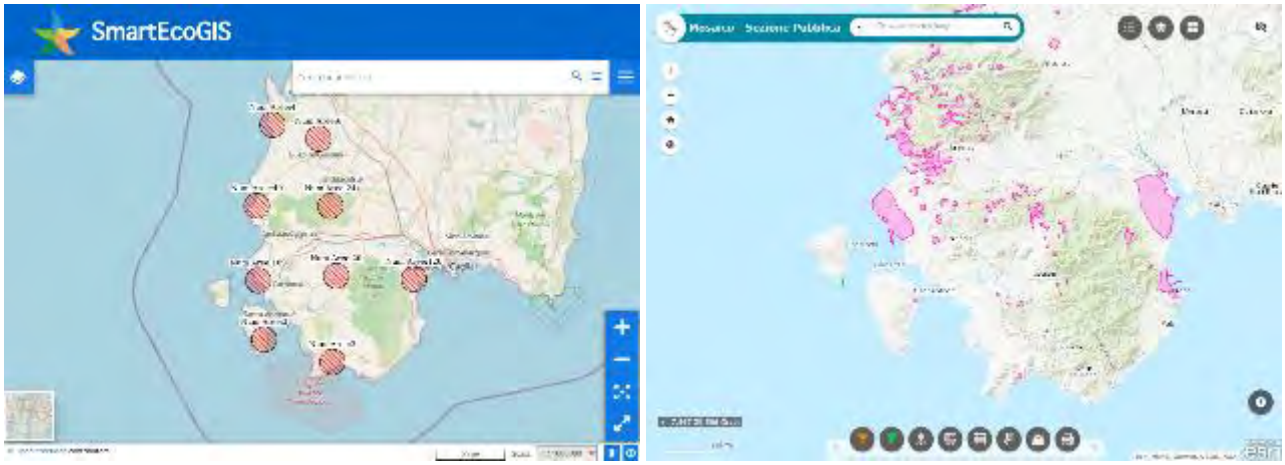


Figura 16 – Banche dati ufficiali per il reperimento delle informazioni sullo stato di avanzamento delle bonifiche in corso.
A sinistra portale "SmartEcoGIS" del MASE, a destra il portale "MOSAICO" di ISPRA.

SmartEcoGIS implementa una banca dati realizzata a partire dal 2020 per ottimizzare la gestione dei procedimenti amministrativi sulle bonifiche, efficientare l'attività di programmazione e consentire trasparenza e accesso alle informazioni, in linea con i principi della Convenzione di Aarhus. Alle aree identificate all'interno del SIN, oggetto di procedimento amministrativo, viene assegnato un codice numerico. È stata analizzata l'area degli interventi ove l'uniche informazioni trovate su Smart Ecogis riguardano le superfici codificate con numero

2728 relative allo *"Stabilimento ex ALCOA nell'area industriale di Portovesme, sito sottoposto a bonifica*[21] *e messa in sicurezza permanente dei terreni"*. L'area bonificata si trova in prossimità delle opere in progetto. Dalla documentazione disponibile su Smart EcoGIS, riguardante la bonifica e messa in sicurezza del sito, questo risulta suddiviso in 4 lotti:

- lotto 1 – area sud;
- lotto 2 – area esterna;
- lotto 3 – area nord e
- lotto 4 – area est.

Il lotto n.2 "area esterna" è stato bonificato con determinazione n.162 del 21/06/2023 a oggetto "Stabilimento ex Alcoa Portovesme. Progetto operativo di bonifica e MISP dei terreni. Certificazione di avvenuta bonifica ai sensi dell'art. 248 del D.lgs. 152/2006" con cui la provincia del Sud Sardegna ha rilasciato la certificazione di avvenuta bonifica.

In aggiunta alla consultazione delle banche dati ufficiali, sono state comunque avviate interlocuzioni telefoniche con ARPA Sardegna, le quali hanno confermato (alla data odierna) l'assenza di interventi di bonifica in corso sulle aree interessate.



Figura 17 – Bonifiche in corso nella macro area di interesse.
Lotti perimetrati secondo la relazione prodotta "Progetto operativo di bonifica – POB e messa in sicurezza permanente – MISP dei terreni (matrice suolo)".

[21] per quanto riguarda la matrice suolo



Figura 18 – Sovrapposizione delle componenti onshore del progetto agli areali del Lotto 2 aree ex Alcoa.
Elaborazione iLStudio.

COMPATIBILITÀ DELLE OPERE CON IL DISPOSTO DELL'ARTICOLO 242ter del D.lgs. 152/2006

In merito alla compatibilità delle opere con il disposto dell'articolo 242ter del D.lgs. 152/2006, alla luce delle informazioni attualmente disponibili si dispone quanto segue:

ART. 242-ter (Interventi e opere nei siti oggetto di bonifica)

[…] 1. Nei siti oggetto di bonifica, inclusi i siti di interesse nazionale, possono essere realizzati i progetti del Piano nazionale di ripresa e resilienza, interventi e opere richiesti dalla normativa sulla sicurezza dei luoghi di lavoro, di manutenzione ordinaria e straordinaria di impianti e infrastrutture, compresi adeguamenti alle prescrizioni autorizzative, nonché opere lineari necessarie per l'esercizio di impianti e forniture di servizi e, più in generale, altre opere lineari di pubblico interesse, di sistemazione idraulica, di mitigazione del rischio idraulico, opere per la realizzazione di impianti per la produzione energetica da fonti rinnovabili e di sistemi di accumulo, esclusi gli impianti termoelettrici, fatti salvi i casi di riconversione da un combustibile fossile ad altra fonte meno inquinante o qualora l'installazione comporti una riduzione degli impatti ambientali rispetto all'assetto esistente, opere con le medesime connesse, infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli stessi impianti, nonché le tipologie di opere e interventi individuati con il decreto del Presidente del Consiglio dei ministri di cui all'articolo 7-bis, a condizione che detti interventi e opere siano realizzati secondo modalità e tecniche che non pregiudichino ne' interferiscano con l'esecuzione e il completamento della bonifica, né determinino rischi per la salute dei lavoratori e degli altri fruitori dell'area nel rispetto del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81. […]

Le opere ricadenti all'interno della perimetrazione del Sito di Interesse Nazionale sono: il TJB (punto di giunzione), l'elettrodotto interrato 220kV, la sottostazione di trasformazione, misura e consegna "Sulcis". Le medesime opere risultano indispensabili per l'esercizio dell'impianto stesso in quanto rappresentano l'anello di congiunzione tra l'impianto di produzione FER e la trasmissione di energia nel territorio.

[…] 1-bis. Le disposizioni del presente articolo si applicano anche per la realizzazione di opere che non prevedono scavi ma comportano occupazione permanente di suolo, a condizione che il sito oggetto di bonifica sia già caratterizzato ai sensi dell'articolo 242. […]

[…] 2. La valutazione del rispetto delle condizioni di cui al comma 1 e al comma 1-bis è effettuata da parte dell'autorità competente ai sensi del Titolo V, Parte quarta, del presente decreto, nell'ambito dei procedimenti di approvazione e autorizzazione degli interventi e, ove prevista, nell'ambito della procedura di valutazione di impatto ambientale.

3. Per gli interventi e le opere individuate al comma 1 e al comma 1-bis, nonché per quelle di cui all'articolo 25 del decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017, n. 120, il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare con proprio decreto per le aree ricomprese nei siti di interesse nazionale, e le regioni per le restanti aree, provvedono all'individuazione delle categorie di interventi che non necessitano della preventiva valutazione da parte dell'Autorità competente ai sensi del Titolo V, Parte quarta, del presente decreto, e, qualora necessaria, definiscono i criteri e le procedure per la predetta valutazione nonché le modalità di controllo.

4. Ai fini del rispetto delle condizioni previste dal comma 1, anche nelle more dell'attuazione del comma 3, sono rispettate le seguenti procedure e modalità di caratterizzazione, scavo e gestione dei terreni movimentati:

> *a) nel caso in cui non sia stata ancora realizzata la caratterizzazione dell'area oggetto dell'intervento ai sensi dell'articolo 242, il soggetto proponente accerta lo stato di potenziale contaminazione del sito mediante un Piano di indagini preliminari. Il Piano, comprensivo della lista degli analiti da ricercare, è concordato con l'Agenzia di protezione ambientale territorialmente competente che si pronuncia entro e non oltre il termine di trenta giorni dalla richiesta del proponente, eventualmente stabilendo particolari prescrizioni in relazione alla specificità del sito. In caso di mancata pronuncia nei termini da parte dell'Agenzia di protezione ambientale territorialmente competente, il Piano di indagini preliminari è concordato con l'ISPRA che si pronuncia entro i quindici giorni successivi su segnalazione del proponente. Il proponente, trenta giorni prima dell'avvio delle attività d'indagine, trasmette agli enti interessati il piano con la data di inizio delle operazioni. Qualora l'indagine preliminare accerti l'avvenuto superamento delle CSC anche per un solo parametro, il soggetto proponente ne dà immediata comunicazione con le forme e le modalità di cui all'articolo 245, comma 2, con la descrizione delle misure di prevenzione e di messa in sicurezza di emergenza adottate;*
>
> *b) in presenza di attività di messa in sicurezza operativa già in essere, il proponente può avviare la realizzazione degli interventi e delle opere di cui al comma 1 previa comunicazione all'Agenzia di protezione ambientale territorialmente competente da effettuarsi con almeno quindici giorni di anticipo rispetto all'avvio delle opere. Al termine dei lavori, l'interessato assicura il ripristino delle opere di messa in sicurezza operativa;*
>
> *c) le attività di scavo sono effettuate con le precauzioni necessarie a non aumentare i livelli di inquinamento delle matrici ambientali interessate e, in particolare, delle acque sotterranee. Le eventuali fonti attive di contaminazione, quali rifiuti o prodotto libero, rilevate nel corso delle attività di scavo, sono rimosse e gestite nel rispetto delle norme in materia di gestione dei rifiuti. I terreni e i materiali provenienti dallo scavo sono gestiti nel rispetto del decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017, n. 120.*
>
> *c-bis) ove l'indagine preliminare di cui alla lettera a) accerti che il livello delle CSC non sia stato superato, per i siti di interesse nazionale il procedimento si conclude secondo le modalità previste dal comma 4-bis dell'articolo 252 e per gli altri siti nel rispetto di quanto previsto dal comma 2 dell'articolo 242. […]*

In merito alla lettera a) del comma 4, le relazioni "Piano Preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina rifiuti" cod. C0421YR12GESTRS00 e "SIN - Piano di caratterizzazione

ambientale" cod. C0421YR13SINCAR00 allegate allo Studio di Impatto Ambientale riportano la lista degli analiti da ricercare.

Per quanto inerente alla lettera c), nella fase di esecuzione lavori saranno prese tutte le precauzioni necessarie per non aumentare i livelli di inquinamento delle matrici ambientali interessate. La gestione dei rifiuti derivanti dalle attività di scavo verrà inoltre gestita secondo normativa vigente in tema di gestione dei rifiuti e secondo il D.P.R. 120/2017.

[…] 4-bis. Ai fini della definizione dei valori di fondo naturale si applica la procedura prevista dall'articolo 11 del decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017, n. 120. (È fatta comunque salva la facoltà dell'ARPA territorialmente competente di esprimersi sulla compatibilità delle CSC rilevate nel sito con le condizioni geologiche, idrogeologiche e antropiche del contesto territoriale in cui esso è inserito. In tale caso le CSC riscontrate nel sito sono ricondotte ai valori di fondo).

5. All'attuazione del presente articolo le amministrazioni interessate provvedono con le risorse umane, finanziarie e strumentali disponibili a legislazione vigente, senza nuovi o maggiori oneri a carico della finanza pubblica. […]

CONCLUSIONI

Per quanto sopra esposto, le opere da realizzarsi all'interno dell'area SIN, ammissibili ai sensi dell'art. 242 ter co. 1, saranno realizzate nel pieno rispetto della normativa sulla gestione dei rifiuti, il D.P.R. 120/2017 applicando ogni cautela necessaria per non alterare e peggiorare lo stato di (eventuale) contaminazione delle aree oggetto di intervento. Sarà inoltre onere del proponente concordare le azioni con gli Enti competenti. Infine, il Proponente ha avviato il dialogo con la competente Direzione del MASE, Direzione Generale Uso Sostenibile Suolo e Risorse Idriche - Divisione VII - Bonifica dei Siti di Interesse Nazionale inoltrando, con lettera protocollo F0219U.050624.P.1623 richiesta di determinazioni in merito all'avvio dell'istruttoria di competenza per il rilascio del parere di cui all'art 242-ter comma 3 del D.Lgs. 152/2006 smi. allegando alla stessa l'ultimo aggiornamento del report "SIN – Piano di caratterizzazione ambientale" cod. C0421YR13SINCAR01.

6. è necessario che lo S.I.A. venga integrato, analizzando, quale ulteriore strumento di pianificazione regionale, il Piano Regionale della Rete di Portualità Turistica (P.R.R.P.T.), di cui alla Delib. G.R. n. 47/52 del 24.09.2020, finalizzato al miglioramento della competitività del sistema portuale e logistico e alla diminuzione delle miglia di percorrenza tra un porto e l'altro, che mira a costruire la rete della portualità turistica della Sardegna, al fine di favorire lo sviluppo del mercato della nautica da diporto, della portualità in generale e della promozione della Sardegna in termini turistici;

Il Piano Regionale della Rete della Portualità Turistica (P.R.R.P.T.), approvato con Delib. G.R. n. 47/52 del 24/09/2020, ha lo scopo di costruire una rete della portualità turistica, come strumento utile per favore lo sviluppo del mercato della nautica da diporto e della portualità che rappresentano punti fondamentali per lo sviluppo del settore turistico della Sardegna. In particolare, obiettivo principale del Piano è quello di posizionare e consolidare la Sardegna come destinazione di riferimento del Mediterraneo, in modo da favorirne la crescita e la competitività, utilizzando il capitale territoriale come fattore distintivo e incorporando la sostenibilità (ambientale, culturale, economica e sociale) nelle politiche di sviluppo dell'isola. Al fine di perseguire gli scopi prefissati, il Piano prevede azioni di adeguamento o potenziamento delle strutture portuali e la costruzione di un nuovo modello organizzativo e di destinazione poli-prodotto regolata da una rete interconnessa di offerta e servizi efficienti fondata sulla gestione pubblica, la cooperazione e il coinvolgimento di diverse istituzioni e organizzazioni pubblico-private.

Lo strumento da predisporre per sostanziare le azioni del Piano è il Piano Regolatore Portuale; esso mira a definire lo sviluppo della struttura portuale attribuendo a ciascuna funzione la sua corretta ubicazione ed estensione e che consente di garantire, attraverso la pianificazione delle opere di grande infrastrutturazione, la sicurezza e la funzionalità della struttura portuale.

Lo scalo di Portovesme, punto di approdo dei cavi marini di esportazione del parco eolico, non è dotato di Piano Regolatore Portuale pertanto, secondo quanto riportato nel P.R.R.P.T., gli unici strumenti disponibili per il suo allineamento agli obiettivi del Piano sono quelli dell'adeguamento tecnico funzionale e progettuale.

La compatibilità del progetto rispetto agli obiettivi del Piano deve essere valutata nelle sue diverse fasi di sviluppo, dalla costruzione, all'esercizio fino alla dismissione.

In linea generale, la localizzazione delle opere non costituisce ostacolo per le rotte pianificate e si ritiene non debbano temersi interferenze sostanziali tra l'attuale assetto della navigazione marittima dell'area e le attività di costruzione, esercizio e dismissione.

Nello specifico della fase di costruzione, riferendosi in particolare alla posa dell'elettrodotto marino di esportazione nel suo tratto sotto costa, in accordo a quanto già definito all'interno dello Studio di Impatto Ambientale, l'approdo dei cavi sarà localizzato sul versante ovest del ginocchio della diga frangiflutti posta a protezione dell'area portuale di Portovesme ove sarà predisposto un idoneo punto di transizione elettrica (TJB, Transition Joint Bay). Il collegamento tra il TJB e la parte nearshore dell'elettrodotto marino sarà effettuato mediante applicazione di controtubi in HDPE al di sotto della massicciata della diga previa rimozione dei massi e successivo riposizionamento in loco. Tali attività saranno condotte:

- in mare con aree di cantiere temporanee sul versante sopraflutto senza interferenze con la normale attività delle banchine del porto di Portovesme;
- a terra con aree di cantiere mobili che interesseranno in maniera temporanea e con il minimo ingombro possibile il pontile e le sedi stradali.

Fermo restando che il P.R.R.P.T. non prevede azioni specifiche per il porto di Portovesme, non si ravvede alcuna criticità rispetto alle normali attività del porto e, soprattutto, con le rotte esistenti per le imbarcazioni da diporto. Si sottolinea inoltre che tali operazioni avranno durate minime (non più di alcune settimane) e che, per

gli aspetti legati alla sicurezza della navigazione, il proponente coinvolgerà le Autorità competenti, affinché siano adottate le misure necessarie per una più efficace gestione delle attività orientata alla continuità dei servizi portuali.

Per quanto concerne le attività di assemblaggio delle turbine e delle relative fondazioni, si prevede che esse verranno svolte in banchina presso il Porto di Oristano, specializzato anche nei traffici industriali, ma non deputato al trasporto passeggeri. Una volta completato il montaggio, le singole turbine verranno trainate in regime di galleggiamento mediante un sistema di rimorchiatori.

Di seguito è rappresentata la rotta ipotizzata per il trasporto dei sistemi assemblati nel luogo di installazione dell'impianto e le possibili interferenze con le rotte previste dal Piano al 2050. Tale attività di trasporto in sito non comporterà un sostanziale incremento del traffico e, in ogni caso, la programmazione delle attività con le Autorità competenti consentirà la minimizzazione delle interferenze con le rotte di navigazione ivi presenti; le attività avranno comunque durata limitata.

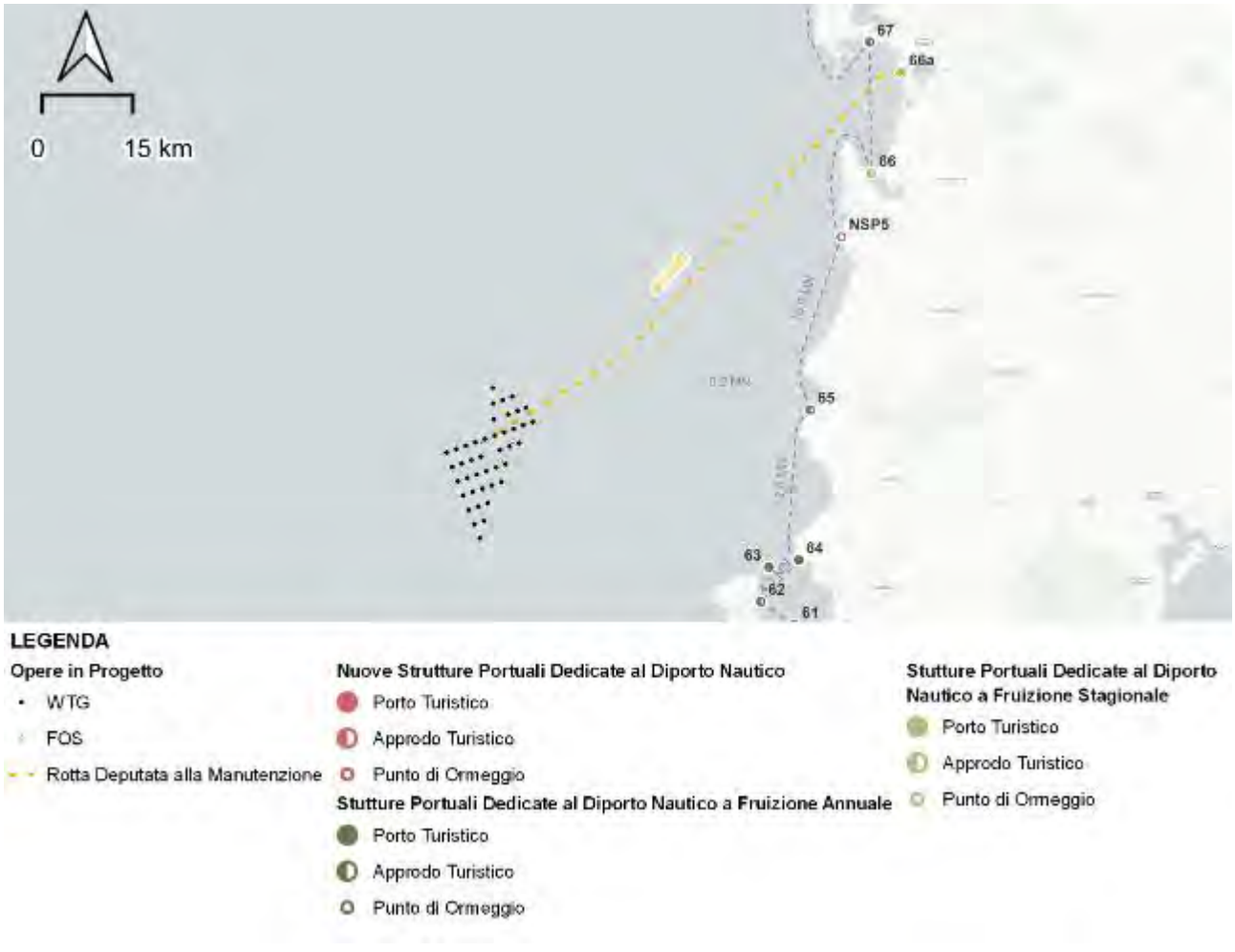


Figura 19 – Piano Regionale della Rete della Portualità Turistica.
Interferenze tra la rotta deputata alla manutenzione straordinaria dell'impianto eolico offshore e le rotte previste dal Piano Regionale della Rete della Portualità Turistica - DOC. 4 Rete della portualità turistica al 2050

L'esercizio dell'impianto, grazie alla localizzazione delle turbine a quasi 50 km dalle coste di Portoscuso e alla configurazione di posa dei cavi marini (interrati o adagiati sul fondale con adeguata protezione), non rappresenta, in generale, ostacolo per le rotte pianificate e non si ritiene determinerà interferenze di alcun genere con gli usi del mare e gli obiettivi del Piano.

Il Porto di Portovesme, a tipica vocazione industriale, sarà inoltre base logistica per le imbarcazioni coinvolte nelle operazioni di manutenzione ordinaria del parco eolico e/o per il trasferimento del personale mediante CTV (Crew Transfer Vessel). Nella fattispecie, due CTV faranno stabilmente base a Portoscuso per consentire

l'esecuzione delle attività ordinarie. Si tratta di piccole imbarcazioni, tipicamente lunghe 20 - 25 m, capaci di trasportare fino a 12 tecnici escluso l'equipaggio. Si ritiene che per la manutenzione programmata e la riparazione a guasto siano previste circa 50 ore all'anno di lavoro per unità galleggiante; assumendo, quindi, turni di manutenzione da 12 ore con tempo utile di intervento pari a circa sei ore, è ipotizzabile uno sforzo di manutenzione complessivo attorno 177 giorni all'anno per CTV.

Considerando le rotte ipotizzate al 2050 per la portualità turistica, si ritiene che dette attività di manutenzione non comporteranno un incremento di traffico rilevante e si evidenzia che, ad ogni modo, esse verranno programmate in modo da risultare integrate con gli attuali usi della banchina interessata e con le rotte pianificate, senza determinare un peggioramento dei servizi turistici previsti.



Figura 20 – Ubicazione parco eolico su grafo delle rotte ipotizzate dal Piano Regionale della Rete della Portualità Turistica.

DOC. 4 Rete della portualità turistica al 2050.

Relativamente alla localizzazione delle attività di manutenzione presso il Porto di Oristano, si evidenzia che detto porto risulta essere a vocazione industriale con rilevanza economica internazionale e, pertanto, il Piano lo ritiene ideale per ospitare uno dei poli della cantieristica nautica regionale.

A tal riguardo, si evidenzia che la procedura *off-site* prevista per la manutenzione straordinaria delle turbine eoliche necessita di una rotta *ad hoc* per il raggiungimento delle turbine offshore e il relativo trasporto presso l'area portuale destinata a tali attività; affinché si possa procedere con le adeguate operazioni di manutenzione, esse saranno programmate in modo da non causare interferenze con la gestione della banchina e degli attuali usi. Dette attività non determineranno un consistente extra traffico, coordinandosi con quelle già pianificate all'interno dello stesso porto, tenendo conto dell'ordinario traffico portuale previsto.

Per le interferenze tra la rotta ipotizzata per la manutenzione straordinaria (che corrisponde a quella supposta per la fase di costruzione) e le rotte previste dal Piano al 2050, si può fare riferimento all'immagine precedente.

CONCLUSIONI

L'analisi del Piano effettuata permette di affermare che, da un lato, il parco eolico non interferisce con le rotte pianificate, in quanto la rilevante distanza dalla costa (c.a. 50 km) garantisce il regolare svolgimento dello sviluppo della rete della portualità turistica così come ipotizzata, come mostrato in Figura 21 per il porto di

Porto di Portovesme e in Figura 22 per il Porto di Oristano; dall'altro lato, le varie fasi di vita dell'impianto (costruzione, esercizio e dismissione) verranno programmate in accordo con le Autorità competenti in materia, in modo da garantire la sicurezza della navigazione e l'integrazione con gli attuali usi portuali, e, in ogni caso, non causeranno un extratraffico marittimo rilevante.

7. con riferimento agli aspetti regolamentati dall'art. 96 del R.D. n. 523/1904 si segnala quanto rilevato dal Servizio Demanio e patrimonio di Cagliari con nota prot. n. 28397 del 22.06.2023 (prot. D.G.A. n. 19046 di pari data), in merito al fatto che «[…] al fine dell'accertamento della titolarità della Regione Sardegna del diritto dominicale sui beni inquadrabili nel novero del demanio idrico/idraulico interessati da interferenze per l'esecuzione dei lavori di cui all'oggetto, è necessario integrare gli elaborati grafici con la puntuale individuazione delle interferenze in corrispondenza dei corpi idrici e delle particelle catastali interessate»;

In merito alla richiesta di integrazione documentale, il Proponente allega al presente documento i seguenti elaborati grafici:

- C0421VT00IDRCAT00 – Ubicazione Opere a Terra con Perimetrazione Corpi Idrici su Stralcio Planimetria Catastale – 00;
- C0421VT01IDRCAT00 – Ubicazione Opere a Terra con Perimetrazione Corpi Idrici su Stralcio Planimetria Catastale – 01;
- C0421VT02IDRCAT00 – Ubicazione Opere a Terra con Perimetrazione Corpi Idrici su Stralcio Planimetria Catastale – 02;
- C0421VT03IDRCAT00 – Ubicazione Opere a Terra con Perimetrazione Corpi Idrici su Stralcio Planimetria Catastale – 03.

8. per quanto riguarda l'interferenza delle opere in progetto con aree gravate da usi civici si segnala che, come evidenziato Servizio territorio rurale agro-ambiente e infrastrutture, con nota prot. n. 13556 del 15.06.2023 (prot. D.G.A. n. 18332 di pari data), «[…] alcuni terreni interessati dal progetto sono accertati come aperti all'esercizio dell'uso civico in favore dei cittadini residenti nei Comuni di Gonnesa e Villamassargia (n.d.r. Comune di Gonnesa, F. 15 mappali 55 e 67; Comune di Villamassargia, F. 202 mappali 14, 23 e 66) […] Per quanto sopra, si fa presente che gli interventi da effettuarsi in tutto o in parte su terre civiche saranno ammissibili esclusivamente nei limiti previsti dalla normativa di riferimento, ed in particolare l'art. 17 della L.R. 14 marzo 1994, n. 12, che dispone che il mutamento di destinazione, anche se comporta la sospensione dell'esercizio degli usi civici sui terreni interessati, è consentito qualunque sia il contenuto dell'uso civico da cui i terreni sono gravati e la diversa utilizzazione che si intenda introdurre, ma la nuova utilizzazione non può comunque pregiudicare l'appartenenza dei terreni alla collettività o la reviviscenza della precedente destinazione quando cessa lo scopo per il quale il mutamento di destinazione viene autorizzato. Sono da escludersi espropri.»

In merito alla compatibilità delle opere con le aree destinate all'esercizio degli usi civici si ritiene fondamentale precisare che, da un punto di vista generale, la costruzione dei nuovi elettrodotti non prevederà esproprio preferendo invece la costituzione di apposite *servitù di elettrodotto* così da non pregiudicare l'appartenenza alla collettività dei terreni coinvolti o la reviviscenza della precedente destinazione a fine vita utile degli impianti.

Inoltre, laddove le nuove opere coinvolgono aree ad uso civico, queste, come evidente dalle cartografie seguenti, sono già interessate dal tracciato della esistente linea 220kV (da dismettere) la quale non ne ha alterato o pregiudicato l'uso civico fatto salvo l'ingombro dei sostegni.

Ciò detto, poiché l'estensione delle aree ad uso civico interessate dagli impianti è praticamente la medesima nelle condizioni ante e post operam, si può concludere che gli effetti delle nuove opere sui fondi interessati sia sostanzialmente nullo.

Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo

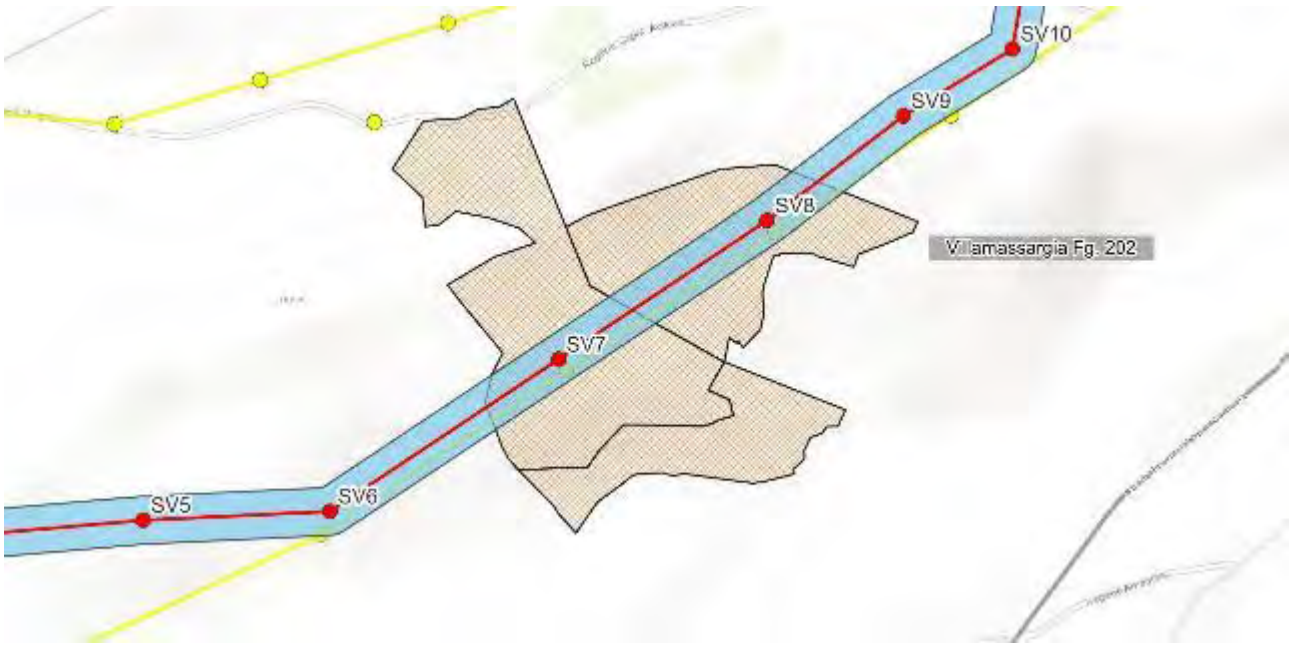


Figura 0.1 – Interferenza opere con aree ad uso civico.

Aree ad uso civico di pertinenza del Comune di Villamassargia. In rosso è indicata la nuova linea 380kV con i relativi sostegni, in giallo la linea esistente 220kV da dismettere, in blu la fascia potenzialmente impegnata della nuova linea 380kV.

Configurazione con elettrodotto aereo

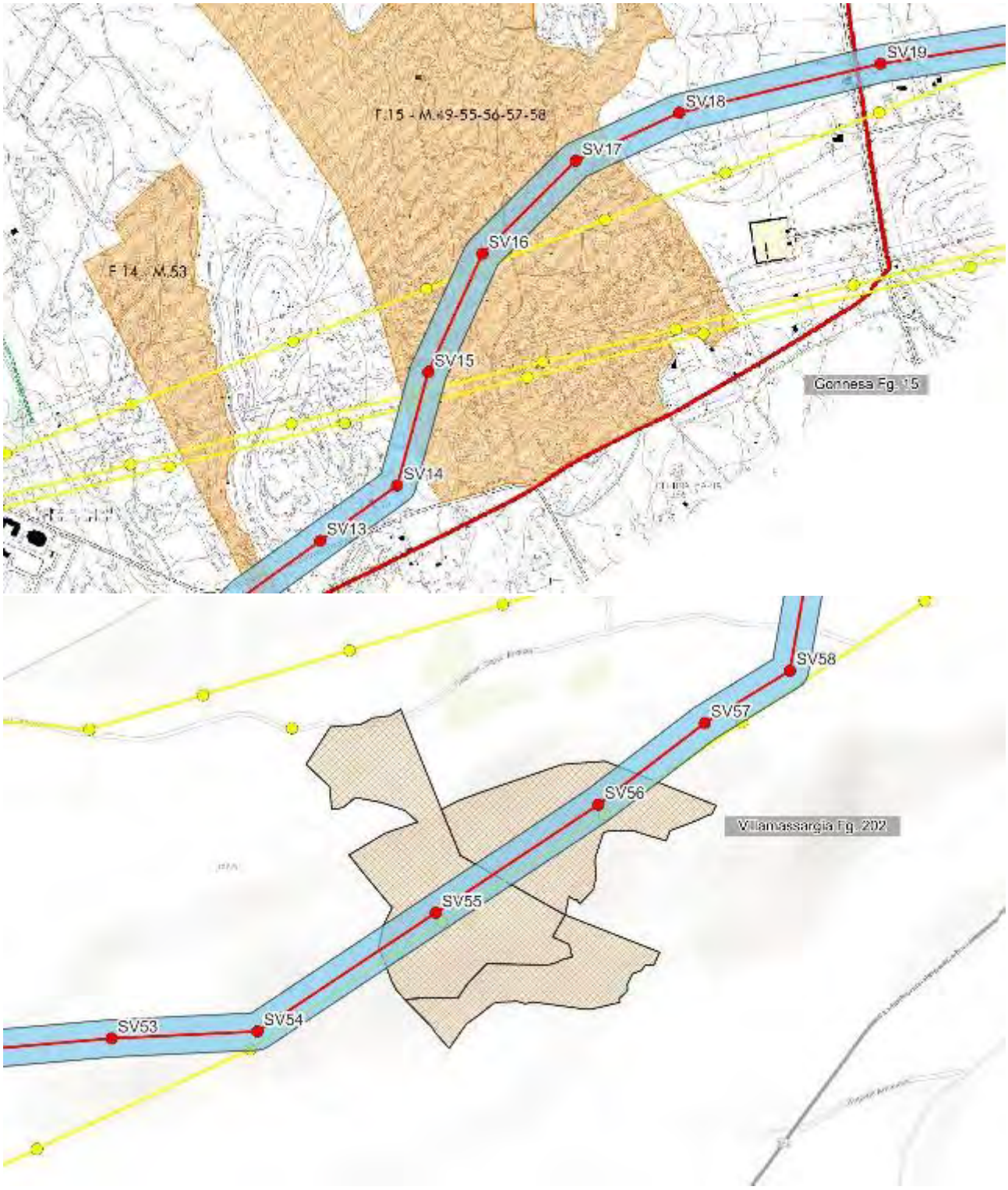


Figura 0.2 – Interferenza opere con aree ad uso civico.

In alto aree ad uso civico di pertinenza del Comune di Gonnesa, in basso pertinenza del Comune di Villamassargia. In rosso è indicata la nuova linea 380kV con i relativi sostegni, in giallo la linea esistente 220kV da dismettere, in blu la fascia potenzialmente impegnata della nuova linea 380kV.

9. in relazione alla interferenza delle opere in progetto con le aree mappate a rischio idrogeologico, ex R.D.L. 3267/1923, si evidenzia che, sulla base di quanto rilevato dal C.F.V.A. – Servizio territoriale ispettorato ripartimentale di Iglesias con nota prot. n. 44234 del 22.06.2023 (prot. D.G.A. n. 19109 del 23.06.2023):

9.1 «[…] i tralicci di nuova realizzazione che attraversano le aree soggette a vincolo sono in numero di 20 e che per il posizionamento di alcuni di essi occorre realizzare ex novo delle piste di cantiere. […] Si specifica inoltre che i tralicci 15, 16, 17 ubicati in agro del comune di Gonnesa, quelli dal 52 al 57 del comune di Villamassargia e il 92 del comune di Siliqua, oltre ad attraversare zone soggette a vincolo idrogeologico, attraversano aree caratterizzate dalla presenza di "bosco", ossia del bene vincolato paesaggisticamente ai sensi dell'art. 142 comma 1 lett. g) del D.lgs. 42/2004. Più specificatamente si tratta di compendi contraddistinti da associazioni di specie costituenti la macchia mediterranea, le quali costituiscono bosco ai sensi dell'art. 4 comma 2 della L.R. 8/2016 ed dell'art. 4 comma 1 lettera a) del D.lgs. 34/2018». A questo proposito è necessario che la Proponente chiarisca l'estensione degli areali interessati e la eventuale applicabilità all'intervento in questione della disciplina sul rimboschimento compensativo di cui alla Deliberazione 11/21 del 11.03.2020;

In merito alla richiesta, si evidenzia che la configurazione della sezione onshore del progetto ha subito, rispetto a quanto già descritto nello Studio di Impatto Ambientale cod. C0421YR03RELSIA00, rilevanti modifiche in accoglimento delle osservazioni presentate al Proponente durante la fase consultiva; nello specifico ci si riferisce a:

- osservazione del 08/04/24 da parte di Acme Energia Solare Srl, prot. m_amte.MASE.REGISTRO UFFICIALE.ENTRATA.0063968.04-04-2024 in cui viene evidenziata la sovrapposizione della nuova SE di smistamento "Villasor 380" e di alcuni tratti dell'elettrodotto 380 kV ivi connesso con una porzione dei terreni nella disponibilità di Acme Energia Solare Srl destinati all'installazione di una parte dell'impianto fotovoltaico (ID 9278);
- osservazioni della Commissione Tecnica PNRR-PNIEC prot. m_amte.CTVA.Registro Ufficiale.U.0002477.26-02-2024) e della Regione Sardegna (RAS AOO 05-01-00 Prot. Uscita n. 24055 del 08/08/2023) punti n. 7.3 e 7.4 in cui si chiede di elaborare una alternativa progettuale che preveda il totale o parziale interramento della linea aerea a farsi o, in alternativa, l'utilizzo di sostegni architettonici per mitigare l'impatto sul paesaggio;
- osservazioni della Regione Autonoma Sardegna – Assessorato alla difesa dell'Ambiente prot. M_amte.MASE.REGISTRO UFFICIALE.INGRESSO.0139629.04-09-2023 in cui si suggeriva l'interramento della linea elettrica a farsi per la mitigazione degli impatti paesaggistici.

Ulteriori modifiche discendono:

- dallo spostamento della stazione utente di trasformazione, misura e consegna "Sulcis" in località Portoscuso per indisponibilità alla vendita (da parte dei rispettivi proprietari) dei terreni inizialmente ipotizzati per la stazione con sua ricollocazione in area limitrofa su terreni di proprietà del Consorzio SICIP il cui Consiglio di Amministrazione ha positivamente deliberato in merito alla concessione d'uso quarantennale (eventualmente estendibile);
- dalle indicazioni del tavolo tecnico con TERNA, di cui la Proponente è Capofila, in merito a possibili interferenze con le aree dell'impianto agrivoltaico denominato "Villasor" della potenza complessiva di 72 MW (codice procedura ID 10378) proposto dalla societa Alfa Ariete s.r.l.;

L'art. 4 comma 2 della Legge n. 8 del 27/04/2016 "Legge forestale della Sardegna" definisce il bosco "qualsiasi area, di estensione non inferiore a 2.000 metri quadrati e di larghezza maggiore di 20 metri, misurata al piede delle piante di confine, coperta da vegetazione arborea forestale associata o meno a quella arbustiva spontanea o di origine artificiale, ivi compresa la macchia mediterranea, in qualsiasi stadio di sviluppo, tale da

determinare, con la proiezione delle chiome sul piano orizzontale, una copertura del suolo pari ad almeno il 20 per cento".

Il medesimo articolo, ai commi 4 e 5, considera come bosco:

"a) i castagneti e le sugherete; b) i rimboschimenti e gli imboschimenti in qualsiasi stadio di sviluppo; c) le aree già boscate che, a seguito di interventi selvicolturali o d'utilizzazione oppure di danni per calamità naturali, accidentali o per incendio, presentano una copertura arborea o arbustiva temporaneamente anche inferiore al 20 per cento"

"a) i popolamenti ripari e rupestri e la vegetazione retrodunale; b) i fondi gravati dall'obbligo di rimboschimento per le finalità di difesa idrogeologica del territorio, qualità dell'aria, salvaguardia del patrimonio idrico, conservazione della biodiversità, protezione del paesaggio e dell'ambiente in generale; c) le colonizzazioni spontanee di specie arboree o arbustive su terreni precedentemente non boscati, quando il processo in atto ha determinato l'insediamento di un soprassuolo arboreo o arbustivo, la cui copertura, intesa come proiezione al suolo delle chiome, superi il 20 per cento dell'area o, nel caso di terreni sottoposti a vincolo idrogeologico, quando siano trascorsi almeno dieci anni dall'ultima lavorazione documentata; d) qualsiasi radura all'interno di un bosco, purché la superficie sia inferiore a 2.000 metri quadrati o che, sviluppandosi secondo una direzione prevalente e di qualsiasi superficie, abbia una larghezza inferiore a 20 metri".

L'allegato alla Delib. G.R. n.48/26 del 2/10/2018 è stato sostituito dall'allegato alla Delib. G.R. n.11/21 del 11/03/2020, che definisce le aree boscate in cui vige l'obbligo di rimboschimento compensativo:

"L'estensione minima dell'area boscata soggetta a trasformazione oltre la quale vale l'obbligo dell'intervento compensativo è di 2.000 metri quadrati.

Il rimboschimento compensativo si applica alle aree boscate di seguito definite:

1. superfici coperte da vegetazione forestale arborea, associata o meno a quella arbustiva, di origine naturale o artificiale, in qualsiasi stadio di sviluppo ed evoluzione, con estensione non inferiore ai 2.000 metri quadri, larghezza media non inferiore di 20 metri;

2. macchia - foresta con presenza di specie arboree forestali di fertilità e sviluppo tali da costituire una fase di transizione con la foresta mediterranea;

3. macchia alta composta in prevalenza da specie arbustive (corbezzolo, fillirea, lentisco, ecc.) con altezza media compresa fra 2 e 5 metri;

4. vegetazione dunale e retrodunale, macchie e garighe litoranee, dislocate entro la fascia costiera individuata dal PPR;

5. castagneti e sugherete;

6. rimboschimenti e imboschimenti in qualsiasi stadio di sviluppo;

7. aree già boscate che a seguito di pratiche selvicolturali, oppure di danni per calamità naturali, accidentali o per incendio, presentino una copertura arborea o arbustiva temporaneamente inferiore al 20 per cento;

8. vegetazione rupestre e popolamenti ripari;

Il rimboschimento compensativo non si applica alle aree di seguito definite:

a) colonizzazioni spontanee di specie arboree o arbustive su terreni agricoli lavorati o pascolati, quando il processo in atto abbia determinato l'insediamento di un soprassuolo arboreo o arbustivo e siano trascorsi meno di quindici anni dall'inizio del processo di colonizzazione;

b) formazioni a macchia bassa con altezza media, uguale o inferiore a 2 metri, dominate da specie di sviluppo minore, quali cisto, ginestre, eriche ed arbusti aromatici".

CONFIGURAZIONE IBRIDA ELETTRODOTTO CAVO/AEREO

Dall'analisi della Carta degli Ecosistemi D'Italia è emerso che:

- i tralicci SV7(EX 55) - SV8(EX56) - SV9(EX57) ricadono nell'E8 - Ecosistemi arbustivi a specie sempreverdi, insulari, a *Olea europaea var. sylvestris, Ceratonia siliqua, Pistacia lentiscus, Myrtus communis, Euphorbia dendroides;*
- il traliccio SV4 (EX52) ricade nel B9 - Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti;
- i tralicci SV5 (EX53) -SV6 (EX54) ricadono nell'D8 - Ecosistemi erbacei, collinari e costieri, peninsulari e insulari, ad *Ampelodesmos mauritanicus, Hyparrhenia hirta subsp. hirta, Lygeum spartum, Brachypodium retusum.*

Per quanto riportato, l'obbligo di rimboschimento interessa i terreni relativi ai tralicci SV7(EX 55) - SV8(EX56) - SV9(EX57). Dall'analisi della Carta della Copertura del Suolo (2022) si evince che tali tralicci interessino aree arbustive.

Nella Tabella 75 è riportata sia l'estensione degli areali interessati dalle fondazioni che quella relative alle piste di cantiere. L'estensione dell'area delle piste di accesso alle piazzole è data dal prodotto della lunghezza della pista per la larghezza media (circa 3m).

Tabella 75 – Estensione degli areali delle fondazioni e delle piste di cantiere.
Elaborazione iLStudio.

Traliccio	Impronta di fondazione [mq]	Lunghezza pista di cantiere [m]	Larghezza media pista di cantiere [m]	Area pista di cantiere [mq]
SV7 (EX55)	900	560	3	1680
SV8 (EX56)	900	492	3	1476
SV9 (EX57)	900	286.74	3	860.22
TOTALE	**2700**			**4016.22**

Dalla tabella si evince che l'areale interessato dall'impronta dei tralicci avrà un'estensione complessiva di 2700 m^2 mentre quella dell'impronta delle piste di cantiere sarà di 4016.22 m^2, per un totale di 6716.22 m^2 di area soggetta a rimboschimento.

Tuttavia, il rimboschimento compensativo, come dall'allegato alla Delib. G.R. n.11/21 del 11/03/2020, sarà rivalutato in base alla copertura fisica e biologica al momento della costruzione.

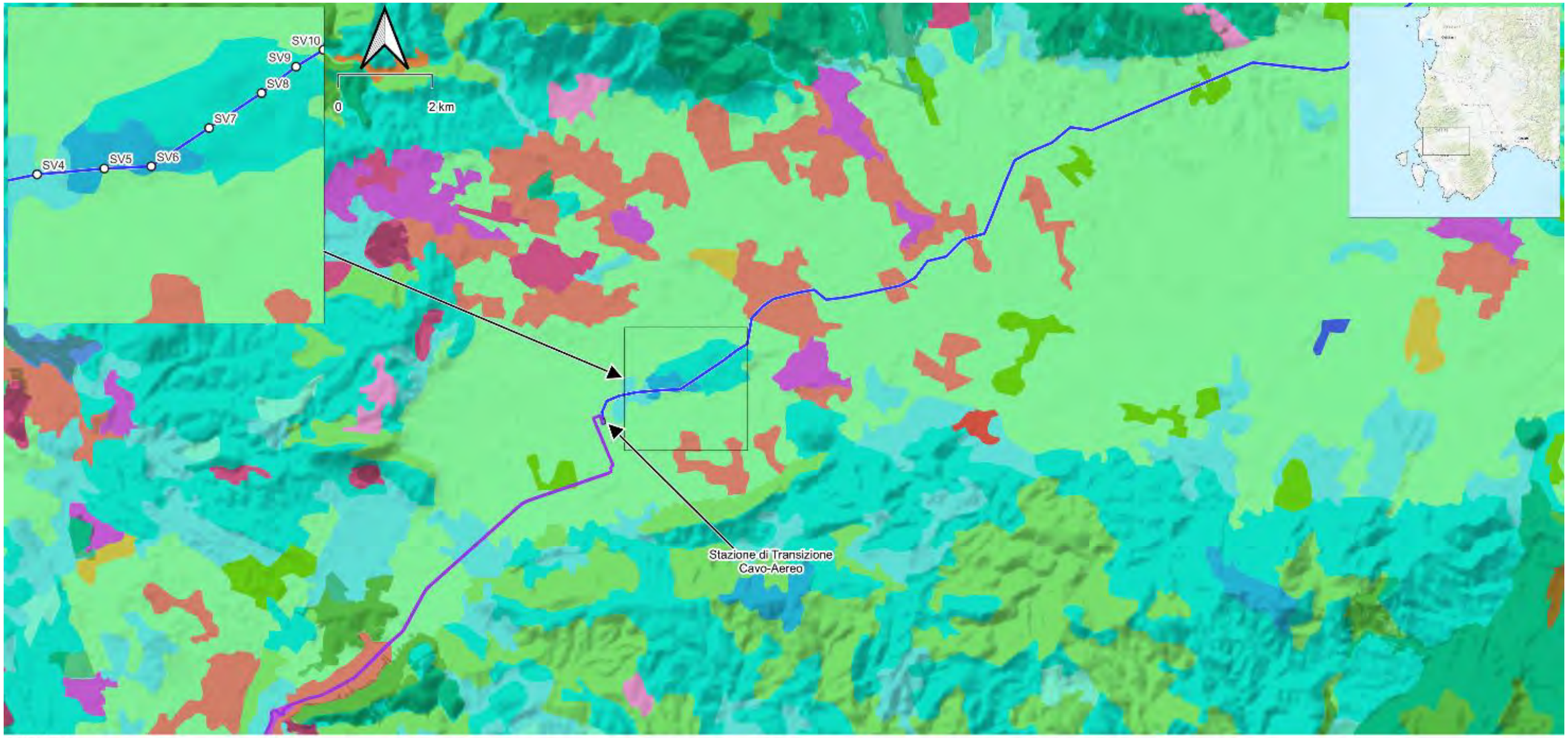


Figura 3 – Sviluppo parziale dell'elettrodotto terrestre su Carta Ecosistemi d'Italia.

Elaborazione iLStudio. Fonte: Blasi, C., Capotorti, G., Bonacquisti, S., Copiz, R., Del Vico, E., Facioni, L., Zavattero, L. 2021. Carta degli Ecosistemi d'Italia.

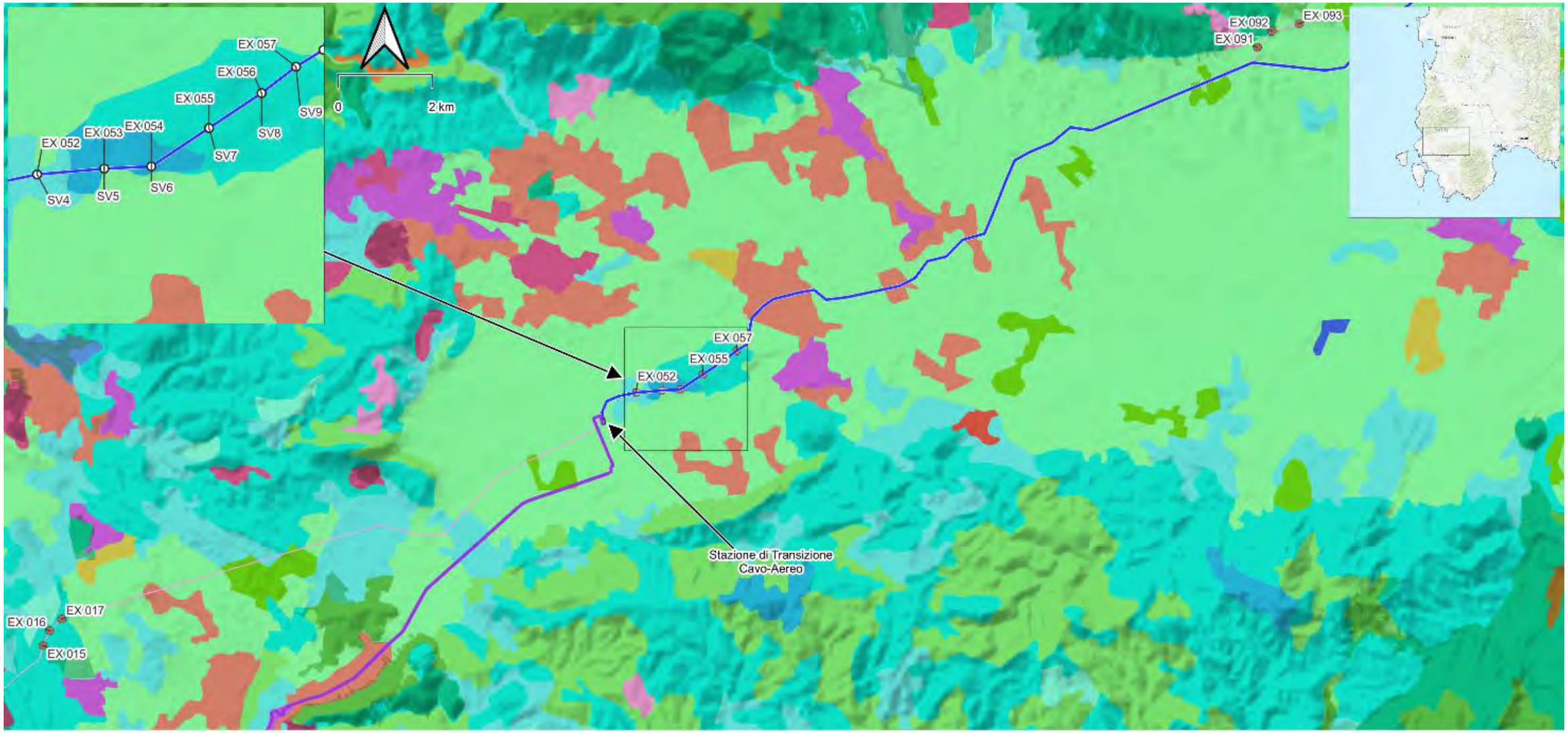


Figura 4 – Comparazione dell'elettrodotto prima sottomissione SIA e configuzione ibrida elettrodotto cavo/aereo.

Elaborazione iLStudio.

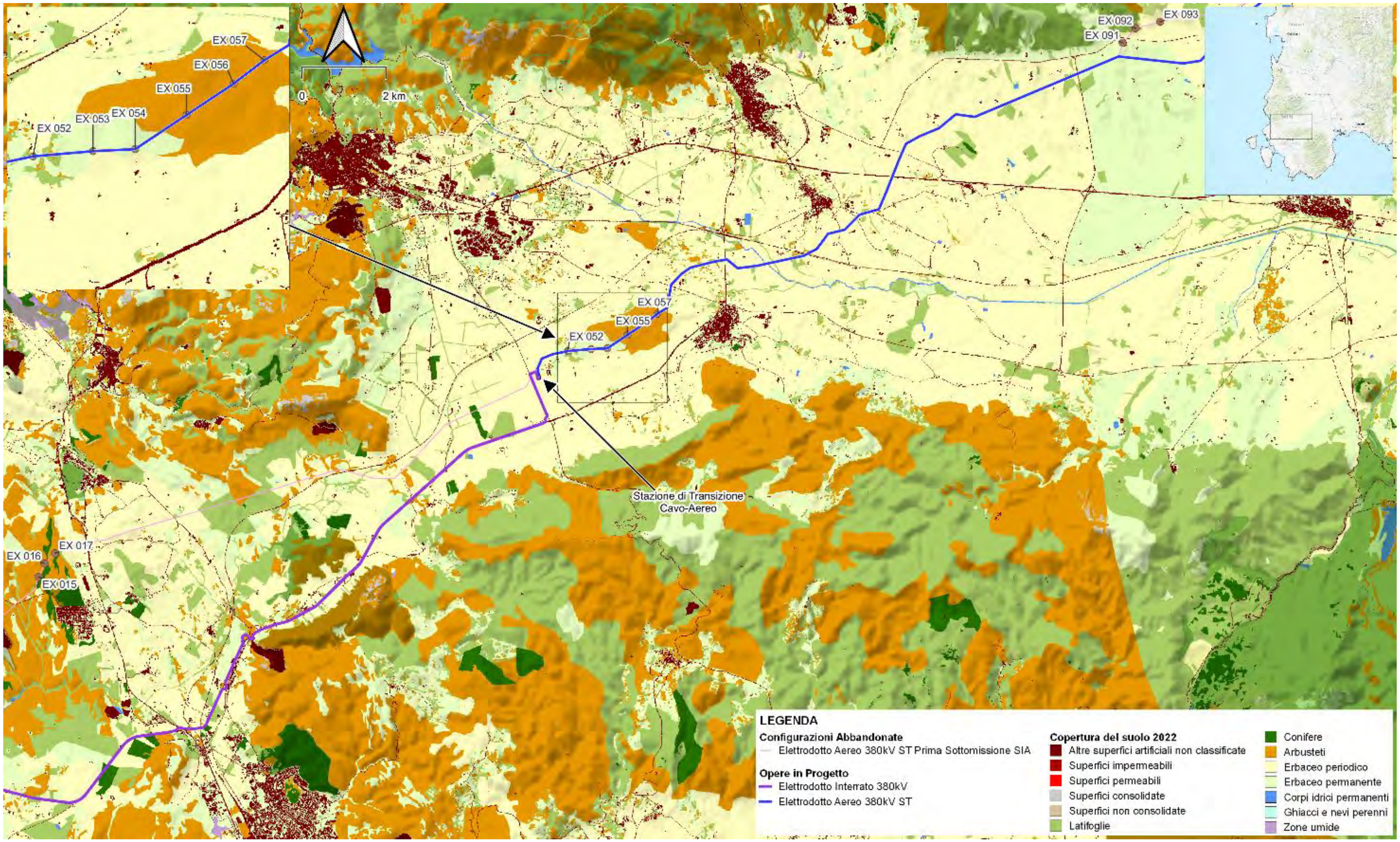


Figura 5 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre su Carta Copertura del suolo.
Elaborazione iLStudio.

CONFIGURAZIONE ELETTRODOTTO AEREO

Dall'analisi della Carta degli Ecosistemi D'Italia è emerso che:

- i tralicci SV15(EX15) – SV16(EX16) - SV17(EX17) - SV55(EX55 - SV56(EX56) - SV57(EX57) ricadono nell'E8 - Ecosistemi arbustivi a specie sempreverdi, insulari, a *Olea europaea var. sylvestris, Ceratonia siliqua, Pistacia lentiscus, Myrtus communis, Euphorbia dendroides;*
- il traliccio SV52(EX52) ricade nel B9 - Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti;
- i tralicci SV53(EX53) - SV54(EX54) ricadono nell'D8 - Ecosistemi erbacei, collinari e costieri, peninsulari e insulari, ad *Ampelodesmos mauritanicus, Hyparrhenia hirta subsp. hirta, Lygeum spartum, Brachypodium retusum.*
- il nuovo traliccio SV92 ricade nel B1 – Seminativi.

Dall'analisi della Carta della Copertura del Suolo (2022) si evince che:

- il traliccio SV15 ricade su superfici consolidate;
- i tralicci SV16 – SV17 – SV55 – SV56 – SV57 ricadono in aree arbustive.

Per quanto riportato, l'obbligo di rimboschimento interessa i terreni relativi ai tralicci SV16 – SV17 – SV55 - SV56 – SV57.

Nella Tabella 76 è riportata sia l'estensione degli areali interessati dalle fondazioni che quella relative alle piste di cantiere. L'estensione dell'area delle piste di accesso alle piazzole è data dal prodotto della lunghezza della pista per la larghezza media (circa 3m).

Tabella 76 – Estensione degli areali delle fondazioni e delle piste di cantiere.

Elaborazione iLStudio.

Traliccio	Impronta di fondazione [mq]	Lunghezza pista di cantiere [m]	Larghezza media pista di cantiere [m]	Area pista di cantiere [mq]
SV16(EX16)	900	330	3	990
SV17(EX17)	900	460	3	1380
SV55 (EX 55)	900	560	3	1680
SV56 (EX56)	900	492	3	1476
SV57 (EX57)	900	286.74	3	860.22
TOTALE	**8516.22**			**6386.22**

Dalla Tabella 76 si evince che l'areale interessato dall'impronta dei tralicci avrà un'estensione complessiva di 8516.22 m^2 mentre quella dell'impronta delle piste di cantiere sarà di 6386.22 m^2, per un totale di 14902.44 m^2 di area soggetta a rimboschimento.

Tuttavia, il rimboschimento compensativo, come dall'allegato alla Delib. G.R. n.11/21 del 11/03/2020, sarà rivalutato in base alla copertura fisica e biologica al momento della costruzione.

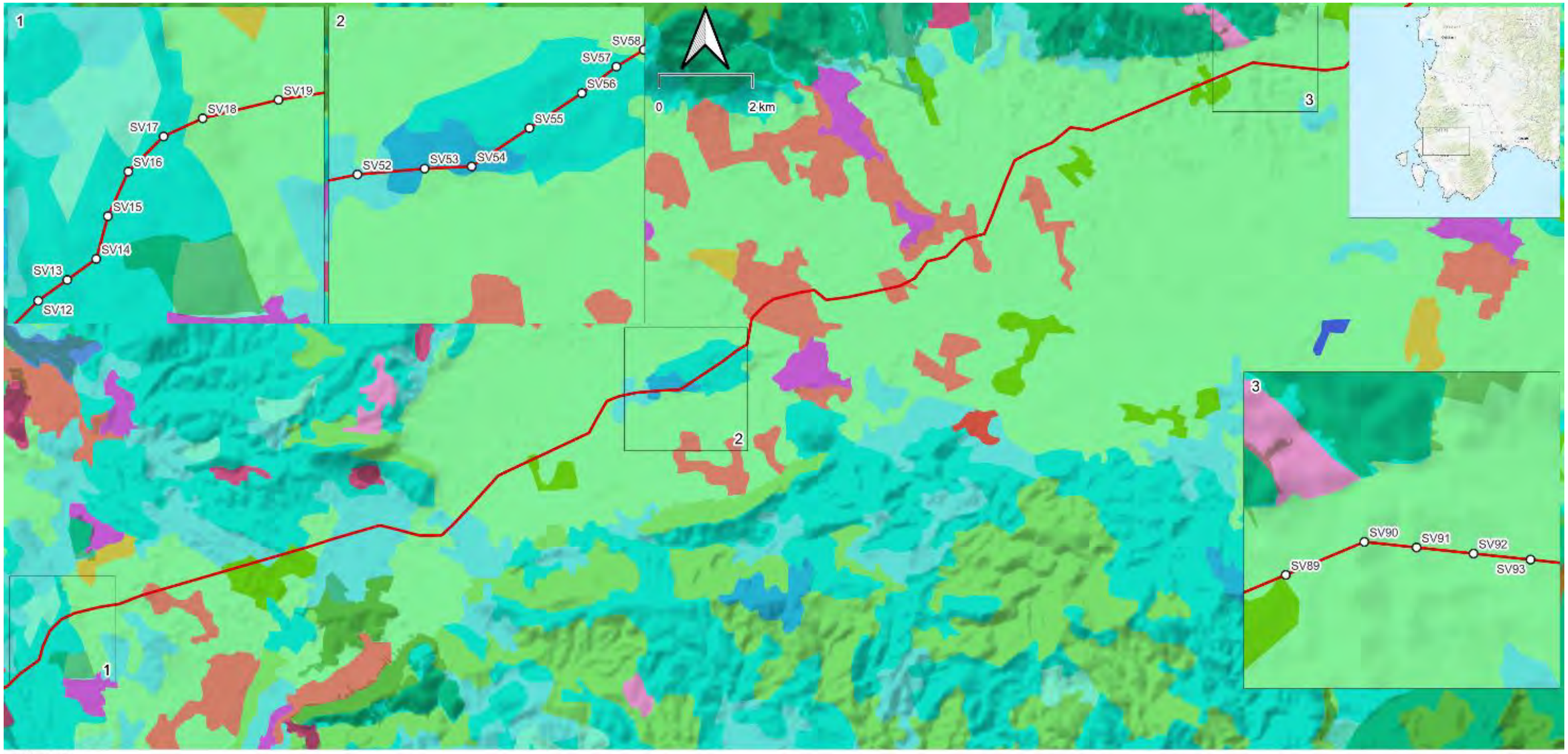
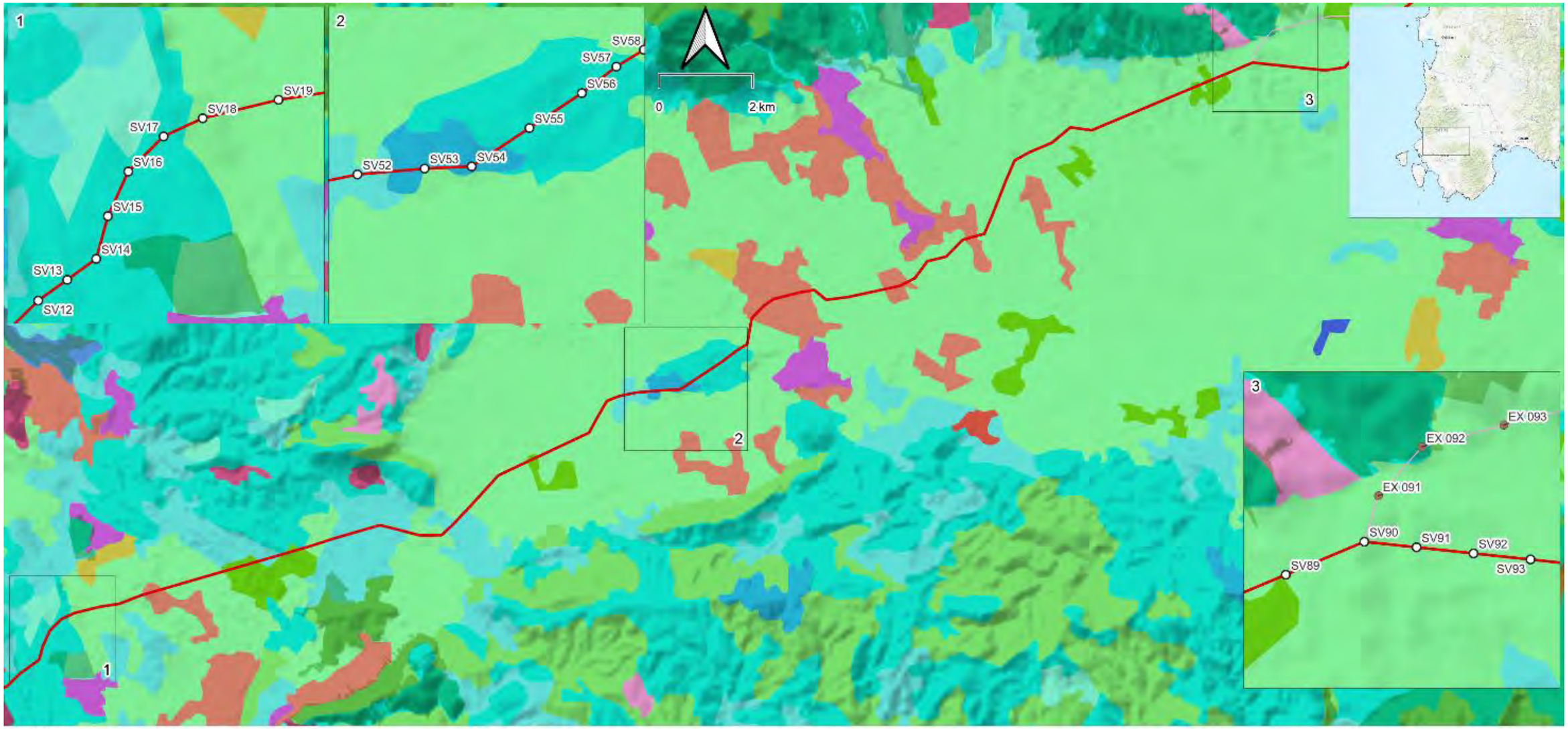


Figura 6 – Sviluppo parziale dell'elettrodotto terrestre su Carta Ecosistemi d'Italia.
Elaborazione iLStudio. Fonte: Blasi, C., Capotorti, G., Bonacquisti, S., Copiz, R., Del Vico, E., Facioni, L., Zavattero, L. 2021. Carta degli Ecosistemi d'Italia.



LEGENDA

Configurazioni Abbandonate
- Elettrodotto Aereo 380kV ST Prima Sottomissione SIA

Opere in Progetto
- Elettrodotto Aereo 380kV ST

Ecosistemi d'Italia
- A1 - Zone Residenziali a Tessuto Continuo, Zone Industriali, Commerciali ed Infrastrutturali, Zone Estrattive, Cantieri, Discariche e Terreni Artefatti
- A2 - Zone Residenziali a Tessuto Discontinuo e Rado
- B1 - Seminativi
- B3 - Vigneti
- B4 - Frutteti e Frutti Minori
- B5 - Oliveti
- B6 - Arboricoltura da Legno
- B7 - Prati Stabili (Foraggere Permanenti)
- B8 - Zone Agricole Eterogenee
- B9 - Aree Prevalentemente Occupate da Colture Agrarie con Presenza di Spazi Naturali Importanti
- B10 - Aree Agroforestali
- C36 - Ecosistemi Forestali a Pinus pinaster subsp. pinaster, P. pinea e/o P. halepensis delle Isole Maggiori
- C4 - Ecosistemi Forestali a Quercus ilex subsp. ilex e Q. suber delle Isole Maggiori
- D8 - Ecosistemi Erbacei, Collinari e Costieri, Peninsulari e Insulari, a Ampelodesmos mauritanicus. Hyparrhenia hirta subsp. hirta, Lygeum spartum, Brachypodium retusum
- E8 - Ecosistemi Arbustivi a Specie Sempreverdi, Insulari, a Olea europaea var. sylvestris, Ceratonia siliqua, Pistacia lentiscus, Myrtus communis, Euphorbia dendroides
- G7 - Ecosistemi Aloigrofili, Costieri, delle Isole Maggiori, a Salicornia procumbens subsp. procumbens, S. perennans subsp. perennans, Salicornia perennis, Halopeplis amplexicaulis, Arthrocaulon meridionale, Halocnemum cruciatum, Limonium narbonense, L.virgatum, Juncus subulatus, Galatella pannonica subsp. pannonica, Cynomorium coccineum subsp. coccineum
- G11 - Ecosistemi Idrofitici, Dulcicoli, Lentici, delle Isole Maggiori, a Chara sp. pl., Lemna sp. pl., Ceratophyllum demersum, C. submersum subsp. submersum, Potamogeton natans, P. schweinfurthii, P. pusillus, P. coloratus, Myriophyllum alterniflorum, Ranunculus peltatus, R. omiophyllus, Utricularia australis

Figura 7 – Comparazione dell'elettrodotto prima sottomissione SIA e configuzione elettrodotto aereo.
Elaborazione iLStudio.

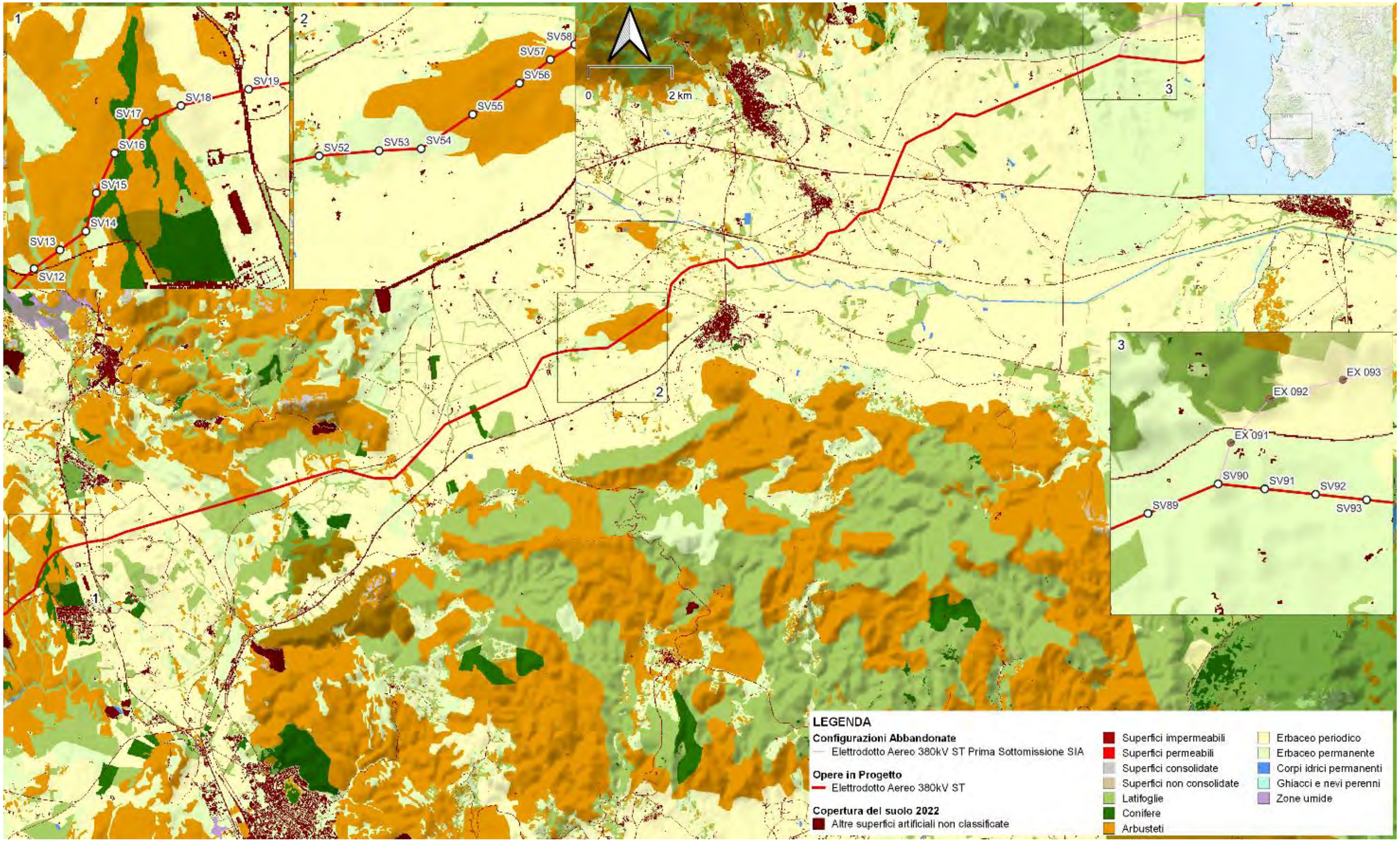


Figura 8 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre su Carta Copertura del suolo.
Elaborazione iLStudio

9.2 «[…] per quanto riguarda la dismissione dei tralicci esistenti ubicati in aree soggette a vincolo idrogeologico, nel ripristino dello stato dei luoghi è necessario mettere in atto tutti gli accorgimenti necessari affinché si possano scongiurare i danni di cui all'art. 1 R.D.L 3267/1923;

La demolizione delle fondazioni dei sostegni prevede l'asportazione (dal sito di installazione) del calcestruzzo e del ferro di armatura; tale rimozione viene effettuata, mediamente, fino ad una profondità di 1.5 m dal piano di campagna in terreni agricoli a conduzione meccanizzata e urbanizzati e 0.5 m in aree boschive e/o in pendio. Ovviamente le modalità di rimozione delle fondazioni sono strettamente legate al contesto territoriale (es. presenza di habitat, aree in dissesto).

Da un punto di vista generale, le attività prevedono:

- scavo della fondazione fino alla profondità necessaria;
- asporto, carico e trasporto a idoneo impianto di recupero o a smaltimento finale e ove possibile a successivo ciclo produttivo di tutti i materiali provenienti dalla demolizione (cls, ferro d'armatura e monconi);
- rinterro e gli interventi di ripristino dello stato dei luoghi.

L'asportazione delle fondazioni fino ad 1.5 m di profondità consente, nella maggior parte dei casi, la rimozione completa delle stesse. Inoltre, il ripristino del terreno favorisce l'attecchimento delle specie arbustive locali.



Figura 9 – fasi di demolizione di un sostegno a traliccio con fondazioni superficiali.
Fonte: Terna.

Laddove siano presenti fondazioni profonde ovvero aree con situazioni di criticità quali:

- terreni con scarse caratteristiche geotecniche,
- presenza di falde superficiali,
- presenza di dissesti geomorfologici;

è prassi comune la rimozione dei soli pilastrini con scavi limitati ad una profondità di circa 1.5m. L'asportazione totale delle fondazioni profonde (anche fino a 30 m di profondità) può generare una situazione di alterazione nei substrati di terreno più profondi con il terreno che si troverebbe a passare da una situazione di contenimento e confinamento, dovuta alla presenza dell'opera fondale, ad una situazione di cavernosità che dovrebbe comunque essere soggetta ad un'azione di riempimento e costipamento. La conseguente alterazione della litologia locale potrebbe determinare instabilità superficiale del terreno (dai classici cedimenti del piano campagna a veri e propri smottamenti) ancor più in presenza di falda.

A conferma di quanto esposto si riporta di seguito un esempio di autorizzazione emessa dagli Enti in materia ambientale, con la prescrizione di non rimozione delle fondazioni su contesti territoriali specifici.

Nell'ambito del procedimento autorizzativo dell'intervento *"Interconnessione a 150kV "Sorrento – Vico Equense – Agerola – Lettere" ed opere connesse"* Terna ha predisposto, su richiesta dell'AdB della Campania centrale, uno "*Studio di Compatibilità Idrogeologica"* che contemplava le metodologie operative da adottarsi per la demolizione dei sostegni su versante, che non dovevano comportare l'aggravio di stabilità del versante. Lo Studio predisposto riportava che *"[…] I 162 sostegni da demolire ricadono sia in aree vincolate dalle Autorità di Bacino come P3 e P4 che in aree P1 e P2. In generale la demolizione dei sostegni sarà eseguita attraverso l'asportazione fino al moncone e successiva demolizione dei colonnini fino a circa 50 cm di profondità. Le fondazioni pertanto non verranno asportate e ciò consentirà di preservare la stabilità dei versanti. […] per evitare che vi sia un'alterazione delle condizioni di equilibrio morfologico dei versanti preesistenti, in fase esecutiva si procederà alla demolizione dei sostegni con il supporto di un elicottero. […]".*

L'AdB competente si è espressa favorevolmente alla realizzabilità dell'opera, definendo le attività compatibili con l'assetto territoriale (parere n. 1848 del 7 luglio 2015).

È comunque opportuno sottolineare che l'opera fondale residua nel terreno è costituita da materiale inerte (calcestruzzo e ferro dei micropali o dei pali trivellati) e che il ripristino di 1 m (in media tra 0.5 - 1.5m) del terreno favorisce il ri-attecchimento delle specie arbustive locali.

9.3 Si segnala infine che qualora nella realizzazione dell'elettrodotto vi fosse la necessità di tagliare e/o sradicare piante di sughera, ancorché isolate e in qualsiasi fase di sviluppo dovrà, essere richiesta a questo Ispettorato l'autorizzazione ai sensi dell'art. 6 della L.R. 9 febbraio 1994 n. 4.».

La proponente prende atto della necessità di chiedere all'Ispettorato l'autorizzazione ai sensi dell'art. 6 della L.R. 9 febbraio 1994 n. 4, qualora, per la realizzazione degli elettrodotti dovesse risultare necessario tagliare e/o sradicare piante di sughera, ancorché isolate e in qualsiasi fase di sviluppo.

Aspetti di natura progettuale

Protocollo RAS	Protocollo MASE	
RAS AOO 05-01-00 Prot. Uscita n. 24055 del 08/08/2023	m_amte.MASE.REGISTRO UFFICIALE.INGRESSO.0131123.09-08-2023	

1. si osserva la quasi pressoché totale assenza di un'analisi dettagliata dello stato dell'arte relativo alla tecnologia prospettata, perlomeno alla scala di riferimento europea, elemento peraltro già rilevato in fase di scoping. Da un'analisi della letteratura di settore sull'argomento non risultano realizzati impianti commerciali di dimensioni paragonabili a quello proposto;

L'utilizzo di fondazioni galleggianti per il supporto di turbine eoliche offshore è un elemento fondamentale per il raggiungimento degli obiettivi Net-Zero; gran parte della risorsa eolica si concentra infatti in aree marine di largo e caratterizzate da fondali profondi oltre 60 m; in contesti come questi, l'utilizzo turbine eoliche offshore fisse, pone insuperabili limiti economici e costruttivi. L'area mediterranea è l'esempio più tipico di questa condizione con fondali particolarmente profondi già entro breve distanza dalla costa (unica eccezione il mar Adriatico) e uno sviluppo dell'eolico offshore sinora limitato ad un'unica installazione da 30 MW complessivi nella rada esterna del Porto di Taranto (impianto Beleolico).

L'utilizzo di piattaforme galleggianti può quindi favorire l'accesso a nuove risorse e lo sfruttamento sempre crescente dell'energia del vento, esigenza fondamentale alla luce dei sempre più stringenti piani per la decarbonizzazione e la lotta al cambiamento climatico. L'utilizzo di tali sistemi consente inoltre la delocalizzazione degli impianti a grande distanza dai ricettori visivi risolvendo così uno dei principali "problemi" degli impianti fissi a terra, l'impatto visivo e paesaggistico. A distanze superiori a 35km dalle coste le turbine sono infatti difficilmente visibili con una dimensione massima sulla linea d'orizzonte di appena 5 millimetri.

Le prime ricerche sulle piattaforme eoliche galleggiantisono sono iniziate negli anni '90 con il primo prototipo costruito nel 2007. Da allora si è assistito a una rapida espansione della ricerca e dello sviluppo che ha portato a un cospicuo aumento del numero di concept e piattaforme pilota di cui, in figura, si riporta un breve sviluppo storico comprendendo sia prototipi in mare, sia progetti dimostrativi sia impianti pilota.

A livello di impianti pilota le tecnlogie di fondazione utilizzate sono la Hywind Spar di Equinor, utilizzata nell'ambito dell 'impianto Hywind Scotland (Regno Unito, 30 MW), installato nel 2017 e la piattaforma WindFloat di Principle Power utilizzata in per il progetto WindFloat Atlantic (Portogallo, 25 MW) installata nel 2019 e Kincardine (Regno Unito, 50 MW) datato 2021. Altri 20 progetti di piattaforme hanno raggiunto lo stadio di prototipazione o dimostrativo, più di 80 piattaforme sono invece fase di sviluppo.

È evidente che non esista ancora una soluzione market standard ma la gamma di progetti si è ampliata rapidamente come prevedibile nelle prime fasi di sviluppo di una nuova tecnologia. La convergenza ingegneristica su un numero ridotto di soluzioni determinerà certamente una certa riduzione dei costi.

Tipologie di fondazioni

Il principale obiettivo di design di un sistema di fondazione galleggiante è il mantenimento della stabilità di galleggiamento al variare delle condizioni di carico determinate dalle forzanti meteomarine. Ciò consente di ridurre il rischio di guasto e aumentare le prestazioni della turbina eolica in condizioni operative ed estreme. Ridurre o limitare il movimento aiuta inoltre a ridurre i costi; se la piattaforma si muove meno subisce meno fatica, la struttura può avere spessori minori, i componenti elettrici installati sono meno soggetti a usura con importanti ripercussioni sia sull'uso di materie prime che in termini di costi di produzione; le prestazioni delle turbine eoliche inoltre aumentano, riducendo il LCOE (Levelized Cost Of Energy).

A seconda dello sviluppatore, il concetto di stabilità viene declinato come limitazione al movimento di beccheggio o, analogamente, all'accelerazione della navicella, per un evento estremo come una tempesta con

tempo di ritorno di 100 anni. Sebbene ci si concentri molto sul movimento di beccheggio, c'è anche interesse a limitare o minimizzare i movimenti della piattaforma secondo i vari gradi di libertà. In particolare, la piattaforma è progettata in modo che le sue frequenze naturali (con particolare enfasi sul sussulto, il beccheggio e il rollio) evitino il funzionamento in condizioni critiche di potenziale risonanza. Queste condizioni critiche sono definite, per le turbine tripala, dall'intervallo di frequenze delle onde eccitanti (periodi tipici 4-30 s), dalla frequenza alla quale una pala attraversa la sezione di torre (chiamata 1P) e dalla terza armonica di tale frequenza (chiamata 3P). La stabilizzazione al beccheggio viene normalmente garantita attraverso tre metodi principali:

- "stabilizzazione gravitazionale" attraverso l'aumento della distanza tra il centro di galleggiamento verticale e il centro di gravità verticale,
- "stabilizzazione del piano d'acqua" attraverso l'aumento del secondo momento di beccheggio dell'area del piano d'acqua,
- "stabilizzazione dell'ormeggio" attraveros l'azione di tiro delle linee di ormeggio.

Proprio in relazione a questi modi di stabilizzazione le piattaforme galleggianti sono spesso classificate in quattro tipi principali:

- Spar,
- Barge,
- Semisub,
- TLP.

I sistemi spar utilizzano la stabilizzazione per gravità consistono normalmente di un singolo cilindro verticale con in testa la torre della turbina eolica. Le barge utilizzano la stabilizzazione a piano d'acqua e la loro struttura è normalmente assimilabile ad una piattaforma larga e poco profonda. Le piattaforme semisub utilizzano invece una combinazione di stabilizzazione a "piano d'acqua" e a gravitàe la struttura tipica è è costituita da tre o cinque cilindri verticali collegati tra loro, con la turbina al centro o sopra una delle colonne. Infine, le piattaforme TLP utilizzano la stabilizzazione per ormeggio e prevedono un corpo sommerso collegato linee di ormeggio tese sotto l'azione di un eccesso di spinta; una colonna centrale collega il corpo sommerso alla torre della turbina eolica. Molti progetti utilizzano una combinazione di meccanismi di stabilizzazione e non sono direttamente riconducibili alle quattro categorie suddette.

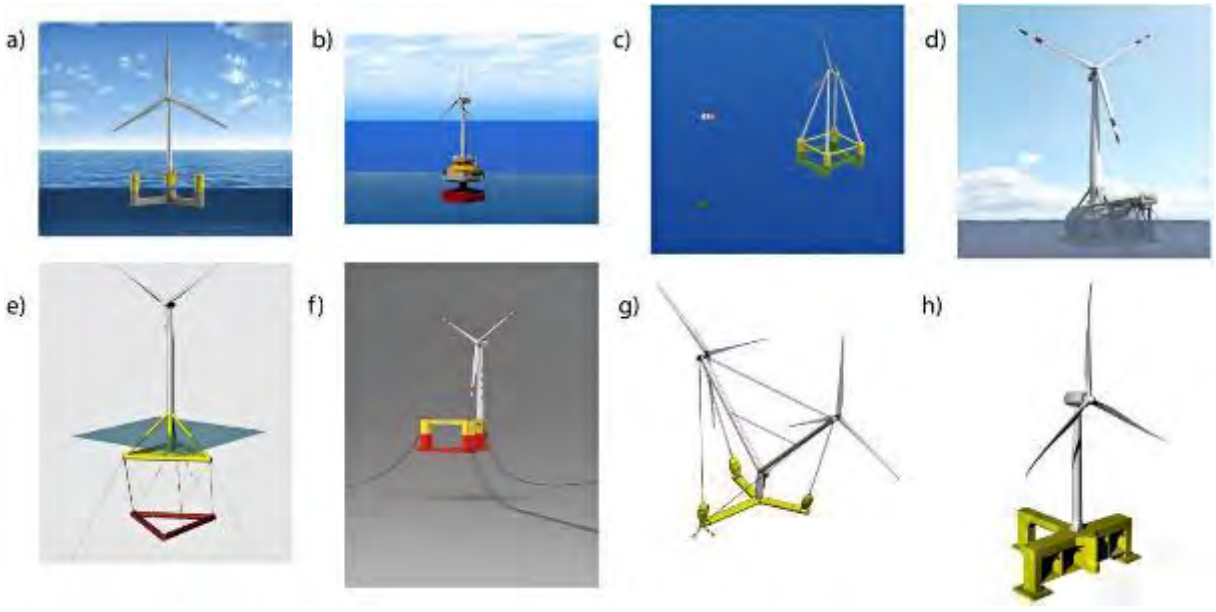


Figura 10 – Tipi di fondazioni floating.

(a) VolturnUS, Università del Maine. (b) Fukushima Hamakaze/Advanced SparPer, Japan Marine United Corp. (c) Eolink. (d) SATH, Saitec. (e) TetraSpar, Stiesdal. (f) Fuyao, CSSC Haizhuang Windpower. (g) Nezzy2, aerodyn engineering gmbh/EnBW Energie Baden-Württemberg AG. (h) Floating Power Plant, Floating Power Plant A/S. Fonte: (Edwards, et al., 2023).

Tabella 77 – Vantaggi e svantaggi dei diversi tipi di piattaforma FOWT.
Fonte: (Edwards, et al., 2023).

	Vantaggi	Svantaggi
TLP	Movimento di sussulto e beccheggio ridotto Ingombro ridotto sul fondale marino Può lavorare in molte profondità d'acqua Struttura leggera e di dimensioni ridotte, con conseguente riduzione dei costi dei materiali	Di solito richiede un'imbarcazione speciale per l'installazione perché instabile sotto rimorchio Cime di ormeggio e ancore costose con elevato carico verticale Il cedimento di una cima di ormeggio può essere catastrofico se non opportunamente ridondato Attualmente ha un TRL basso; non è una tecnologia comprovata per le FOWT. Spazio in coperta ridotto/assente (per la manutenzione) Difficile da utilizzare in un'area con ampia escursione di marea
Spar	Relativamente semplice da realizzare e produrre Tecnologia collaudata (118 MW sono oggi in funzione con questo tipo di progetto) Movimento d'onda ridotto	Difficile da rimorchiare e installare: Richiede un molo profondo o un'area riparata e una grande gru offshore per installare la turbina Richiede acque profonde, soprattutto per le turbine più grandi Struttura pesante e di grandi dimensioni Elevato carico di fatica sulla base Grande ingombro sul fondale marino Movimenti di beccheggio e rollio maggiori (rispetto ad altri) Spazio ridotto sul ponte (per la manutenzione)
Semi-sub/barge	Non richiede bacini profondi o attrezzature specializzate per il rimorchio e l'installazione Tecnologia comprovata (70 MW in funzione con questo tipo di design) Meno materiale rispetto allo spar Non influenzato dalla profondità dell'acqua Movimenti di beccheggio e rollio inferiori (rispetto allo spar) Più spazio sul ponte (per la manutenzione)	Più difficile da produrre rispetto agli spar Maggiore ingombro sul fondale marino (rispetto a TLP ma meno di spar) Maggiore moto di sussulto (rispetto agli altri)

La Figura 11 riporta la cronologia delle installazioni di progetti prototipali, dimostrativi e pilota dal 2007 al 2023 classificate per tipologia di fondazione. Nella successiva Figura 12 le stesse sono invece riclassificate per scala di realizzazione (prototipo, dimostrativo, pilota).

Nel seguito si riportano a titolo d'esempio i principali progetti pilota, dimostrativi e prototipali alla scala europea.

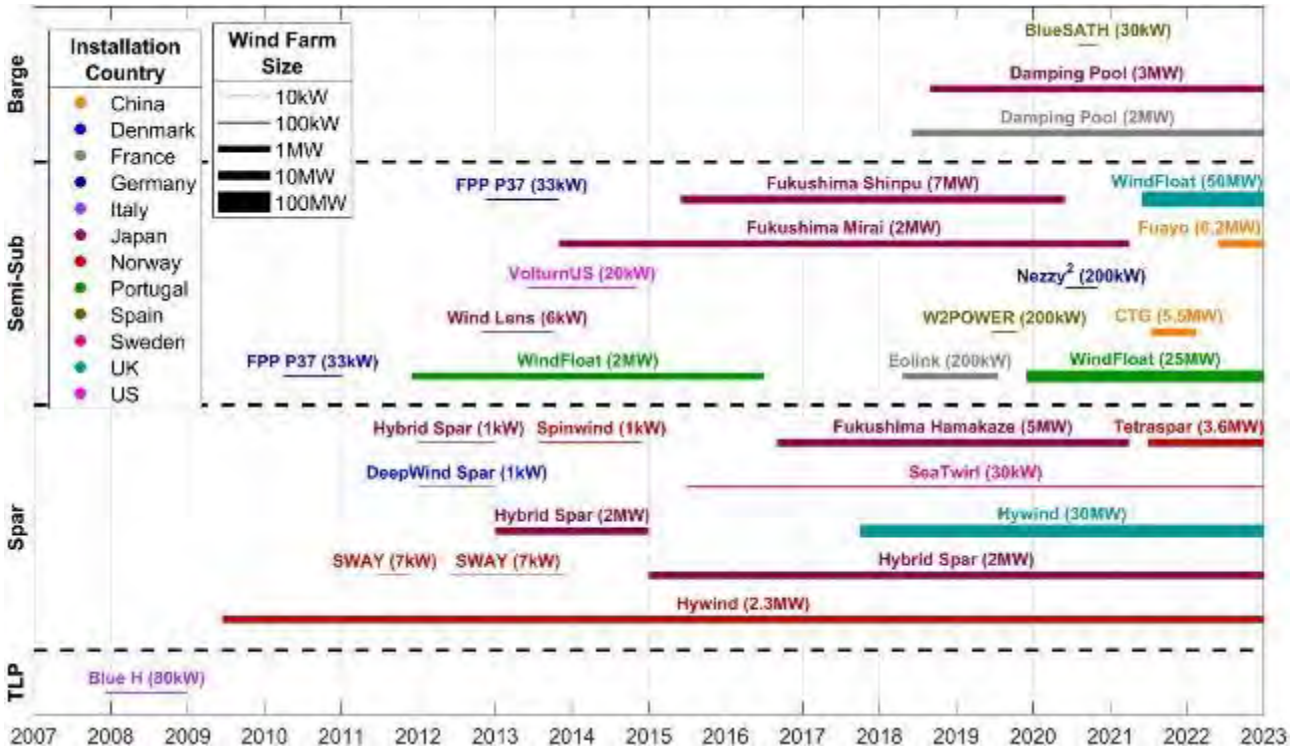


Figura 11 – Implementazioni di turbine eoliche offshore galleggianti secondo una classificazione per tipo di piattaforma galleggiante.

Fonte: (Edwards, et al., 2023).

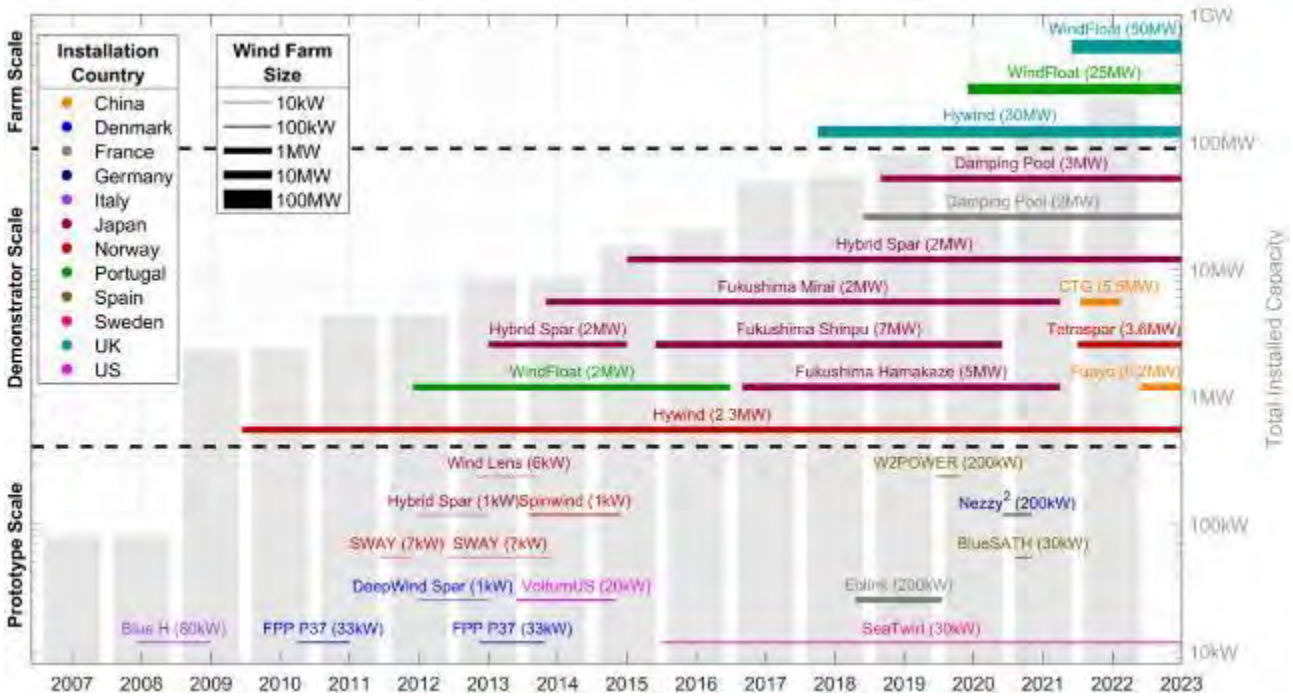


Figura 12 – Implementazioni di turbine eoliche offshore galleggianti secondo una classificazione per prototipi, dimostratori e impianti pilota.

Fonte: (Edwards, et al., 2023).

Sviluppo del mercato offshore floating wind

Il mercato dell'eolico offshore galleggiante è molto meno maturo di quello dell'eolico offshore a fondazioni fisse. Finora sono stati sviluppati soprattutto progetti pilota e progetti pre-commerciali. Hywind Scotland è stato il primo parco di dimensioni significative, con cinque turbine e una capacità totale di 30 MW. A questo hanno fatto seguito, tra gli altri, WindFloat Atlantic (Portogallo) nel 2019 con una capacità installata di 25 MW e Kincardine (Scozia) nel 2021 con 50 MW. A partire dal 2022, il più grande e più recente parco eolico offshore galleggiante in funzione è Hywind Tampen in Norvegia (95 MW).

Da quando è stato installato il primo parco nel 2002 in Danimarca, l'eolico offshore fissato sul fondo è invece diventato un'industria multinazionale e, rispetto all'eolico galleggiante, è una tecnologia molto più matura e sviluppata. Nel 2022, la capacità totale dell'eolico offshore bottom-fixed a livello globale era di 68 GW.5 I più grandi parchi eolici offshore bottom-fixed che sono stati messi in funzione in Europa di recente si aggiravano tra gli 800 e i 1400 MW. Inoltre, il più grande impianto eolico offshore del mondo, con una capacità totale di 3500 MW, il Dogger Bank Wind Farm, è attualmente in costruzione al largo della costa nord-orientale dell'Inghilterra.

L'eolico offshore galleggiante si trova attualmente nella fase di sviluppo in cui si trovava l'eolico offshore fisso sul fondo nei primissimi anni. Se lo sviluppo dell'eolico offshore galleggiante seguirà lo stesso ritmo di quello dell'eolico offshore fisso, soprattutto grazie alla spinta e le ambizioni dei governi europei e degli obiettivi climatici dell'UE, impianti galleggianti su larga scala diventeranno presto la nuova tecnologia di riferimento.

Nei prossimi tre anni (verso il 2027), si prevede che diversi parchi eolici offshore galleggianti entreranno in funzione. Tuttavia, questi parchi variano notevolmente in termini di dimensioni. Alcuni sono progetti pilota per tecnologie specifiche, mentre altri sono stati sviluppati come parchi a scala più ampia (circa 100 MW).

La figura seguente mostra una timeline dei progetti eolici offshore autorizzati, in fase di costruzione e già avviati.



Figura 13 – Sviluppo dell'eolico offshore galleggiante in Europa fino al 2027. Le turbine/parchi eolici offshore completamente commissionati (operativi) sono indicati in blu scuro, i progetti in fase di sviluppo sono indicati in blu medio e i progetti selezionati per i quali è stata autorizzata l'autorizzazione sono indicati in blu chiaro.

Fonte: Menon economics. Progetti italiani non inclusi.

Progetti pilota

Attualmente sono in funzione due piattaforme alla scala di progetto pilota: Hywind spar di Equinor e WindFloat di Principle Power.

Hywind Spar

La piattaforma Hywind Spar è stata sviluppata da Equinor (ex Hydro Oil & Energy e Statoil). Si tratta di una piattaforma spar "tradizionale", costituita da una struttura cilindrica continua. Lo sviluppo è iniziato nel 2001, la piattaforma dimostrativa è stata installata nel 2009 in Norvegia, mentre l'impianto pilota è in funzione dal 2017.

Ogni anno, da quando Hywind Scotland ha iniziato la produzione, il parco eolico galleggiante ha raggiunto il più alto fattore di capacità medio di tutti i parchi eolici offshore del Regno Unito, dimostrando appieno il potenziale dei parchi eolici offshore galleggianti.

Il medesimo galleggiante caratterizza anche l'impianto Hywind Tampen, situato a 140 km dalle coste norvegesi e costituito da 11 turbine per un totale di 88 MW. Gli aerogeneratori insistono su fondali fra 260 e 300 metri di profondità. Ha iniziato a produrre energia nel terzo trimestre del 2022 ed è in piena attività dall'estate del 2023.

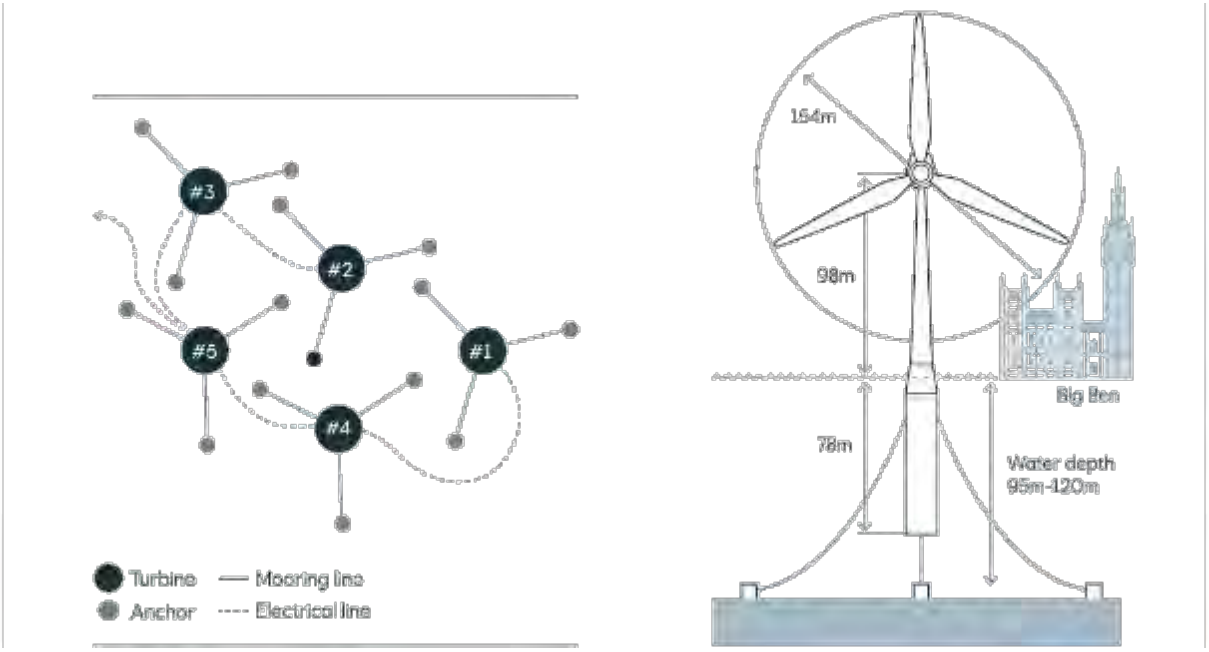


Figura 14 – Caratteristiche salienti dell'impianto Hywind Scotland.
Fonte: https://www.equinor.com/energy/hywind-scotland.



Figura 15 – Parco eolico galleggiante Hywind Tampen e piattaforma Gullfaks.
Fonte: https://www.oedigital.com.

WindFloat

La piattaforma WindFloat è stata sviluppata da Principle Power (originariamente da Marine Innovation & Technology). Si tratta di un semi-sub "tradizionale" a tre colonne, con la turbina montata su una delle colonne. Alla base di ogni colonna c'è una piastra anti sussulto e le colonne sono collegate tramite controventi. Lo sviluppo è iniziato nel 2006, il progetto dimostrativo è stato installato nel 2011 in Portogallo; il primo parco, WindFloat Atlantic, con una capacità totale di 25 MW, è stato installato nel 2019 a 20 km al largo del Portogallo nord-occidentale su fondali di circa 100 metri di profondità. Il secondo parco pilota, Kincardine, è stato installato nel 2021 a 15 km al largo della costa dell'Aberdeenshire, in Scozia, Regno Unito su fondali profondi tra 60 e 80 m. Le cinque piattaforme ospitano turbine Vestas da 9.5 MW.

Sono previsti progetti futuri con questa piattaforma, tra cui Les Eoliennes Flottantes du Golfe du Lion (Francia, 30 MW, 2024), Korea Floating Wind (Corea del Sud, 1000 MW, 2026), Redwood Coast Offshore Wind Project (USA, 100-150 MW, 2026) ed Erabus (Regno Unito, 96 MW, 2027).



Figura 16 – Assieme galleggiante del progetto WindFloat Atlantic.
Fonte: https://www.edp.com.

Progetti dimostrativi

Tra i progetti dimostrativi più interessanti, oltre quelli culminati negli impianti pilota finora descritti, si cita il progetto dimostrativo TetraSpar che costituisce la prima dimostrazione a scala mondiale di una fondazione offshore industrializzata. Il progetto è realizzato in collaborazione tra Shell, RWE, TEPCO Renewable Power e Stiesdal Offshore. La fondazione TetraSpar è una struttura tetraedrica assemblata da componenti tubolari in acciaio. La fondazione e la chiglia sono state assemblate senza saldature nel porto di Grenaa, in Danimarca.

Una turbina eolica da 3.6 MW di Siemens Gamesa Renewable Energy è stata montata sulla fondazione dopo il varo nel bacino portuale. Nel luglio 2021 la struttura combinata è stata rimorchiata al sito di prova del Marine Energy Test Centre, a 10 chilometri al largo di Karmøy, in Norvegia. Qui, il dimostratore TetraSpar è stato messo in funzione ed è pienamente operativo in una zona di mare profondità di 200 metri. È già prevista

l'installazione di una turbina con potenza nominale di 15 MW entro il prossimo anno (2025) e 22 MW entro il 2029.



Figura 17 – Assieme galleggiante del progetto dimostrativo Stiesdal Tetraspar.
Fonte: https://www.stiesdal.com.

Conclusioni

L'eolico offshore galleggiante costituirà una fonte di energia necessaria per raggiungere le ambizioni e gli obiettivi europei. Si tratta tuttavia di una tecnologia in fase pre-commerciale caratterizzata ancora da costi più elevati rispetto all'equivalente a fondazione fissa; offre tuttavia vantaggi indiscutibili in termini di compatibilità ambientale, impatti sul paesaggio e capacità di estrazione dell'energia. La riduzione dei costi necessaria per una migliore redditività commerciale richiede lo sviluppo delle tecnologie e l'aumento dei volumi di produzione ma si è nella condizione di creare una nuova catena del valore specializzata per questo settore.

Dal punto di vista tecnico e dell'affidabilità, l'eolico offshore vanta ormai l'esperienza delle soluzioni offshore fisse per le strutture e le turbine; la miglior soluzione per le nuove fondazioni galleggianti non è invece ancora definita ma i prototipi e i progetti dimostrativi hanno mostrato ottime caratteristiche in grado di garantire un funzionamento sicuro ed efficiente per l'intera durata prevista degli impianti. Lo sviluppo e la diffusione nei prossimi anni consentiranno le dovute economie di scala consentendo una riduzione dei costi ed una maggiore redditività degli impianti.

2. in relazione a quanto rilevato a proposito del quadro di riferimento programmatico, con riferimento alle aree di cantiere/manutenzione, individuate all'interno dell'area del Porto Industriale di Oristano, è necessario che le eventuali azioni di progetto previste, debbano essere descritte adeguatamente, anche al fine di valutare i relativi impatti e il coinvolgimento, se dovuto, degli Enti territoriali competenti;

Come noto, le aree demaniali gestite dall'Autorità Marittima rappresentata dalle Autorità di Sistema Portuale (AdSP), possono essere assegnate in concessione d'uso esclusivamente mediante procedure di evidenza pubblica, a seguito di specifiche richieste sostenute da un piano industriale la cui definizione temporale potrà essere effettuata solo a seguito di apposita regolamentazione da parte del MASE.

Si fa presente che, già dall'inizio della fase di scoping del progetto, il Proponente ha provveduto ad instaurare diversi contatti con l'Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna per un confronto sui possibili utilizzi delle infrastrutture portuali disponibili e/o da implementare per le necessità dell'industria dell'eolico offshore e rendere possibile la costruzione degli impianti eolici offshore sul territorio nazionale.

L'ultimo incontro sul tema è avvenuto lo scorso 9 Febbraio 2024 nella sede dell'AdSP di Cagliari alla presenza del Presidente dott. Deiana. L'incontro ha avuto come punti principali di discussione un aggiornamento sullo stato di avanzamento autorizzativo del progetto Ichnusa Wind Power e sulle necessità di infrastrutture portuali per l'implementazione del progetto e dell'intera filiera alla luce sia della maggiore conoscenza sviluppata dal Proponente sul tema nel corso del tempo sia in relazione all'opportunità offerta dal D.L. 9 Dicembre 2023 n. 181 "Sicurezza energetica, fonti rinnovabili e ricostruzione territori alluvionati".

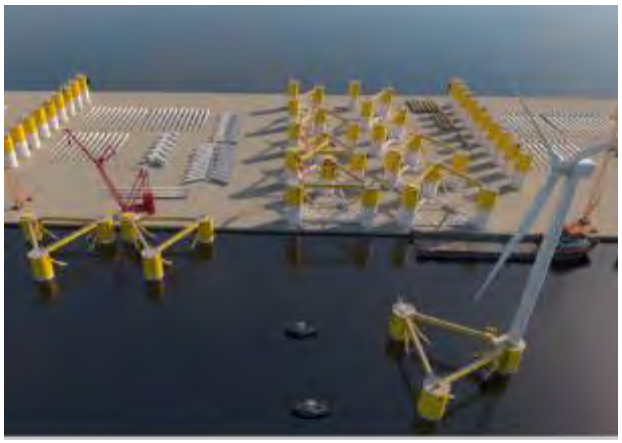
In base al bando pubblicato dal MASE ad Aprile, le AdSP state sono chiamate a esprimere entro il 18 Maggio 2024 il proprio interesse all'individuazione di aree demaniali marittime per lo realizzazione delle infrastrutture idonee allo sviluppo della filiera dell'eolico galleggiante; da questo punto in poi saranno quindi le AdSP di concerto con i Ministeri, e non il Proponente, a meglio definire le aree portuali utilizzabili per le necessità della filiera industriale.

In via preliminare, già in occasione della prima sottomissione dello Studio di Impatto Ambientale, il proponente ha effettuato una valutazione sulla base delle superfici di banchina disponibili, delle profondità del fondale e della distanza dal sito di installazione; gli esiti di queste indagini preliminari sono già disponibili nel documento "Studio di Impatto Ambientale" cod. C0421YR03RELSIA00 (par. 7.1.3, pag. 23) e sono di seguito brevemente richiamate.

INFRASTRUTTURA LOGISTICA PER LA COSTRUZIONE DELL'IMPIANTO

Premesso che le tecniche costruttive delle strutture floating consentono la loro fabbricazione ed assemblaggio in qualunque area europea attrezzata per lo scopo per poi essere trasportate in galleggiamento sul sito di installazione, il progetto in esame ha cercato di privilegiare la possibilità di realizzare tutte le operazioni di costruzione/assemblaggio di tali strutture sul territorio regionale in modo da creare un significativo ritorno occupazionale.

Le aree portuali saranno destinate a cantiere di costruzione/manutenzione, ini particolare per le fasi di assemblaggio delle componenti delle FOU (floating offshore unit), l'installazione delle WTG sulle relative fondazioni e per le operazioni di manutenzione straordinaria come la sostituzione di pale, rotori o componenti della navicella.



Progettazione concettuale per un impianto di assemblaggio di turbine eoliche offshore galleggianti. Rendering per gentile concessione del porto di Long Beach.



Carico della fondazione galleggiante per il parco eolico offshore di Kincardine. Fonte: Mammoet.



Assemblaggio finale della turbina eolica offshore galleggiante in corso in porto. Foto del progetto Kincardine Offshore Wind Farm. Concessione di Principle Power.



Una turbina eolica offshore galleggiante assemblata inizia il suo rimorchio per il progetto WindFloat Atlantic. Foto del WindFloat Atlantic project. Concessione di Principle Power/Ocean Winds.

Figura 18 – Esempi di logistica portuale richiesta per l'industria dell'eolico offshore galleggiante.

Alcune delle prime macro-fasi previste sono:

- arrivo dei sottocomponenti della fondazione;
- trasporto dei componenti nell'area di stoccaggio accanto alle postazioni di lavoro;
- assemblaggio della fondazione;
- trasferimento della fondazione nell'area di stoccaggio temporaneo.

Pertanto, l'assemblaggio richiede a terra aree dedicate al deposito delle singole componenti prefabbricate, aree per la movimentazione dei componenti FOU prefabbricati mediante "Self Propeller Modular Transporter" (SPMT), yard facilities per la movimentazione ed il varo dei FOU, banchine idonee per lo scarico di componenti FOU prefabbricati da "Heave Transport Vessels" (HTVs); a mare sono invece richieste aree di ormeggio/sosta in acqua dopo il varo e la messa in galleggiamento del FOU.

Durante le fasi di sollevamento, movimentazione e assemblaggio della fondazione saranno necessarie gru dotate di opportuna capacità di carico.

L'integrazione tra WTG e fondazione richiede a terra aree dedicate al deposito delle componenti WTG, aree per la movimentazione dei componenti WTG dalle aree di deposito alle banchine, aree di allestimento delle sezioni della torre, assemblaggio dei diversi conci e installazione delle apparecchiature elettromagnetiche, banchine idoneamente attrezzate per lo scarico di componenti WTG dalle navi da trasporto, banchine per l'integrazione dei componenti WTG su FOU; a mare richiede un'area per la sosta in ormeggio delle turbine galleggianti e organizzazione dei convogli verso la destinazione mediante rimorchiatori.

Per quanto concerne le attività di O&M, in area portuale si prevedono operazioni e riparazioni che non possono essere completate in loco, per le quali sarà necessario, appunto, il rimorchio in porto. Sostanzialmente si tratta di operazioni di manutenzione straordinaria, le quali interessano interventi con rinnovo o sostituzioni di parti dell'impianto e quelli che non possono essere ricondotti a manutenzione ordinaria, trasformazione, ampliamento o di nuovo impianto. Nello specifico, a seguito della disconnessione della WTG dai cavi elettrici, il gruppo fondazione-torre viene rimorchiato in porto. Le strutture e attrezzature da impiegare per le attività di O&M saranno individuate in anticipo e presumibilmente saranno le stesse utilizzate per la fase di assemblaggio. Pertanto richiedono a terra le stesse aree utilizzate per le fasi di assemblaggio e installazione della WTG.

Per la selezione del porto di assemblaggio sono state analizzate le specifiche tecniche richieste per l'assemblaggio delle unità galleggianti in termini di distanza dal sito di installazione e disponibilità di aree idonee. Le specifiche generali relative alla logistica del sito di assemblaggio sono qualitativamente descritte nella rappresentazione di Figura 19.

La distanza dal sito di installazione offshore è uno tra i parametri discriminanti in relazione alla necessità di mantenere favorevoli condizioni meteorologiche durante le operazioni di trasporto e installazione in situ; sono stati quindi individuati tre areali limite corrispondenti alle curve isodistanza 150, 300 e 450 miglia nautiche dal sito di installazione (Figura 20) corrispondenti a condizioni di *preferibilità, accettabilità e limite di accettabilità* della soluzione.

Sulla base delle valutazioni effettuate, in relazione alle migliori informazioni disponibili, l'area portuale di Oristano, se opportunamente attrezzata, è stata individuata come miglior candidata disponibile. L'area potenzialmente sfruttabile per la realizzazione dei cantieri di assemblaggio è indicata in Figura 21.

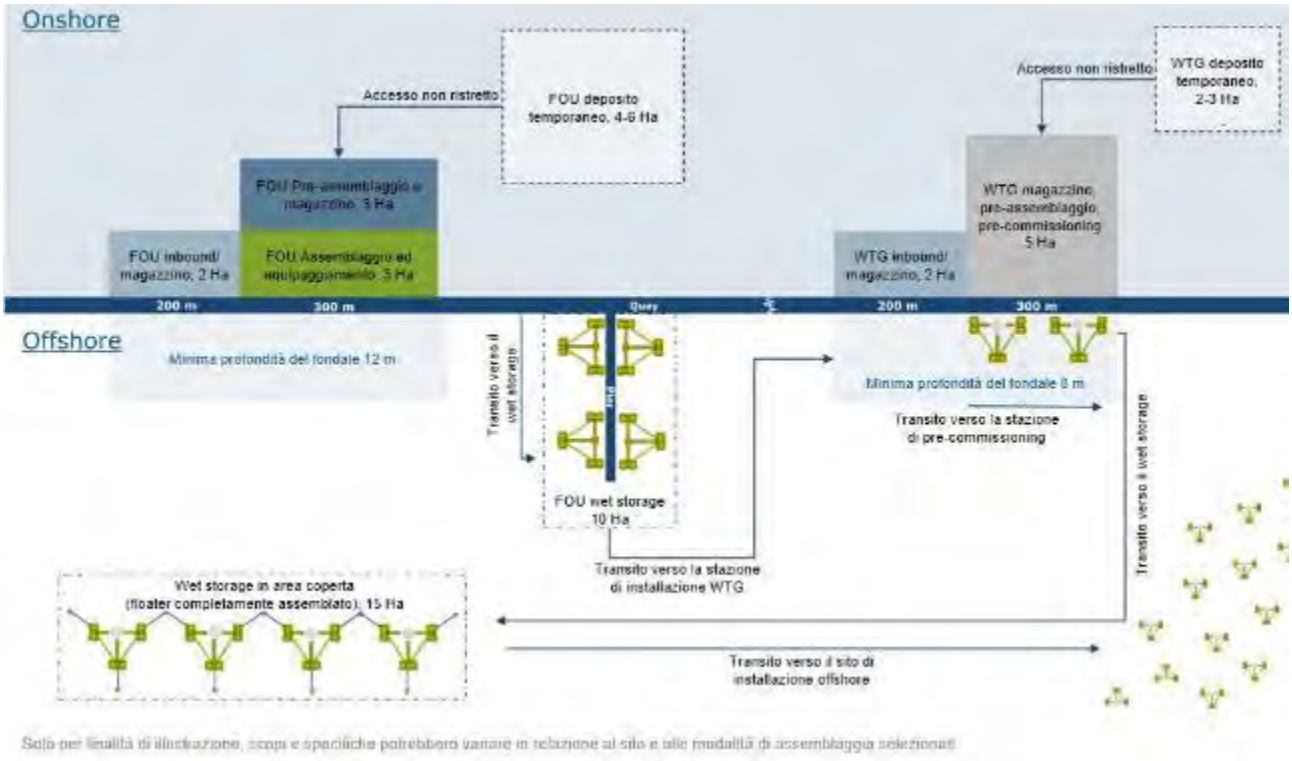


Figura 19 – Logistica minima per la selezione del cantiere di assemblaggio delle unità galleggianti.
Elaborazione Copenhagen Offshore Partners.



Figura 20 – Porti disponibili per le operazioni di assemblaggio delle unità galleggianti.
Elaborazione iLStudio.



Figura 21 – Area disponibile per la realizzazione del cantiere di assemblaggio delle unità galleggianti.
Area portuale di Oristano. Elaborazione iLStudio.

CONCLUSIONI

Fatti salvi i dovuti aggiornamenti infrastrutturali, il porto di Oristano costituisce, ad oggi, una buona soluzione rispetto a criteri di vicinanza al sito di installazione e disponibilità di aree idonee allo sviluppo delle infrastrutture richieste dall'industria eolica offshore. In relazione all'opportunità offerta dal D.L. 9 Dicembre 2023 n. 181 "Sicurezza energetica, fonti rinnovabili e ricostruzione territori alluvionati", il bando pubblicato dal MASE ad Aprile, ha chiesto alle AdSP di esprimere entro il 18 Maggio 2024 il proprio eventuale interesse all'individuazione di aree demaniali marittime per la realizzazione delle infrastrutture idonee allo sviluppo della filiera dell'eolico galleggiante; saranno quindi le AdSP di concerto con i Ministeri, e non il Proponente, a meglio definire le aree portuali utilizzabili per le necessità della filiera industriale. Nelle successive fasi del progetto dunque, anche a valle di un più approfondito studio della logistica e delle attrezzature richieste, compatibilmente con gli sviluppi futuri dell'area portuale, sarà possibile confermare l'ipotesi di progetto oppure prevedere, in caso di inattuabilità, il trasferimento di tale attività in differenti aree portuali.

3. per quanto concerne le alternative (localizzative, dimensionali, tecnologiche) si segnala la totale assenza di tale tematica nello S.I.A., compresa l'analisi della cosiddetta alternativa zero (non intervento), sia in relazione alla realizzazione dell'impianto off-shore che per quanto concerne le opere di connessione alla R.T.N. In particolare:

3.1 per quanto riguarda la parte off-shore le uniche alternative prospettate, peraltro in modo piuttosto generico, sono relative alla tipologia di ancoraggio delle fondazioni flottanti al fondale, e quelle relative alle modalità di posa in opera del cavidotto sottomarino; alcuni cenni estremante sintetici e comunque non esaustivi, sono riportati nell'elaborato C0421YR02RELSNT00a – Sintesi non tecnica, da cui si desume anche che la Proponente, rispetto all'areale individuato in fase di scoping per la richiesta di concessione demaniale, ha traslato verso sud-ovest la localizzazione del parco eolico al fine di «[… garantire la sicurezza e la stabilità dei sistemi di ormeggio ed ancoraggio in relazione a criticità localmente riscontrate sui fondali marini» e «garantire l'accesso alle migliori condizioni di vento disponibili nell'area in modo da massimizzare lo sfruttamento delle aree a parità di ingombro complessivo»;

La valutazione delle alternative, obbligatoria per quanto indicato nelle linee guida nazionali SNPA per la redazione dello Studio di Impatto Ambientale, è stata già affrontata in modo dettagliato nella Sezione 12 dello Studio di Impatto Ambientale cod. C0421YR03RELSIA00; tali alternative sono intese come varianti progettuali riguardanti aspetti specifici dell'opera in progetto quali ad esempio:

- l'ubicazione del parco eolico e il layout;
- il tracciato dell'elettrodotto marino di esportazione;
- le caratteristiche dimensionali e le prestazioni degli aerogeneratori;
- i sistemi di ormeggio e ancoraggio;
- i sistemi di fondazione galleggiante;
- la localizzazione del punto di sbarco dei cavi marini;
- la modalità di consegna alla RTN;
- il tracciato dell'elettrodotto aereo.

Per ognuno di questi, sono state descritte le diverse possibilità progettuali e scelta l'opzione ritenuta più adeguata previa argomentazione supportata da rilevamenti, fonti scientifiche e stato dell'arte della tecnologia.

Oltre le sopracitate alternative, viene affrontata anche l'*alternativa zero*, la quale costituisce il riferimento per la stima della domanda, dei benefici e dei costi associati alle possibili alternative considerate, come suggerito in (Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 2017) per la soluzione indicata come "do-nothing".

Per semplicità di consultazione, una ulteriore comparazione viene fornita nella relazione tecnica "*Analisi Costi-Benefici*" condivisa a mezzo PEC in data 07/06/2024 con l'Assessorato della Difesa dell'Ambiente Regione Sardegna, nella quale sono chiaramente espressi gli impatti relativi ai diversi ambiti di interesse.

Per una più semplice consultazione si riporta nel seguito il dettaglio di quanto già proposto nello Studio di Impatto Ambientale e considerato nell'Analisi Costi-Benefici ove sono chiaramente espressi gli impatti relativi ai diversi ambiti di interesse.

ALTERNATIVA 0: NON-AZIONE

Questa opzione rappresenta lo scenario di non realizzazione dell'opera ed è, in altri termini, lo scenario di non-azione il quale determina come effetto principale il mantenimento dell'attuale sistema di approvvigionamento energetico basato prevalentemente sull'uso di combustibili fossili per la produzione di energia elettrica con conseguente:

- emissione in atmosfera di sostanze inquinanti e di gas serra;
- peggioramento dello stato di qualità dell'ambiente e della salute umana;
- incremento del fenomeno dei cambiamenti climatici;
- perdita dei benefici socioeconomici e ambientali sottesi dall'intervento.

Gli scenari futuri prevedono un continuo aumento del prezzo del petrolio e del gas con conseguente aumento del costo dell'energia in termini economici oltreché ambientali. Le recenti condizioni di instabilità geopolitica dei paesi esportatori minano inoltre la stabilità e la sicurezza degli approvvigionamenti energetici richiedendo un sempre maggiore sforzo verso la progressiva indipendenza energetica.

Dal punto di vista ambientale l'alternativa zero non migliorerebbe lo status ambientale rispetto alla condizione ante operam. È anche ragionevolmente ipotizzabile che, in assenza dell'intervento proposto e a fronte della conservazione dell'attuale quadro ambientale di sfondo, si rinuncerà all'opportunità di favorire lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili entro un ambito (offshore) espressamente vocato al loro sfruttamento.

ALTERNATIVA 1: DIFFERENTE UBICAZIONE E LAYOUT DEL PARCO

L'alternativa 1 riguarda la localizzazione del parco eolico offshore e il layout delle turbine. L'ottimizzazione effettuata in fase di Studio di Impatto Ambientale, scaturisce da una più approfondita conoscenza delle caratteristiche geomorfologiche dei fondali e del profilo anemologico delle aree maturata dal proponente grazie all'esecuzione di campagne oceanografiche in situ e all'accesso a banche dati di vento ad alta affidabilità.

Il rilievo geofisico, commissionato dalla Proponente alla società FUGRO Italy Spa ed eseguito dal 13 ottobre 2021 al 7 gennaio 2022 lavorando sulle 24 ore, è stato effettuato su un'area di quasi 144 km² (ben superiore agli areali effettivamente occupabili dalle opere di progetto) utilizzando la nave RV Kobi Ruegg equipaggiata con DGPS (Differential GPS), MBES (MultiBeam Echo Sounder), SSS (Side Scan Sonar), SBP (Sub Bottom Profiler), MAG (MAGnetometro), UHR (Ultra High Resolution SBP). La campagna ha analizzato sia il sito del parco, sia il corridoio di esportazione (Export Cable Corridor, ECC), indagando tutte le batimetrie fino ad oltre 700 m di profondità.

I dati geofisici e batimetrici sono stati acquisiti con l'obiettivo di:

- definire accuratamente la batimetria nel sito principale e lungo l'ECC;
- localizzare e identificare elementi morfo-batimetrici come sand waves, massi, scarpate, canali, substrato esposto, faglie in superficie, pockmark e depositi di movimento di massa;
- localizzare e identificare elementi antropici come detriti e relitti;
- fornire gli elementi per la valutazione dell'interesse archeologico;
- collezionare dati sub-bottom di alta qualità, in grado di identificare, ove possibile, affioramenti rocciosi ed altri rischi dal punto di vista geologico;
- localizzare e identificare la presenza di eventuali infrastrutture preesistenti, come cavi e condutture sottomarine;
- localizzare e identificare situazioni di danno indotte da altre attività umane (es. pesca a strascico);
- condurre il campionamento dei sedimenti per verificare il tipo del terreno;
- condurre una survey ROV su specifici punti selezionati sulla base di indagine preliminare dei dati provenienti dalla survey geofisica;
- identificare i diversi tipi di habitat, specialmente quelli con particolari caratteristiche di conservazione.

Le elaborazioni sono state effettuate con l'ulteriore collaborazione del CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche), CoNISMa (Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Scienze del Mare), NextGeo Solutions e RINA.

Per quanto riguarda invece i dati di vento, il proponente si è avvalso di banche dati meteorologiche di conclamata affidabilità (Vortex) e servizi di consulenza specialistici (C2WIND ApS) che hanno consentito la

stima puntuale dei principali parametri anemometrici utili al calcolo dell'output energetico dell'impianto ma, soprattutto, alla valutazione delle forzanti meteomarine agenti sulle strutture sia in condizioni normali sia in condizioni estreme; ha inoltre predisposto ed avviato una campagna di misura multiparametrica *in situ* mediante installazione di una boa FLiDAR (Floating Light Detection and Ranging) equipaggiata con sonde anemometriche, correntometriche e meteorologiche.

La campagna di misura, avviata lo scorso 22 giugno 2023, avrà durata annuale (12 mesi) e consentirà la definitiva validazione dei risultati numerici a corredo della documentazione tecnica da allegare all'istanza di Autorizzazione Unica.

Coerentemente con il livello di dettaglio richiesto nell'attuale fase di progetto e con le finalità della valutazione di impatto ambientale, il ricorso a dataset storici di rianalisi e modelli atmosferici computazionali ha il grande vantaggio di fornire indicazioni rapide, statisticamente significative e fisicamente aderenti di fenomeni complessi e normalmente caratterizzati da una certa variabilità temporale e spaziale quali, ad esempio, il regime dei venti, delle onde o delle correnti marine.

Sono peraltro strumenti di largo e consolidato impiego in climatologia per la comprensione dei cambiamenti climatici, meteorologia al fine di previsioni sempre più accurate, monitoraggio ambientale per il controllo della qualità dell'aria e del trasporto di inquinanti, la gestione delle risorse idriche e la previsione/prevenzione delle inondazioni e, non ultimo nel settore dell'ingegneria energetica e delle energie rinnovabili per la pianificazione ed ottimizzazione degli impianti solari o eolici.

Tale approccio ha consentito una significativa riduzione dei tempi di sviluppo del progetto ed una più efficace strategia di ottimizzazione delle scelte progettuali in grado di coniugare sia aspetti tecnici sia ambientali per una migliore sostenibilità del progetto.

La qualità e la tipologia degli input, oltre che la modalità di analisi e calcolo, sono inoltre coerenti con le indicazioni dei principali standard e linee guida adottati a livello internazionale tra cui:

- DNVGL-SE-0422 - "Certification of floating wind turbines"
- DNV-ST-0119 - "Floating wind turbine structures"
- DNV-ST-0437 - "Loads and site conditions for wind turbines"
- IEC 61400-1 - "Wind energy generation systems - Part 1: Design requirements"
- DNVGL-ST-0126 - "Support structures for wind turbines"
- IEC 61400-3-2 - "Wind energy generation systems - Part 3-2: Design requirements for floating offshore wind turbines".

Il ricorso ad un dataset informativo di dettaglio ha evidenziato come la soluzione proposta rispetti al meglio i requisiti di sicurezza delle installazioni coniugando anche l'accesso a zone di vento più intenso.

In relazione al primo obiettivo, la campagna preliminare ha evidenziato nell'area di layout preliminare, la presenza di fondali morfologicamente caratterizzati da potenziali zone di instabilità geomorfologica con possibile innesco di frane sottomarine e rischio per la sicurezza e la stabilità dei sistemi di ancoraggio.

È stato così possibile definire una nuova localizzazione ed un nuovo layout del parco evitando aree a rischio geomorfologico al fine di garantire la massima stabilità degli ancoraggi e delle linee di ormeggio delle unità galleggianti. Il confronto tra le soluzioni analizzate è riportato in Figura 391.

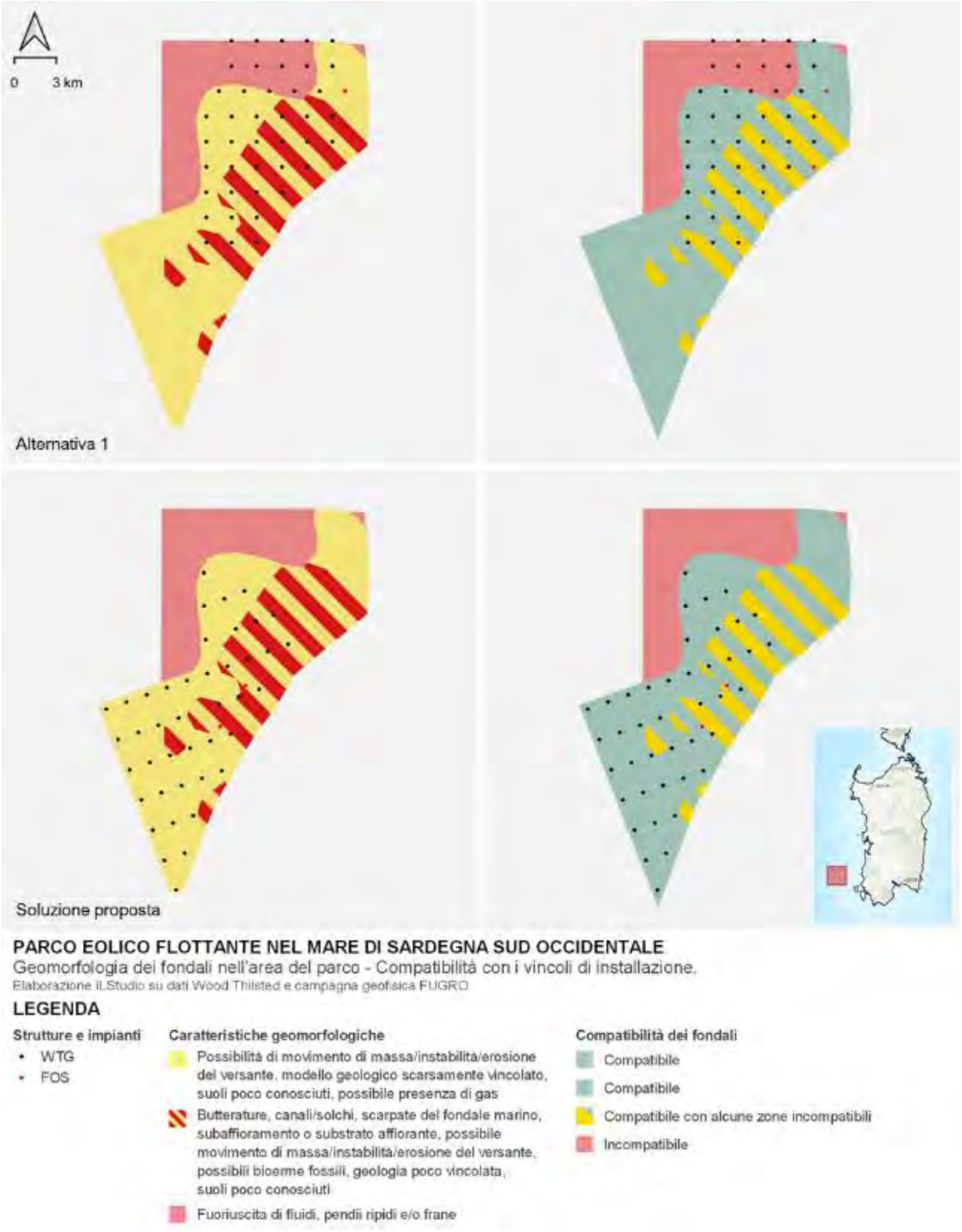


Figura 391 – Geomorfologia dei fondali e compatibilità con i vincoli di installazione.
Confronto tra l'AP e l'alternativa 1.

Per quanto concerne invece la disponibilità della risorsa eolica, l'analisi della mappa di Figura 23 evidenzia un progressivo aumento della velocità media annuale del vento muovendosi nella direzione NE-SO; a parità di

aerogeneratore, la potenza generata cresce in ragione del cubo della velocità del vento: piccoli aumenti della velocità media possono quindi generare cospicui aumenti della producibilità energetica a parità di strutture installate. La velocità media minima del vento, in virtù della nuova localizzazione, passa da circa 6.9 a circa 7.1 m/s con un incremento del 4% cui corrisponde un incremento della potenza estraibile dal vento superiore al 13%. La soluzione ottimizzata determinerà una produzione elettrica di 1647 GWh su base annua rispetto 1560 GWh/anno calcolati per l'alternativa 1.

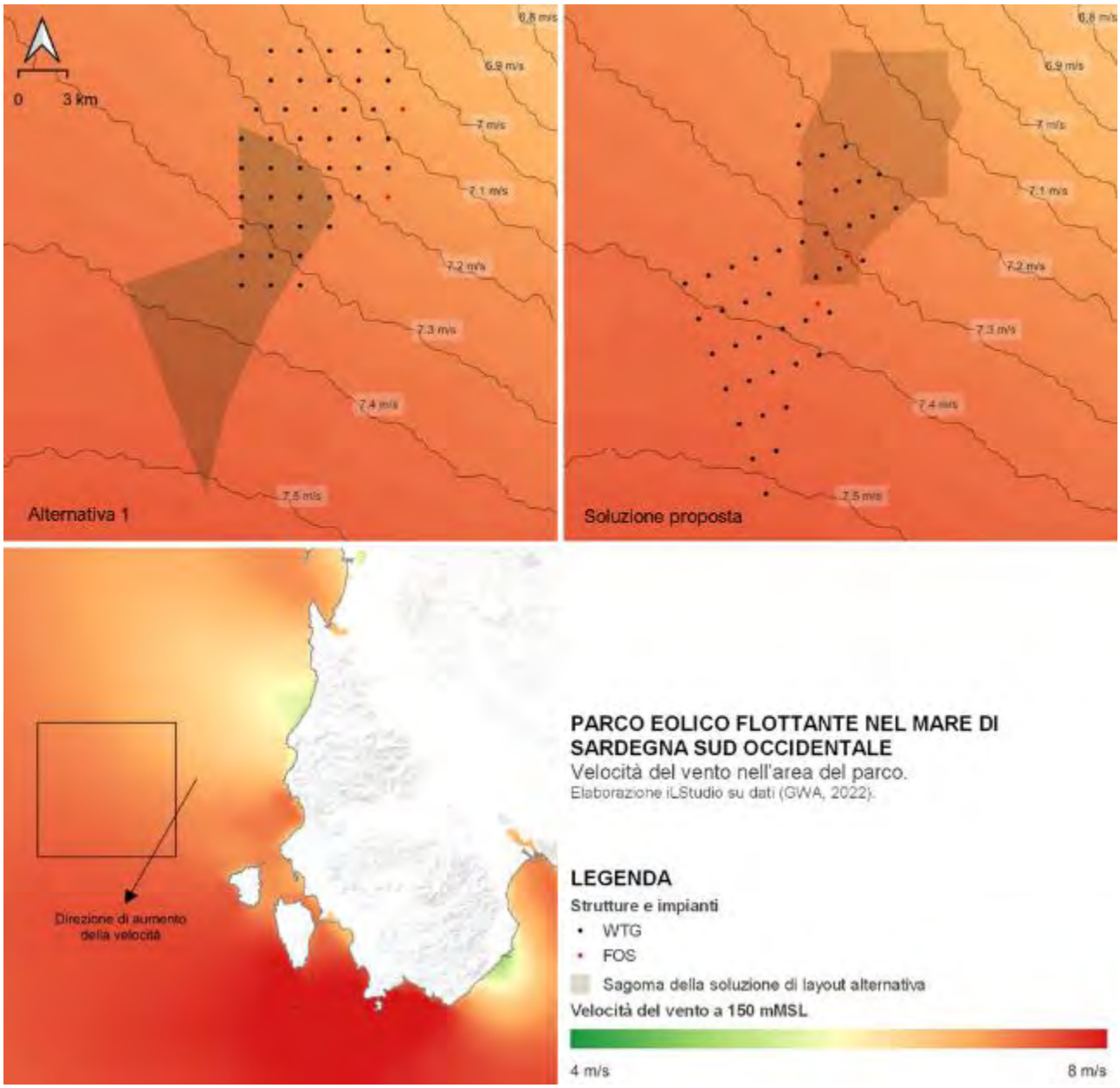


Figura 23 – Velocità del vento nell'area del parco.
Confronto tra l'AP e l'alternativa 1.

ALTERNATIVA 2: SISTEMI DI ORMEGGIO

L'area marina individuata per la realizzazione del parco eolico è caratterizzata da profondità del fondale marino comprese tra ~330 m e ~720 m; simili condizioni evidenziano i limiti tecnologici di una fondazione fissa che non può raggiungere dimensioni paragonabili alle suddette profondità. Tale scenario ha quindi richiesto l'adozione di soluzioni tecniche differenti basate sull'utilizzo di speciali fondazioni galleggianti mantenute in posizione stabile attraverso un sistema di ormeggio a linee sintetiche tese con ancoraggi a punti fissi. A fronte

di una maggiore complessità tecnologica e di costi di sviluppo più elevati, l'utilizzo di questi sistemi è la chiave per consentire il distanziamento del parco dalle coste (tra i 35 km e 45 km) così da conseguire l'obiettivo di ridurre, se non quasi azzerare, l'impatto visivo dell'opera sui panorami costieri e minimizzare le interferenze delle opere con gli usi del mare e gli habitat di pregio naturalistico.

Le tecnologie e tipologie di ancoraggi ed ormeggi ad oggi disponibili sul mercato sono variegate e permettono scelte idonee alle specifiche applicazioni. Un simile know how deriva senz'altro da settori di impiego noti ed affermati come quello dell'oil&gas e del cargo shipping ma vede oggi nuova spinta innovativa grazie a molti istituti di ricerca e figure leader del settore che stanno popolando il comparto industriale di soluzioni specifiche per lo sfruttamento dell'eolico offshore.

La scelta della tecnologia più idonea è ovviamente determinata da una serie di vincoli di carattere ambientale, tecnologico ed economico.

Nell'ambito della presente proposta progettuale la tecnologia di ormeggio e ancoraggio è stata definita assumendo come obiettivi principali la garanzia della sicurezza marittima e la minimizzazione dell'impatto ambientale determinato sull'ambiente marino e sui fondali.

L'opzione più nota e diffusa nel settore shipping e offshore oil&gas, qui descritta come "alternativa 2", prevede l'utilizzo di un sistema di ormeggio a catenarie e ancore a trascinamento, visibile in Figura 24. In questo tipo di sistemi la ritenzione dell'unità galleggiante è esercitata grazie all'azione sinergica del peso della catena (che deve quindi essere molto estesa) e degli sforzi di contatto generati sull'ancora per effetto della sua penetrazione nel fondale marino. In questa configurazione, una porzione significativa della catena giace stesa orizzontalmente sul fondo del mare determinando una considerevole impronta associata non solo all'ingombro fisico della catena ma anche e soprattutto allo spostamento laterale dovuto alla sua oscillazione sotto l'azione delle forzanti meteomarine e del sistema turbina/fondazione.

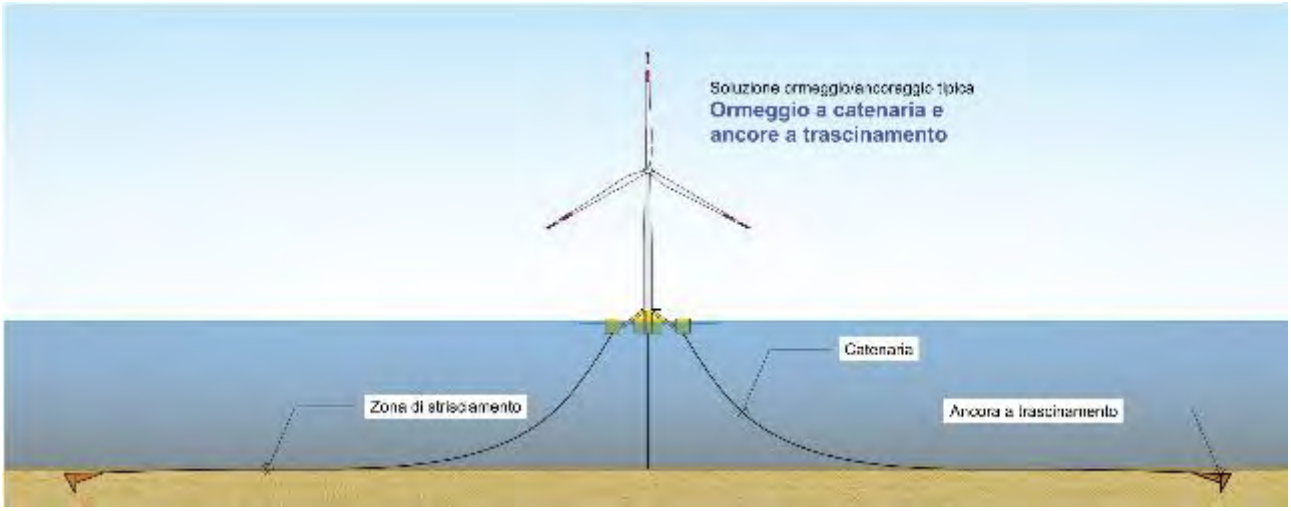


Figura 24 – Alternativa 2: sistema di ormeggio a catenaria con ancoraggio a trascinamento.
Elaborazione iLStudio.

Tra i principali aspetti negativi associati all'impiego di sistemi a catenaria:

- il fondale subisce danneggiamenti durante l'intera vita utile dell'opera a causa dello strisciamento continuativo della catenaria sul fondo (fenomeno noto come seabed scraping);
- la porzione di catenaria distesa sul fondo del mare può subire nel tempo fenomeni di insabbiamento ciò che rende complessa e costosa l'esecuzione delle operazioni di manutenzione e ripristino della condizione iniziale anche in relazione alle elevate profondità di posa; tale movimentazione arreca inoltre ulteriore danno al fondale marino (movimentazione, distruzione dell'habitat, torbidità e inquinamento ambientale);

- i costi sono elevati anche in funzione dell'impiego di elevate quantità di materia prima;
- le masse in gioco determinano l'impiego di imbarcazioni da lavoro di grossa stazza.

Per la soluzione proposta è previsto invece l'impiego di ormeggi tesi (taut mooring) in materiale sintetico schematicamente mostrati in Figura 25. Questi sistemi hanno dimostrato prestazioni superiori garantendo una elevata durata a lungo termine, peso ridotto, facilità di installazione ed ottime caratteristiche meccaniche del materiale impiegato. Tale soluzione costituisce inoltre la migliore tecnologia disponibile (Best Available Technology, BAT) sotto il profilo ambientale dal momento che evita, per l'intera vita utile del progetto, il progressivo danneggiamento del fondale causato dallo strisciamento tipico dei sistemi a catenarie. Rispetto a queste, inoltre, la costruzione delle linee sintetiche e la loro installazione determina un'impronta di CO_2 di gran lunga inferiore sia per la minor quantità di acciaio richiesta (rispetto alle catene) sia per la riduzione dei consumi associati ai mezzi di posa.

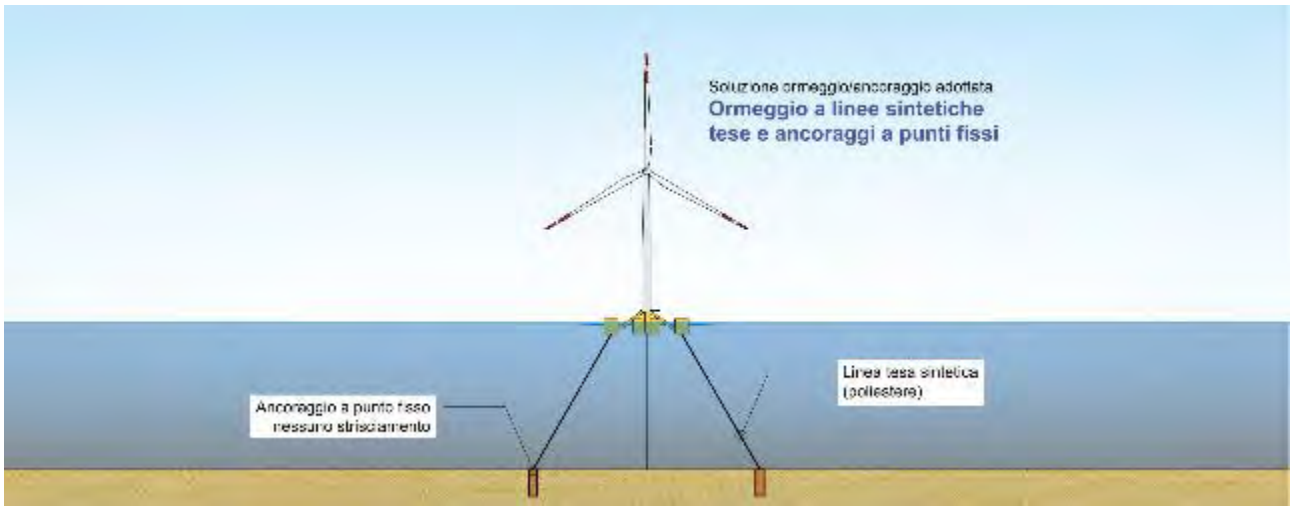


Figura 25 – Alternativa preferita: sistema di ormeggio a linee tese sintetiche con ancoraggio a punti fissi.
Elaborazione iLStudio.

Tra i principali vantaggi di questa soluzione:

- maggiore stabilità delle strutture di galleggiamento ottenuta mediante forze di pre-tensionamento;
- una minore occupazione di suolo rispetto ai sistemi a catenarie (circa il 50% in meno);
- nessun tipo di disturbo degli habitat di fondo per la totale mancanza di punti di sfregamento con il fondale;
- minor consumo di materie prime durante la costruzione nonché ridotte emissioni inquinanti rispetto agli ormeggi a catenarie;
- semplicità di installazione e manutenzione con la possibilità di utilizzo di imbarcazioni e mezzi di installazione di più modeste dimensioni.

Alternativa 3: Caratteristiche degli aerogeneratori

Con l'alternativa 3 si fa riferimento all'utilizzo di aerogeneratori più piccoli rispetto rispetto a quelli considerati per la soluzione proposta, ma di pari potenza. In particolare, l'alternativa 3, proposta anche in fase di scoping, prevede l'utilizzo di aerogeneratori da 12 MW con un diametro rotore di 240 m.

L'adozione di diametri di rotore maggiori è giustificata dalla rapida evoluzione del mercato e dalla necessità di applicare le migliori tecnologie disponibili con un orizzonte di medio periodo fino all'effettiva costruzione delle opere.

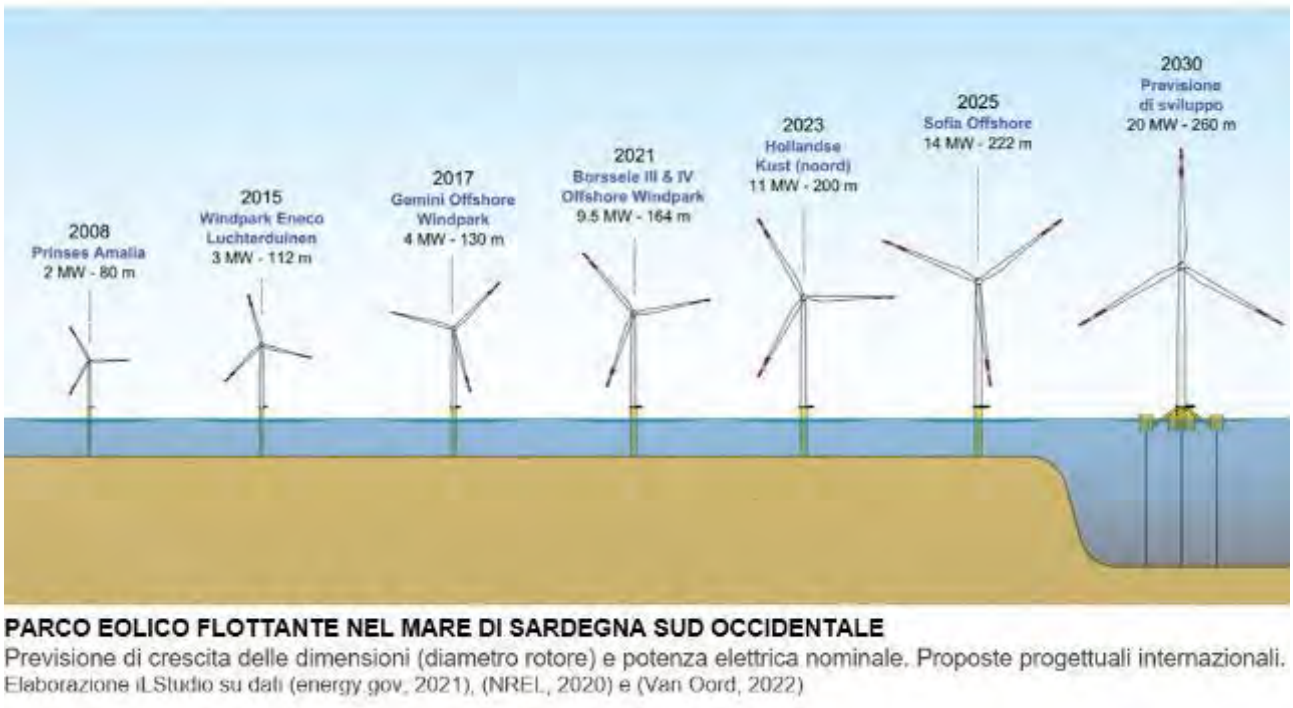


Figura 26 – Sviluppo degli aerogeneratori per uso offshore.

Previsione di crescita del diametro rotore e della potenza elettrica nominale. Proposte progettuali in progetto internazionali. Elaborazione iLStudio su dati (energy.gov, 2021), (NREL, 2020) e (Van Oord, 2022).

Già durante la fase di sviluppo del progetto definitivo si è resa possibile l'ipotesi di fornitura commerciale per turbine con diametri fino a 255 m. La soluzione preferita ha quindi previsto l'adozione di 42 turbine da 12 MW, con diametro fino a 255 m e altezza hub attorno a 155 m.

Una differenza di questo tipo apporta minimi vantaggi in termini di impatto visivo ma un grande miglioramento in termini di producibilità energetica. L'adozione di diametri di rotore maggiori ha, come noto, importanti effetti sulla capacità dell'impianto di estrarre energia dal vento. L'energia prodotta è infatti proporzionale all'area spazzata dai rotori e aumenta con il quadrato del loro diametro secondo una relazione del tipo $E \propto \rho A W_s^2$ in cui E è l'energia estraibile, ρ è la densità dell'aria, A la superficie captante del disco rotorico e W_s la velocità del vento. L'aumento di soli 15 metri del diametro rotore (dato dalla soluzione proposta) determina un incremento potenziale della producibilità di circa il 13% rispetto all'alternativa 3 con evidenti vantaggi sull'efficienza di sfruttamento delle aree marine a parità di numero di macchine installate.

Un simile incremento non è invece significativo sull'impatto visivo delle opere giacché la dimensione percepita degli aerogeneratori (angolo di visione teorico verticale trascurando gli effetti della curvatura terrestre e della foschia, in via fortemente conservativa) varia proporzionalmente ad un fattore $\mathrm{atan}(h/2d)$ con h l'altezza massima dell'oggetto osservato, d la sua distanza dall'osservatore. Supponendo infatti di variare l'altezza hub per conservare l'air gap tra il più basso tip di pala e la superficie del mare, un incremento di 15 m del diametro rotore determinerebbe un uguale incremento dell'altezza massima degli aerogeneratori (da 270 a 285 mMSL) con un aumento della dimensione percepita inferiore al 5.6%; in altre parole l'altezza apparente dell'oggetto sulla linea d'orizzonte, percepita dall'osservatore a circa 35 km di distanza, passerebbe da circa 4.73 a 5 mm con effetti evidentemente non significativi sulla visibilità complessiva.

Alternativa 4: Tracciato dell'elettrodotto marino di esportazione

Per l'alternativa 4 si evidenziano differenze rispetto alla soluzione proposta riguardanti il tracciato dell'elettrodotto marino di esportazione. Queste sono mostrate nella successiva Figura 27.

Nella progettazione del tracciato sono stati considerati aspetti molteplici legati sia all'installabilità delle opere sia alle condizioni ambientali di riferimento. L'indagine oceanografica effettuata sull'area tra il parco e il punto di sbarco a terra ha reso possibile:

- definire accuratamente la batimetria nel sito principale e nell'ECC (Export Cable Corridor);
- localizzare e identificare elementi morfo-batimetrici, come sand waves, frane, emissioni di gas e altri lineamenti geologici;
- localizzare e identificare elementi antropici, come detriti e relitti, anche di valenza archeologica;
- localizzare e identificare la presenza di infrastrutture di terze parti quali cavi sottomarini di potenza e telecomunicazione;
- localizzare e identificare i danni provocati dalle attività umane (come la pesca a strascico) al fine di dettagliare le condizioni di rischio per le infrastrutture sommerse;
- localizzare e identificare aree significative dal punto di vista ambientale, compresi gli habitat a coralligeno e le praterie di Posidonia eventualmente presenti nell'area del rilievo;
- minimizzare i rischi di posa del cavo marino prevedendo le migliori condizioni di installazione compatibili con le caratteristiche dei fondali.

In relazione agli esiti della suddetta campagna, l'alternativa 4, successivamente scartata, ha come principale vantaggio un tracciato di posa più corto e lineare con evidenti vantaggi sul Capex di progetto (riduzione dei costi di acquisto del materiale e di posa) ma evidenzia interferenze non accettabili con:

- biocenosi di pregio, quali Posidonia e Coralligeno nell'area sottocosta;
- zone a potenziale rischio geologico e zone con pendenze accentuate potenzialmente sede di fenomeni franosi;
- zone significative dal punto di vista archeologico e ambientale;
- zone con presenza di relitti e detriti.

La soluzione proposta è stata studiata in collaborazione con il CNR sulla base delle migliori informazioni disponibili in merito alla presenza di biocenosi nella zona nearshore prossima allo sbarco; inoltre si è cercato di garantire una distanza minima di 1 km da ogni ritrovamento subacqueo (relitti sommersi) prediligendo in ogni caso la salvaguardia delle biocenosi.

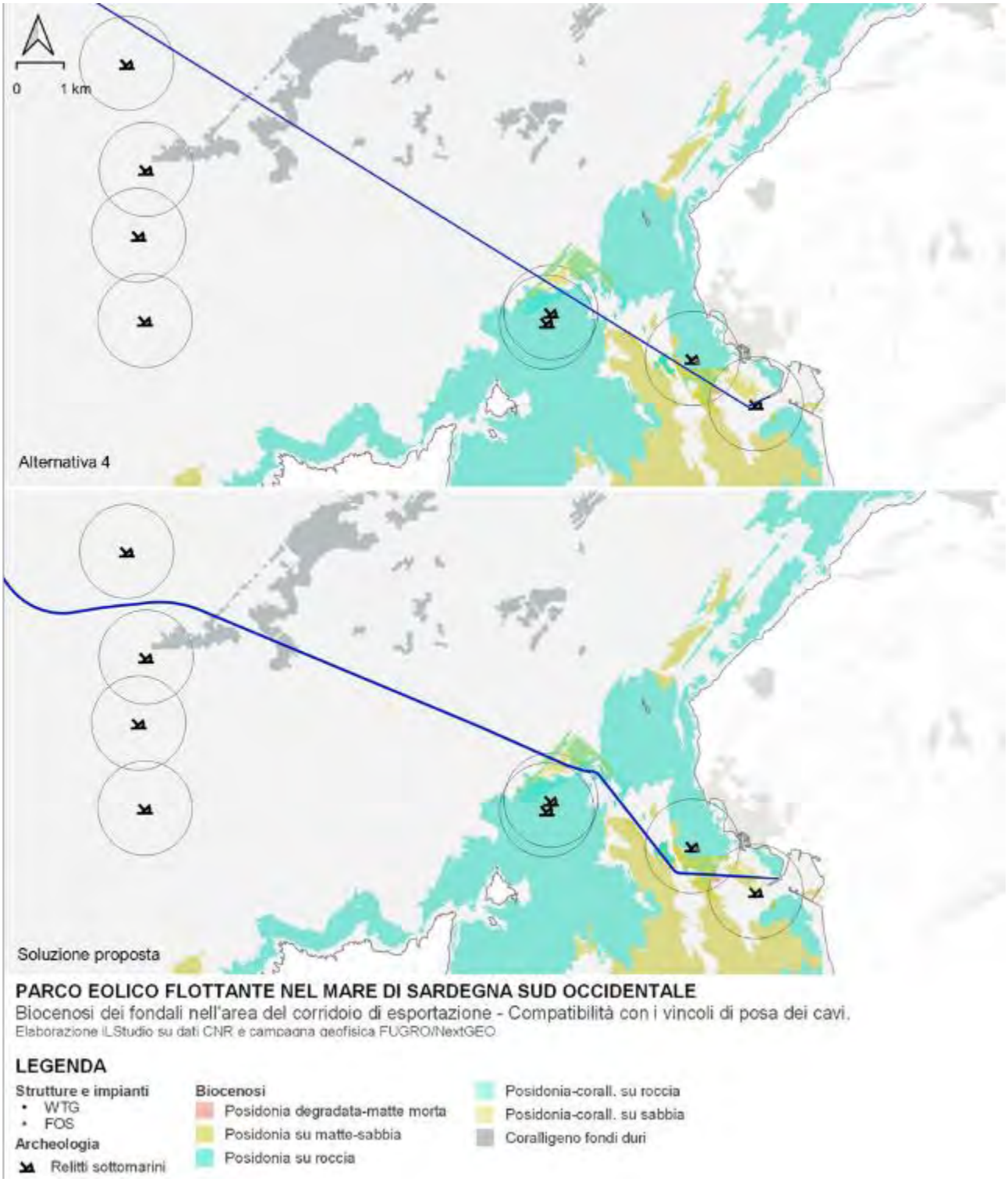


Figura 27 – Biocenosi e beni archeologici nell'area del corridoio di esportazione.
Confronto AP e alternativa 2.

ALTERNATIVA 5: LOCALIZZAZIONE DEL PUNTO DI SBARCO

La localizzazione del punto di sbarco proposta in fase preliminare (durante la procedura di scoping) prevedeva l'approdo dei cavi marini direttamente sulla sezione estremale della diga frangiflutti posta a protezione del porto di Portoscuso. In sede di progetto definitivo il posizionamento del punto sbarco è stato ottimizzato sia dal punto di vista ambientale sia dal punto di vista tecnico.

La fase di studio ha restituito due nuove alternative di sbarco, visibili in Figura 28:

- Alternativa 5: approdo all'interno di un'area attualmente destinata a parcheggi di fronte alla stazione marittima di Portoscuso (in giallo in figura), previo un breve tratto in controtubo posato con metodologia TOC al di sotto del fondale marino e della spiaggia di Portoscuso;
- Soluzione proposta: sbarco in corrispondenza del ginocchio del molo frangiflutti (in verde in figura) previo salpamento della massicciata e posa dei cavi in controtubo.

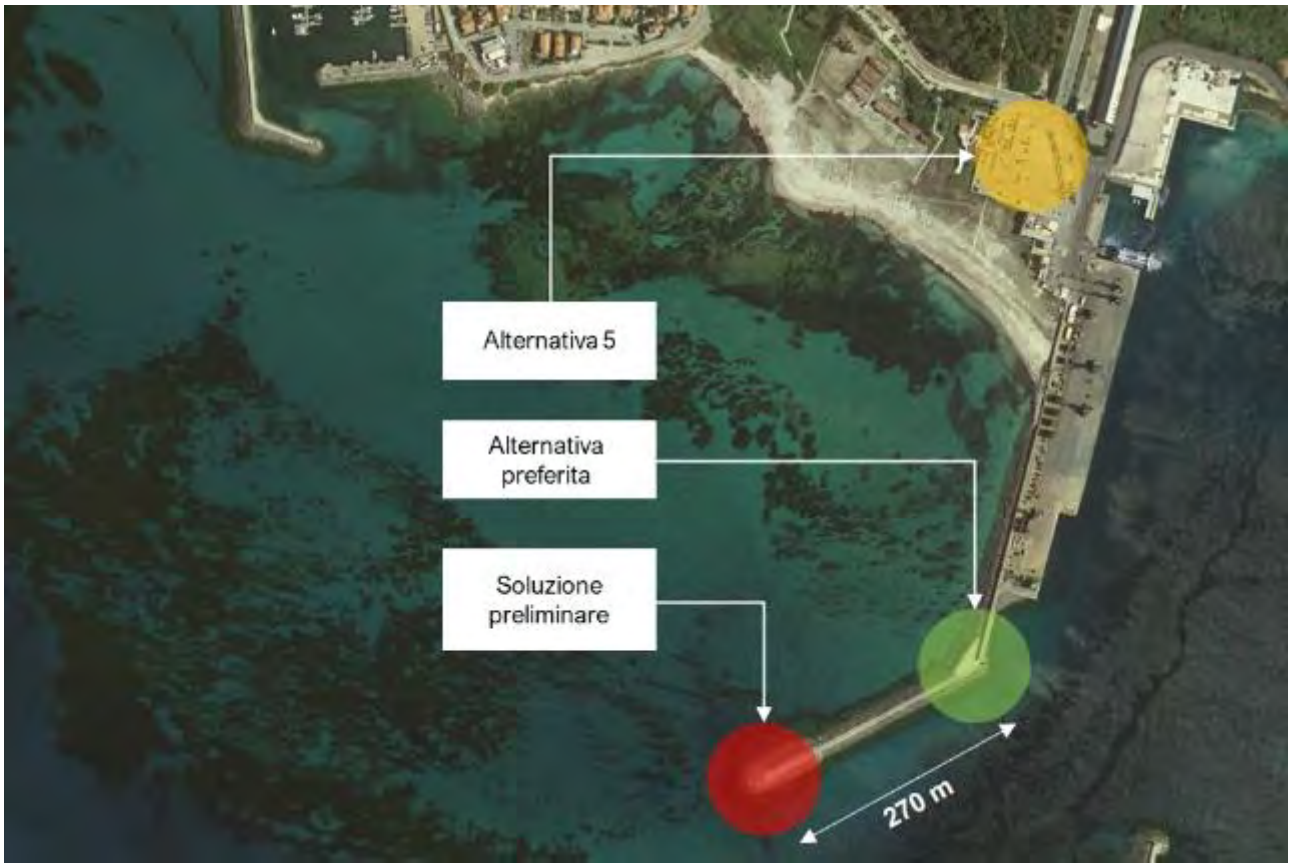


Figura 28 – Punto di sbarco: alternative.
Elaborazione iLStudio.

Il processo decisionale ha portato a considerare come definitiva la soluzione proposta in verde (in Figura 28) poiché rappresenta il miglior compromesso tra salvaguardia ambientale e semplicità tecnica rispetto all'alternativa 5 (in giallo in Figura 28), interessata invece da una procedura di installazione (TOC) più delicata in area inquinata.

Nell'area nearshore si rileva infatti la presenza di habitat a coralligeno e praterie di Posidonia che, seppur degradate, sono di grande rilievo naturalistico e rappresentano un elemento di tutela. La fascia costiera entro 3 km dalla linea di battigia rientra inoltre nella perimetrazione del sito di interesse nazionale SIN del Sulcis–Iglesiente–Guspinese inserito in elenco con decreto n. 468 del 18 settembre 2001, dapprima perimetrato con decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio del 12 marzo 2003 e, su istanza della Regione Autonoma della Sardegna, a seguito di approfondite indagini e vista la delibera regionale n. 27/2013 del 1 giugno 2011, riperimetrato con decreto prot. n. 304/STA del 28 ottobre 2016.

Al fine della salvaguardia delle biocenosi presenti, con l'ulteriore obiettivo di ridurre al minimo la dispersione di inquinanti nella colonna d'acqua, favorire la decontaminazione delle aree e non impedire interventi di bonifica futuri, si è preferito effettuare la posa e la protezione dei cavi in prossimità dell'approdo (e comunque all'interno della perimetrazione SIN) senza operazioni di scavo, adottando soluzioni di posa in semplice appoggio e

prevedendo, ove necessario, una protezione con materassi zavorrati, coppi in ghisa o altro zavorramento idoneo.

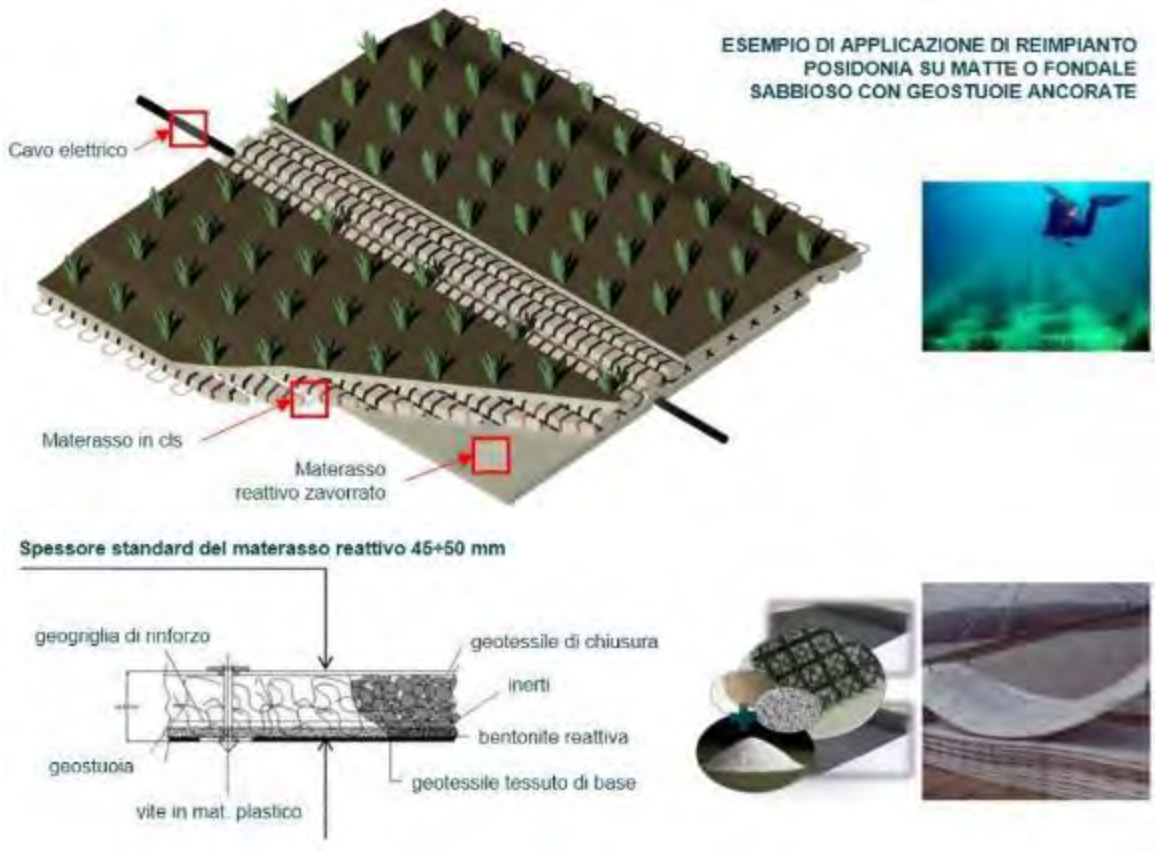


Figura 29 – Esempio di materassi reattivi per applicazioni in aree contaminate e reimpianto di *Posidonia Oceanica*.
Elaborazione iLStudio, immagini Maccaferri, Officine Maccaferri Italia S.r.l.

Nell'ambito della presente proposta progettuale, gli obiettivi di tutela si ritengono conseguibili attraverso l'adozione di tecniche di posa e protezione cavi con speciali materassi reattivi, del tipo in Figura 29, in grado di:

- garantire attraverso confinamento delle aree di lavoro, la minima dispersione di contaminanti e intorbidimento delle acque durante le operazioni di posa;
- consentire una azione di bonifica selettiva dei sedimenti all'interno dell'area di posa mediante l'utilizzo di reattivi *tailor made* selezionati in base alla natura dei contaminanti rilevati;
- garantire il livello di protezione richiesto per il buon funzionamento dei cavi elettrici;
- consentire il reimpianto in loco delle praterie di Posidonia.

La tecnica così proposta costituisce a tutti gli effetti una BAT per installazioni in aree che presentano elementi di pregio naturalistico e contaminazione.

In riferimento alla soluzione preliminare (in rosso in Figura 28), la soluzione proposta consente inoltre di:

- ridurre la lunghezza complessiva di occupazione della diga (con un risparmio di circa 270 m);
- garantire le migliori condizioni di stabilità delle opere preservando la funzione della diga;
- garantire gli spazi di lavoro sufficienti ad una sicura fase di posa e manutenzione delle opere.

3.2 in merito alla parte on-shore, gli unici elementi sono riportati, peraltro in modo estremamente sommario e non adeguatamente circostanziato, nella Sintesi non tecnica, dove, in particolare per la realizzazione dell'elettrodotto a 380 kV si evidenzia unicamente che «[…] il nuovo elettrodotto a 380 kV sarà in grado di trasportare una potenza elettrica maggiore, sfruttando il medesimo corridoio infrastrutturale senza aumentare significativamente lo sfruttamento del suolo». Si rileva che l'analisi degli elaborati cartografici consente di evidenziare solo che, per quanto il corridoio infrastrutturale sia lo stesso, in alcuni tratti i due tracciati (n.d.r. quello dell'esistente linea a 220 kV da dismettere, e quello della realizzanda linea a 380 kV) si discostano in maniera significativa, senza descrivere/motivare tale scelta.

CRITERI DI SCELTA DEL TRACCIATO

Il progetto di potenziamento della esistente linee 220 kV "Sulcis-Villasor" prevede la costruzione di un nuovo elettrodotto a 380 kV e la successiva demolizione della linea esistente una volta in esercizio la nuova infrastruttura. Il nuovo elettrodotto è progettato in modo da sfruttare, per quanto possibili, e in riferimento alle tratte aeree, il corridoio infrastrutturale interessato dalla linea esistente (da dismettere) e garantire da questa una distanza adeguata alla costruzione in sicurezza della nuova infrastruttura di rete senza pregiudicare la continuità del servizio elettrico agli utenti.

Il tracciato finale è il punto di arrivo di un processo iterativo nel quale sono applicati i criteri di:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato per occupare la minor porzione possibile di territorio;
- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio ambientale, naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- recare minor sacrificio possibile alle proprietà interessate, avendo cura di vagliare le situazioni esistenti sui fondi da asservire rispetto anche alle condizioni dei terreni limitrofi;
- evitare, per quanto possibile, l'interessamento di aree urbanizzate o di sviluppo urbanistico;
- assicurare la continuità del servizio, la sicurezza e l'affidabilità della Rete di Trasmissione Nazionale;
- permettere il regolare esercizio e manutenzione dell'elettrodotto;
- laddove possibile mantenere il nuovo elettrodotto all'interno del corridoio infrastrutturale elettrico esistente;
- garantire il rispetto dei livelli di emissione elettromagnetica prescritti dalla legge vigente.

I vincoli di cui sopra hanno determinato, su alcune tratte, un sensibile scostamento del tracciato della nuova linea rispetto a quello della esistente.

Nel seguito, suddividendo il tracciato del nuovo elettrodotto in macroaree ove sono più significative le deviazioni dal tracciato originale, verranno presentate le motivazioni alla base delle relative scelte progettuali. Per semplicità si prende a riferimento la soluzione di elettrodotto aereo relativa alla prima sottomissione dello SIA e sulla base della quale è stata sollevata l'osservazione. Gli ulteriori scostamenti apportati nell'ambito delle configurazioni di progetto analizzate sono guidate dai medesimi criteri e non saranno pertanto discusse.

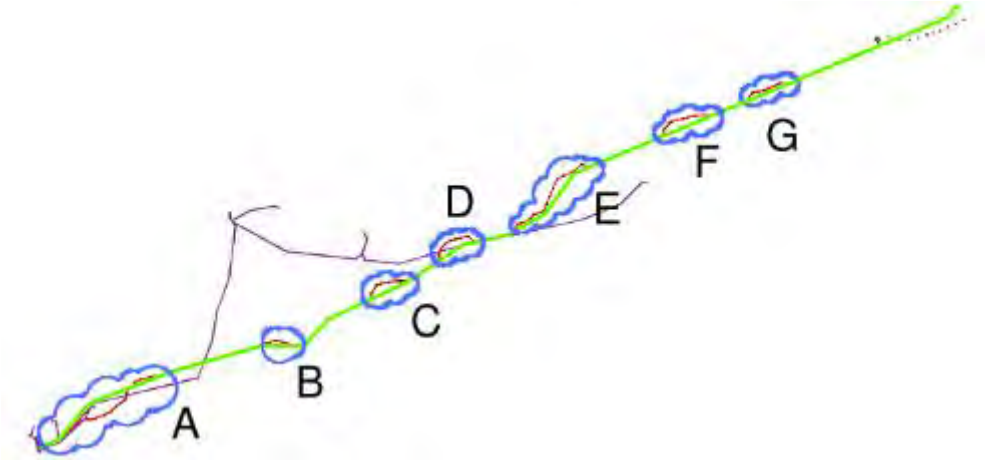


Figura 30 – Aree in cui il tracciato della nuova linea 380 kV si discosta dal parallelismo rispetto alla linea esistente 220kV.

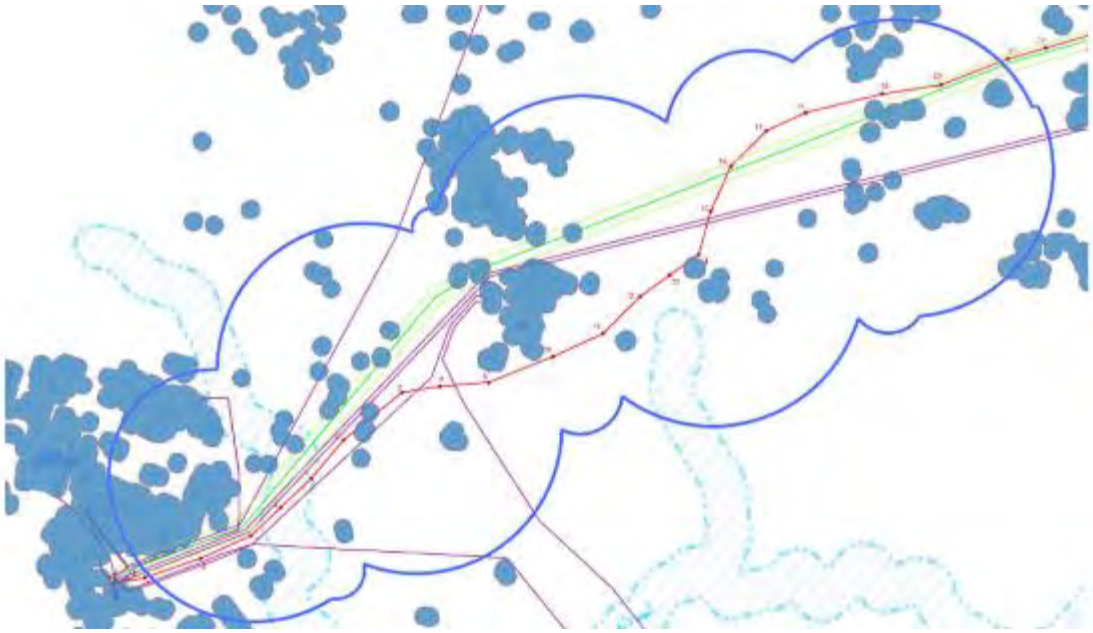
In particolare, si mostreranno le tratte nelle quali la distanza del nuovo elettrodotto da quello esistente supera i 60m, distanza stabilita dalla legge 15 luglio 2022, n. 91 per la applicabilità del regime autorizzativo semplificato per interventi di ammodernamento delle reti elettriche.

Area A – Tratta di circa 8km da SE Sulcis TERNA

Nel tratto riportato in figura, si segnalano:

- In verde le linee esistenti a 220 kV (la linea da dismettere è contornata da un buffer di 60m evidenziato in verde sottile),
- in viola le linee esistenti a 150 kV,
- in rosso il tracciato del nuovo elettrodotto In blu cobalto i fabbricati con il buffer di 60m per tenere conto delle DPA della nuova linea,
- in celeste con campitura dello stesso colore i buffer di 150 m dei corsi d'acqua tutelati paesaggisticamente.

In questo caso non è stato possibile sfruttare lo stesso corridoio della linea esistente per la presenza di fabbricati e centri abitati oltre che di altri elettrodotti (anche a 150 kV) uscenti dalla stazione elettrica RTN esistente TERNA Sulcis.

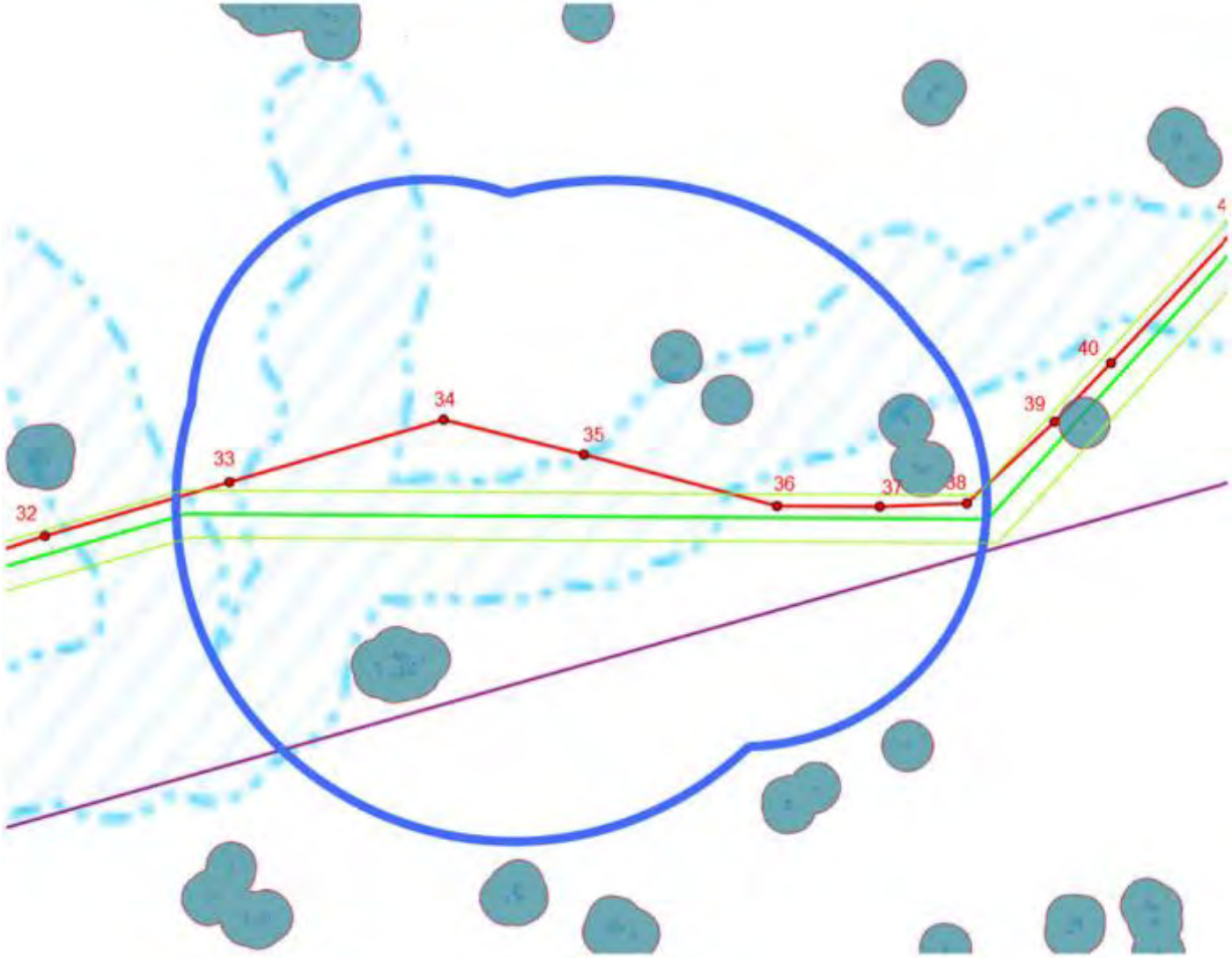


Area B – Tratta di circa 1.2km

Nel tratto riportato in figura, si segnalano:

- in verde le linee esistenti a 220 kV (la linea da dismettere è contornata da un buffer di 60m evidenziato in verde sottile),
- in viola le linee esistenti a 150 kV,
- in rosso il tracciato del nuovo elettrodotto,
- in blu cobalto i fabbricati con il buffer di 60m per tenere conto delle DPA della nuova linea;
- in celeste con campitura dello stesso colore i buffer di 150m dei corsi d'acqua tutelati paesaggisticamente.

In questo caso la deviazione si è resa necessaria per evitare l'infissione dei nuovi sostegni all'interno del vincolo paesaggistico di rispetto dei corsi d'acqua.

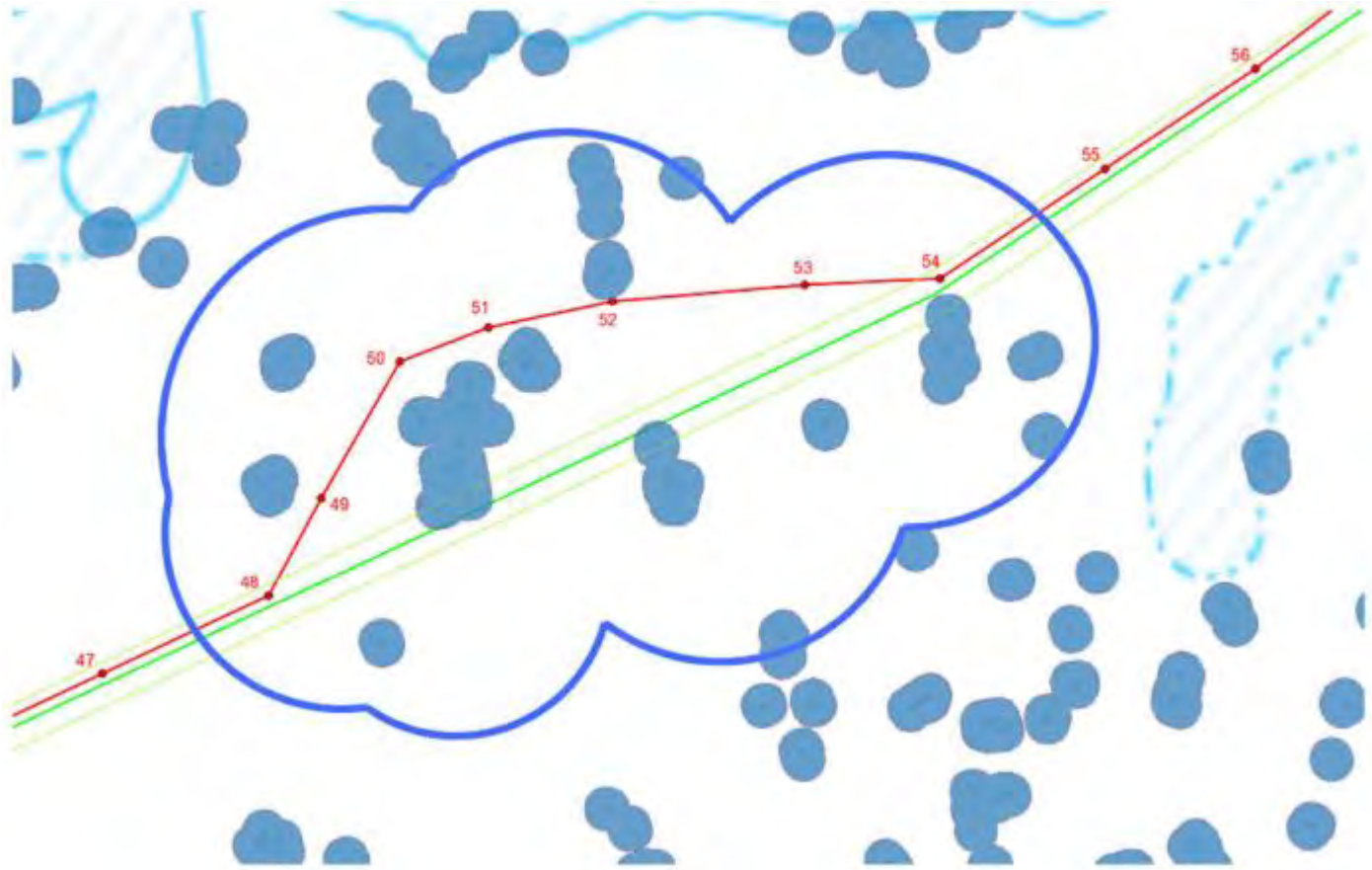


Area C – Tratta di circa 2km

Nel tratto riportato in figura, si segnalano:

- in verde le linee esistenti a 220 kV (la linea da dismettere è contornata da un buffer di 60m evidenziato in verde sottile),
- in rosso il tracciato del nuovo elettrodotto In blu cobalto i fabbricati con il buffer di 60m per tenere conto delle DPA della nuova linea,
- in celeste con campitura dello stesso colore i buffer di 150m dei corsi d'acqua tutelati paesaggisticamente.

In questo tratto la deviazione è stata dettata dalla presenza di alcuni recettori sensibili nell'intorno della linea esistente, per i quali non era garantito il rispetto dei limiti dei CEM (campi elettromagnetici) indotti.

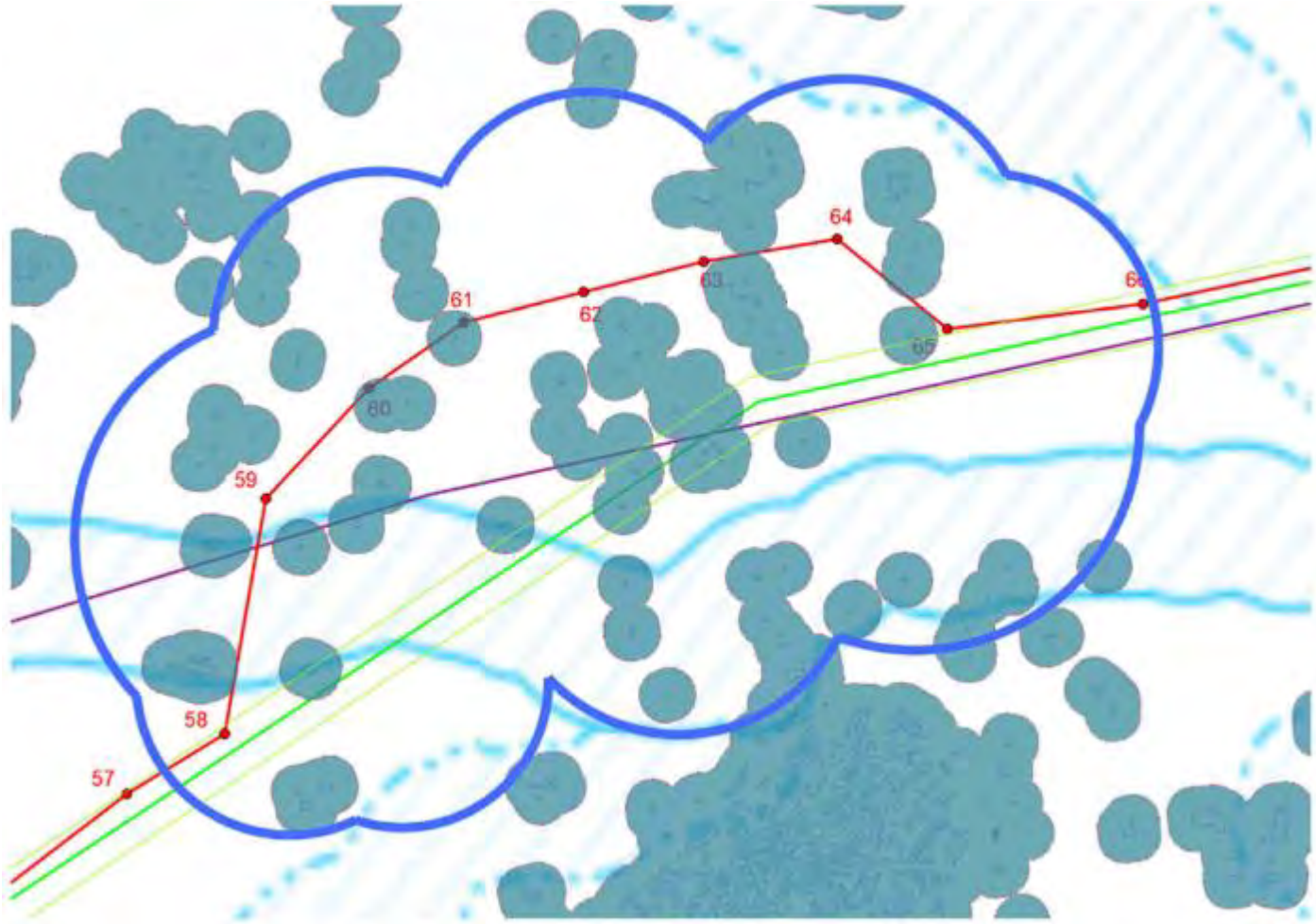


Area D – Tratta di circa 2km

Nel tratto riportato in figura, si segnalano:

- in verde le linee esistenti a 220 kV (la linea da dismettere è contornata da un buffer di 60m evidenziato in verde sottile),
- in viola le linee esistenti a 150 kV In rosso il tracciato del nuovo elettrodotto,
- in blu cobalto i fabbricati con il buffer di 60m per tenere conto delle DPA della nuova linea,
- in celeste con campitura dello stesso colore i buffer di 150m dei corsi d'acqua tutelati paesaggisticamente.

Anche in questo tratto la deviazione è stata dettata dalla presenza di alcuni recettori sensibili nei dintorni della linea esistente, per i quali non era garantito il rispetto dei limiti dei CEM indotti. I fabbricati intorno ai sostegni n. 60 e 61 non sono risultati recettori sensibili sulla base dei sopralluoghi in sito.

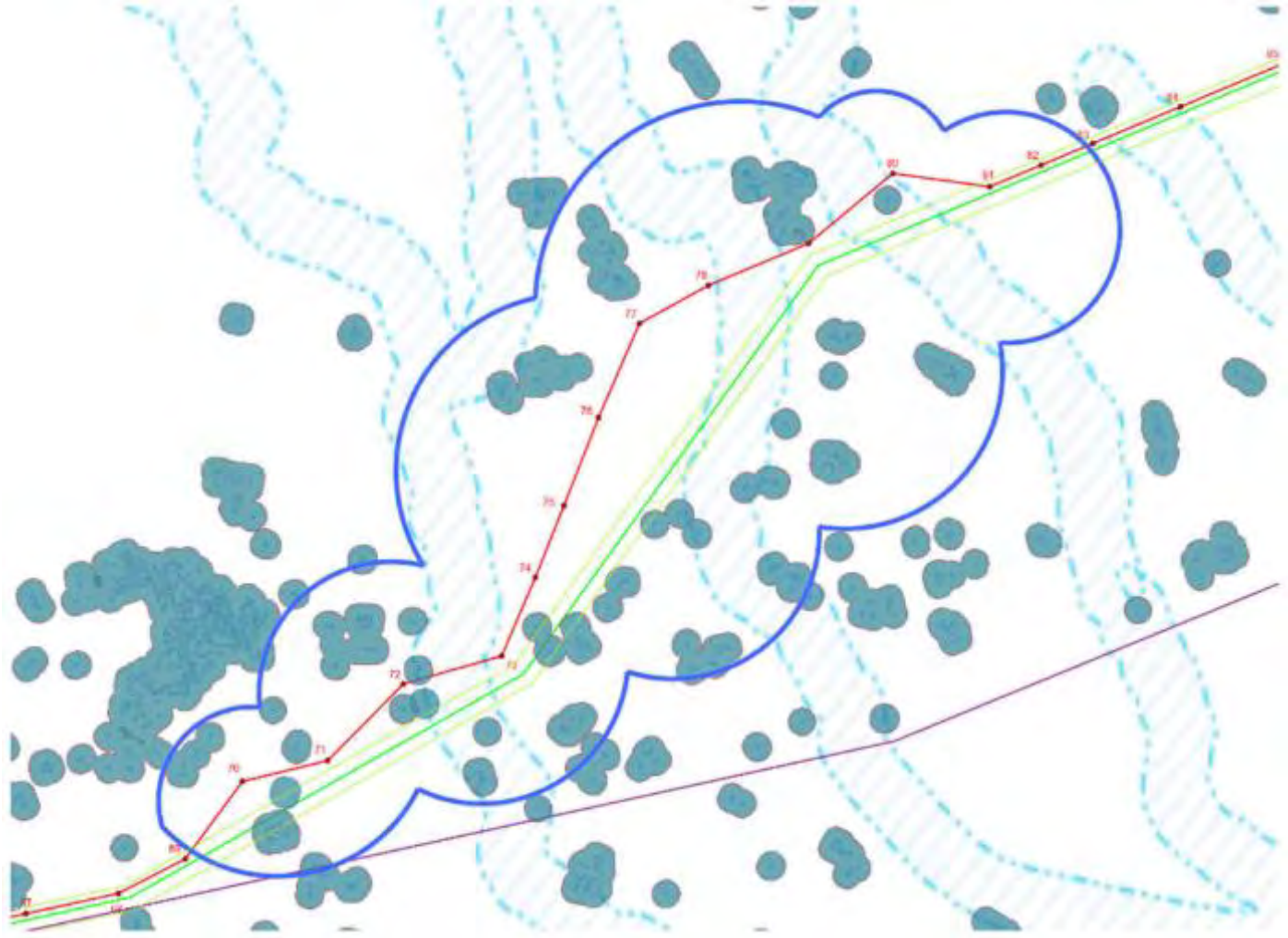


Area E – Tratta di circa 5km

Nel tratto riportato in figura, si segnalano:

- In verde le linee esistenti a 220 kV (la linea da dismettere è contornata da un buffer di 60m evidenziato in verde sottile),
- in viola le linee esistenti a 150 kV,
- in rosso il tracciato del nuovo elettrodotto,
- in blu cobalto i fabbricati con il buffer di 60m per tenere conto delle DPA della nuova linea,
- in celeste con campitura dello stesso colore i buffer di 150m dei corsi d'acqua tutelati paesaggisticamente.

Anche in questo tratto la deviazione è stata dettata dalla presenza di alcuni recettori sensibili nei dintorni della linea esistente, per i quali non era garantito il rispetto dei limiti dei CEM indotti. La nuova tratta è inoltre studiata in modo da poter attraversare i corsi d'acqua tutelati posizionando i sostegni al di fuori delle fasce di rispetto.

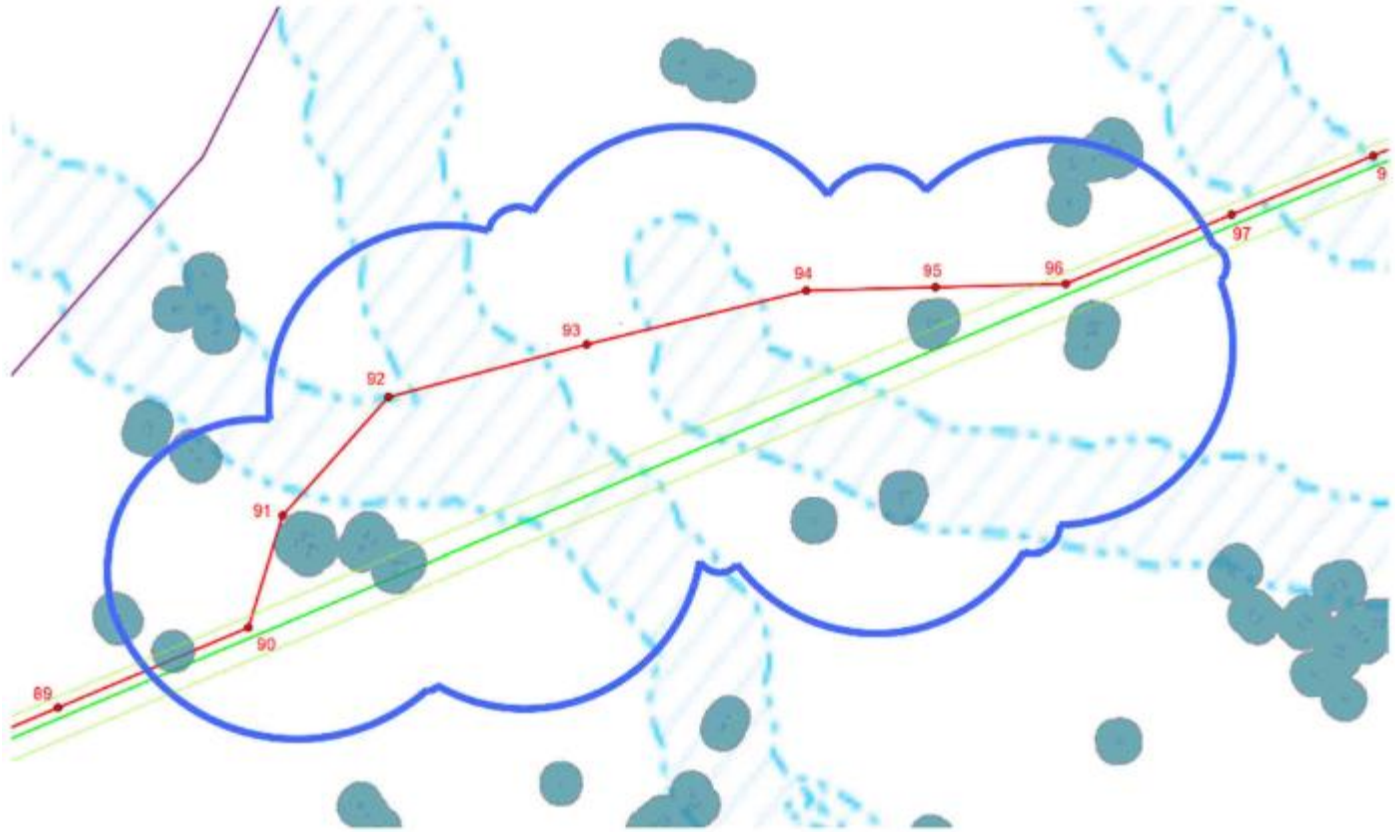


Area F – Tratta di circa 2.5km

Nel tratto riportato in figura, si segnalano:

- in verde le linee esistenti a 220 kV (la linea da dismettere è contornata da un buffer di 60m evidenziato in verde sottile),
- in viola le linee esistenti a 150 kV,
- in rosso il tracciato del nuovo elettrodotto,
- in blu cobalto i fabbricati con il buffer di 60m per tenere conto delle DPA della nuova linea,
- in celeste con campitura dello stesso colore i buffer di 150m dei corsi d'acqua tutelati paesaggisticamente.

Anche in questo tratto la deviazione è stata dettata dalla presenza di alcuni recettori sensibili nei dintorni della linea esistente, per i quali non era garantito il rispetto dei limiti dei CEM indotti. Il posizionamento dei sostegni è stato inoltre studiato in modo da rimanere all'esterno dalle fasce di tutela dei corsi d'acqua.

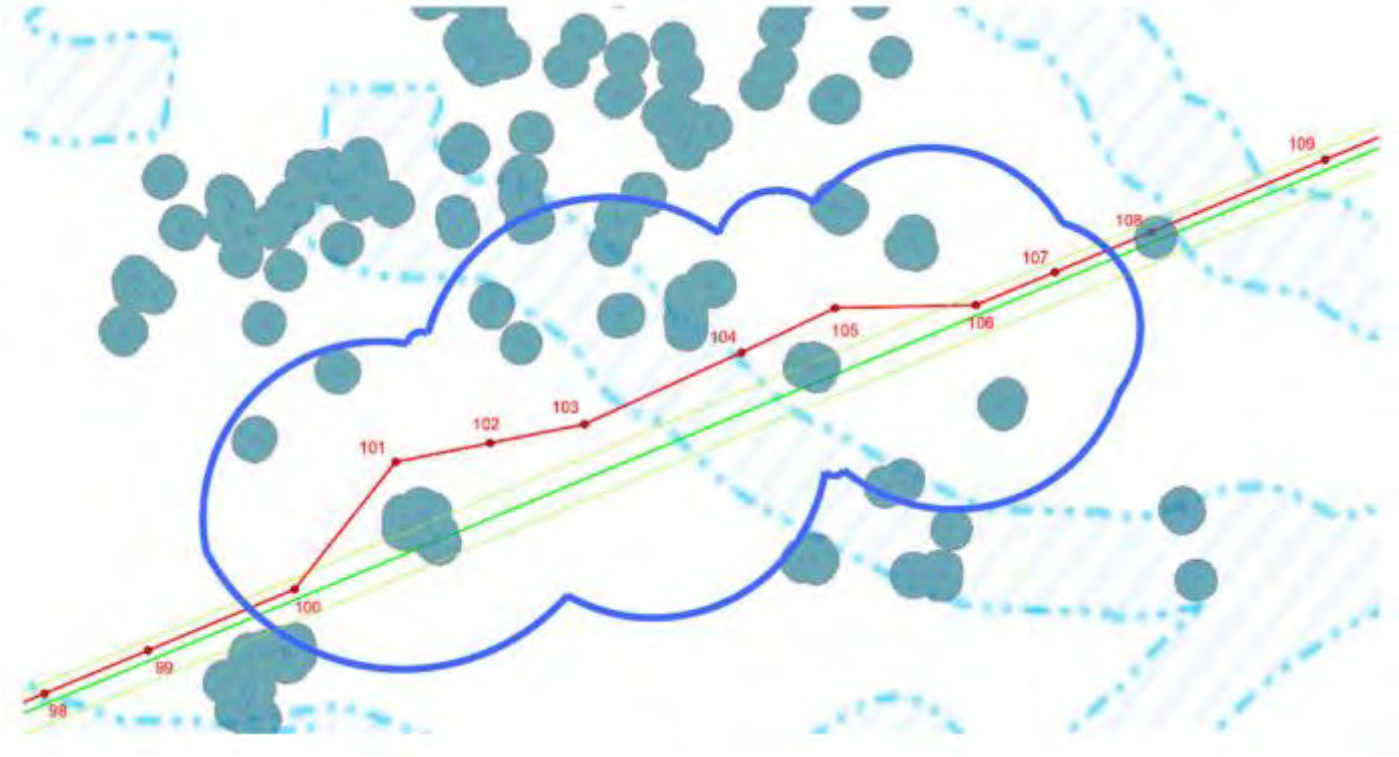


Area G – Tratta di circa 2km

Nel tratto riportato in figura, si segnalano:

- in verde le linee esistenti a 220 kV (la linea da dismettere è contornata da un buffer di 60m evidenziato in verde sottile),
- in rosso il tracciato del nuovo elettrodotto,
- in blu cobalto i fabbricati con il buffer di 60m per tenere conto delle DPA della nuova linea,
- in celeste con campitura dello stesso colore i buffer di 150m dei corsi d'acqua tutelati paesaggisticamente.

Anche in questo tratto la deviazione è stata dettata dalla presenza di alcuni recettori sensibili nei dintorni della linea esistente, per i quali non era garantito il rispetto dei limiti dei CEM indotti. Il posizionamento dei sostegni è stato inoltre studiato in modo da rimanere fuori dalle fasce di tutela dei corsi d'acqua.



4. si segnala altresì, che la Scrivente Direzione Generale già in fase di scoping aveva rilevato l'esigenza di un esame approfondito delle alternative, nonché la necessità che dette alternative (compresa la cosiddetta alternativa zero) venissero comparate attraverso un'analisi costi – benefici, che valutasse non solo gli aspetti finanziari ma anche le esternalità di carattere economico – sociale con particolare riferimento alle ripercussioni sul comparto della pesca e sulle rotte della navigazione. Tale richiesta non è stata riscontrata, nonostante sia evidente il fatto che l'impianto ha un altissimo livello di concentrazione e un elevato impatto locale.

In particolare la relazione denominata C0421YR27CARPES00h – Caratterizzazione delle specie oggetto di pesca ed analisi della attività produttive sti ma in oltre 90 mila euro annui il mancato guadagno dovuto alle limitazioni dell'attività di pesca.
Per quanto riguarda gli impatti sul trasporto marittimo e sulla navigazione mercantile, sportiva e turistica in quanto, come è stato già sottolineato nella nota prot. D.G.A. n. 25593 del 17.07.2023, il documento denominato C0421LR20IMPNAV00a – Relazione tecnica sulla valutazione dei rischi della navigazione, risulta privo di contenuti per asserite ragioni di "segreto industriale" da parte della Proponente, che non si condividono. Idem dicasi per le relazioni specialistiche relative agli impatti su avifauna e fauna marina e sull'impatto visivo e acustico; non è quindi valutabile l'interferenza sull'avifauna migratoria, in particolare sul falco della regina presente sia nell'isola di San Pietro, e non risultano indagati gli effetti socio economici dell'impatto paesaggistico sul comparto turistico. Inoltre nessuna misura di compensazione è prevista per gli impatti non mitigabili, neanche in relazione agli effetti economici dell'interdizione alla navigazione e alla pesca, ignorando quanto prescritto dal DM 10.09.2010. Si ribadisce quindi che, al fine di valutare la desiderabilità sociale dell'investimento, la Proponente debba produrre un'analisi costi benefici, relativa alle diverse alternative prese in considerazione (compresa quella di non intervento) con la metodologia dei flussi di cassa periodici; dovranno essere calcolati gli indicatori di risultato Valere Attuale Netto e Tasso di Rendimento sia in sede di analisi finanziaria (VANF-TRF) che in ambito di analisi economica (VANE, TRE). Si precisa inoltre che l'analisi costi – benefici deve necessariamente riguardare anche le opere di connessione alla R.T.N., inclusa la realizzazione della nuova dorsale a 380 kV e la dismissione della linea esistente a 220 kV. […]

4.1 in relazione alle metodologie di esecuzione dell'analisi costi-benefici, si cita l'Allegato III Regolamento di Esecuzione (UE) 2015/207 della Commissione, G.U.E. L38 del 13.2.2015; Guida all'analisi costi-benefici dei progetti d'investimento, Strumento di valutazione economica per la politica di coesione 2014-2020;

4.2 in merito agli impatti ambientali a livello locale:

4.2.1 per l'impatto sull'uso del suolo e sui servizi ecosistemici, costituisce un valido riferimento «Mappatura e valutazione dell'impatto del consumo di suolo sui servizi ecosistemici: proposte metodologiche per il Rapporto sul consumo di suolo» (I.S.P.R.A. 2018);

4.2.2 l'impatto visivo potrà essere stimato con il costo della disponibilità a pagare;

4.2.3 in relazione alle misure di compensazione, vanno definite in relazione agli impatti non mitigabili, e commisurate al 3% dei proventi, compresi gli incentivi di legge, ai sensi dell'Allegato 4 del DM 10 settembre 2010

In merito all'osservazione di cui sopra, il Proponente ha già provveduto ad inviare l'analisi costi-benefici a mezzo PEC in data 07/06/2024 all'Assessorato della Difesa dell'Ambiente Regione Sardegna.

5. in relazione al dimensionamento dell'impianto e alle stime di producibilità svolte, si segnala che le valutazioni effettuate si basano su modelli matematici e non su rilievi anemologici sito specifici.

Infatti, il documento denominato C0421BR09RELPRO00b – Relazione tecnica analisi della producibilità del sito è basato «[…] esclusivamente su set di dati da modelli atmosferici a mesoscala e hindcast.». Si ritiene fondamentale invece, come peraltro già evidenziato in fase di scoping, che tale analisi si basi anche su dati rilevati in situ, tramite l'installazione di un anemometro che misuri i dati di vento a una congrua altezza rispetto all'altezza al mozzo prevista (pari a 160 m) per un orizzonte temporale significativo, pari almeno a un anno; in alternativa si potrebbe valutare l'utilizzo di sistemi LIDAR su piattaforma galleggiante;

Le valutazioni effettuate per la caratterizzazione del profilo anemologico della località di installazione degli aerogeneratori hanno avuto come principale obiettivo la definizione delle condizioni di maggior conservatività ai fini della valutazione di impatto ambientale sia per quanto riguarda la producibilità energetica attesa, sia per quanto riguarda il dimensionamento strutturale dei componenti.

A tal scopo il proponente, sin dalle prime fasi di progettazione, si è avvalso di banche dati meteorologiche di conclamata affidabilità (Vortex) e servizi di consulenza specialistici (C2WIND ApS) che hanno consentito la stima puntuale dei principali parametri anemometrici utili al calcolo dell'output energetico dell'impianto ma, soprattutto, alla valutazione delle forzanti meteomarine agenti sulle strutture sia in condizioni normali sia in condizioni estreme; ha inoltre predisposto ed avviato una campagna di misura multiparametrica *in situ* mediante installazione di una boa FLiDAR (Floating Light Detection and Ranging) equipaggiata con:

- sonda anemometrica WindCube WLS 866 V2.1 ad alta precisione per la misura orizzontale e verticale della velocità e direzione del vento,
- sonda ondametrica Wave sensor 5729 AANDERAA MOTUS per la misura dei principali parametri d'onda (es. altezza significativa, periodo e direzione),
- sonda correntometrica Current Profile (ADCP) Nortek Signature 55 per il rilievo del profilo verticale di velocità delle correnti marine;
- stazione meteorologica Weather station Gill GMX551 per l'acquisizione, tra gli altri, dei parametri di stato della colonna d'aria (es. temperatura, pressione, umidità).

La campagna di misura, avviata lo scorso 22 giugno 2023, avrà durata annuale (12 mesi) e consentirà la definitiva validazione dei risultati numerici a corredo della documentazione tecnica da allegare all'istanza di Autorizzazione Unica.

Coerentemente con il livello di dettaglio richiesto nell'attuale fase di progetto e con le finalità della valutazione di impatto ambientale, il ricorso a dataset storici di rianalisi e modelli atmosferici computazionali ha il grande vantaggio di fornire indicazioni rapide, statisticamente significative e fisicamente aderenti di fenomeni complessi e normalmente caratterizzati da una certa variabilità temporale e spaziale quali, ad esempio, il regime dei venti, delle onde o delle correnti marine.

Sono peraltro strumenti di largo e consolidato impiego in climatologia per la comprensione dei cambiamenti climatici, meteorologia al fine di previsioni sempre più accurate, monitoraggio ambientale per il controllo della qualità dell'aria e del trasporto di inquinanti, la gestione delle risorse idriche e la previsione/prevenzione delle inondazioni e, non ultimo nel settore dell'ingegneria energetica e delle energie rinnovabili per la pianificazione ed ottimizzazione degli impianti solari o eolici.

Tale approccio ha consentito una significativa riduzione dei tempi di sviluppo del progetto ed una più efficace strategia di ottimizzazione delle scelte progettuali in grado di coniugare sia aspetti tecnici sia ambientali per una migliore sostenibilità del progetto.

La qualità e la tipologia degli input, oltre che la modalità di analisi e calcolo, sono inoltre coerenti con le indicazioni dei principali standard e linee guida adottati a livello internazionale tra cui:

- DNVGL-SE-0422 - "Certification of floating wind turbines"
- DNV-ST-0119 - "Floating wind turbine structures"
- DNV-ST-0437 - "Loads and site conditions for wind turbines"
- IEC 61400-1 - "Wind energy generation systems - Part 1: Design requirements"
- DNVGL-ST-0126 - "Support structures for wind turbines"
- IEC 61400-3-2 - "Wind energy generation systems - Part 3-2: Design requirements for floating offshore wind turbines".

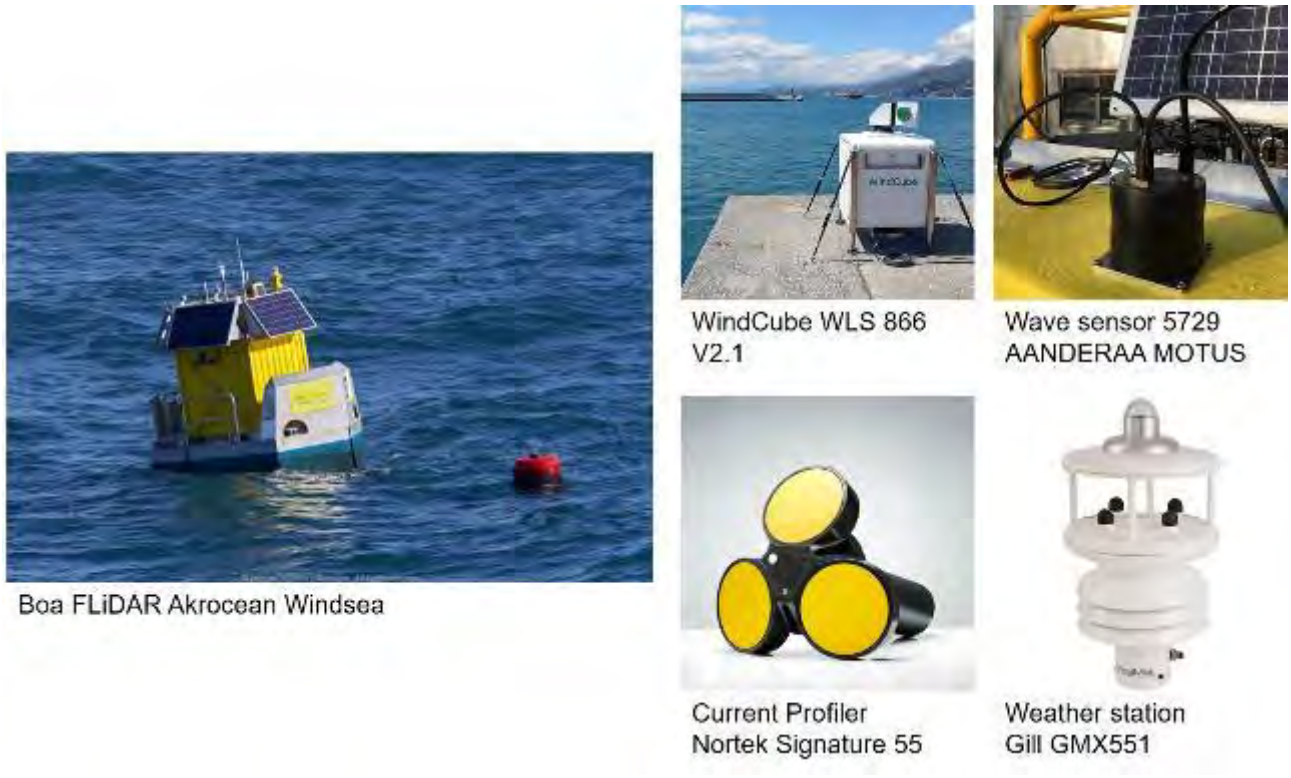


Figura 31 – Boa FLiDAR Akrocean Windsea per le acquisizioni multiparametriche in situ.
La boa ha avviato il campionamento dei dati lo scorso 5 maggio 2022, l'acquisizione proseguirà per i successivi 12 mesi.

Le valutazioni anemologiche effettuate dal consulente specialistico C2WIND ApS sono state sviluppate analizzando una serie storica a mesoscala del servizio VORTEX riferita ad un periodo di 21 anni dal 2000 al 2021 su un dominio di calcolo di 10000 km² centrato sulla posizione parco (39.41374° N, 7.88913° E). Tale serie storica, ottenuta come output del modello atmosferico WRF (Weather Research & Forecasting Model) inizializzato sui dati di rianalisi del dataset ERA5 del Copernicus Climate Change Service, contiene i dati su velocità e direzione del vento, pressione atmosferica, temperatura, umidità relativa, numero di Richardson e densità dell'aria per 15 quote da 50 a 300 m sul livello medio mare.

I risultati del modello atmosferico locale sono stati ulteriormente tarati attraverso il confronto di una seconda serie temporale a mesoscala VORTEX co-localizzata rispetto ai dati della boa FLiDAR installata nell'ambito del progetto 7SeasMed nel Canale di Sicilia. I dati anemometrici della boa FLiDAR sono stati utilizzati per valutare la capacità del modello a mesoscala di riprodurre adeguatamente i profili di vento misurati nel clima regionale del Mar Mediterraneo e, eventualmente, correggere gli scostamenti tra i risultati numerici e le acquisizioni in campo.

Il confronto ha evidenziato che il modello numerico a mesoscala riproduce molto bene la forma del profilo anemometrico acquisito dal FLiDAR seppur con una lieve sottostima della velocità media del vento. Tale

caratteristica è, nell'esperienza del consulente C2WIND ApS, sistematica del dataset VORTEX per l'area mediterranea e può essere corretta attraverso un condizionamento dei dati a mesoscala orientato a minimizzare lo scarto rispetto al dato reale FLiDAR. La precisione del dataset dopo la correzione è soddisfacente ai fini sia delle valutazioni di producibilità sia per la stima delle condizioni meteomarine a supporto dei calcoli strutturali; ulteriore elaborazione dei dati sarà comunque effettuata al termine della campagna FLiDAR sito-specifica, tutt'ora in corso, i cui risultati saranno integrati nella documentazione allegata alla istanza di Autorizzazione Unica.

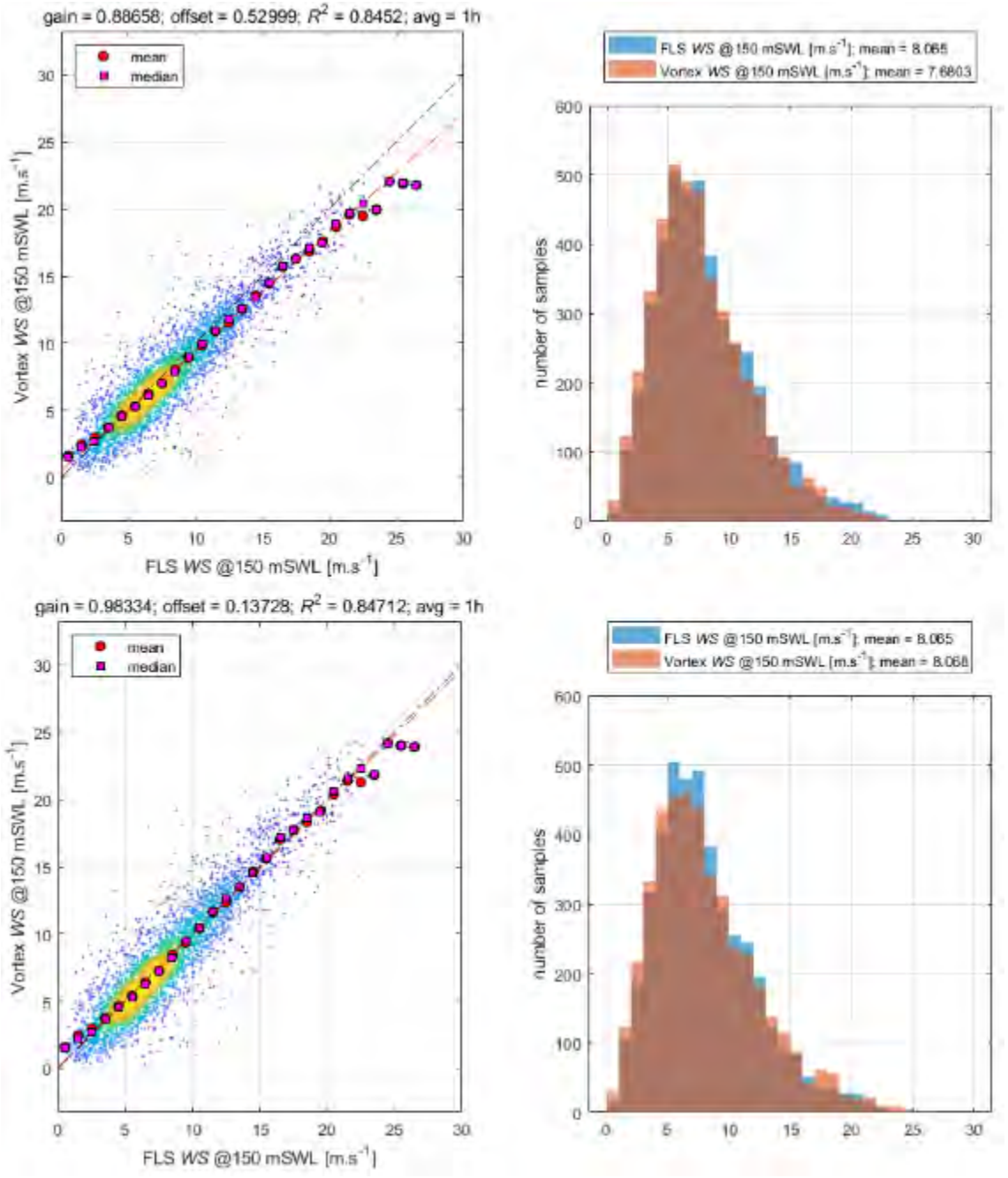


Figura 32 – Scatter plot e istogrammi di confronto dei dataset VORTEX a mesoscala e del set dati da boa FLiDAR.
Valori pre e post condizionamento dati. La corrispondenza tra il modello numerico e le misurazioni è soddisfacente per le valutazioni di producibilità e per l'estrapolazione dei carichi sulle strutture.

6. con riguardo ai dati ondametrici utilizzati, che stanno alla base del dimensionamento dei sistemi di fondazione flottanti e dei relativi ancoraggi, si segnala che il documento C0421UR08RELMET00a – Relazione meteomarina, evidenzia l'utilizzo di dati modellizzati, basati su quelli rilevati dalla boa ondametrica di Alghero, situata a 170 km di distanza dal sito d'intervento. Anche in questo caso si ritiene fondamentale, come peraltro già rilevato in fase di scoping, l'installazione di una boa ondametrica in situ, al fine di meglio caratterizzare il paraggio interessato dall'intervento proposto per un intervallo temporale statisticamente significativo, e procedere con un adeguato dimensionamento dei sistemi di ancoraggio, da cui discende una adeguata valutazione degli impatti sul fondale marino;

Le valutazioni effettuate per la caratterizzazione del profilo ondametrico della località di installazione degli aerogeneratori hanno avuto come principale obiettivo la definizione delle condizioni di maggior conservatività ai fini della valutazione di impatto ambientale.

Sin dalle prime fasi di progettazione, il proponente si è avvalso di banche dati ondametriche e servizi di consulenza specialistici (DHI) che hanno consentito la stima puntuale dei principali parametri ondametrici utili al calcolo alla valutazione delle forzanti meteomarine agenti sulle strutture sia in condizioni normali sia in condizioni estreme; ha inoltre predisposto ed avviato una campagna di misura multiparametrica *in situ* mediante installazione di una boa FLiDAR (Floating Light Detection and Ranging) equipaggiata con:

- sonda anemometrica WindCube WLS 866 V2.1 ad alta precisione per la misura orizzontale e verticale della velocità e direzione del vento,
- sonda ondametrica Wave sensor 5729 AANDERAA MOTUS per la misura dei principali parametri d'onda (es. altezza significativa, periodo e direzione),
- sonda correntometrica Current Profile (ADCP) Nortek Signature 55 per il rilievo del profilo verticale di velocità delle correnti marine;
- stazione meteorologica Weather station Gill GMX551 per l'acquisizione, tra gli altri, dei parametri di stato della colonna d'aria (es. temperatura, pressione, umidità).



Boa FLiDAR Akrocean Windsea



WindCube WLS 866 V2.1



Wave sensor 5729 AANDERAA MOTUS



Current Profiler Nortek Signature 55



Weather station Gill GMX551

Figura 33 – Boa FLiDAR Akrocean Windsea per le acquisizioni multiparametriche in situ.
La boa ha avviato il campionamento dei dati lo scorso 5 maggio 2022, l'acquisizione proseguirà per i successivi 12 mesi.

La campagna di misura, avviata lo scorso 22 giugno 2023, avrà durata annuale (12 mesi) e consentirà la definitiva validazione dei risultati numerici a corredo della documentazione tecnica da allegare all'istanza di Autorizzazione Unica.

Coerentemente con il livello di dettaglio richiesto nell'attuale fase di progetto e con le finalità della valutazione di impatto ambientale, il ricorso a dataset ondametrici da modelli numerici ha il grande vantaggio di fornire indicazioni rapide, statisticamente significative e fisicamente aderenti di fenomeni complessi e caratterizzati da una certa variabilità temporale e spaziale quali, ad esempio, il regime dei venti, delle onde o delle correnti marine. Sono peraltro strumenti di largo e consolidato impiego nel settore delle opere marittime di protezione (dighe, frangiflutti) o dell'ingegneria energetica e delle energie rinnovabili per la pianificazione ed ottimizzazione degli impianti solari o eolici.

Tale approccio ha consentito sin dalle prime battute una significativa riduzione dei tempi di sviluppo del progetto ed una più efficace strategia di ottimizzazione delle scelte progettuali in grado di coniugare sia aspetti tecnici sia ambientali per una migliore sostenibilità del progetto.

Nel caso specifico, per la valutazione del regime d'onda e in generale per la definizione delle caratteristiche meteomarine del sito offshore di progetto, il proponente si è avvalso della consulenza del DHI il quale dispone di un dataset meteomarino di modellazione, il Mediterranean Wind Wave Model (MWM), che copre l'intero Mar Mediterraneo per il periodo 1979-2020.

Il modello meteorologico utilizzato da MWM è il WRF-ARW, uno dei modelli meteorologici non-idrostatici più largamente riconosciuti e all'avanguardia. Il dataset globale GFS, prodotto e pubblicato da NCEP (National Centers for Environmental Predictions) fornisce invece le condizioni al contorno ed iniziali (dati orari con una risoluzione spaziale di 0.5°).

Il modello spettrale delle onde e del vento di terza generazione MIKE 21 SW1 sviluppato, mantenuto e supportato da DHI viene utilizzato come modello di simulazione delle onde con una risoluzione che va da 0.1° a 0.03° su tutto il Mar Mediterraneo. Le prestazioni del modello atmosferico e di onda sono state validate sulla base di diversi dataset satellitari Envisat, ERS-2, Geosat FO, Jason-1, Jason-2, Topex-Poseidon and CryoSat, mediante una procedura basata sulla tecnica della finestra mobile. Sfruttando l'impostazione del modello realizzato per analisi di tipo hindcast (verificata attraverso dati misurati), è stato anche sviluppato un servizio di previsione (forecast) delle onde e del vento, operativo 24 ore su 24, 7 giorni su 7, ad oggi utilizzato da numerose aziende e organizzazioni nel Mar Mediterraneo. Il servizio di previsione utilizza il set di dati GFS per fornire le condizioni al contorno ed iniziali.

I dati parametrici standard dell'onda MWM (orari, totali) contengono altezza d'onda significativa spettrale Hm0 (m), periodo di picco dell'onda Tp (s), periodo medio dell'onda T01 (s), periodo di zero-crossing T02 (s), direzione media dell'onda MWD (°N), direzione di picco dell'onda PWD (°N) e deviazione standard della direzione DSD (gradi).

In attesa delle misurazioni ondametriche *in situ* (campagna di misura ancora in corso), per la validazione dei dati MWM è stato eseguito un confronto con dati altimetrici da satellite e con i dati disponibili di più di 200 boe, tra cui la più vicina ad Alghero (facente parte della RON locale) posizionata ad una profondità di 100 m a circa 130 km a nord-ovest del sito di installazione del parco eolico. Il modello MWM ha una leggera tendenza a sottostimare i parametri d'onda ma tale comportamento è normalmente corretto mediante applicazione di offset e scale determinate minimizzando gli scarti rispetto a misure reali. In attesa del set dati completo della boa FLiDAR, i fattori correttivi direzionali sono stati elaborati prendendo a riferimento la boa RON di Alghero. La correzione è stata applicata direttamente agli spettri d'onda simulati, riscalando l'energia tra i settori corrispondenti ai settori direzionali OSO, O e NO, rispettivamente tra 210°N e 255°N, 270°N e 285°N, 300°N e 345°N.

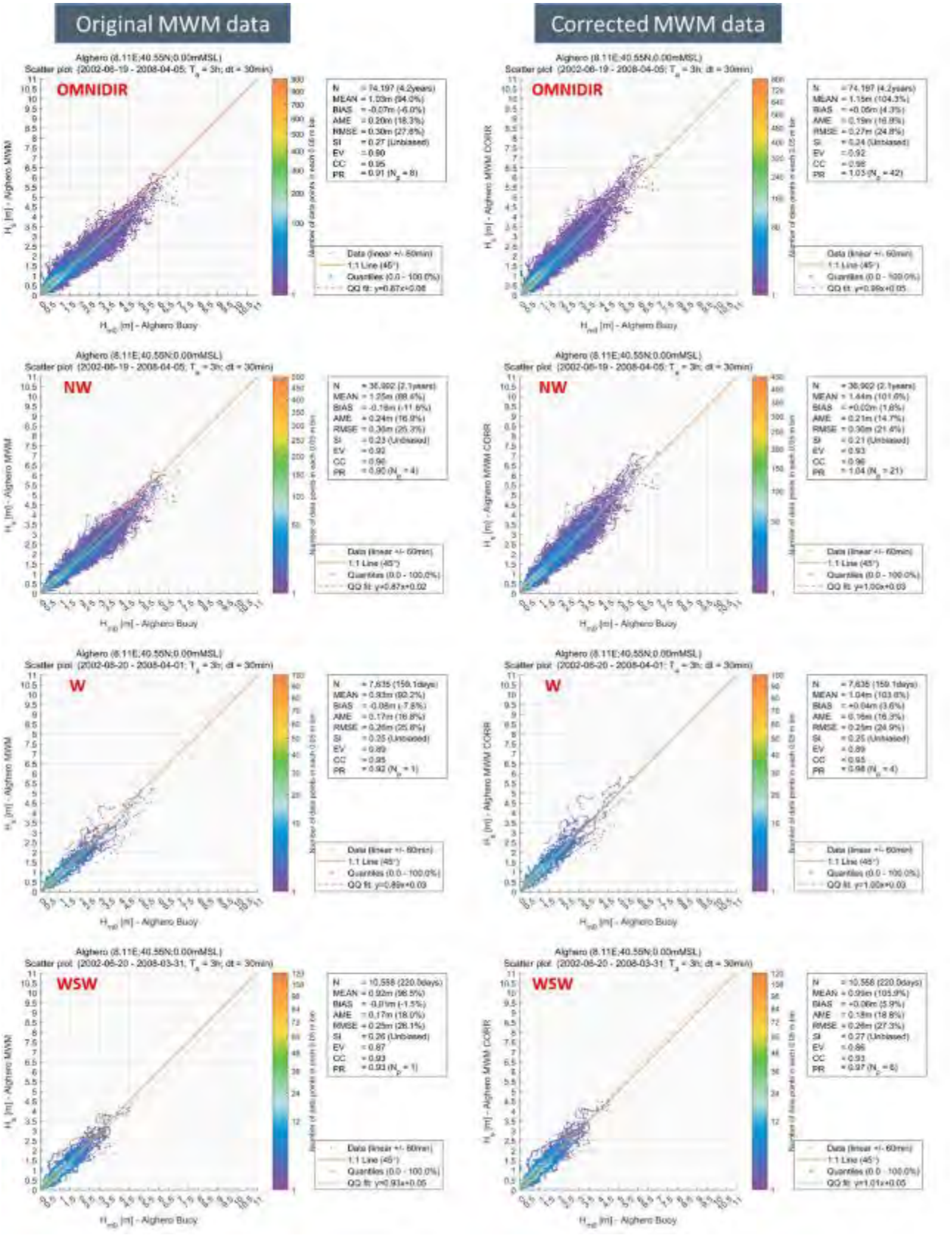


Figura 34 – Risultati della correzione dei dati MWM presso il sito della boa (RON) di Alghero.

Gli Scatter plot mostrano l'altezza d'onda significativa da MWM in confronto ai dati misurati, caso omnidirezionale e per i settori rilevanti, prima (a sinistra) e dopo (destra) la riscalatura.

Malgrado la distanza tra il sito di progetto e la boa di riferimento, la correzione è considerata appropriata in quanto l'esposizione a eventi da O e NO è, nei due siti, relativamente simile. In aggiunta, presso il sito di progetto si presentano fetch relativamente ampi (>250 km) per il settore OSO, seppur minori rispetto al sito della boa di Alghero (>450 km). È quindi ragionevole che la scalatura dell'energia dell'onda proveniente da OSO possa produrre effetti confrontabili tra il sito di indagine e quello di Alghero seppur con una certa sovrastima dei parametri per il sito Ichnusa Wind Power (condizione conservativa dal punto di vista dei calcoli strutturali).

7. con riferimento al cavidotto marino di connessione (elettrodotto On.E.C.) si evidenzia che, di fatto, non è stata effettuata una scelta progettuale definita e univoca per la sua posa in opera, anche se la Proponente sembrerebbe propendere per lo scavo di trincea e successivo reinterramento; di conseguenza non risulta possibile effettuare una valutazione adeguata degli impatti e definire idonee misure di mitigazione e/o compensazione. Infatti la Proponente afferma che:

7.1 «[…] il 96% del tracciato Of.E.C. esterno alla perimetrazione S.I.N. è compatibile con l'interramento;

7.2 l'attrezzatura di posa più adatta è il trencher meccanico eventualmente in combinazione con un jet trencher per aumentare la velocita di scavo;

7.3 più del 75% del tracciato è idoneo all'utilizzo di uno scava trincee a trascinamento;

7.4 nelle aree in cui sono previsti/presenti habitat a coralligeno o altre biocenosi sensibili potrebbero essere necessari strumenti ROV di piccole dimensioni con dispositivi di mitigazione della torbidità al fine di preservarne le caratteristiche;

7.5 l'interramento non è applicabile su una ristretta porzione di cavo (circa 220 m) corrispondente all'attraversamento di una infrastruttura di terze parti».

7.6 Si conclude quindi che «[…] la strategia di posa più idonea sarà confermata o ulteriormente ottimizzata una volta disponibili informazioni di dettaglio sulla mobilità dei sedimenti e in generale a valle della campagna di caratterizzazione geotecnica definitiva» e che «Qualora le caratteristiche geotecniche o morfologiche del fondale o la presenza di altre infrastrutture sommerse (es. cavi marini, condotte sottomarine, etc.), non permettessero la realizzazione della trincea, la protezione del cavo potrebbe essere effettuata attraverso la copertura del cavo con massi naturali (rockdumping), materassi in calcestruzzo o elementi tubolari modulari (es. conchiglie in ghisa)»;

In merito alla richiesta in oggetto, a seguire si riportano indicazioni dettagliate relative alle modalità di posa previste per i singoli tratti dell'elettrodotto marino di esportazione e dei cavi inter-array. Per maggiori dettagli si rimanda comunque alla consultazione dell'elaborato di progetto dal titolo "Relazione tecnica – Elettrodotto marino" cod. C0421BR00POSELE01 allegata al presente documento di integrazione.

L'analisi di rischio svolta (CBRA, Cable Burial Risk Assessment, aggiornata nell'ambito di stesura del presente documento) ha permesso di definire la strategia di protezione ed interramento sia per l'area dell'elettrodotto marino che per quella del parco eolico interessata dalla posa dei cavi inter-array. A seguire si riporta una mappa ed una tabella dettagliata con le tipologie di posa individuate per ogni tratto, di cui sono indicate le coordinate geografiche degli estremi.



Figura 35 – Strategia di protezione e interramento.
Elaborazione iLStudio.

Tabella 78 – Strategia di posa e interramento.

Elaborazione iLStudio.

ID	Easting	Northing	Progres. [km]	Lungh. [km]	Strategia di posa
	SR: WGS84/UTM 32N (EPSG: 32632)				
P0	447255	4338529	0		
	TRATTO 1			1	Materassi reattivi
P1	446256	4338584	1		
	TRATTO 2			1.1	Materassi reattivi
P2	445158	4338644	2.1		
	TRATTO 3			0.7	Materassi reattivi
P3	444682	4339130	2.8		
	TRATTO 4			1.2	Materassi reattivi
P4	443941	4340074	4		
	TRATTO 5			0.5	Materassi reattivi
P5	443632	4340468	4.5		
	TRATTO 6			0.6	Materassi reattivi
P6	443181	4340804	5.1		
	TRATTO 7			1	Materassi reattivi
P7	442246	4341152	6.1		
	TRATTO 8			0.7	Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P8	441606	4341435	6.8		
	TRATTO 9			0.5	Protezione con massi/Interramento (Mechanical trencher)
P9	441149	4341638	7.3		
	TRATTO 10			1.2	Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P10	440043	4342105	8.5		
	TRATTO 11			2.6	Protezione con massi/Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P11	437644	4343106	11.1		
	TRATTO 12			2.6	Protezione con massi/Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P12	435244	4344107	13.7		
	TRATTO 13			5.2	Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P13	430589	4345264	18.9		
	TRATTO 14			3	Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P14	427996	4346661	21.9		
	TRATTO 15			2.9	Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P15	425285	4347690	24.8		
	TRATTO 16			1.3	Protezione con massi/Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P16	424070	4348152	26.1		
	TRATTO 17			2.6	Protezione con massi/Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P17	421639	4349075	28.7		
	TRATTO 18			5.1	Protezione con massi/Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P18	416931	4351035	33.8		
	TRATTO 19			2.4	Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P19	414716	4351960	36.2		
	TRATTO 20			1.4	Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P20	413424	4352499	37.6		
	TRATTO 21			0.7	Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P21	412778	4352769	38.3		
	TRATTO 22			3.3	Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P22	409733	4354040	41.6		
	TRATTO 23			3.1	Protezione con massi/Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P23	406867	4355220	44.7		
	TRATTO 24			2.2	Protezione con massi/Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P24	404774	4355861	46.9		
	TRATTO 25			1.1	Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P25	403682	4355766	48		
	TRATTO 26			2.9	Protezione con massi/Interramento (Mechanical trencher)
P26	401386	4354266	50.8		

Strategie di protezione alternative

Nelle zone in cui le operazioni di scavo sono difficilmente attuabili, come ad esempi attraversamenti di cavi, transizioni dinamiche di cavi, pendii ripidi e aree rocciose o semplicemente zone in cui vi è un divieto, è stata definita una strategia di protezione alternativa.

Sulla base delle analisi svolte, per le opere in oggetto sono previste le seguenti strategie di protezione:

- per il tratto dell'elettrodotto di esportazione prossimo alla costa si prevede l'utilizzo di materassi reattivi nell'area SIN per una lunghezza di circa 6.1 km;
- per l'elettrodotto di esportazione, si prevedono due transizioni dinamiche di circa 750m per ogni FOS, per un totale di 1500m;
- per l'area del parco eolico, con riferimento ai cavi inter-array, si prevedono 74 transizioni dinamiche di circa 750m in ingresso/uscita dagli aerogeneratori e 6 in ingresso alle FOS.

Si fa notare che nell'area marina perimetrata come Sito di Interesse Comunitario, col fine di evitare operazioni di scavo con conseguente movimentazione di materiale contaminato, sono stati proposti materassi reattivi.

Per quanto concerne invece le porzioni dei cavi dinamici, si raccomandano i seguenti elementi di protezione tipici per la protezione da carichi idrodinamici e da altri pericoli naturali:

- irrigidimento della curva dinamica;
- moduli di galleggiamento;
- protezione delle toccate;
- terminazione in linea del giunto di transizione;
- ancore di trattenuta/ritorno.

In riferimento a possibili attraversamenti la soluzione migliore risulta il posizionamento di massi, laddove lo scavo in trincea non sarebbe possibile; in particolare, è stata specificata una copertura rocciosa di circa 0.5 m per garantire la protezione contro attrezzature da pesca ed altri rischi, compresa la possibilità di perdite di materiale dovute all'erosione.

Strategia di interramento

Sulla base delle informazioni disponibili e a valle della analisi effettuate, risulta che la maggior parte dei percorsi cavo sarebbe adatta all'interramento; infatti, per i cavi di esportazione è stata stimata una lunghezza possibile per l'interramento pari all'86% dell'intero tracciato (circa 44 km), mentre l'area del parco eolico risulta totalmente disponibile ad interramento (100%).

Per i soli cavi previsti nella zona del parco eolico, ipotizzando l'interdizione alla navigazione, si può affermare che i cavi saranno soggetti ad un basso rischio legato a contatti con attrezzi da pesca ed ancore. In base a ciò, risulterebbe sufficiente un interramento minimo pari a circa 0.2m–0.3m per fornire protezione necessaria.

Come già detto, si ricorda che lo scavo in trincea non è possibile all'interno dell'area inquinata (SIN) in prossimità della costa.

In fase ante operam, a seguito di una nuova campagna di indagini geofisiche e oceanografiche più dettagliate, si potrà confermare il tracciato dell'elettrodotto marino e le relative modalità di posa al fine di traguardare idonei livelli di protezione ambientale (salvaguardando la eventuale presenza di coralli, praterie di Posidonia e altri habitat di pregio) e di sicurezza delle installazioni.

8. in relazione all'area individuata per la realizzazione della sottostazione a terra in comune di Portoscuso, che la Proponente dichiara, nel documento denominato C0421GR28PIAPAR00a – Piano particellare, essere «[…] sgombra da vincoli e da restrizioni», si evidenzia che le aree (superficie complessiva di 2,7 ha) sono attualmente nella disponibilità di due aziende private (Alcoa:3.270 m² e SiderAlloys Italia S.p.A.: 17.666 m²), e di un Ente pubblico economico ai sensi dell'art. 36, c. 4, della L. 317/1991 (Consorzio Industriale Sulcis Iglesiente: 5.964 m²). È, pertanto, necessario che la Proponente verifichi la reale fattibilità di quanto prospettato in relazione ad altre iniziative in corso nella medesima area industriale;

È consuetudine del proponente acquisire i suoli necessari per l'installazione delle stazioni elettriche di utenza (nel caso di specie quella di trasformazione, misura e consegna "Sulcis" di Portoscuso) considerando un'adeguata metratura per la realizzazione delle aree destinate alle apparecchiature elettromeccaniche, le aree di servizio, quelle destinate agli interventi di naturalizzazione e alle vie di accesso. L'iter prprevede normalmente l'attivazione di un dialogo costruttivo con i proprietari delle particelle così da procedere all'acquisto delle aree, al pagamento delle servitù di passaggio (ove presenti); qualora non si giungesse ad un utile risultato, si procede a valutare eventuali soluzioni alternative e prossimali operando, se del caso, lievi aggiustamenti alle ipotesi tecniche. Solo in ultima analisi, se inevitabile, viene attivata la procedura di esproprio secondo norma una volta acquisiti i titoli a costruire.

Nel caso in esame, la scelta iniziale dell'area per la realizzazione della sottostazione di trasformazione, misura e consegna, rappresentata nell'elaborato grafico "Tracciato elettrodotti interrati su planimetria catastale" cod. C0421TT21PLACAT00 già allegato allo SIA, interessava le particelle catastali di cui in Tabella 79.

Tabella 79 – Particelle interessate dalla sottostazione "Sulcis".

FOGLIO	PARTICELLA	INTESTATARIO	AREA (m²)
6	687	SIDERALLOYS ITALIA S.P.A. con sede in PORTOSCUSO (CA)	1998.5
6	864	SIDERALLOYS ITALIA S.P.A. con sede in PORTOSCUSO (CA)	3338.4
6	872	SIDERALLOYS ITALIA S.P.A. con sede in PORTOSCUSO (CA)	155.9
6	871	SIDERALLOYS ITALIA S.P.A. con sede in PORTOSCUSO (CA)	1130.6
6	689	ALCOA SERVIZI S.R.L. con sede in MILANO (MI)	3270
6	865	SIDERALLOYS ITALIA S.P.A. con sede in PORTOSCUSO (CA)	828.5
6	1091	CONSORZIO PER IL NUCLEO DI INDUSTRIALIZZAZIONE DEL SULCIS IGLESIENTE con sede in PORTOSCUSO (CA)	31.1
8	113	SIDERALLOYS ITALIA S.P.A. con sede in PORTOSCUSO (CA)	3354.6
8	102	SIDERALLOYS ITALIA S.P.A. con sede in PORTOSCUSO (CA)	726.1
8	101	SIDERALLOYS ITALIA S.P.A. con sede in PORTOSCUSO (CA)	513.7
8	100	SIDERALLOYS ITALIA S.P.A. con sede in PORTOSCUSO (CA)	316.3
8	98	SIDERALLOYS ITALIA S.P.A. con sede in PORTOSCUSO (CA)	142.2
8	134	SIDERALLOYS ITALIA S.P.A. con sede in PORTOSCUSO (CA)	2034.8
8	36	SIDERALLOYS ITALIA S.P.A. con sede in PORTOSCUSO (CA)	412.5
8	29	SIDERALLOYS ITALIA S.P.A. con sede in PORTOSCUSO (CA)	257.4
8	123	SIDERALLOYS ITALIA S.P.A. con sede in PORTOSCUSO (CA)	192
8	291	SIDERALLOYS ITALIA S.P.A. con sede in PORTOSCUSO (CA)	306.9
8	238	CONSORZIO PER IL NUCLEO DI INDUSTRIALIZZAZIONE DEL SULCIS IGLESIENTE con sede in PORTOSCUSO (CA)	424.3
8	37	SIDERALLOYS ITALIA S.P.A. con sede in PORTOSCUSO (CA)	1092.9

FOGLIO	PARTICELLA	INTESTATARIO	AREA (m^2)
8	289	SIDERALLOYS ITALIA S.P.A. con sede in PORTOSCUSO (CA)	24.8
8	519	SIDERALLOYS ITALIA S.P.A. con sede in PORTOSCUSO (CA)	549.5
8	35	SIDERALLOYS ITALIA S.P.A. con sede in PORTOSCUSO (CA)	281.7
8	520	SIDERALLOYS ITALIA S.P.A. con sede in PORTOSCUSO (CA)	8.8
8	507	CONSORZIO PER IL NUCLEO DI INDUSTRIALIZZAZIONE DEL SULCIS IGLESIENTE	902.5
8	506	CONSORZIO PER IL NUCLEO DI INDUSTRIALIZZAZIONE DEL SULCIS IGLESIENTE	81.4
8	297	CONSORZIO PER IL NUCLEO DI INDUSTRIALIZZAZIONE DEL SULCIS IGLESIENTE	482.3
8	290	CONSORZIO PER IL NUCLEO DI INDUSTRIALIZZAZIONE DEL SULCIS IGLESIENTE con sede in PORTOSCUSO (CA)	1115.3
8	135	CONSORZIO PER IL NUCLEO DI INDUSTRIALIZZAZIONE DEL SULCIS IGLESIENTE	1649
8	523	CONSORZIO PER IL NUCLEO DI INDUSTRIALIZZAZIONE DEL SULCIS IGLESIENTE	15.8
8	302	CONSORZIO PER IL NUCLEO DI INDUSTRIALIZZAZIONE DEL SULCIS IGLESIENTE	1258
8	253	CONSORZIO PER IL NUCLEO DI INDUSTRIALIZZAZIONE DEL SULCIS IGLESIENTE	4.5

Gli intestatari delle aree sono Sideralloys Italia S.P.A, Alcoa Servizi S.R.L. e il Consorzio per il Nucleo di Industrializzazione del Sulcis Iglesiente.

Successivamente al primo inoltro dell'istanza di PUA (Procedimento Unico Ambientale) Sideralloys Italia S.P.A ha comunicato l'indisponibilità alla vendita delle proprie determinando l'esigenza di ricercare una nuova collocazione sia per le opere elettriche di connessione sia della stazione elettrica d'utenza "Sulcis".

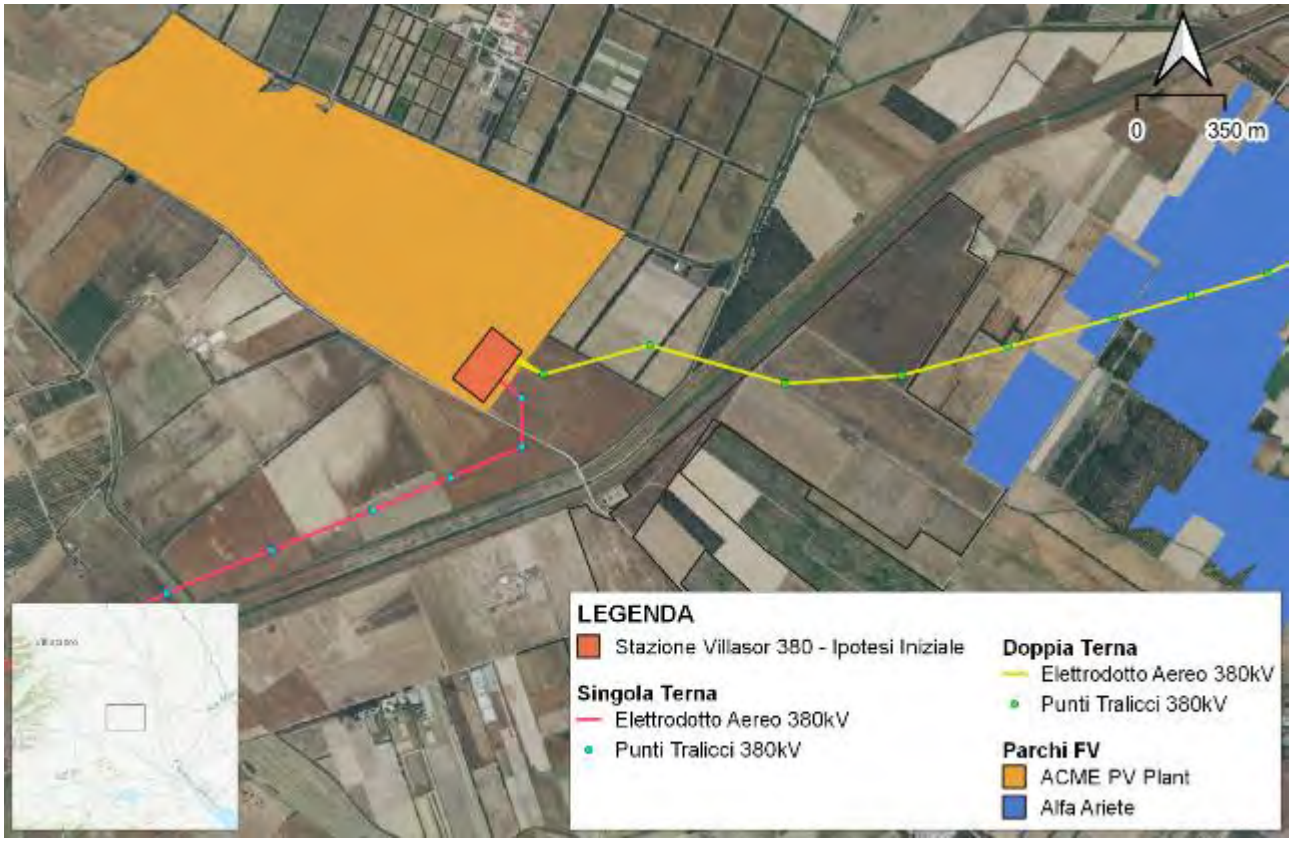
Si è quindi provveduto all'individuazione di nuovi terreni in aree contermini e, in data 13/03/2024, facendo seguito a formale richiesta di concessione inoltrata dalla Proponente società Ichnusa Wind Power S.r.l. al Consorzio Industriale Provinciale Carbonia Iglesias (SICIP, in qualità di proprietario dei suddetti terreni) è stata accordata, con Deliberazione del Consiglio di Amministrazione del Consorzio n. 6 del 13/03/2024, la concessione quarantennale, eventualmente estendibile, per complessivi 2.875 ha di terreni ricadenti all'interno dell'agglomerato industriale di Portovesme e censito al NCEU-NCT del comune di Portoscuso al Foglio 9, mappali: 1247, 1243 (parte di) e 180 (parte di). Come parte dell'accordo, oltre al terreno in concessione, sono altresì accordate le servitù di passaggio relative ai cavi elettrici in ingresso/uscita alla/dalla sottostazione di trasformazione, misura e consegna.

9. in relazione alle aree individuate per la realizzazione della nuova stazione a 380 kV di Villasor, si segnala che su tali aree è in fase di valutazione di impatto ambientale, di competenza del M.A.S.E., un impianto fotovoltaico (ID: 9278 - Progetto per la costruzione e l'esercizio di un Impianto Fotovoltaico a terra avente Potenza Nominale 99,9908 MWp e delle relative opere di connessione alla R.T.N., da realizzarsi in località "Saltu Bia Montis", Comune di Villasor (SU)). Inoltre, alcune particelle risultano demaniali, e quindi non espropriabili;

Relativamente alle aree individuate per la realizzazione della nuova stazione di smistamento RTN TERNA "Villasor 380", all'osservazione di cui sopra si aggiunge quella ricevuta in data 08/04/24 da parte di Acme Energia Solare Srl, prot. m_amte.MASE.REGISTRO UFFICIALE.ENTRATA.0063968.04-04-2024, in cui si evidenzia la sovrapposizione della nuova SE di smistamento "Villasor 380" e di alcuni tratti dell'elettrodotto 380 kV ivi connesso, con una porzione dei terreni nella disponibilità di Acme Energia Solare Srl destinati all'installazione di una parte dell'impianto fotovoltaico. Nello specifico l'osservazione riporta: *"[…] Acme Energia Solare Srl ha la disponibilità dei terreni ove insisterà l'area impianto in virtù di contratti preliminari notarizzati stipulati per scrittura privata autenticata nelle firme dal Notaio Paola Ghiglieri in data 03/02/2022 rep. 34555 – racc. 17120 – registrato a Cagliari il 09/02/2022 al n. 2356 serie 1T e in data 28/04/2022 rep. 34759 – racc. 17292 – registrato a Cagliari il 11/05/2022 al n. 10255 serie 1T. Dall'esame del Progetto contrassegnato dall'ID 9680 sembrerebbe che il futuro ampliamento della Stazione di Terna (nuova stazione satellite 380/150/36 kV ampliamento della SE Villasor) nonché i tratti di elettrodotto 380 kV confluenti nella stessa, funzionali alla connessione dell'impianto eolico off-shore identificato dall'ID sopradetto, si sovrapponga a livello di localizzazione con una porzione dei terreni nella disponibilità di Acme Energia Solare Srl, ove è stato progettato l'impianto di cui al Progetto ID 9278 presentato precedentemente. La predetta circostanza era stata peraltro evidenziata lo scorso 12 Luglio in sede del "Tavolo Tecnico per la definizione della capofila per le opere di rete dell'area di Villasor (ampliamento villasor 380, riclassamento eletrodotti in ingresso a villasor e nuova SE con sezione 150 kV e 36 kV)" dal nostro Ing. Gian Luca Spadini. Si chiede, pertanto, che il futuro ampliamento della Stazione Terna ove si immetterà l'elettrodotto relativo al Progetto ID 9680 e/o comunque il posizionamento di detta stazione avvenga nel rispetto del progetto di Acme Energia Solare Srl (ID 9278) senza che vi siano interferenze a livello di localizzazione e/o comunque a livello di ombreggiamento dei moduli del progetto fotovoltaico suddetto. […]"*

Il proponente ha quindi proceduto, di concerto con le indicazioni del tavolo tecnico con TERNA, allo studio di una nuova localizzazione delle opere compatibile con gli interessi terzi. La nuova stazione è stata quindi ubicata in aree esterne alla perimetrazione del suddetto impianto FV procedendo nel contempo allo spostamento, ove dovuto, dei sostegni necessari alla connessione in ingresso o in uscita dalla stazione stessa.

Sempre in esito alle indicazioni del tavolo tecnico TERNA, il proponente ha inoltre proattivamente provveduto a risolvere potenziali sovrapposizioni ed interferenze rispetto all'ubicazione dell'impianto agrivoltaico denominato "Villasor" della potenza complessiva di 72 MW e sistema di accumulo BESS di 26.36 MW (Codice procedura ID 10378) proposto dalla societa Alfa Ariete s.r.l. modificando il tracciato della porzione di elettrodotto aereo in doppia terna uscente dalla SE "Villasor 380".



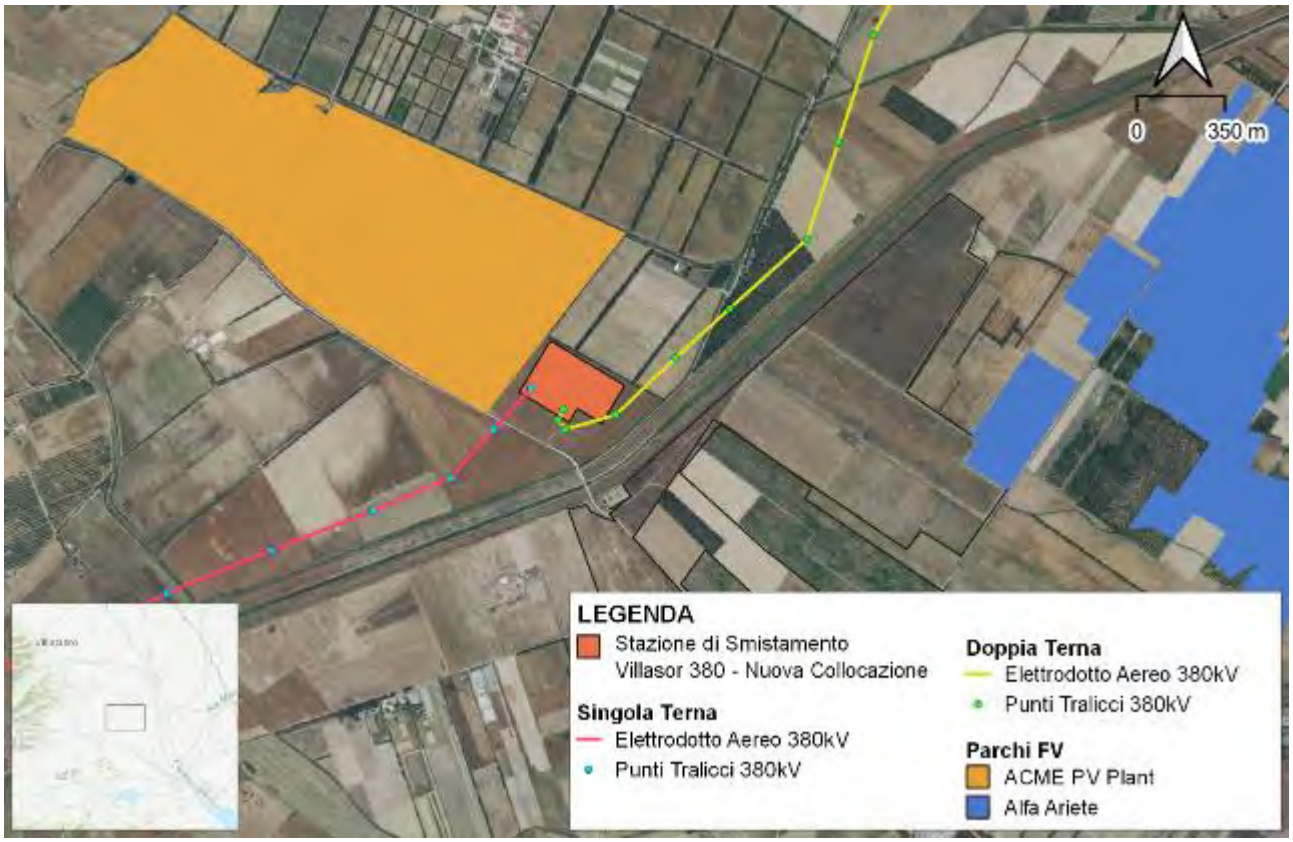


Figura 36 – Stazione di smistamento Villasor 380kV - Versione originale e nuova collocazione.

.

10. per quanto riguarda l'elettrodotto e le opere di connessione alla R.T.N. si osserva che la dismissione della linea 220 kV Portoscuso – Villasor esistente non è affrontata da un punto di viste tecnico progettuale, né della valutazione degli impatti;

La linea elettrica "Sulcis-Villasor" è attualmente esercita a 220 kV, attraversa il territorio di 10 comuni, da Portoscuso fino a Villasor e sarà demolita a seguito dell'entrata in esercizio della linea 380 kV "Sulcis-Villasor 380".

Di seguito vengono indicate le modalità di demolizione della linea.

PROCEDURA DISMISSIONE LINEA 220 kV

Le attività di smantellamento degli elettrodotti aerei consistono nelle seguenti fasi:

- recupero dei conduttori, delle funi di guardia e degli armamenti;
- smontaggio della carpenteria metallica dei sostegni;
- demolizione/rimozione delle fondazioni dei sostegni.

Le attività preliminari possono essere considerate analoghe a quelle della fase realizzativa e consistono nella predisposizione e delimitazione dell'area di micro-cantiere, facilitate dalla presenza del sostegno e, solitamente, dalla presenza della viabilità esistente.

Recupero conduttori, funi di guardia ed armamenti

Le attività prevedono:

- preparazione e montaggio delle opere provvisionali sulle opere attraversate (impalcature, piantane, ecc.);
- taglio e recupero dei conduttori;
- separazione dei materiali (conduttori, funi di guardia, isolatori, morsetteria) per il carico e trasporto a idoneo impianto di recupero o a smaltimento finale e ove possibile a successivo ciclo produttivo;
- pesatura dei materiali recuperati;
- adempimenti previsti dalla normativa vigente in materia di smaltimento dei materiali (anche speciali) provenienti dalle attività di smantellamento;
- taglio delle piante interferenti con l'attività.

Smontaggio della carpenteria metallica dei sostegni

La carpenteria metallica proveniente dallo smontaggio dei sostegni dovrà essere destinata a rottame. Le attività prevedono:

- taglio delle strutture metalliche smontate in pezzi idonei al trasporto a discarica o centro di recupero;
- carico e trasporto a idoneo impianto di recupero o a smaltimento finale e ove possibile a successivo ciclo produttivo di tutti i materiali provenienti dallo smontaggio;
- pesatura dei materiali recuperati;
- adempimenti previsti dalla legislazione vigente in materia di smaltimento dei materiali (anche speciali) provenienti dalle attività di smantellamento.

Demolizione/rimozione delle fondazioni superficiali dei sostegni

La demolizione delle fondazioni dei sostegni comporta l'asportazione dal sito del calcestruzzo e del ferro di armatura mediamente fino ad una profondità di 1.5 m dal piano campagna in terreni agricoli a conduzione

meccanizzata e urbanizzati e 0.5 m in aree boschive e/o in pendio. Le modalità di rimozione delle fondazioni sono legate al contesto territoriale (es. presenza di habitat, aree in dissesto). Le attività prevedono:

- scavo della fondazione fino alla profondità desiderata;
- asporto, carico e trasporto a idoneo impianto di recupero o a smaltimento finale e ove possibile a successivo ciclo produttivo di tutti i materiali provenienti dalla demolizione (cls, ferro d'armatura e monconi);
- rinterro e interventi di ripristino dello stato dei luoghi.

Rimozione delle fondazioni profonde

Le fondazioni profonde possono arrivare fino a 30 metri di profondità e vengono impiegate in condizioni di criticità quali ad esempio:

- terreni con scarse caratteristiche geotecniche;
- presenza di falde superficiali;
- presenza di dissesti geomorfologici.

Le strutture infisse nel terreno sono costituite da materiale inerte ovvero il calcestruzzo e le armature dei micropali o dei pali trivellati.

Nel caso di una fondazione superficiale la dismissione consiste nella rimozione di pilastrini del diametro di 70-80 cm fino a 1.5 metri) con limitate operazioni di scavo e mezzi per l'estrazione dal terreno; nel caso di fondazione profonda è invece necessaria l'apertura di uno scavo profondo e l'esercizio di un'azione drenante sul terreno per ridurre l'attrito del palo trivellato con successivo riempimento dello scavo. Si segnala tuttavia che, al fine di mantenere il benefico effetto di rinforzo delle fondazioni sulla stabilità dei terreni coinvolti, l'asportazione di queste tipologie di fondazioni (in particolare quelle profonde) non viene effettuata tanto che, nell'ambito di altri progetti simili, gli Enti competenti hanno emesso autorizzazione con la prescrizione di non rimuovere le fondazioni su contesti territoriali specifici; ad esempio, nell'ambito del procedimento autorizzativo dell'intervento *"Interconnessione a 150kV "Sorrento – Vico Equense – Agerola – Lettere" ed opere connesse"* Terna ha predisposto, su richiesta dell'AdB della Campania centrale, uno *"Studio di Compatibilità Idrogeologica"* che contemplava le metodologie operative da adottarsi per la demolizione dei sostegni su versante, che non dovevano comportare l'aggravio di stabilità del versante. Di seguito si riporta lo stralcio dello Studio predisposto:

"I 162 sostegni da demolire ricadono sia in aree vincolate dalle Autorità di Bacino come P3 e P4 che in aree P1 e P2. In generale la demolizione dei sostegni sarà eseguita attraverso l'asportazione fino al moncone e successiva demolizione dei colonnini fino a circa 50 cm di profondità. Le fondazioni pertanto non verranno asportate e ciò consentirà di preservare la stabilità dei versanti. Per i sostegni ricadenti in zone classificate come P3 e P4, per evitare che vi sia un'alterazione delle condizioni di equilibrio morfologico dei versanti preesistenti, in fase esecutiva si procederà alla demolizione dei sostegni con il supporto di un elicottero."

UTILIZZO DI RISORSE E FABBISOGNO NEL CAMPO DEI TRASPORTI

Trattandosi di una fase di dismissione non si prevede l'utilizzo di nuove risorse se non, eventualmente, per quanto concerne i mezzi impiegati per le operazioni di demolizione e trasporto dei materiali di risulta. Per raggiungere i sostegni e per allontanare i materiali saranno utilizzata preferita la viabilità di accesso esistente creando, solo se necessario, idonei accessi temporanei.

In merito al consumo di risorse naturali, nonché alla produzione di rifiuti, si evidenzia che dalla demolizione degli elettrodotti aerei è possibile recuperare la maggior parte dei materiali, che potranno quindi essere reimmessi nel ciclo di vita dei materiali, attraverso successivi cicli produttivi, conformemente alla normativa di settore.

A tal proposito Terna nelle sue valutazioni stima un recupero dei principali materiali metallici (alluminio, acciaio) e del vetro prossima al 100%.

I volumi di calcestruzzo demoliti saranno trasportati presso idoneo impianto di recupero o a smaltimento finale: il calcestruzzo verrà separato dalle armature per essere successivamente riutilizzato come inerte, mentre l'acciaio verrà avviato in fonderia. Tutti i materiali derivanti dalle demolizioni e destinati a rottame (rottame di ferro zincato quali tralicci, funi di guardia etc., conduttori in alluminio e leghe di alluminio, conduttori in rame) saranno conferiti in siti adeguati al loro riciclo.

VALUTAZIONE IMPATTI

La procedura di dismissione, nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale, è sempre definita, da un punto di vista tecnico/procedurale, equipollente alla fase di costruzione. In particolare, l'elaborato "Studio di Impatto Ambientale" cod. C0421YR03RELSIA00 contiene già la valutazione relativa agli impatti derivanti dallo smantellamento della linea elettrica 220 kV esistente (Paragrafi 11.5.2 e 11.6.2).

La fase di dismissione sarà condotta con l'obiettivo di garantire il ripristino dei luoghi mentre, per quanto concerne la gestione dei rifiuti:

- il materiale escavato, come descritto anche nell'elaborato di progetto "Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti" cod. C0421YR12GESTRS00 già allegato allo Studio di Impatto Ambientale, sarà valutato attraverso specifiche analisi fisico-chimiche secondo le indicazioni della normativa vigente all'atto della dismissione; tali analisi saranno finalizzate a caratterizzare con precisione il quantitativo di materiale escavato riutilizzabile in situ per il rinterro;
- per quanto riguarda invece i materiali costituenti gli equipaggiamenti elettrici, i tralicci, le funi di guardia e i conduttori, questi saranno adeguatamente condotti a riciclo (come rottami di ferro zincato, alluminio, leghe di alluminio e rame).

Per tali motivazioni, l'impatto ambientale della fase di dismissione della esistente linea elettrica 220 kV Sulcis-Villasor può, già in questa fase, ritenersi (conservativamente) di livello medio-basso e di breve periodo (limitato alla sola durata del cantiere di dismissione).

11. in relazione alle interferenze delle opere a terra con le infrastrutture a rete si segnala quanto segue:

11.1 come rilevato dal Consorzio di Bonifica della Sardegna Meridionale, con nota prot. n. 8416 del 20.06.2023 (prot. D.G.A. n. 18764 di pari data) le opere di connessione alla R.T.N. interferiscono con numerose infrastrutture gestite dallo stesso Consorzio, quali «[…] opere pubbliche di irrigazione della rete tubata, reti di dreno e scolo, frangivento […]», criticità non analizzata nella documentazione esaminata, né in relazione alle modalità tecniche di risoluzione dell'interferenza, né in relazione alla valutazione dei potenziali impatti; è, altresì, necessario a tal proposito che la Proponente, oltre a integrare lo S.I.A., produca una tavola elaborata a una scala idonea. Si evidenzia che lo stesso Consorzio ha trasmesso alla Scrivente un file .kmz con tutte le interferenze sopra citate;

11.2 lo stesso può rilevarsi per quanto concerne le interferenze con le infrastrutture appartenenti al Sistema Idrico Multisettoriale Regionale (S.I.M.R) gestite dall'Ente Acque della Sardegna (En. A.S.) che, con nota prot. n. 8965 del 21.06.2023 (prot. D.G.A. n. 18834 di pari data), ha evidenziato l'interferenza con il Canale Ripartitore Sud-Ovest (1. tronco) (Codice SIMR 7B. C4) in CAP DN2000. In particolare si segnala la possibile interferenza tra l'opera S.I.M.R. con il traliccio n. 110 dell'elettrodotto aereo 380 kV ST di connessione alla Stazione Villasor 380;

Per quanto riguarda l'Osservazione 11.1, a valle del .kmz fornito dall'ENTE è stata eseguita una analisi preliminare delle interferenze con le suddette infrastrutture.

L'analisi delle interferenze mostra che queste risultano principalmente riferite agli elementi idrici della rete secondaria; si propone pertanto di rimandare la risoluzione delle singole specifiche interferenze del caso a seguito della finalizzazione dei tracciati durante la progettazione esecutiva.

Nelle tavole C0421TT00INQINT00 e C0421TT01INQINT00 sono riportate le interferenze con le soluzioni proposte.

In merito all'osservazione 11.2, al fine di meglio identificare l'interferenza segnalata, è stata effettuata la sovrapposizione del tracciato della nuova linea in progetto con la condotta "Canale Ripartitore Sud Ovest – I° Tronco" sulla base delle informazioni riportate sul sito del Consorzio di Bonifica della Sardegna Meridionale. Il risultato di tale sovrapposizione è mostrato nella figura seguente, ove sono indicate la nuova linea AT a 380 kV Sulcis-Villasor e la linea esistente AT 220 KV Sulcis-Villasor.

Si può notare che il sostegno SV110 (configurazione con l'elettrodotto aereo) ovvero SV64 (configurazione con l'elettrodotto ibrido cavo/aereo), nel tratto interessato affianca il sostegno della linea esistente oggetto di futura demolizione e si trova ad una distanza superiore a 60 m, con abbondante margine di sicurezza sulla fascia di rispetto della condotta in esame.



Figura 37 – Interferenza con Opere SIMR.
Elaborazione iLStudio su dati Webgis CBSM.

12. in relazione alla gestione delle terre e rocce da scavo, con riferimento alla parte on-shore di opere in progetto, si ritiene che il documento, denominato C0421YR12GESTRS00a – Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti, non presenti i contenuti minimi previsti dalla normativa vigente (D.P.R. 120/2017). In particolare risultano sottostimati, ad avviso della Scrivente, i quantitativi di materiali prodotti, in ragione soprattutto della scarsa definizione delle azioni di progetto. Inoltre, con riferimento alla parte di opere ricadenti all'interno del S.I.N. Sulcis – Iglesiente – Guspinese, è necessario effettuare un approfondimento specifico, anche in relazione a quanto rilevato in relazione agli aspetti di natura programmatica.

In merito a quanto sopra, il report *"Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti"* cod. C0421YR12GESTRS00 allegato allo Studio di Impatto Ambientale è stato redatto ai sensi della normativa vigente, il *D.P.R. 120/2017* recante *"disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164".*

In base all'art. 24 *"Utilizzo nel sito di produzione delle terre e rocce escluse dalla disciplina rifiuti"* comma 3 del D.P.R. 120/2017, *"[…] Nel caso in cui la produzione di terre e rocce da scavo avvenga nell'ambito della realizzazione di opere o attività sottoposte a Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), la sussistenza delle condizioni e dei requisiti di cui all'articolo 185, comma 1, lettera c), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, è effettuata in via preliminare, in funzione del livello di progettazione e in fase di stesura dello studio di impatto ambientale (SIA), attraverso la presentazione di un «Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti» che contenga:*

- *a) descrizione dettagliata delle opere da realizzare, comprese le modalità di scavo;*
- *b) inquadramento ambientale del sito (geografico, geomorfologico, geologico, idrogeologico, destinazione d'uso delle aree attraversate, ricognizione dei siti a rischio potenziale di inquinamento);*
- *c) proposta del piano di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo da eseguire nella fase di progettazione esecutiva o comunque prima dell'inizio dei lavori, che contenga almeno:*
  - *1) numero e caratteristiche dei punti di indagine;*
  - *2) numero e modalità dei campionamenti da effettuare;*
  - *3) parametri da determinare.*
- *d) volumetrie previste delle terre e rocce da scavo;*
- *e) modalità e volumetrie previste delle terre e rocce da scavo da riutilizzare in sito. […]"*

Tutti i su citati requisiti sono già reperibili nel documento *"Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti"* cod. C0421YR12GESTRS00 e nel suo aggiornamento identificato con codice C0421YR12GESTRS01.

Il calcolo dei volumi proposto è, ovviamente, correlato all'estensione delle opere e alle tecnologie di scavo la esaustiva descrizione è fornita anche al Capitolo 4 dello SIA *"Ubicazione e descrizione delle opere a terra"*. In particolare, per il calcolo dei volumi sono state considerate:

- per quanto concerne l'elettrodotto interrato, le dimensioni di scavo delle trincee e delle TOC (trivellazioni orizzontali controllate) secondo le indicazioni dei tipici di posa proposti nell'elaborato grafico "Parco eolico - Schema di Connessione e Sezioni Tipiche" cod. C0421AT00SCHCON00 allegato allo SIA;
- le dimensioni del TJB (transition joint bay) secondo le indicazioni dei tipici di posa proposti nell'elaborato grafico "Parco eolico - Schema di Connessione e Sezioni Tipiche" cod. C0421AT00SCHCON00 allegato allo SIA;
- le dimensioni delle opere fondali delle stazioni elettriche;
- le dimensioni delle fondazioni dei sostegni secondo le indicazioni del progetto unificato TERNA;

- le dimensioni delle fondazioni dei sostegni dell'elettrodotto aereo 220 kV in fase di dismissione stimate sulla base del progetto unificato TERNA.

Per quanto riguarda invece la movimentazione di terre nelle aree di pertinenza del SIN del Sulcis-Iglesiente-Guspinese, indicazioni specifiche sono reperibili nel report "SIN - Piano di caratterizzazione ambientale" allegato allo SIA con codice C0421YR13SINCAR00, aggiornato e sostituito dall'omonimo report con codice C0421YR13SINCAR01. In generale, prima dell'inizio delle attività, saranno effettuate analisi di caratterizzazione del sito. Sui campioni saranno eseguite prove di "Caratterizzazione dei rifiuti" ai sensi della Legge 152/06 e s.m.i. per valutare i livelli di contaminazione e confrontarli con le CSC (soglie di contaminazione). Sulla base dell'esito delle prove, verrà opportunamente valutata la classificazione dei rifiuti e di conseguenza l'idonea modalità di trattamento e/o smaltimento cercando, per quanto possibile, di ridurre al minimo la quantità di materiale da conferire in discarica. Il materiale contaminato sarà accuratamente rimosso e trasportato presso idonei impianti autorizzati al trattamento e smaltimento.

In merito agli aspetti di natura programmatica, il piano di lavoro sarà eseguito in modo da non interferire con altre iniziative di bonifica in essere su aree limitrofe a quelle di intervento. La valutazione delle interferenze sarà effettuata dal Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica. Gli interventi saranno inoltre studiati in modo da non incidere negativamente sulla fattibilità di futuri interventi di bonifica.

Aspetti di natura ambientale e analisi dei potenziali impatti

Protocollo RAS	Protocollo MASE	
RAS AOO 05-01-00 Prot. Uscita n. 24055 del 08/08/2023	m_amte.MASE.REGISTRO UFFICIALE.INGRESSO.0131123.09-08-2023	

1. le opere non ricadono all'interno dei confini di alcuna area appartenente alla Rete Natura 2000 della Sardegna, né ad altre aree naturali protette ai sensi delle: L. 394/91, L.R. 31/89, L.R. 23/98, Important Bird and Biodiversity Area (I.B.A.), si evidenzia però che l'area interessata dalla realizzazione del parco ricade parzialmente, per la sua porzione al di fuori delle acque territoriali, all'interno della Zona di Protezione Ecologica (Z.P.E.) definita con D.P.R. 209/2011 istituita per:

1.1 prevenzione e repressione di tutti i tipi di inquinamento marino da navi, comprese le piattaforme off-shore, l'inquinamento biologico conseguente a discarica di acque di zavorra, ove non consentito, l'inquinamento da incenerimento dei rifiuti, da attività di esplorazione, sfruttamento dei fondali marini e l'inquinamento di tipo atmosferico, anche nei confronti delle navi battenti bandiera straniera e delle persone di nazionalità straniera;

1.2 protezione della biodiversità e degli ecosistemi marini, in particolare con riferimento alla protezione dei mammiferi marini;

1.3 protezione del patrimonio culturale rinvenuto nei suoi fondali.

L'Italia ha emanato, in conformità a quanto previsto dalla Convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare (UNCLOS), la Legge 61/2006 recante "*Istituzione di Zone di Protezione Ecologica oltre il limite esterno del mare territoriale*" e il Decreto del Presidente della Repubblica 209/2011 "*Regolamento recante istituzione di Zone di Protezione Ecologica del Mediterraneo Nord-occidentale, del Mar Ligure e del Mar Tirreno*".

L'art. 3 del DPR 27/10/2011 n. 209 definisce le "*Misure di protezione dell'ambiente, degli ecosistemi marini e del patrimonio culturale subacqueo*".

Nella zona di protezione ecologica delimitata ai sensi dell'articolo 2, si applicano le norme dell'ordinamento italiano, del diritto dell'Unione europea e delle Convenzioni internazionali in vigore, di cui l'Italia è parte contraente, i particolare, in materia di: a) prevenzione e repressione di tutti i tipi di inquinamento marino da navi, comprese le piattaforme offshore, l'inquinamento biologico conseguente a discarica dia acque di zavorra, ove non consentito, l'inquinamento da incenerimento dei rifiuti, da attività di esplorazione, sfruttamento dei fondali marini e l'inquinamento di tipo atmosferico, anche nei confronti delle navi battenti bandiera straniera e delle persone di nazionalità straniera; b)protezione della biodiversità e degli ecosistemi marini, in particolare con riferimento alla protezione dei mammiferi marini; *c) protezione del patrimonio culturale rinvenuto nei suoi fondali.*

Le opere in progetto ricadono in parte all'interno della Zona di Protezione Ecologica. Tuttavia, in riferimento alle diverse fasi di progetto, non sono state individuate criticità per le suddette zone. Infatti, il naviglio che sarà adoperato, sia in fase di costruzione che di manutenzione, rispetterà le Convenzione Internazionali in materia di inquinamento marino ed atmosferico (MARPOL).

Il tema dell'inquinamento biologico conseguente allo scarico delle acque di zavorra, non risulta problematico dato che:

- le imbarcazioni utilizzate in fase di costruzione e manutenzione opereranno esclusivamente all'interno del bacino Mediterraneo e saranno comunque dotate di sistemi per il trattamento delle acque di zavorra;
- il sistema di zavorramento della fondazione galleggiante è fisso, motivo per cui non si prevede, durante la vita utile dell'impianto, lo scarico di acque di zavorra.

Si ricorda, inoltre, che il progetto non prevede in alcun modo l'incenerimento di rifiuti derivanti dalle attività di cantiere e di dismissione delle opere.

In relazione alla protezione della biodiversità e, in particolar modo, dei mammiferi marini, si rende noto che, come da Piano di Monitoraggio, staranno svolte, per la definizione dello status dei Descrittori qualitativi della Direttiva Quadro sulla Strategia Marina (MSFD – 2008/56/CE), opportune valutazioni durante le varie fasi di progetto: *ante operam*, di costruzione, di esercizio e di dismissione.

Secondo la bibliografia esistente e dai dati raccolti ed elaborati, risulta plausibile ritenere che l'installazione del parco eolico offshore non genererà conseguenze a lungo termine sulla megafauna. Nel dettaglio, l'utilizzo di strutture galleggianti permette di ridurre al minimo le emissioni sonore durante le fasi di installazione e di operatività del parco, non inducendo alcuna possibilità di danno significativo. Inoltre, considerando le emissioni elettromagnetiche, l'elettrodotto marino, data la disposizione compatta dei conduttori a trifoglio e all'utilizzo di cavi cordati ad elica, minimizza gli impatti connessi, garantendo comunque una fascia di possibile influenza sui comportamenti dei cetacei particolarmente contenuta (~3.5m).

In riferimento allo studio condotto sulla cetofauna ad opera della *Jonian Dolphin Conservation Environmental Protection*, "*Report tecnico di compatibilità con la cetofauna locale relativo al progetto di realizzazione di una floating offshore wind turbine – FOWT nel Mar di Sardegna Sud-Occidentale*", è plausibile presuppore che il rumore subacqueo generato durante l'installazione dell'impianto eolico sarà circoscritto esclusivamente al trasporto e al processo di ancoraggio, dato che le tecnologie utilizzate prevedono un livello di prefabbricazione a terra.

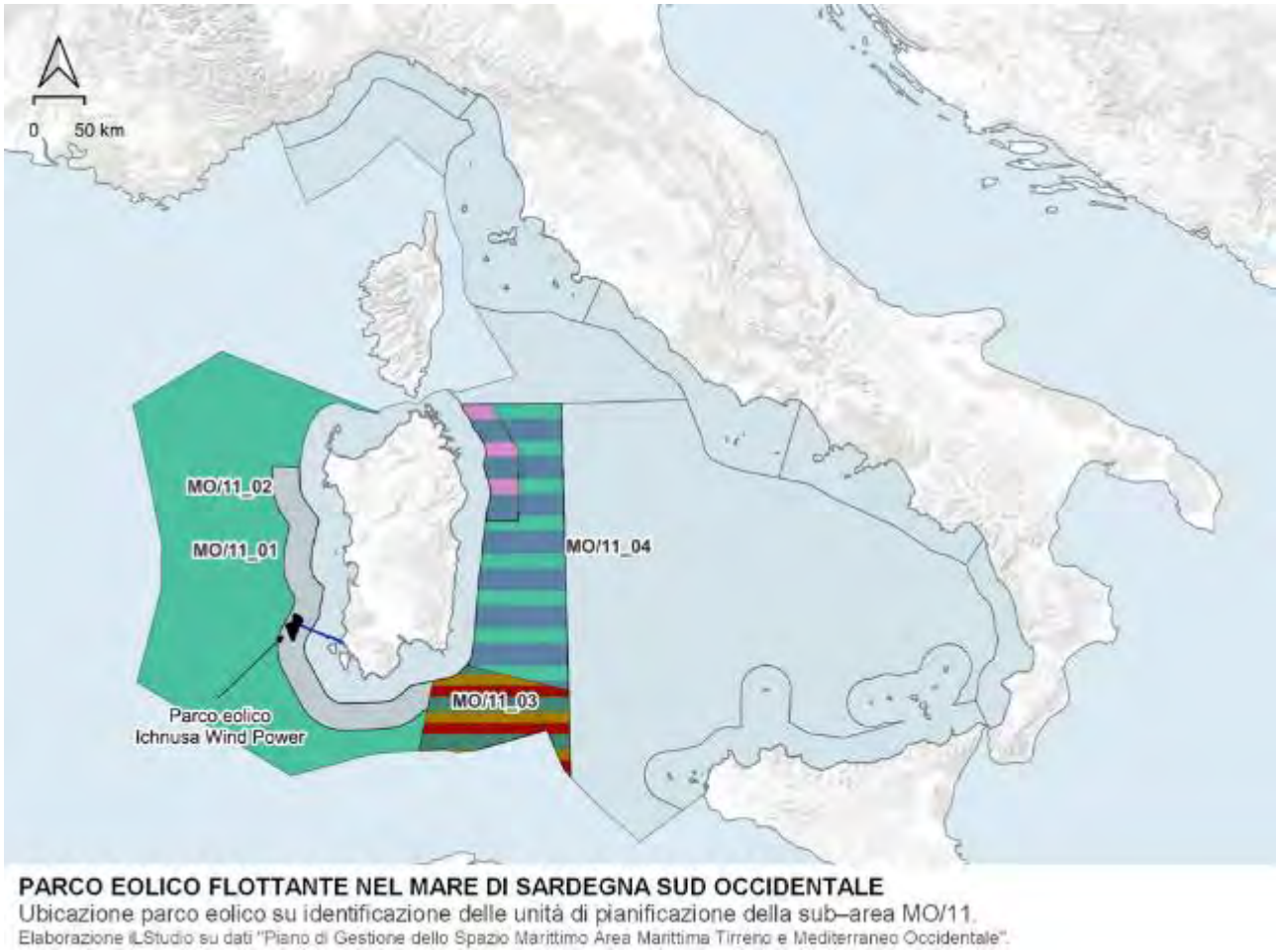


Figura 407 – Identificazione delle unità di pianificazione della sub–area MO/11.
Piano di Gestione dello Spazio Marittimo Area Marittima Tirreno e Mediterraneo Occidentale.

In riferimento alla protezione del patrimonio culturale, si evidenzia che le opere in progetto sono state opportunamente localizzate anche alla luce delle indagini strumentali necessarie per la caratterizzazione del fondale, effettuate sia in corrispondenza del punto di installazione delle turbine eoliche, che lungo la rotta di posa dell'elettrodotto di connessione a terra. Tali indagini, effettuate sotto la direzione archeologica del dott.

Francesco Tiboni (archeologo subacqueo con esperienza ventennale), hanno coperto superfici molto più ampie di quelle interessate dalle singole installazioni, sia per quanto attiene alla superficie individuata per il parco eolico, sia nell'ambito del corridoio di posa dell'elettrodotto di connessione a terra, proprio al fine di permettere la più ottimale localizzazione dell'impianto anche dal punto di vista della tutela del patrimonio culturale subacqueo.

Inoltre, il Piano di Gestione dello Spazio Marittimo definito per il "Mar Tirreno – Mediterraneo occidentale" vede il parco eolico rientrare nella sub-area MO/11 - Piattaforma continentale e ZPE Tirreno Occidentale e Sardegna Occidentale. Si può notare, dunque, che gli usi dei mari sardi siano stati pianificati con la consapevolezza della presenza della Zona di Protezione Ecologica del Mediterraneo Nord Occidentale (DPR 209/2011). In particolare, le turbine rientrano all'interno della Unità di Pianificazione MO/11_02 (Figura 407), relativamente alla quale è espressamente dichiarato che l'area presenta un potenziale di interesse energetico associato ad eolico offshore ("*L'area possiede inoltre una vocazione rispetto al potenziale di sfruttamento di fonti energetiche rinnovabili, sia rispetto all'eolico che all'energia ondosa. Tale vocazione va preservata e rafforzata nella direzione della transizione energetica verso lo sviluppo del settore delle energie marine rinnovabili*" – PSGM Mar Tirreno – Mediterraneo occidentale). Infatti, è prevista la possibilità di sfruttare lo spazio marittimo per l'obiettivo specifico Energia ((MO/11) OSP_E|01) "Contribuire a favorire la transizione energetica verso fonti rinnovabili e a ridotte emissioni attraverso lo sviluppo della produzione di energie rinnovabili a mare".

3. con riferimento alla componente fauna non è stato possibile effettuare una analisi completa della documentazione relativa allo stato di fatto della componente e all'analisi dei potenziali impatti, in virtù di quanto si è già rilevato nella citata nota prot. D.G.A. n. 25593 del 17.07.2023 (n.d.r. impossibilità di consultare gli elaborati C0421YR25IMPAVI00a – Relazione di Monitoraggio, Inquadramento Tecnico e Valutazione Degli Impatti sull'avifauna, C0421YR21ACUMAR00a – Relazione Tecnica Valutazione Impatto Acustico Marino, C0421YR23EMFMAR00a – Relazione Tecnica Valutazione Impatto Elettromagnetico sulla Fauna Marina, C0421SR14RELFON00a - Relazione Tecnica – Dimensionamento della Fondazione Galleggiante, C0421ER16RELELE00d - Relazione Elettrica, C0421SR15RELORM00a – Relazione Tecnica – Dimensionamento delle Strutture di Ancoraggio e Ormeggio), in merito alla mancata pubblicazione integrale di documenti per ragioni di presunto "segreto industriale", che non si condividono. Tuttavia, sulla base di dati e informazioni in possesso di questa Direzione Generale, si evidenzia che:

3.1 in relazione alla Cetofauna, è emersa la presenza, nel tratto di mare interessato dall'opera in esame, dei cetacei Tursiope (Tursiops truncatus), Stenella striata (Stenella coeruleoalba), Grampo (Grampus griseus), Delfino comune (Delphinus delphis). Lo Studio per la Valutazione di Incidenza presentato dalla Proponente ha inoltre evidenziato la possibile presenza anche delle seguenti altre specie: Balenottera comune (Balaenoptera physalus), Capodoglio (Physeter macrocephalus), Zifio (Ziphius cavirostris), Globicefalo (Globicephala melas). Si osserva che il Tursiope risulta specie di importanza comunitaria (elencata nell'allegato II della Direttiva Habitat) mentre il Delfino comune, la Balenottera comune, il Capodoglio e il Globicefalo, sono considerate specie "Endangered" (in pericolo) nella lista rossa IUCN, dove invece lo Zifio risulta Vulnerabile. Si evidenzia che i cetacei sono tra le specie marine più sensibili ai possibili impatti causati dalla presenza di impianti eolici offshore, che possono generare su essi:

3.1.1 impatto acustico, producendo un'ampia gamma di effetti negativi: dal forzato abbandono dell'area, alla perdita di sensibilità uditiva (conseguenza di traumi acustici), che dipendono poi dalla durata e dall'intensità dell'esposizione;

Premettendo che, con invio a mezzo corriere (prot. trasm. n. F0219U.101123.R.1279 del 10/11/2023, prot. istanza n. F0219U.101123.R.1281), la Proponente ha provveduto a trasmettere la documentazione richiesta in versione non secretata alla Regione Autonoma della Sardegna, si segnala quanto segue.

La valutazione di impatto acustico subacqueo per la stima degli effetti indotti dal rumore sulle specie marine è stata condotta dal Proponente mediante apposito studio specialistico allegato allo SIA (*"Relazione tecnica - Valutazione impatto acustico marino"*, cod. C0421YR21ACUMAR00). Lo studio è redatto in conformità con le indicazioni delle linee guida nazionali per la Valutazione di impatto ambientale (SNPA 28/2020) e affronta i seguenti aspetti:

[…]

definizione dell'area di influenza, caratteristiche geografiche, caratteristiche acustiche delle immissioni previste e criticità […];
studio dei Recettori […];
analisi delle pressioni […];
definizione degli impatti […];

[…]

Lo studio ha analizzato un'area di 40 km di raggio attorno alle installazioni offshore ed ha tenuto conto delle caratteristiche morfo-batimetriche e geologiche dei fondali oltreché delle caratteristiche della colonna d'acqua al fine di valutare, con modello numerico, la propagazione dell'onda acustica nel mezzo. Le valutazioni sono state effettuate per le diverse fasi di progetto, dalla costruzione alla dismissione, considerando stime fedeli degli spettri di emissione delle varie sorgenti di insonificazione (piling, trenching, ecc.).

Un corposo studio bibliografico ha permesso di individuare i possibili ricettori nell'area di indagine e le relative caratteristiche uditive così da considerare, nella valutazione di impatto, la sensibilità in frequenza delle diverse specie. Particolare attenzione è stata posta alle specie di mammiferi, pesci e rettili marini. Per la fase di installazione è stata anche modellata la risposta comportamentale degli individui così da simulare la variazione dei livelli acustici percepiti durante l'eventuale temporanea azione evasiva dai siti di battitura così come da prassi internazionale (modello *fleeing speed* proposto dall'Agenzia Danese per l'Energia).

I livelli sonori calcolati sono stati tradotti in idonee metriche SPL e SEL così come suggerito dai più recenti studi di settore (Southall, 2019) applicando idonee curve si sensibilità acustica specie-specifiche e diversificando le soglie di impatto in relazione alla caratteristica del disturbo sonoro (suoni impulsivi come il piling o continui come l'emissione sonora degli aerogeneratori in esercizio). Si è quindi proceduto a mappare l'intera area di indagine con i livelli sonori indotti per determinare l'estensione degli areali di impatto rispetto a danni di tipo permanente, temporaneo e comportamentale.

Per quanto attiene l'oggetto dell'osservazione in relazione alla presenza del parco eolico, l'analisi acustica (par. 11.3.1.2 dello SIA, cod. 2_C0421YR03RELSIA00 e report specialistico cod. C0421YR21ACUMAR00) ha evidenziato livelli di pressione sonora subacquea al di sotto della soglia di disturbo comportamentale (120 dB re 1 µPa) già entro i 2 - 3 km di distanza dall'inviluppo del parco con livelli di insonificazione prevalenti attorno a 105 dB re 1µPa. In nessun caso sono superate le soglie di danno temporaneo e permanente così come riconosciute nella letteratura di settore. Anche per le altre specie marine, pesci e rettili, i livelli previsti rientrano nei valori limite statisticamente riconosciuti in letteratura scientifica sia per quanto riguarda gli effetti fisiologici temporanei/permanenti, sia per quanto riguarda i disturbi al comportamento.

È opportuno osservare che la soglia di disturbo comportamentale dei 120 dB, secondo le indicazioni del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) dovrebbe essere modificata in aumento (ovvero verso livelli di maggior rumore) quando inferiore al rumore di fondo dell'area di indagine. Pur trascurando (cautelativamente) tale correzione, ai fini di un efficace confronto dei livelli di insonificazione calcolati con le condizioni acustiche *ante operam*, la mappa del livello di pressione sonora indotto dall'esercizio del parco eolico è stata quindi confrontata con i livelli di insonificazione del traffico marittimo nella medesima zona di mare calcolati sulla base delle mappe di densità della navigazione del servizio EMODnet Human activities. Si è visto che, in relazione alle attuali condizioni di insonificazione dell'area e indipendentemente dalla specie marina considerata, il rumore del parco sia pressoché coperto (se non in immediata vicinanza delle strutture) da quello associato al traffico navale e che quindi, in relazione alle stime effettuate, non sussistono le condizioni per l'insorgenza di effetti negativi tra le condizioni ante-operam e post-operam.

Si può quindi concludere che, in relazione alla pre - esistente condizione dell'area, la presenza del parco non introduce alcun fattore di rischio significativo per le specie marine presenti, in particolare per le specie di mammiferi marini stanziali del Mare di Sardegna.

3.1.2 impatto da collisione, dovuto all'aumento del traffico nautico.

All'interno dello SIA è stato affrontato il tema dell'aumento del traffico marittimo dovuto alle attività connesse al progetto (par. 7.7.8 e 11.8.1 dello Studio di Impatto Ambientale).

Il naviglio impiegato per le operazioni in mare è per lo più composto da imbarcazioni di supporto alle attività offshore, rimorchiatori e piccole imbarcazioni per il trasferimento del personale addetto alla manutenzione (CTV). Le attività previste sono svolte tra il porto di assemblaggio (Oristano), il porto che accoglie il personale addetto alla manutenzione (Portoscuso) e l'area del parco eolico offshore.

La quantificazione delle imbarcazioni utilizzate per l'installazione del parco eolico è riportata nella seguente tabella, corredata dal computo di giorni necessari ad ogni mezzo per adempire alle operazioni previste.

Tabella 80 – Mezzi navali impiegati durante la fase di costruzione.

Mezzo navale	Quantità	Durata [giorni]
Main MPSV	1	~400
Support AHTS	1	~400
Tug 70t	1	~400
Tug 40t	2	~400
CTV	1	~400

Per la fase di esercizio sono previsti interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria sugli aerogeneratori e la sottostazione elettrica offshore. In riferimento alla manutenzione straordinaria, si suppone che ogni aerogeneratore necessiti al massimo di un intervento di manutenzione durante l'intero ciclo di vita del parco, pari a 30 anni. Le operazioni di manutenzione ordinaria sono previste mediante il solo utilizzo di una imbarcazione per il trasferimento del personale manutentore dal porto di Portoscuso al sito del parco eolico offshore.

Le operazioni di manutenzione straordinaria sono condotte mediante l'utilizzo di 5 mezzi navali. Tuttavia, considerando che i 2 rimorchiatori con capacità di tiro pari a 40t sono operativi esclusivamente per le manovre in porto delle fondazioni galleggianti le imbarcazioni deputate alle attività di manutenzione straordinaria risultano essere solo 3. Si precisa inoltre che il numero di operazioni di manutenzione straordinaria previste durante il ciclo di vita del parco eolico (30 anni) è pari a 42, con durata della singola operazione di 6 giorni circa.

Tabella 81 – Mezzi navali impiegati durante la fase di manutenzione.

Mezzo navale	Quantità	Durata [giorni]
Main MPSV	1	~256
Support AHTS	1	~256
CTV	1	~256

È stato quindi effettuato un confronto diretto tra il numero di mezzi impiegati ed il traffico già esistente nell'area di progetto. Con tale obiettivo, nella figura seguente si riportano le rotte previste per le operazioni a mare, corredate dall'andamento del traffico navale medio esistente (EMODnet, 2022). La mappa cromatica del traffico navale è espressa in numero medio annuo di navi istantanee per chilometro quadrato.

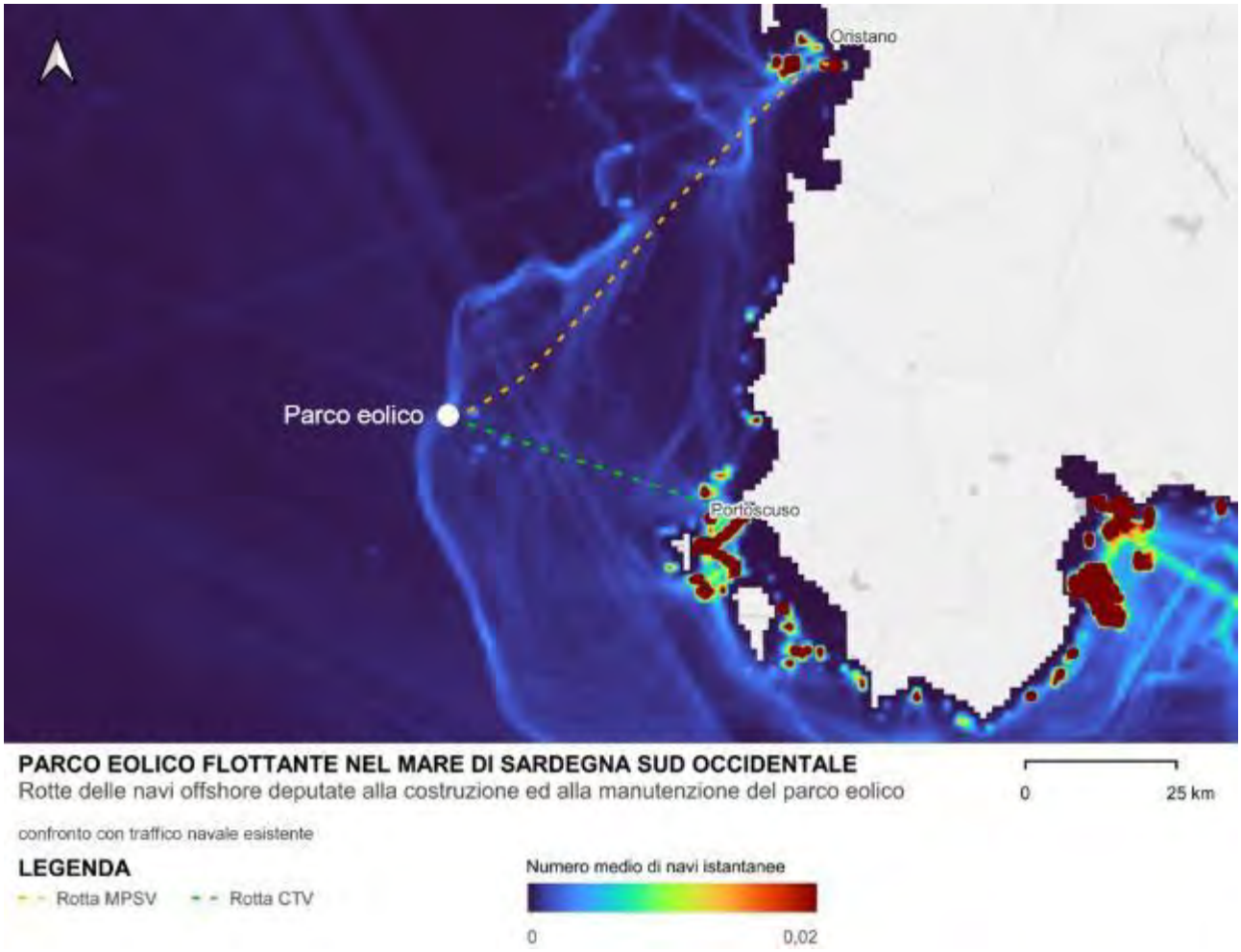


Figura 39 – Rotte delle navi offshore deputate alla costruzione ed alla manutenzione del parco eolico, confronto con traffico navale esistente.

Elaborazione iLStudio.

Dall'analisi della mappa cromatica indicata in figura, risultano per l'intera area rappresentata un numero medio annuo istantaneo di navi pari a 30. Tale valore è utilizzato come termine di paragone con il traffico navale connesso al progetto.

Vista la natura temporanea delle operazioni previste e visto il ridotto numero di mezzi coinvolti in riferimento alla media annua istantanea di 30 navi, l'incremento del traffico navale non è ritenuto significativo per un aumento sensibile del rischio di collisione dei mammiferi marini con le imbarcazioni.

Il rischio associato alla collisione è infatti determinato dalla frequenza dell'evento (l'impatto dell'individuo con l'imbarcazione) e dalla magnitudo dei suoi effetti (lesione grave, temporanea o permanente dell'animale). La frequenza di impatto dipende dal numero di imbarcazioni, dalla loro velocità (che influisce sul tempo di risposta dell'animale) e dalla loro stazza (maggiore superficie disponibile per l'impatto). La magnitudo è strettamente correlata all'energia del colpo ovvero alla velocità e alla massa dell'imbarcazione e dell'individuo. Infatti, in uno studio (Whale and Dolphin Conservation Society, WDCS, 2018), si afferma che *"[…] le balene colpite a velocità superiori a 13 nodi avevano maggiori probabilità di subire lesioni mortali, mentre le balene colpite a velocità inferiori a 13 nodi avevano maggiori probabilità di sopravvivere* (Laist, et al., 2001) (Jensen & Silber, 2004) *[…]"*. La maggior parte delle ferite mortali o gravi segnalate ha riguardato gli impatti di navi più grandi. Un esame di 23 collisioni mortali di grandi balene ha rivelato che almeno 20 (87%) di questi incidenti hanno coinvolto imbarcazioni lunghe più di 80 metri (Laist, et al., 2001). La maggior parte dei casi con ferite lievi, al contrario, ha riguardato collisioni con imbarcazioni di lunghezza inferiore a 45 metri.

Nel caso in esame, le operazioni di installazione, trasporto e manutenzione saranno effettuate con mezzi di piccole dimensioni (CTV, crew transfer vessel) o in movimento a bassa velocità (ad esempio velocità di rimorchio 3 kn) per la sola fase di spostamento dai porti all'area del parco e viceversa. Le operazioni in mare saranno invece effettuate in condizioni di stazionamento in prossimità delle turbine o delle sottostazioni galleggianti.



Figura 40 – Esempio di nave di installazione con WROV



Figura 41 – Esempio di nave di mantenimento della posizione



Figura 42 – Esempio di nave di trasporto equipaggio (CTV)



Figura 43 – Esempio di rimorchiatore portuale

Per quanto sopra riportato, non si ritiene che il progetto possa determinare un incremento del traffico marittimo tale da determinare impatti negativi sulla fauna marina.

3.1.3 le conclusioni del rapporto tecnico di compatibilità ambientale con la cetofauna, presentato dal proponente, riportano che «non si prevedono conseguenze a lungo termine prodotte dalla realizzazione del parco eolico in oggetto sulla cetofauna locale», tuttavia si ritiene «necessario ipotizzare la redazione di un protocollo per la misurazione del rumore realmente prodotto durante le fasi di realizzazione dell'impianto, al fine di verificare l'attendibilità dei dati utilizzati in fase previsionale», dando quindi evidenza del fatto che la valutazione è stata basata non su dati sito specifici certi ma solo previsionali.

La valutazione di impatto acustico subacqueo per la stima degli effetti indotti dal rumore sulle specie marine è stata condotta dal Proponente mediante apposito studio specialistico allegato allo SIA (*"Relazione tecnica - Valutazione impatto acustico marino"*, cod. C0421YR21ACUMAR00). Lo studio è redatto in conformità con le indicazioni delle linee guida nazionali per la Valutazione di impatto ambientale (SNPA 28/2020) e affronta i seguenti aspetti:

[…]

1) *definizione dell'area di influenza, caratteristiche geografiche, caratteristiche acustiche delle immissioni previste e criticità […];*

studio dei Recettori […];
analisi delle pressioni […];
definizione degli impatti […];

[…]

La valutazione ha carattere previsionale e mira, nelle finalità della procedura di Valutazione dell'Impatto Ambientale, a determinare su una base dati sito specifica e mediante modelli numerici ad adeguata fedeltà, se esistano o meno le condizioni per innescare impatti significativi sull'ecosistema marino e prevedere, ove necessario le opportune mitigazioni.

Fatte queste premesse, lo studio ha analizzato la propagazione sonora in ambiente subacqueo mediante applicazione di un solutore acustico che tiene in conto gli effetti del fondale e la sua interazione con la sorgente acustica da un punto di vista geomorfologico e geotecnico.

Per quanto riguarda la caratterizzazione geofisica del fondale, ed in particolare la sua configurazione morfologica e batimetrica, si è fatto riferimento al servizio GEBCO 2021 Grid (GEBCO, 2021) che restituisce il modello del fondale con una precisione orizzontale di 15 secondi d'arco (circa 350 m). Per quanto riguarda invece le caratteristiche geoacustiche del fondale, si è fatto riferimento alle mappe del servizio EMODnet Geology.

Infine, le proprietà termofisiche della colonna d'acqua tra cui temperatura, salinità, densità e velocità del suono, sono state estratte dal database del servizio World Ocean Atlas (NOAA - World Ocean Atlas, 2018) basato sui dati del World Ocean Database (WOD).

La verifica del modello previsionale sarà, come da prassi, effettuata mediante monitoraggio in situ del rumore subacqueo da effettuare, secondo le indicazioni del documento "Piano di monitoraggio ambientale" cod. C0421YR05MONAMB01 in fase ante-operam, durante la costruzione e nei primi anni dell'esercizio così come aggiornato e allegato al presente documento di integrazione.

Nello specifico, il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) rappresenta l'insieme di azioni che consentono di verificare i potenziali impatti ambientali significativi e negativi derivanti dalla realizzazione, esercizio e dismissione del progetto. Il PMA deve quindi essere predisposto per tutte le fasi di vita dell'opera (fase ante operam, corso d'opera, post operam ed eventuale dismissione); esso rappresenta lo strumento che fornisce la reale misura dell'evoluzione dello stato dell'ambiente e consente di individuare i segnali necessari per

attivare preventivamente e tempestivamente eventuali azioni correttive qualora le "risposte" ambientali non fossero coerenti con le previsioni. Le attività del PMA saranno finalizzate a:

- verificare lo scenario ambientale di riferimento (monitoraggio *ante operam*) utilizzato per la valutazione degli impatti ambientali generati dall'opera in progetto;
- verificare le previsioni degli impatti ambientali attraverso il monitoraggio dell'evoluzione dello scenario ambientale di riferimento a seguito dell'attuazione del progetto (monitoraggio in corso d'opera e post operam), in termini di variazione dei parametri ambientali caratterizzanti lo stato quali - quantitativo di ciascuna tematica ambientale soggetta a un impatto significativo;
- verificare l'efficacia delle misure di mitigazione previste per ridurre l'entità degli impatti ambientali significativi eventualmente individuati in fase di costruzione, di esercizio e di dismissione (monitoraggio in corso d'opera e post operam);
- individuare eventuali impatti ambientali non previsti o di entità superiore rispetto alle previsioni e programmare le opportune misure correttive per la loro risoluzione (monitoraggio in corso d'opera e post operam).

3.2 i Piani di Gestione dei Siti Natura 2000 prospicienti l'opera in esame indicano inoltre la presenza, sulle coste e nelle aree marine ad esse limitrofe, delle seguenti altre specie faunistiche di importanza comunitaria (elencate nell'allegato II della Direttiva Habitat o nell'allegato I della Direttiva Uccelli) potenzialmente sensibili agli impatti prodotti dall'eolico offshore in esame, in quanto specie migratorie o stanziali ma che presentano anche una componente migratoria:

3.2.1 Rettili: Tartaruga marina comune (Caretta caretta). A questo proposito si osserva che sono note molteplici e recenti nidificazioni di tartaruga Caretta caretta nelle spiagge presenti sulla costa di Portoscuso, Carloforte e Sant'Antioco, l'ultima scoperta solo qualche giorno fa (28 luglio 2023) in una spiaggia di Carloforte;

3.2.2 Avifauna: Berta maggiore (Calonectris diomedea), Falco della regina (Falco eleonorae), Falco pellegrino (Falco peregrinus), Falco di palude (Circus aeruginosus), Marangone dal ciuffo (Phalacrocorax aristotelis desmarestii), Gabbiano corso (Larus audouini), Fenicottero rosa (Phoenicopterus roseus). In particolare si osserva che la parte costiera della ZPS "Costa e Entroterra tra Punta Cannoni e Punta delle Oche - Isola di San Pietro" - ITB043035, è caratterizzata, come indicato nel Piano di Gestione, da formazioni rocciose basse e falesie in grado di ospitare numerose colonie di uccelli marini (Calonectris diomedea, Phalacrocorax aristotelis desmarestii, Larus audouini, Falco eleonorae) che, grazie alla scarsa accessibilità, trovano in tali aree habitat idonei non solo alla presenza ma anche alla nidificazione. Inoltre la parte occidentale dell'Isola di San Pietro ospita una delle più importanti colonie di Falco della Regina (Falco eleonorae) del Mediterraneo, specie che nidifica in colonie su piccole isole e nelle falesie inaccessibili all'uomo e la cui popolazione italiana nidificante è distribuita prevalentemente in Sardegna e in Sicilia.

Come riportato nella Valutazione di Incidenza Ambientale, si ricorda che il parco eolico non ricade direttamente in un'area Rete Natura 2000, tuttavia, vista l'importanza strategica dell'opera e dell'area in esame è stato condotto uno studio sui possibili effetti che, anche se generati da sorgenti esterne alla Rete Natura 2000, possono costituire una incidenza negativa.

Dalla valutazione effettuata e dai report specialistici allegati al progetto emerge che:

- non sono stati rilevati, attraverso gli studi bibliografici e le osservazioni dirette sul posto, flussi migratori che possano determinare impatti significativi delle opere in progetto sulle specie migratrici durante la fase di esercizio del parco;
- non risultano, altresì, fattori evidenti che consentano di prevedere un significativo impatto della futura fase di esercizio dell'impianto eolico sull'avifauna residente. Si ritiene che lo stato di conservazione delle specie di interesse conservazionistico presenti nell'area, non sia da ritenersi influenzato dalle attività di costruzione dell'impianto eolico in oggetto;
- rispetto alla componente fauna presente nei ZSC/ZPS, si è valutata l'incidenza dell'opera in fase di realizzazione del parco e sono state distinte le aree a mare da quelle a terra. In particolare, per quanto riguarda la valutazione di incidenza della fase di realizzazione offshore, è stata considerata la sola fauna marina potenzialmente soggetta a perturbazione acustica dovuta alle operazioni di installazione del parco e delle opere connesse. In base ai risultati dell'analisi numerica della perturbazione del clima acustico sottomarino, durante la fase di costruzione è stata individuata una distanza di sicurezza pari a circa 1450m, associata alla specie più sensibile protetta dalla Rete Natura 2000 (*Caretta caretta*). Pertanto l'incidenza indotta dalla perturbazione del clima acustico subacqueo durante le operazioni di infissione degli ancoraggi non sono state valutate significative;
- rispetto alla fauna presente nei ZSC/ZPS, si è inoltre valutata l'incidenza dell'opera in fase di esercizio. Con riferimento alla fauna marina, l'analisi numerica della perturbazione del clima acustico sottomarino non ha evidenziato incidenze significative, in quanto i livelli di esposizione e di pressione sonora sono al di sotto delle soglie di danno;
- rispetto alla fauna presente nei ZSC/ZPS, si è valutata l'incidenza dell'opera in fase di esercizio in riferimento alle emissioni elettromagnetiche, considerando tale incidenza come non significativa, in

quanto i livelli di campo magnetico indotto sono risultati particolarmente bassi ed hanno determinato fasce di rispetto contenute (pochi metri) anche per le specie più sensibili.

RETTILI

In riferimento alle testuggini, vengono di seguito riportati gli aggiornamenti in merito alla schiusa delle tartarughe *Caretta caretta* in prossimità dell'area in esame:

- Spiaggia La Bobba, Carloforte (2023);
- Spiaggia Giunco, Carloforte (2023);
- Spiaggia Punta de S'Aliga, Portoscuso (2021).



Figura 44 – Localizzazione dei siti di nidificazione.
Elaborazione iLStudio su dati www.tartapedia.it

Le tartarughe marine mostrano, grazie all'*imprinting* ambientale, un'elevata fedeltà nei confronti dei luoghi di nidificazione. Nel lavoro di (Mancino, et al., 2022)[22] è stata, tuttavia, verificata la variazione della distribuzione dei nidi dal 1960 al 2020 nel bacino Mediterraneo, per effetto del cambiamento climatico che contribuisce alla diminuzione dei tassi di nascita a causa dell'innalzamento del mare e all'aumento della temperatura della sabbia, che incide sulla determinazione del sesso.

Di fatto si evince un netto spostamento dei luoghi di nidificazione che, dapprima, erano concentrati principalmente nel Mar Egeo e Levantino mentre, nell'ultimo decennio (2010-2020), la tendenza è concentrata a sud delle coste italiane.

[22] Mancino, C., Canestrelli, D. & Maiorano, L., 2022. Going west: Range expansion for loggerhead sea turtles in the Mediterranean Sea under climate change. *Global Ecology and Conservation*, Volume 38.



Figura 45 – Luoghi di nidificazione della tartaruga Caretta caretta nel Mediterraneo (dal 1960 al 2020).
Fonte: (Mancino, et al., 2022)

Per garantire la tutela di queste specie di interesse conservazionistico, le operazioni di posa dell'elettrodotto marino saranno effettuate sfruttando le migliori tecnologie disponibili e salvaguardando il periodo di riproduzione e deposizione. Le opere in progetto non determinano la perdita di possibili habitat di riproduzione, dato che la fase di assemblaggio e costruzione sarà eseguita in ambito portuale presso banchina strumentata. Inoltre, le fasi di lavoro saranno eseguite nel periodo diurno in modo da evitare che, eventuali fonti luminose artificiali, possano compromettere il tragitto delle piccole tartarughe dalla fase neritica a quella oceanica, dal momento che utilizzano il riflesso della luna sulla superficie del mare per orientarsi.

AVIFAUNA

In riferimento all'avifauna, nel report specialistico dal titolo "*Relazione di monitoraggio, inquadramento tecnico e valutazione degli impatti sull'avifauna*" cod. C0421YR025IMPAVI00, sono state effettuate le opportune valutazioni del rischio di collisione grazie a due campagne di monitoraggio. Nel seguito studio si pone particolare attenzione alla presenza di colonie di specie di interesse conservazionistico di cui all'osservazione in oggetto.

In particolare, 9 individui di berta maggiore e del falco della regina sono stati dotati di un piccolo registratore GPS che ha consentito di raccogliere dati per un totale di 315 giornate con 53119 posizioni e 671 giornate con 12601 posizioni rispettivamente. Il marangone dal ciuffo e il gabbiano corso, specie di interesse comunitario legate ad ambienti marino-costieri, sono stati trattati con schede specifiche che ne descrivono la consistenza e la localizzazione dei nuclei riproduttivi.

Entrambe le specie si alimentano in prossimità della costa, con un raggio di foraggiamento medio di 4 km e massimo di 20 km dalla colonia per il marangone dal ciuffo e distanza variabili per il gabbiano corso che predilige alimentarsi in acque costiere. Inoltre, le osservazioni dirette dalla postazione di Capo Sandalo hanno rilevato solo 3 individui per il gabbiano corso mentre nessun individuo è stato rilevato né nel corso dei transetti a mare svolti nell'area del proposto impianto eolico né durante il percorso di avvicinamento alla stessa.

Le numerose osservazioni di falco pellegrino effettuate dalla terraferma erano verosimilmente da ascrivere agli individui della locale popolazione nidificante che frequentavano le coste rocciose dalle quali sono state condotte le osservazioni e che pertanto venivano ripetutamente rilevati durante il monitoraggio. I falchi pellegrini cacciano raramente in mare aperto e non sono mai stati osservati nei transetti a mare.

Per quanto riguarda il fenicottero, il cui potenziale attraversamento dell'area del proposto impianto sarebbe esclusivamente da ascrivere a spostamenti migratori attraverso il Mediterraneo, non si è ritenuta necessaria una analisi di dettaglio, in considerazione della relativa marginalità dell'area del proposto impianto rispetto alle direttrici di migrazione ricavabili dall'Atlante europeo delle migrazioni (Spina, 2022) e ci si è limitati all'attribuzione di un rischio specifico di collisione valutato come "medio".

Per quanto riguarda la nidificazione, come riportato nello studio, la berta maggiore è stabilita in tre siti:

- Scoglio Pan di Zucchero: la popolazione risulta minacciata dalla presenza del ratto nero che incide sul successo riproduttivo. Il sito si trova ad una distanza minima di circa 43 km dall'impianto in progetto;
- Isola della Vacca: la popolazione risulta minacciata dalla presenza del ratto nero che incide sul successo riproduttivo. Il sito si trova ad una distanza minima di circa 33 km dall'impianto in progetto;
- Isola del Toro: non risulta essere colonizzata dal ratto nero, pertanto è considerato uno dei siti chiave per la conservazione della specie. Il sito si trova ad una distanza minima di circa 65 km dell'impianto.

In conclusione, i dati sito specifici ricavati dalle campagne di monitoraggio (autunnali e primaverili) suggeriscono livelli di rischio per l'avifauna assolutamente accettabili con impatti prevedibili cautelativamente non superiori al livello "medio".

3.3 le conclusioni dello Studio per la Valutazione di Incidenza Ambientale, effettuato dalla Proponente, evidenzia che l'opera in esame, in relazione a possibili impatti sull'avifauna, determina per la maggior parte dei siti Natura 2000 un'incidenza nulla o trascurabile, al più bassa. Ciò è evidentemente in contrasto con quanto riportato nello studio ISPRA "Mappe di sensibilità dell'avifauna per l'eolico offshore" (ISPRA, 2021), da cui risulta che le aree marine corrispondenti alla classe di sensibilità estremamente alta, per lo più sono ubicate lungo le due principali direttrici di migrazione (flyway) che interessano l'Italia. Una di queste passa attraverso la Toscana, la Corsica e la Sardegna, con un orientamento vicino all'asse N-S. In corrispondenza di Corsica e Sardegna le rotte di volo corrono parallele alla costa; inoltre tra la Sardegna e il nord Africa il flusso migratorio è molto intenso. Secondo detto studio il progetto in esame risulta pertanto ricadere in un'area con sensibilità alta/estremamente alta per le specie avifaunistiche sensibili agli impatti con l'eolico offshore;

La Valutazione di Incidenza Ambientale già allegata allo Studio di Impatto Ambientale con cod. C0421YR03RELSIA00 stata redatta secondo le Linee Guida Nazionali (Direttiva 92/43/CEE "Habitat" art. 6, paragrafi 3 e 4) considerando le specie individuate nell'area del parco eolico durante le attività di monitoraggio e tutelate dalla Rete Natura 2000.

In riferimento all'avifauna, la Vinca si è avvalsa delle risultanze della campagna di monitoraggio commissionata dal Proponente alle società *Ornis Italica* e *Anthus* con il supporto scientifico dei ricercatori ISPRA (Dott. Lorenzo Serra, Dott. Jacopo Cecere, Dott. Nicola Baccetti), nonché di un modello di rischio di collisione a cura del Dott. Forestale Camillo A. Cusimano (Stazione Ornitologica "Aegithalos").

Il documento ISPRA (2021) "*Mappe di sensibilità dell'avifauna per l'eolico offshore*", citato nella presente richiesta di integrazione, non è reperibile in rete e non è presente nella collezione di pubblicazioni di ISPRA consultabili mediante apposito portale web. Le mappe di sensibilità ivi riportate sono definite (dagli stessi autori) "*non del tutto esaustive"* poiché *"esistono lacune conoscitive dovute alla parzialità dei dati*". Nel documento si evidenzia infatti che "*considerati i tempi ristretti, per la realizzazione del lavoro non è stato possibile acquisire dati originali attraverso specifiche campagne di monitoraggio*". Si tratta peraltro di uno studio a scala nazionale con una risoluzione della maglia di analisi di 10 x 10 km, quindi non immediatamente riportabile a situazioni di dettaglio come l'ambito interessato dal presente progetto.

Nel documento viene indicata un'importante direttrice di migrazione che passa attraverso la Toscana, la Corsica e la Sardegna; si tratta di una *flyway* ben conosciuta e descritta anche sulla base delle ricatture degli uccelli migratori e alla quale è stato fatto specifico riferimento nello studio specialistico dal titolo "*Relazione di monitoraggio, inquadramento tecnico e valutazione degli impatti sull'avifauna*" cod. C0421YR025IMPAVI00.

Generalmente, i migratori evitano l'attraversamento di ampi bracci di mare e pertanto minimizzano il passaggio sul mare volando sulla terraferma. Come indicato nel documento ISPRA (2021) in questione, le rotte in questo corridoio migratorio hanno un orientamento vicino all'asse N-S e corrono parallele alla costa, ma sulle isole (Corsica e Sardegna) gli uccelli, appena possibile, volano sulla terraferma e i tratti di mare che dividono le isole dalle masse continentali sono attraversati nel corridoio N-S.

Si precisa che l'impianto proposto si trova a oltre 35 km a ovest della costa sarda, quindi lontano dalla direttrice N-S che percorre un migratore per raggiungere le coste sarde dal sud (nella migrazione primaverile) o che le lascia provenendo dall'entroterra (nella migrazione autunnale). Nonostante la risoluzione delle mappe del documento ISPRA sia ad una maglia di 10 x 10 km, si può comunque notare come l'area destinata alla costruzione dell'impianto *offshore*, sia comunque marginale rispetto alla *flyway*.

Va inoltre considerato che il documento prodotto da ISPRA per le specie indicate al relativo par. 3.2.2 si basa su individui di popolazioni lontane dalla zona di interesse e, nel caso del falco della regina (anche se non indicata la località), un numero di individui inferiore a quello che è stato utilizzato per lo studio radiotelemetrico nel corso delle campagne di monitoraggio.

Anche nel caso della berta maggiore, sebbene il documento ISPRA faccia riferimento al tracciamento di 251 individui, nessuno di questi apparteneva a colonie nidificanti nelle vicinanze del proposto impianto offshore. Il report specialistico allegato allo Studio di Impatto Ambientale (cod. C0421YR03RELSIA00) ha quindi prodotto i primi tracciati di telemetria riferibili a colonie della Sardegna sud-occidentale che hanno le maggiori probabilità di frequentazione dell'area del proposto impianto.

Per il falco di palude, il documento ISPRA utilizza i dati di un solo individuo, mentre durante il monitoraggio sono stati osservati 291 falchi di palude e tutti hanno transitato lungo la costa o nell'entroterra.

Si conclude perciò che i dati raccolti nel corso del monitoraggio effettuato nel 2021 e nel 2022 ad opera della *Ornis Italica*, della *Anthus* e con il supporto scientifico dei ricercatori ISPRA sono, per tipologia e quantità delle osservazioni (dirette e con radar), continuità (due periodi di 45 giorni per ogni migrazione) e localizzazione (vicinanza al proposto impianto offshore) più adeguati a descrivere la fenomenologia migratoria nell'area.

I dati raccolti nel corso del monitoraggio, potranno essere messi a disposizione di ISPRA per eventuali aggiornamenti delle mappe.

3.4 alla luce delle considerazioni sopra esposte che vedono l'area interessata dall'impianto eolico offshore in progetto:

3.4.1 ricadente all'interno della Zona di Protezione Ecologica (ZPE) istituita anche per la protezione della biodiversità e degli ecosistemi marini, con riferimento, in particolare, alla protezione dei mammiferi marini, che frequentano questo tratto di mare (Tursiops truncatus, Stenella coeruleoalba, Grampus griseus, Delphinus delphis, Balaenoptera physalus, Physeter macrocephalus, Ziphius cavirostris, Globicephala melas);

3.4.2 ricadente all'interno di un'area con sensibilità alta/estremamente alta per le specie avifaunistiche sensibili agli impatti con l'eolico offshore, secondo lo studio ISPRA "Mappe di sensibilità dell'avifauna per l'eolico offshore" (ISPRA, 2021), in quanto si trova in corrispondenza di rotte di volo tra la Sardegna sud occidentale e il nord Africa, dove il flusso migratorio è molto intenso;

3.4.3 prospiciente ad aree di nidificazione di specie faunistiche legate all'ambiente marino, altamente protette come: Caretta, Falco eleonorae, Calonectris diomedea, Phalacrocorax aristotelis desmarestii e Larus audouini;

3.4.4 si ritiene che il progetto in esame, pur ricadendo al di fuori dei confini delle aree Natura 2000 e di altre aree protette ad esso prospicenti, possa tuttavia avere potenziali impatti negativi su queste, in quanto potrebbe causare incidenze significative su specie e habitat di specie che in esse si riproducono, si alimentano o transitano.

PUNTO 3.4.1

L'Italia ha emanato, in conformità a quanto previsto dalla Convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare (UNCLOS), la Legge 61/2006 recante "*Istituzione di Zone di Protezione Ecologica oltre il limite esterno del mare territoriale*" e il Decreto del Presidente della Repubblica 209/2011 "*Regolamento recante istituzione di Zone di Protezione Ecologica del Mediterraneo Nord-occidentale, del Mar Ligure e del Mar Tirreno*".

L'art. 3 del DPR 27/10/2011 n. 209 definisce le "*Misure di protezione dell'ambiente, degli ecosistemi marini e del patrimonio culturale subacqueo*".

Nella zona di protezione ecologica delimitata ai sensi dell'articolo 2, si applicano le norme dell'ordinamento italiano, del diritto dell'Unione europea e delle Convenzioni internazionali in vigore, di cui l'Italia è parte contraente, i particolare, in materia di: a) prevenzione e repressione di tutti i tipi di inquinamento marino da navi, comprese le piattaforme offshore, l'inquinamento biologico conseguente a discarica dia acque di zavorra, ove non consentito, l'inquinamento da incenerimento dei rifiuti, da attività di esplorazione, sfruttamento dei fondali marini e l'inquinamento di tipo atmosferico, anche nei confronti delle navi battenti bandiera straniera e delle persone di nazionalità straniera; b)protezione della biodiversità e degli ecosistemi marini, in particolare con riferimento alla protezione dei mammiferi marini; *c) protezione del patrimonio culturale rinvenuto nei suoi fondali.*

Le opere in progetto ricadono in parte all'interno della Zona di Protezione Ecologica. Tuttavia, in riferimento alle diverse fasi di progetto, non sono state individuate criticità per le suddette zone. Infatti, il naviglio che sarà adoperato, sia in fase di costruzione che di manutenzione, rispetterà le Convenzione Internazionali in materia di inquinamento marino ed atmosferico (MARPOL).

Il tema dell'inquinamento biologico conseguente allo scarico delle acque di zavorra, non risulta problematico dato che:

- le imbarcazioni utilizzate in fase di costruzione e manutenzione opereranno esclusivamente all'interno del bacino Mediterraneo e saranno comunque dotate di sistemi per il trattamento delle acque di zavorra;

- il sistema di zavorramento della fondazione galleggiante è fisso, motivo per cui non si prevede, durante la vita utile dell'impianto, lo scarico di acque di zavorra.

Si ricorda, inoltre, che il progetto non prevede in alcun modo l'incenerimento di rifiuti derivanti dalle attività di cantiere e di dismissione delle opere.

In relazione alla protezione della biodiversità e, in particolar modo, dei mammiferi marini, si rende noto che, come da Piano di Monitoraggio, saranno svolte, per la definizione dello status dei Descrittori qualitativi della Direttiva Quadro sulla Strategia Marina (MSFD – 2008/56/CE), opportune valutazioni durante le varie fasi di progetto: ante operam, di costruzione, di esercizio e di dismissione.

Secondo la bibliografia esistente e dai dati raccolti ed elaborati, risulta plausibile ritenere che l'installazione del parco eolico offshore non genererà conseguenze a lungo termine sulla megafauna. Nel dettaglio, l'utilizzo di strutture galleggianti permette di ridurre al minimo le emissioni sonore durante le fasi di installazione e di operatività del parco, non inducendo alcuna possibilità di danno significativo. Inoltre, considerando le emissioni elettromagnetiche, l'elettrodotto marino, data la disposizione compatta dei conduttori a trifoglio e all'utilizzo di cavi cordati ad elica, minimizza gli impatti connessi, garantendo comunque una fascia di possibile influenza sui comportamenti dei cetacei particolarmente contenuta (~3.5m).

In riferimento allo studio condotto sulla cetofauna ad opera della *Jonian Dolphin Conservation Environmental Protection*, "*Report tecnico di compatibilità con la cetofauna locale relativo al progetto di realizzazione di una floating offshore wind turbine – FOWT nel Mar di Sardegna Sud-Occidentale*", è plausibile presuppore che il rumore subacqueo generato durante l'installazione dell'impianto eolico sarà circoscritto esclusivamente al trasporto e al processo di ancoraggio, dato che le tecnologie utilizzate prevedono un livello di prefabbricazione a terra.

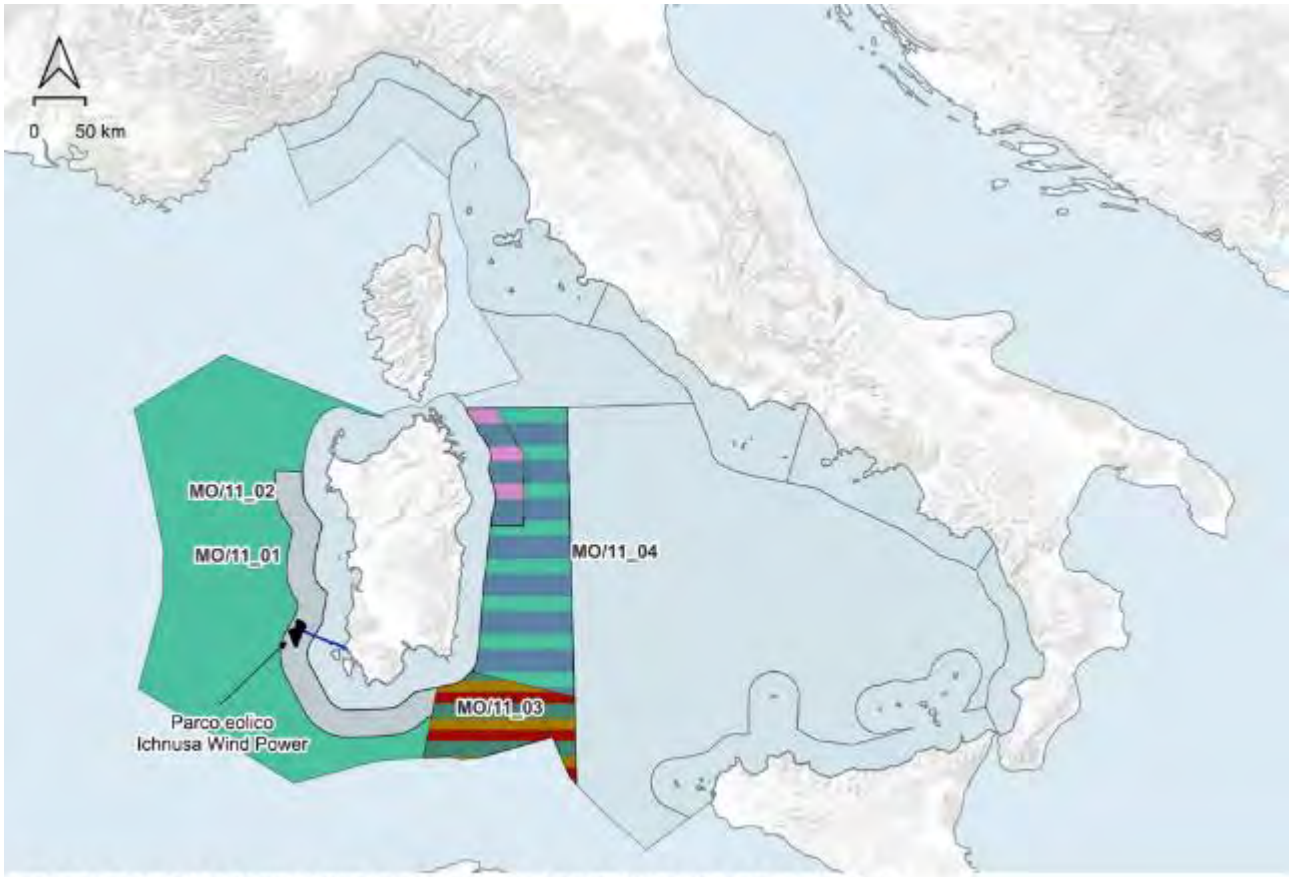


Figura 46 – Identificazione delle unità di pianificazione della sub–area MO/11.
Piano di Gestione dello Spazio Marittimo Area Marittima Tirreno e Mediterraneo Occidentale.

In riferimento alla protezione del patrimonio culturale, si evidenzia che le opere in progetto sono state opportunamente localizzate anche alla luce delle indagini strumentali necessarie per la caratterizzazione del fondale, effettuate sia in corrispondenza del punto di installazione delle turbine eoliche, che lungo la rotta di posa dell'elettrodotto di connessione a terra. Tali indagini, effettuate sotto la direzione archeologica del dott. Francesco Tiboni (archeologo subacqueo con esperienza ventennale), hanno coperto superfici molto più ampie di quelle interessate dalle singole installazioni, sia per quanto attiene alla superficie individuata per il parco eolico, sia nell'ambito del corridoio di posa dell'elettrodotto di connessione a terra, proprio al fine di permettere la più ottimale localizzazione dell'impianto anche dal punto di vista della tutela del patrimonio culturale subacqueo.

Vale inoltre la pena sottolineare che il Piano di Gestione dello Spazio Marittimo definito per il "Mar Tirreno – Mediterraneo occidentale" vede il parco eolico rientrare nella sub-area MO/11 - Piattaforma continentale e ZPE Tirreno Occidentale e Sardegna Occidentale. Si può notare, dunque, che gli usi dei mari sardi siano stati pianificati con la consapevolezza della presenza della Zona di Protezione Ecologica del Mediterraneo Nord Occidentale (DPR 209/2011). In particolare, le turbine rientrano all'interno della Unità di Pianificazione MO/11_02 (Figura 407), relativamente alla quale è espressamente dichiarato che l'area presenta un potenziale di interesse energetico associato ad eolico offshore ("*L'area possiede inoltre una vocazione rispetto al potenziale di sfruttamento di fonti energetiche rinnovabili, sia rispetto all'eolico che all'energia ondosa. Tale vocazione va preservata e rafforzata nella direzione della transizione energetica verso lo sviluppo del settore delle energie marine rinnovabili*" – PSGM Mar Tirreno – Mediterraneo occidentale). Infatti, è prevista la possibilità di sfruttare lo spazio marittimo per l'obiettivo specifico Energia ((MO/11) OSP_E|01) "Contribuire a favorire la transizione energetica verso fonti rinnovabili e a ridotte emissioni attraverso lo sviluppo della produzione di energie rinnovabili a mare".

PUNTO 3.4.2

La Valutazione di Incidenza Ambientale allegata allo Studio di Impatto Ambientale con cod. C0421YR04VALINC00 stata redatta secondo le Linee Guida Nazionali (Direttiva 92/43/CEE "Habitat" art. 6, paragrafi 3 e 4) considerando le specie individuate nell'area del parco eolico durante le attività di monitoraggio e tutelate dalla Rete Natura 2000.

In riferimento all'avifauna, la Vinca si è avvalsa delle risultanze della campagna di monitoraggio commissionata dal Proponente alle società *Ornis Italica* e *Anthus* con il supporto scientifico dei ricercatori ISPRA (Dott. Lorenzo Serra, Dott. Jacopo Cecere, Dott. Nicola Baccetti), nonché di un modello di rischio di collisione a cura del Dott. Forestale Camillo A. Cusimano (Stazione Ornitologica "Aegithalos").

Il documento ISPRA (2021) "*Mappe di sensibilità dell'avifauna per l'eolico offshore*", citato nella presente richiesta di integrazione, non è reperibile in rete e non è presente nella collezione di pubblicazioni di ISPRA consultabili mediante apposito portale web. Le mappe di sensibilità ivi riportate sono definite (dagli stessi autori) "*non del tutto esaustive"* poiché *"esistono lacune conoscitive dovute alla parzialità dei dati*". Nel documento si evidenzia infatti che "*considerati i tempi ristretti, per la realizzazione del lavoro non è stato possibile acquisire dati originali attraverso specifiche campagne di monitoraggio*". Si tratta peraltro di uno studio a scala nazionale con una risoluzione della maglia di analisi di 10 x 10 km, quindi non immediatamente riportabile a situazioni di dettaglio come l'ambito interessato dal presente progetto.

Nel documento viene indicata un'importante direttrice di migrazione che passa attraverso la Toscana, la Corsica e la Sardegna; si tratta di una *flyway* ben conosciuta e descritta anche sulla base delle ricatture degli uccelli migratori e alla quale è stato fatto specifico riferimento nello studio specialistico dal titolo "*Relazione di monitoraggio, inquadramento tecnico e valutazione degli impatti sull'avifauna*" cod. C0421YR025IMPAVI00.

Generalmente, i migratori evitano l'attraversamento di ampi bracci di mare e pertanto minimizzano il passaggio sul mare volando sulla terraferma. Come indicato nel documento ISPRA (2021) in questione, le rotte in questo corridoio migratorio hanno un orientamento vicino all'asse N-S e corrono parallele alla costa, ma sulle isole

(Corsica e Sardegna) gli uccelli, appena possibile, volano sulla terraferma e i tratti di mare che dividono le isole dalle masse continentali sono attraversati nel corridoio N-S.

Si precisa che l'impianto proposto si trova a oltre 35 km a ovest della costa sarda, quindi lontano dalla direttrice N-S che percorre un migratore per raggiungere le coste sarde dal sud (nella migrazione primaverile) o che le lascia provenendo dall'entroterra (nella migrazione autunnale). Nonostante la risoluzione delle mappe del documento ISPRA sia ad una maglia di 10 x 10 km, si può comunque notare come l'area destinata alla costruzione dell'impianto *offshore*, sia comunque marginale rispetto alla *flyway*.

Va inoltre considerato che il documento prodotto da ISPRA per le specie indicate al relativo par. 3.2.2 si basa su individui di popolazioni lontane dalla zona di interesse e, nel caso del falco della regina (anche se non indicata la località), un numero di individui inferiore a quello che è stato utilizzato per lo studio radiotelemetrico nel corso delle campagne di monitoraggio.

Anche nel caso della berta maggiore, sebbene il documento ISPRA faccia riferimento al tracciamento di 251 individui, nessuno di questi apparteneva a colonie nidificanti nelle vicinanze del proposto impianto offshore. Il report specialistico allegato allo Studio di Impatto Ambientale (cod. C0421YR03RELSIA00) ha quindi prodotto i primi tracciati di telemetria riferibili a colonie della Sardegna sud-occidentale che hanno le maggiori probabilità di frequentazione dell'area del proposto impianto.

Per il falco di palude, il documento ISPRA utilizza i dati di un solo individuo, mentre durante il monitoraggio sono stati osservati 291 falchi di palude e tutti hanno transitato lungo la costa o nell'entroterra.

Si conclude perciò che i dati raccolti nel corso del monitoraggio effettuato nel 2021 e nel 2022 ad opera della *Ornis Italica*, della *Anthus* e con il supporto scientifico dei ricercatori ISPRA sono, per tipologia e quantità delle osservazioni (dirette e con radar), continuità (due periodi di 45 giorni per ogni migrazione) e localizzazione (vicinanza al proposto impianto offshore) più adeguati a descrivere la fenomenologia migratoria nell'area.

I dati raccolti nel corso del monitoraggio, potranno essere messi a disposizione di ISPRA per eventuali aggiornamenti delle mappe.

PUNTO 3.4.3

Per quanto riguarda le specie di cui al punto suddetto, si riporta quanto segue distinguendo tra rettili e avifauna.

Rettili

In riferimento alle testuggini, vengono di seguito riportati gli aggiornamenti in merito alla schiusa delle tartarughe *Caretta* caretta in prossimità dell'area in esame:

- Spiaggia La Bobba, Carloforte (2023);
- Spiaggia Giunco, Carloforte (2023);
- Spiaggia Punta de S'Aliga, Portoscuso (2021).

Le tartarughe marine mostrano, grazie all'*imprinting* ambientale, un'elevata fedeltà nei confronti dei luoghi di nidificazione. Nel lavoro di (Mancino, et al., 2022)[23] è stata, tuttavia, verificata la variazione della distribuzione dei nidi dal 1960 al 2020 nel bacino Mediterraneo, per effetto del cambiamento climatico che contribuisce alla diminuzione dei tassi di nascita a causa dell'innalzamento del mare e all'aumento della temperatura della sabbia, che incide sulla determinazione del sesso. Di fatto si evince un netto spostamento dei luoghi di nidificazione che, dapprima, erano concentrati principalmente nel Mar Egeo e Levantino mentre, nell'ultimo decennio (2010-2020), la tendenza è concentrata a sud delle coste italiane.

Per garantire la tutela di queste specie di interesse conservazionistico, le operazioni di posa dell'elettrodotto marino saranno effettuate sfruttando le migliori tecnologie disponibili e salvaguardando il periodo di

[23] Mancino, C., Canestrelli, D. & Maiorano, L., 2022. Going west: Range expansion for loggerhead sea turtles in the Mediterranean Sea under climate change. *Global Ecology and Conservation*, Volume 38.

riproduzione e deposizione. Le opere in progetto non determinano la perdita di possibili habitat di riproduzione, dato che la fase di assemblaggio e costruzione sarà eseguita in ambito portuale presso banchina strumentata. Inoltre, le fasi di lavoro saranno eseguite nel periodo diurno in modo da evitare che, eventuali fonti luminose artificiali, possano compromettere il tragitto delle piccole tartarughe dalla fase neritica a quella oceanica, dal momento che utilizzano il riflesso della luna sulla superficie del mare per orientarsi.



Figura 47 – Localizzazione dei siti di nidificazione.
Elaborazione iLStudio su dati www.tartapedia.it



Figura 48 – Luoghi di nidificazione della tartaruga *Caretta caretta* nel Mediterraneo (dal 1960 al 2020).
Fonte: (Mancino, et al., 2022)

Avifauna

In riferimento all'avifauna, nel report specialistico dal titolo "*Relazione di monitoraggio, inquadramento tecnico e valutazione degli impatti sull'avifauna*" cod. C0421YR025IMPAVI00, sono state effettuate le opportune valutazioni del rischio di collisione grazie a due campagne di monitoraggio. Nel presente studio si pone particolare attenzione alla presenza di colonie di specie di interesse conservazionistico.

Come riportato nello studio, la berta maggiore nidifica in tre siti:

- Scoglio Pan di Zucchero: la popolazione risulta minacciata dalla presenza del ratto nero che incide sul successo riproduttivo. Il sito si trova ad una distanza minima di circa 43 km dall'impianto in progetto;
- Isola della Vacca: la popolazione risulta minacciata dalla presenza del ratto nero che incide sul successo riproduttivo. Il sito si trova ad una distanza minima di circa 33 km dall'impianto in progetto;
- Isola del Toro: non risulta essere colonizzata dal ratto nero, pertanto è considerato uno dei siti chiave per la conservazione della specie. Il sito si trova ad una distanza minima di circa 65 km dell'impianto.

La berta minore nidifica lungo le coste a falesia dell'Isola di San Pietro, ma dalle osservazioni più recenti sembrerebbe altamente compromessa dalla pressione del ratto nero e dei numerosi gatti domestici presenti sull'isola.

L'uccello delle tempeste nidifica sull'Isola del Toro con una popolazione sconosciuta. Dalle osservazioni mediante telemetria ad opera del Parco Naturale Regionale di Porto Conte sono emerse due aree di foraggiamento, di cui una nella Sardegna nord-occidentale che si estende verso sud fino all'altezza del Golfo di Oristano, pertanto non ricade nell'area di riferimento del parco eolico.

Il marangone dal ciuffo e il falco della regina nidificano lungo le coste dell'Isola della Vacca e dell'Isola di San Pietro, che dista più di 20 km dall'area dell'impianto.

Il gabbiano corso nidifica nell'area di riferimento, sebbene non sia stato rilevato durante i transetti marini effettuati durante le campagne di monitoraggio.

In conclusione, i dati sito specifici ricavati dalle campagne di monitoraggio (autunnali e primaverili) permettono di suggerire, in base alle quote di volo delle specie ornitiche, una bassa probabilità di impatto e, pertanto, il rischio di collisione sulle componenti migratrici e nidificanti è stato valutato di entità modesta e ricadente nella categoria "medio-basso" o "basso".

PUNTO 3.4.4

Sulla base delle suddette indicazioni, tenuto conto anche di quanto riportato nel documento "Valutazione di Incidenza Ambientale" cod. C0421YR03RELSIA00 allegato allo SIA e nello stesso "Studio di Impatto Ambientale", le analisi condotte al fine di valutare l'incidenza del progetto su habitat e specie identificati nell'area vasta di progetto durante le sue fasi di costruzione, esercizio e dismissione, effettuate sulla base di monitoraggi in situ, applicazione di modelli computazionali e confronto con soglie di vulnerabilità/danno in accordo alle più recenti conoscenze di settore, evidenziano che i potenziali impatti negativi sull'ecosistema intesi come incidenze significative su specie e habitat di specie che in esso si riproducono, si alimentano o transitano sono non significativi.

4. per quanto riguarda la componente vegetazione, flora e uso del suolo, si evidenzia che gli studi ambientali elaborati non sono stati redatti secondo le linee guida SNPA 28/2020 ed in tal senso devono essere adeguati. In particolare si ritiene necessario che le analisi climatiche siano riviste nella forma e nella sostanza basandosi su medie per lo meno di 30 anni e citando le fonti in modo corretto.

Si riporta nel seguito la trattazione delle tematiche ambientali in accordo alle indicazioni delle Linee Guida SNPA 28/2020 recanti "*Valutazione di impatto ambientale. Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale*".

ANALISI DELLO STATO DELL'AMBIENTE (SCENARIO DI BASE)

3.1.1. Fattori ambientali

3.1.1.2 Biodiversità

1) Le analisi volte alla caratterizzazione della vegetazione e della flora sono effettuate attraverso:
   a) caratterizzazione della vegetazione potenziale e reale riferita all'area vasta e a quella di sito;
   b) grado di maturità e stato di conservazione delle fitocenosi;
   c) caratterizzazione della flora significativa riferita all'area vasta e a quella di sito, realizzata anche attraverso rilievi in situ, condotti in periodi idonei e con un adeguato numero di stazioni di rilevamento;
   d) elenco e localizzazione di popolamenti e specie di interesse conservazionistico (rare, relitte, protette, endemiche o di interesse biogeografico) presenti nell'area di sito;
   e) situazioni di vulnerabilità riscontrate in relazione ai fattori di pressione e allo stato di degrado presenti, nonché al cambiamento climatico dell'area interessata laddove dimostrato tramite serie di dati significativi;
   f) carta tecnica della vegetazione reale, espressa come specie dominanti sulla base di analisi aerofotografiche e di rilevazioni fisionomiche dirette;
   g) documentazione fotografica dell'area di sito.

3.1.1.3 Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare

Le analisi volte alla caratterizzazione dello stato e della utilizzazione del suolo, incluse le attività agricole e agroalimentari, in ambiti territoriali e temporali adeguati alla tipologia e dimensioni dell'intervento e alla natura dei luoghi, sono effettuate attraverso la descrizione pedologica con riferimento a:

- composizione fisico-chimica-biologica e alle caratteristiche idrologiche dei suoli, seguendo i metodi ufficiali di analisi;
- distribuzione spaziale dei suoli presenti;
- biologia del suolo;
- genesi e all'evoluzione dei processi di formazione del suolo stesso.

Le analisi dovranno essere condotte qualora non siano presenti adeguati dati pregressi e/o disponibili.

a) la definizione dello stato di degrado del territorio in relazione ai principali fenomeni che possono compromettere la funzionalità dei suoli (erosione, compattazione, salinizzazione, contaminazione, diminuzione di sostanza organica e biodiversità edafica, impermeabilizzazione e desertificazione);

b) la definizione degli usi effettivi del suolo e del valore intrinseco dei suoli, con particolare attenzione alla vocazione agricola e alle aree forestali o a prato, caratterizzate da maggiore naturalità;
c) la definizione della capacità d'uso del suolo, in relazione anche agli usi effettivi e a quelli previsti dagli strumenti di pianificazione;
d) la rappresentazione del sistema agroindustriale, con particolare attenzione all'area di sito, tenuto conto anche delle interrelazioni tra imprese agricole e agroalimentari e altre attività locali, ponendo attenzione all'eventuale presenza di distretti rurali e agroalimentari di qualità, come definiti ai sensi del D.lgs. 228/2001 e ss.mm.ii.;
e) la rappresentazione delle imprese agroalimentari beneficiarie del sostegno pubblico e di quelle che forniscono produzioni di particolare qualità e tipicità, quali DOC, DOCG, IGP, IGT e altri marchi a carattere nazionale e regionale, incluso i prodotti ottenuti con le tecniche dell'agricoltura biologica;
f) la verifica dell'eventuale presenza di luoghi di particolare interesse dal punto di vista pedologico (pedositi).

BIODIVERSITÀ

Richiesta: le analisi volte alla caratterizzazione della vegetazione e della flora sono effettuate attraverso:
a) caratterizzazione della vegetazione potenziale e reale riferita all'area vasta e a quella di sito.

Carta della Vegetazione Naturale Potenziale d'Italia

Per vegetazione naturale potenziale (VNP) si intende il "potenziale biotico attuale", ovvero l'insieme delle comunità vegetali stabili (mature) verso cui la vegetazione si svilupperebbe in un determinato habitat se tutte le influenze antropiche sul sito stesso e i suoi dintorni cessassero immediatamente e la fase dinamica terminale si raggiugesse subito (Tuxen, 1956) (WESTHOFF V., 1973).

La Carta della Vegetazione Potenziale (39 tipologie) è stata redatta sfruttando le informazioni basate sui criteri fisionomici, biogeografci, bioclimatici ed ecoregionali, con lo scopo di distinguere il grado di lontananza della vegetazione attuale rispetto ad una condizione di climax.

Le opere in progetto, per entrambe le configurazioni, ricadono nelle seguenti aree:

- ecosistemi psammofili peninsulari ed insulari;
- ecosistemi forestali sempreverdi a dominanza di *Quercus suber;*
- ecosistemi igrofili e idrogitici dulcicoli peninsulari ed insulari (mosaici di vegetazione da erbacea ad arborea);
- ecosistemi forestali mediterranei decidui e semidecidui della Sicilia e della Sardegna (querceti a *Quercus virgiliana, Q. congesta, Q. ichnusa, Q. gussoni*, ecc.).

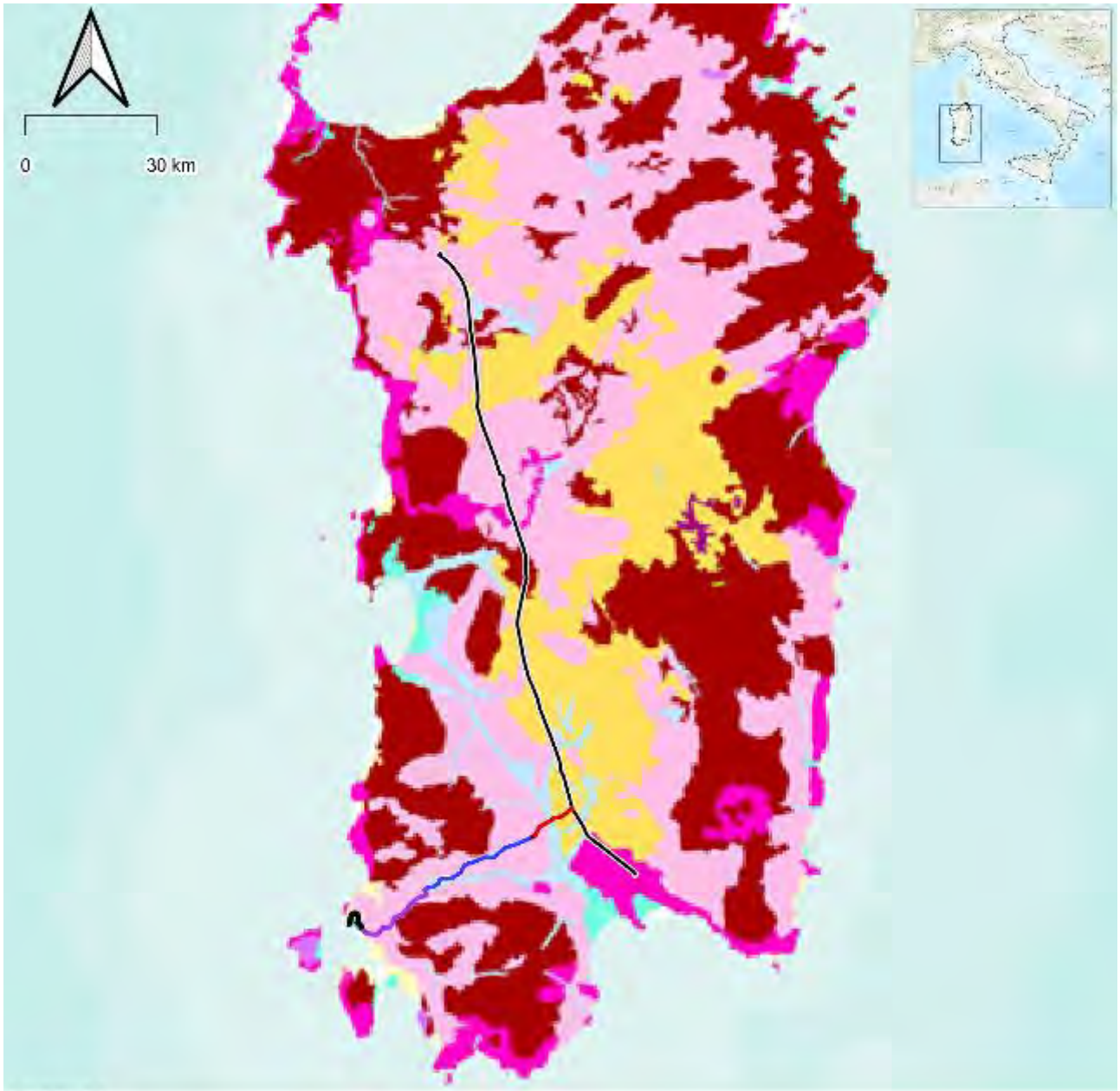


Figura 49 – Carta della Vegetazione Naturale Potenziale d'Italia – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo.
Elaborazione iLStudio su dati cartografici "La Sapienza" Università di Roma.

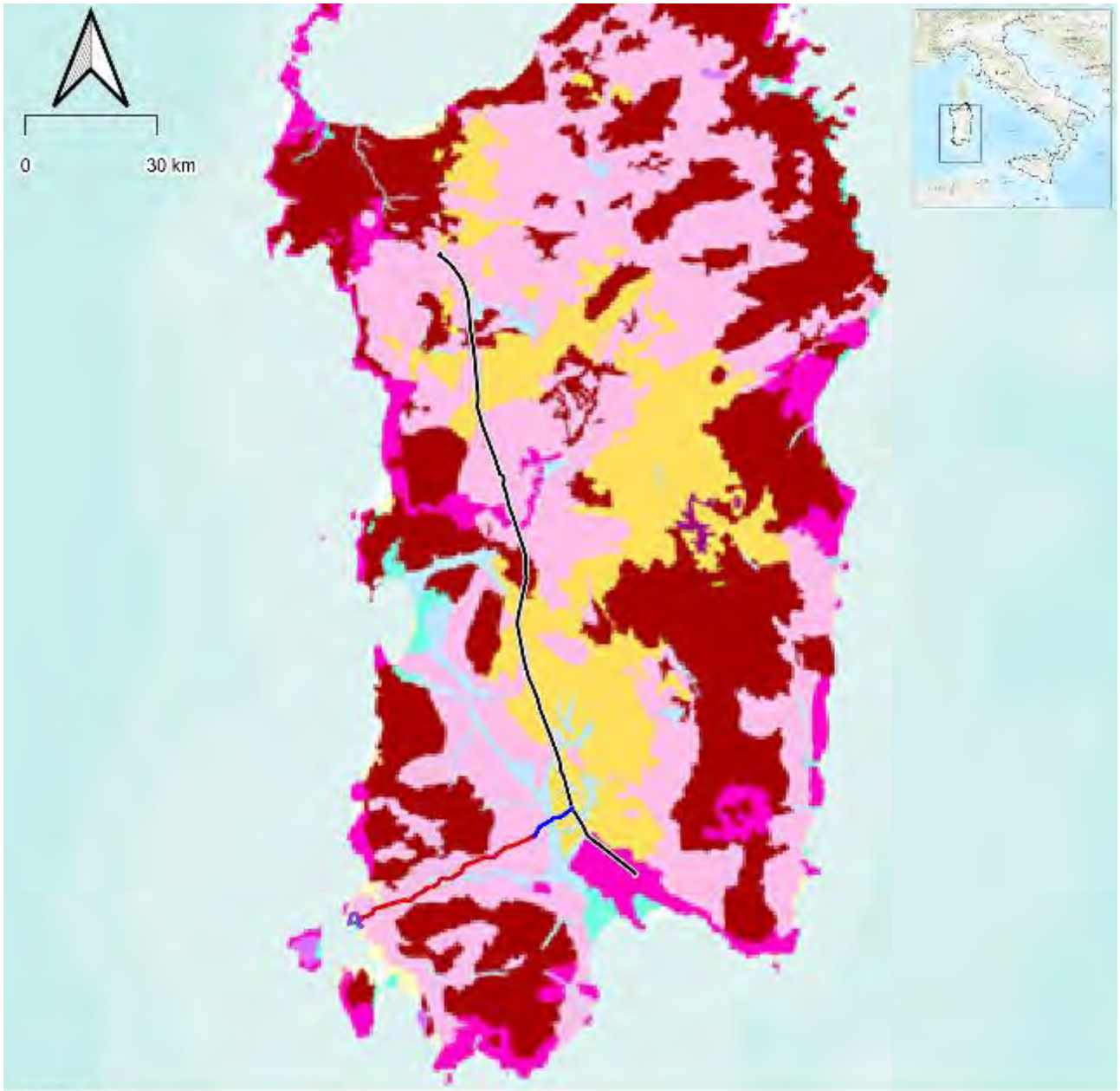


Figura 50 – Carta della Vegetazione Naturale Potenziale d'Italia – Configurazione Elettrodotto Aereo.
Elaborazione iLStudio su dati cartografici "La Sapienza" Università di Roma.

Carta degli Habitat

La Carta degli habitat è stata realizzata in seguito all'analisi degli habitat definiti nel Manuale "Gli habitat in Carta della Natura" e comparando il Manuale di interpretazione degli habitat di Natura 2000 con il Manuale Italiano di Interpretazione degli Habitat della Direttiva 92/43/CEE. L'habitat, pertanto, è stato definito da quanto riscontrato in campo oppure, in casi controversi, a ciò che n'era più affine. Dall'analisi della cartografia si ritiene che:

- il 16% del territorio è occupato da colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi;
- il 12% da prati mediterranei subnitrofili pascolati;
- il 10% da garighe e macchie mesomediterranee silici;
- l'8% da leccete sarde;
- il 5% da macchia bassa ad olivastro e lentisco.

A seguire sono presenti il matorral di querce sempreverdi, la Dehesa, le sugherete tirreniche, le piantagioni di conifere, il matorral ad olivastro e lentisco, i seminativi intensivi e continui, gli oliveti, le formazioni a olivastro e carrubo ed infine le città e i centri abitati.

Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo

Le opere in progetto intersecano i seguenti habitat:

OPERE IN PROGETTO	HABITAT
Elettrodotto Interrato 220 kV e elettrodotto di connessione 380 kV	86.3 – Siti Industriali Attivi
	32.3 – Garighe e macchie mesomediterranee silicicole
Sottostazione di trasformazione, misura e consegna "Sulcis"	32.13 – Matorral a ginepri
	32.3 – Garighe e macchie mesomediterranee silicicole
	86.41 – Cave
	34.81 – Prati mediterranei subnitrofili (incl. vegetazione mediterranea e submediterranea postcolturale)
Nuova sezione 380 kV Stazione RTN TERNA "Sulcis"	86.3 – Siti Industriali Attivi
Elettrodotto interrato 380 kV	86.3 – Siti Industriali Attivi
	32.3 – Garighe e macchie mesomediterranee silicicole
	53.1 – Canneti a *Phragmites australis* e altre elofite
	82.3 – Colture estensive
	83.21 – Vigneti
	83.322 – Piantagioni di eucalipti
	86.41 – Cave
	82.1 – Colture intensive
	83.31 – Piantagioni di conifere
	86.1 – Città, centri abitati
	45.21 – Sugherete
Stazioni di transizione Cavo-aereo	82.1 – Colture intensive
Elettrodotto aereo 380 kV ST	82.1 – Colture intensive
	32.211 – Macchia bassa a olivastro e lentisco
	82.3 – Colture estensive
	82.21 – Vigneti
	83.322 – Piantagioni di eucalipti
Stazione Di Smistamento "Villasor 380"	82.1 – Colture intensive
Elettrodotto Aereo 380 kV DT	82.1 – Colture intensive
	83.322 – Piantagioni di eucalipti
	82.3 – Colture estensive

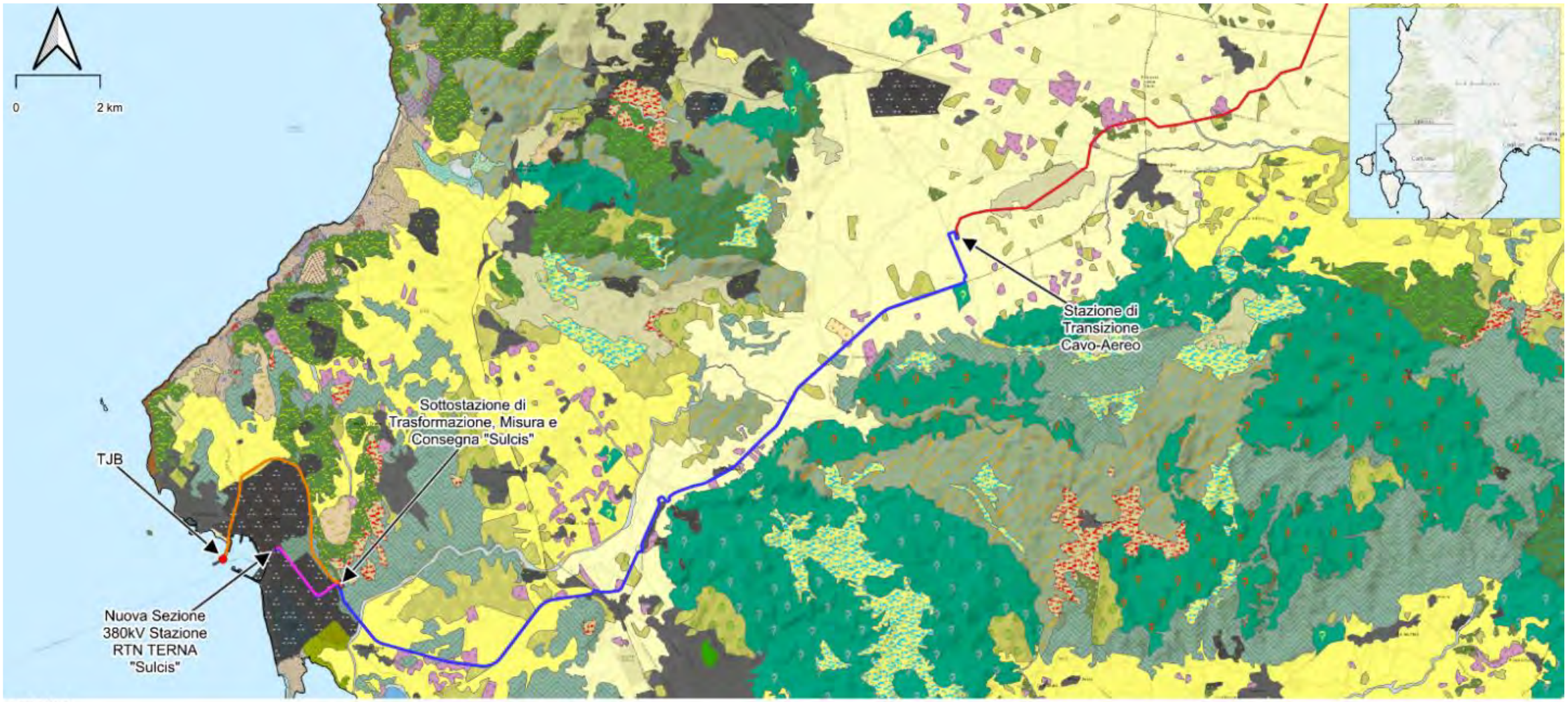


Figura 51 – Carta degli Habitat della Sardegna. Vista 1 – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo.
Elaborazione iLStudio.

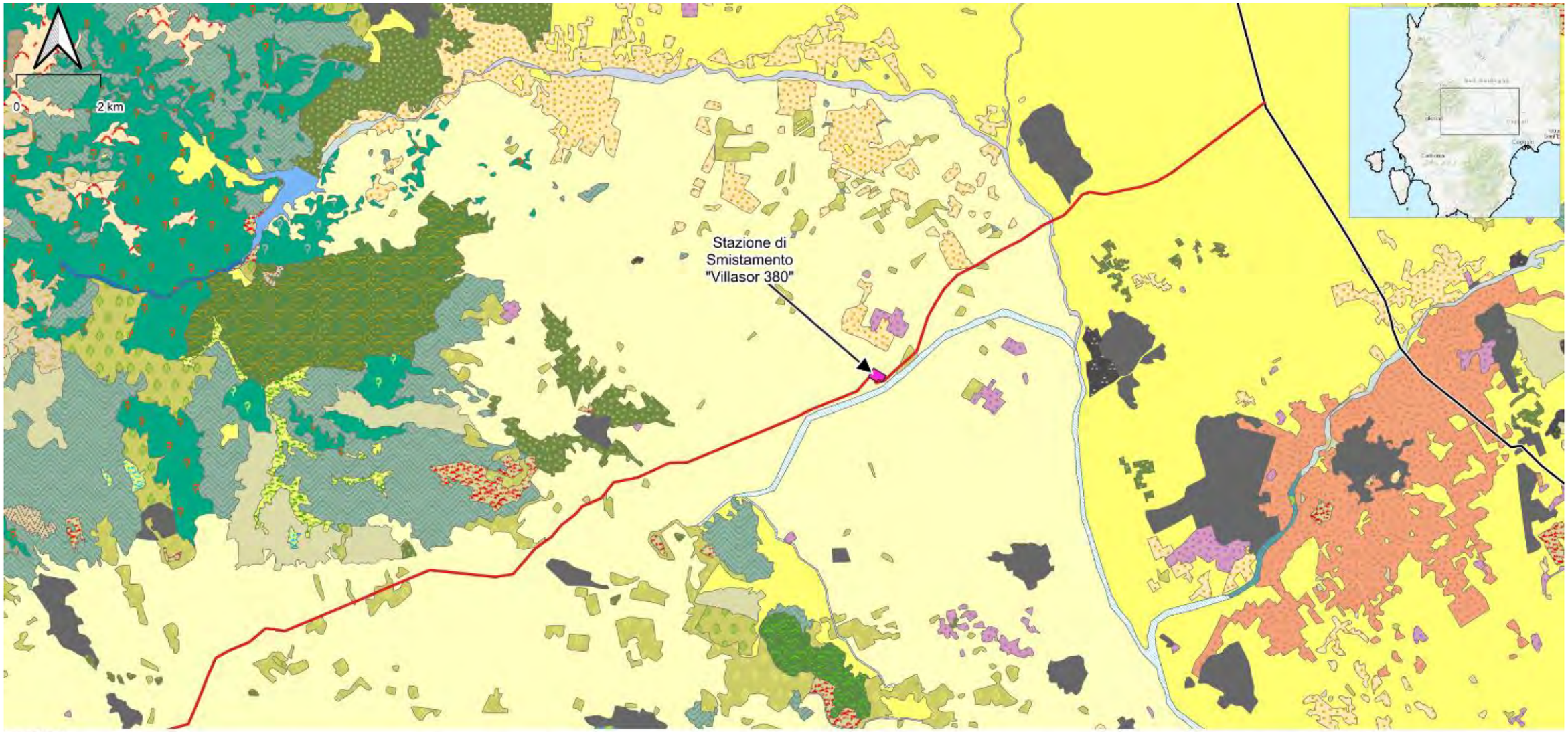


Figura 52 – Carta degli Habitat della Sardegna. Vista 2 – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo.
Elaborazione iLStudio.

Carta del valore ecologico

Il Valore Ecologico è considerato come l'unione di 4 componenti, quali la rarità, la biodiversità, gli aspetti strutturali e gli aspetti istituzionali, che determinano la priorità di conservazione di un habitat. Assume una connotazione di pregio naturale.

Le opere a terra ricadenti in località Portovesme interessano un territorio che, per la sua vocazione industriale, non è valutato in termini di Valore ecologico, Sensibilità ecologica, Pressione antropica e fragilità ambientale. La restante parte delle opere insistono invece su aree caratterizzate perlopiù da valore ecologico basso e molto basso (con eccezione di alcune aree dal Valore Ecologico molto alto identificate nell'habitat 32.13 – Matorral a ginepri e alto per l'habitat 45.21 - Sugherete).

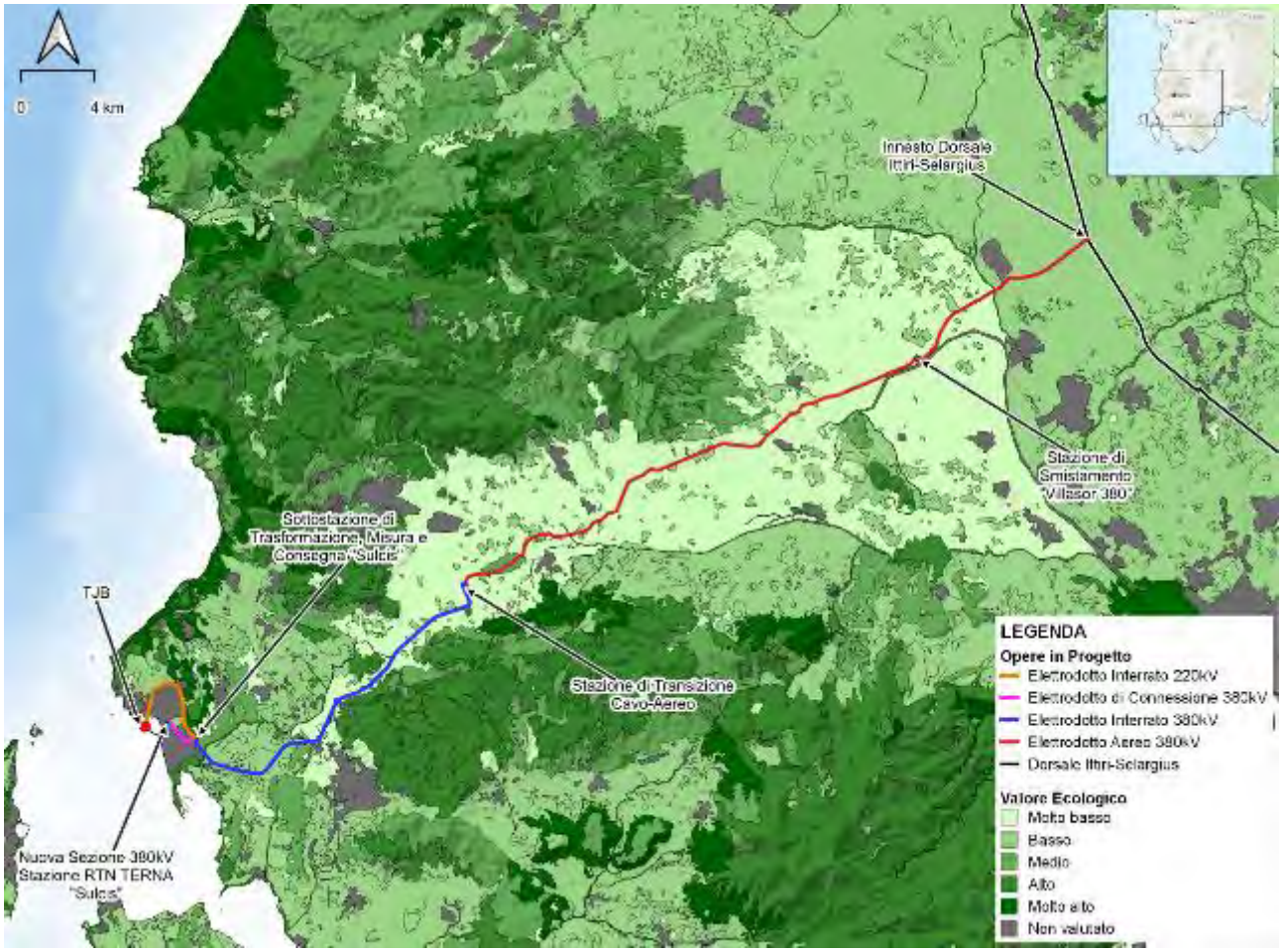


Figura 53 – Indici complessivi di valutazione – Valore Ecologico.
Elaborazione iLStudio.

Carta della sensibilità ecologica

La Sensibilità Ecologica indica l'attitudine di un habitat a subire un danno o la perdita di biodiversità o di integrità. Gli elementi che determinano la Sensibilità sono gli aspetti strutturali, composizionali e istituzionali dell'habitat e l'isolamento.

Si rileva che le opere a terra ricadenti in località Portovesme interessano un territorio che, per la sua vocazione industriale, non è valutato in termini di Valore ecologico, Sensibilità ecologica, Pressione antropica e fragilità ambientale. La restante parte delle opere insistono invece su aree caratterizzate perlopiù da sensibilità ecologica bassa e molto bassa (con eccezione di alcune aree dalla sensibilità ecologia media identificate nell'habitat 32.13 – Matorral a ginepri, nell'habitat 45.21 – Sugherete e in 32.211 – Macchia bassa a olivastro e lentisco).

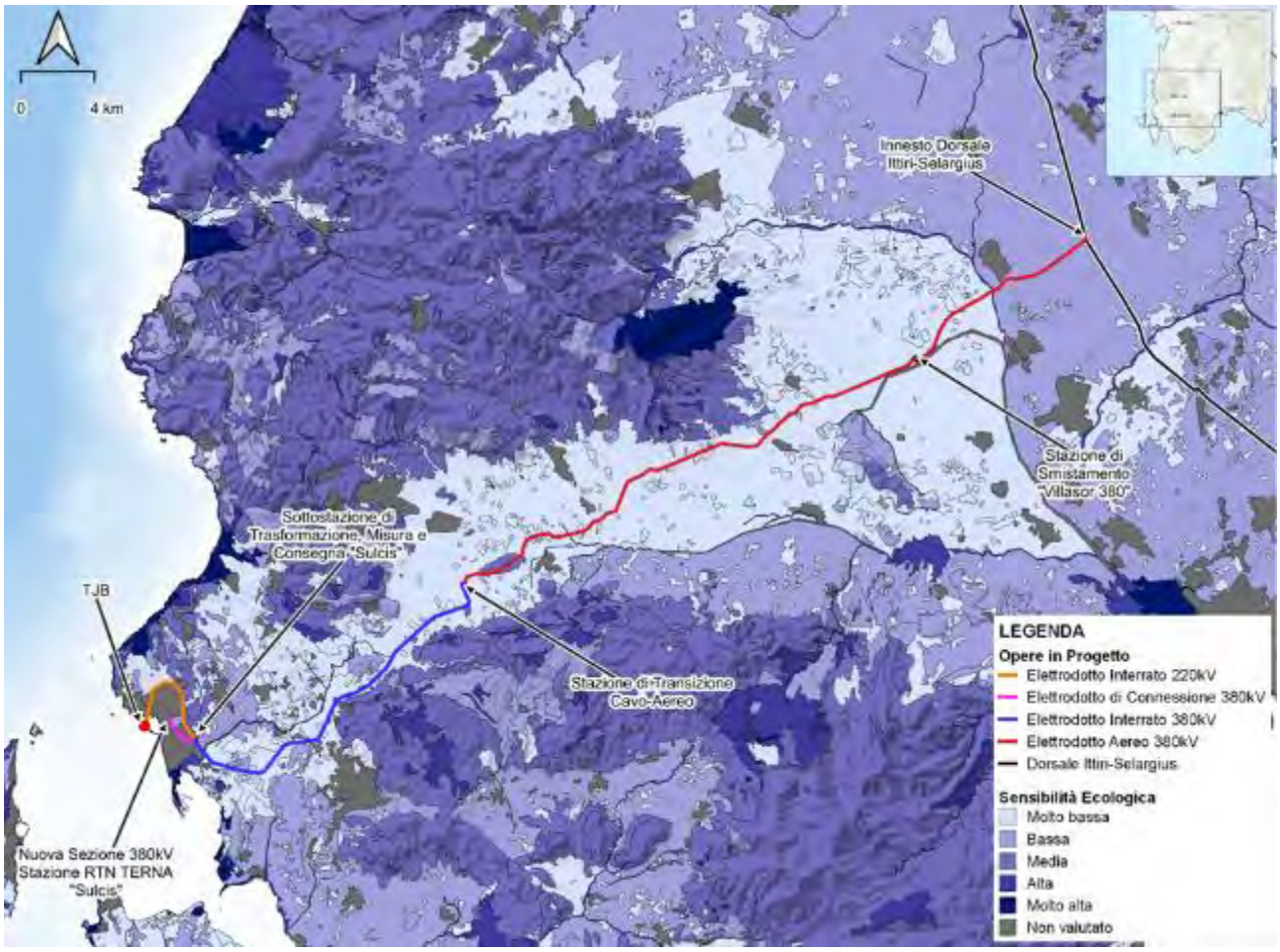


Figura 54 – Indici complessivi di valutazione – Sensibilità Ecologica.
Elaborazione iLStudio.

Carta della pressione antropica

La Pressione Antropica calcola il grado di disturbo generato dall'azione umana; viene quantificata qualsiasi forma di pressione antropica attualmente in atto e agente all'interno o all'esterno di un habitat, in modo diretto o indiretto. La classe "molto alta" è incentrata sui rilievi montuosi e nel versante orientale della regione rispetto alla classe "bassa" che predomina sul versante centro-occidentale.

Si rileva che le opere a terra ricadenti in località Portovesme interessano un territorio che, per la sua vocazione industriale, non è valutato in termini di Valore ecologico, Sensibilità ecologica, Pressione antropica e fragilità ambientale. La restante parte delle opere insistono invece su aree caratterizzate perlopiù da pressione antropica da bassa a media con andamento crescente dalle coste verso l'entroterra(con eccezione di alcune aree dalla pressione antropica media identificate nell'habitat 32.13 – Matorral a ginepri, nell'habitat 45.21 – Sugherete e in 32.211 – Macchia bassa a olivastro e lentisco).

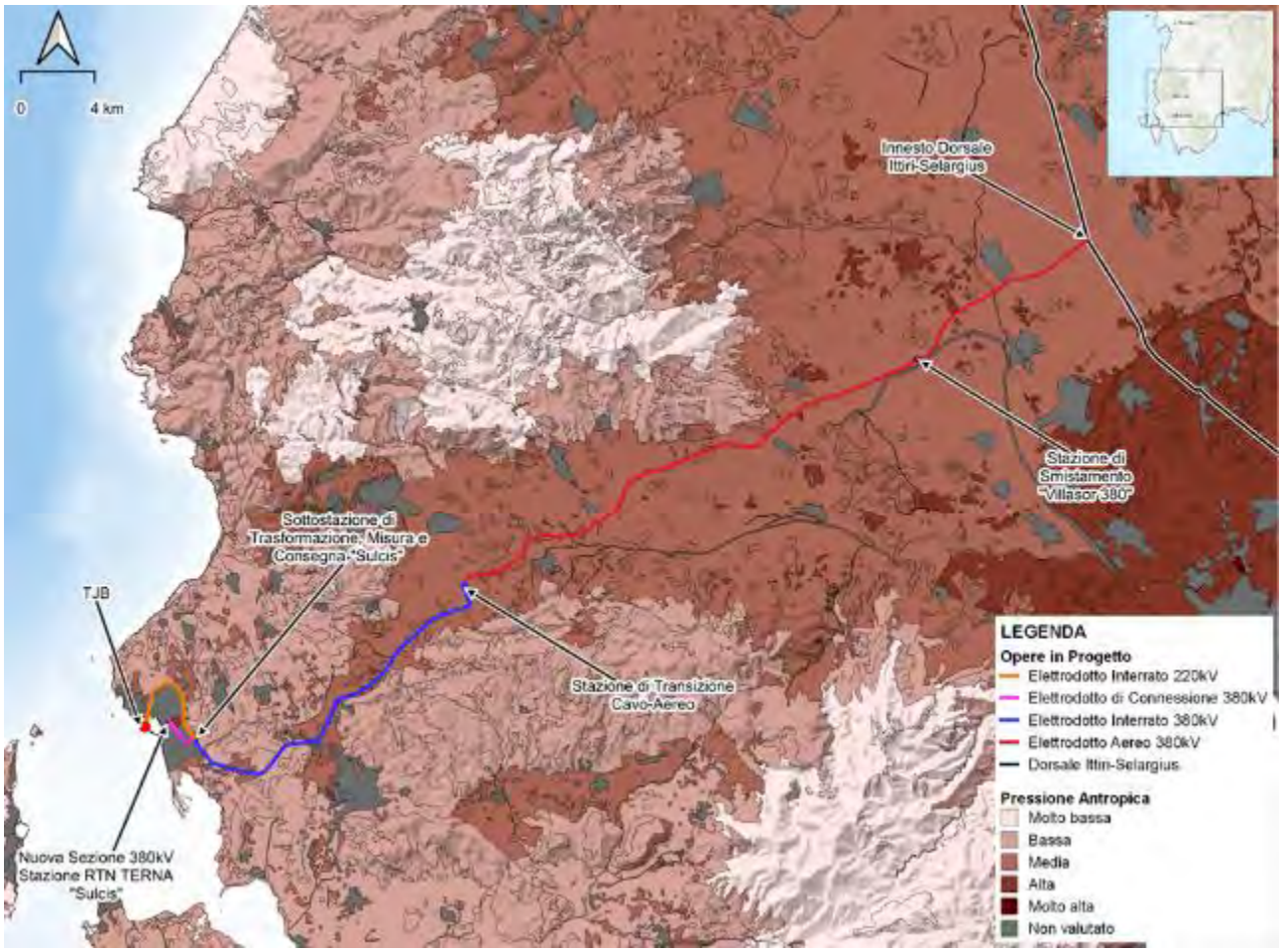


Figura 55 – Indici complessivi di valutazione – Pressione Antropica.
Elaborazione iLStudio.

Carta della fragilità ecologica

La Fragilità Ecologica è data dalla combinazione delle classi di Sensibilità Ecologica e Pressione Antropica. Valuta le aree più sensibili e vulnerabili all'azione umana.

Si rileva che le opere a terra ricadenti in località Portovesme interessano un territorio che, per la sua vocazione industriale, non è valutato in termini di Valore ecologico, Sensibilità ecologica, Pressione antropica e fragilità ambientale. La restante parte delle opere insistono invece su aree caratterizzate perlopiù da fragilità ambientale molto bassa e bassa, in minima parte media (32.13 – Matorral a ginepri, nell'habitat 45.21 – Sugherete e in 32.211 – Macchia bassa a olivastro e lentisco).

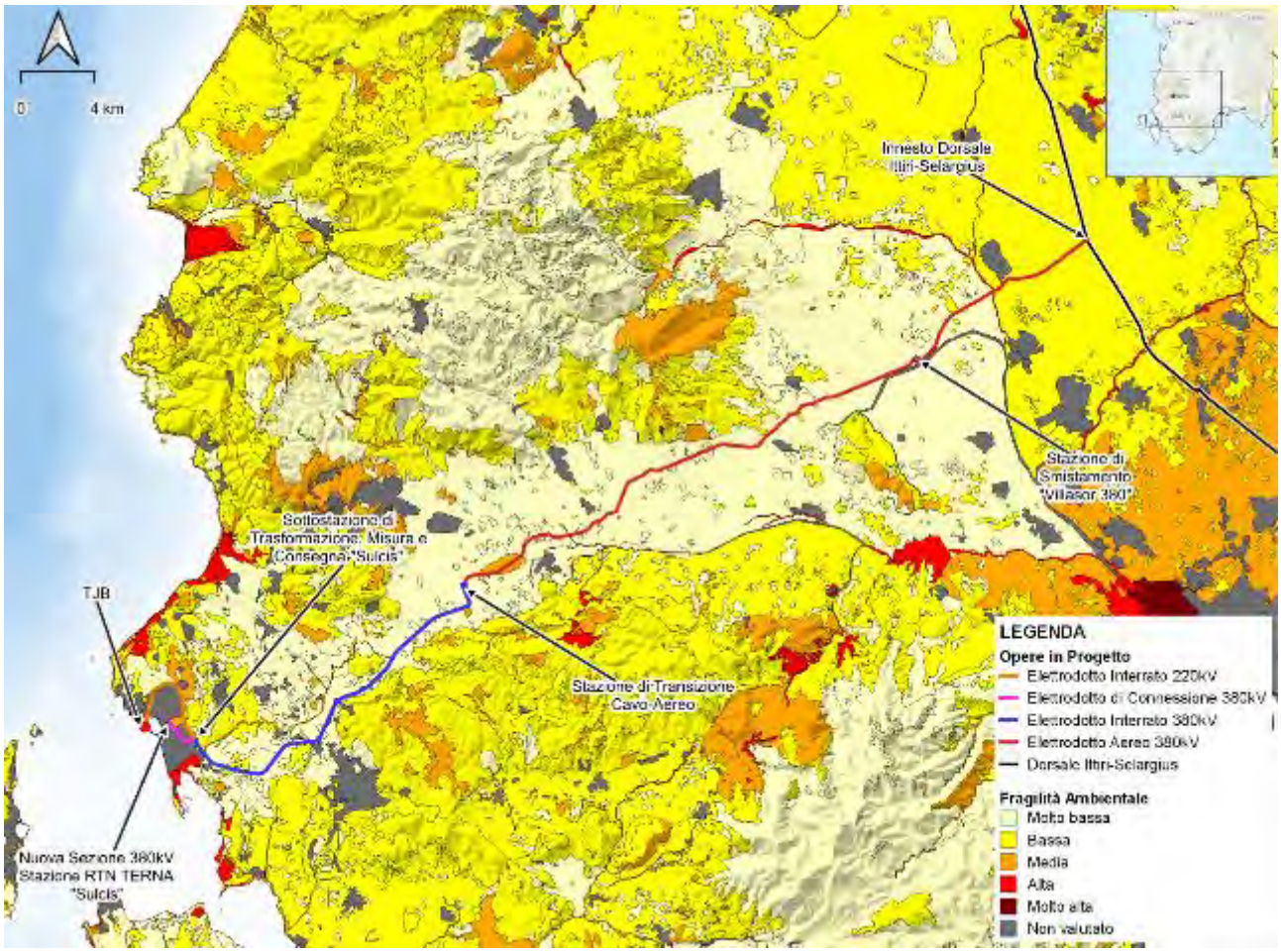


Figura 56 – Indici complessivi di valutazione – Fragilità Ambientale.
Elaborazione iLStudio.

Configurazione Elettrodotto Aereo

Le opere in progetto intersecano i seguenti habitat:

OPERE IN PROGETTO	HABITAT
Elettrodotto interrato 380kV	86.3-Siti industriali attivi
	82.3-Colture estensive
	32.13-Matorral a ginepri
	32.3-Garighe e macchie mesomediterranee silicicole
Elettrodotto interrato 220kV	86.3-Siti industriali attivi
Sottostazione di trasformazione, misura e consegna "Sulcis"	86.3-Siti industriali attivi
	32.3-Garighe e macchie mesomediterranee silicole
	32.13-Matorral a ginepri

Nuova Sezione RTN TERNA Stazione RTN TERNA “Sulcis”	86.3-Siti industriali attivi
Elettrodotto di Connessione 380 kV	86.3-Siti industriali attivi
Elettrodotto aereo 380 kV ST	86.3-Siti industriali attivi
	32.3-Garighe e macchie mesomediterranee silicole
	32.13-Matorral a ginepri
	62.11-Rupi carbonatiche mediterranee
	86.1-Città, centri abitati
	83.322-Piantagioni di eucalipti
	82.1-Colture intensive
	32.211-Macchia bassa a olivastro e lentisco
	83.21-Vigneti
Stazione Di Smistamento “Villasor 380”	82.1-Colture intensive
Elettrodotto Aereo 380 kV DT	82.3-Colture estensive

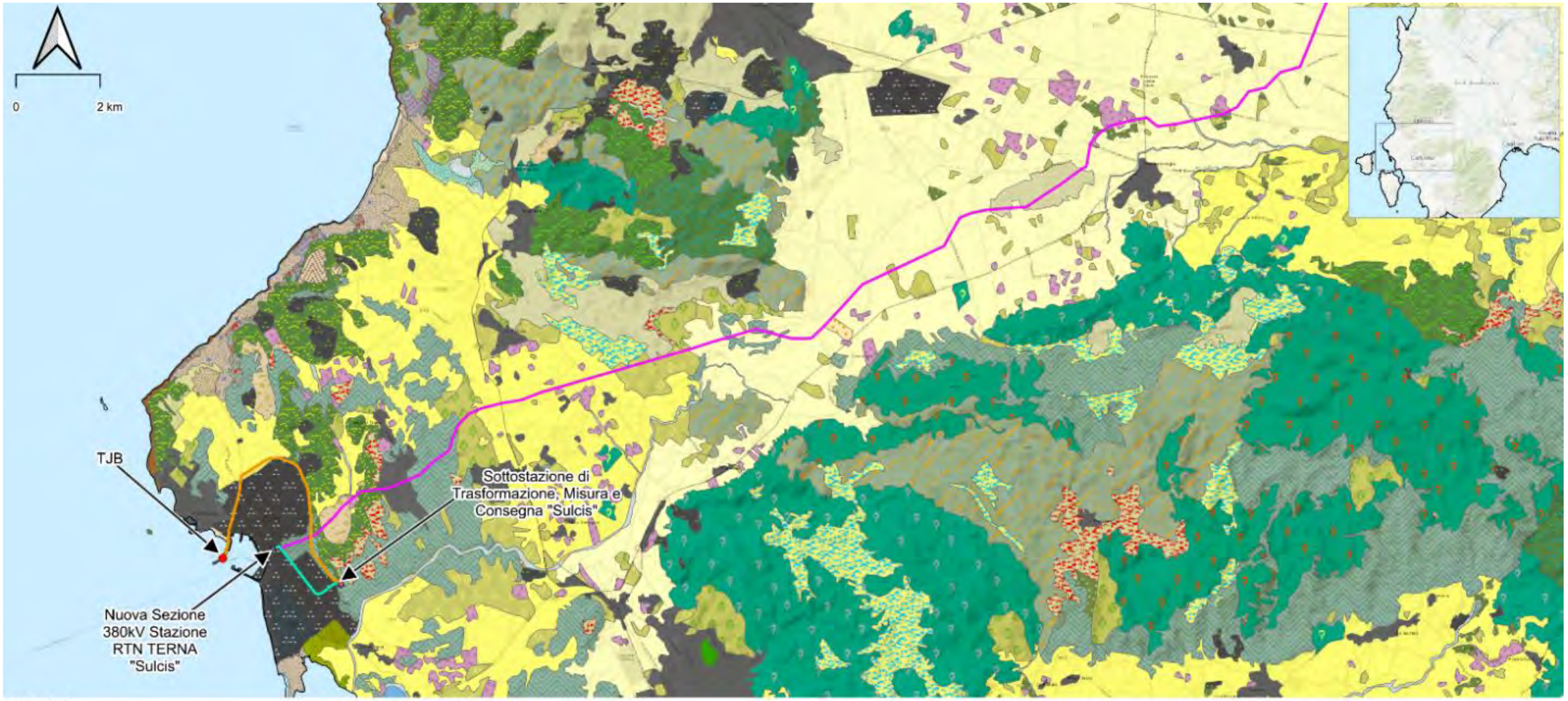


Figura 57 – Carta degli Habitat della Sardegna. Vista 1 – Configurazione Elettrodotto Aereo.
Elaborazione iLStudio.

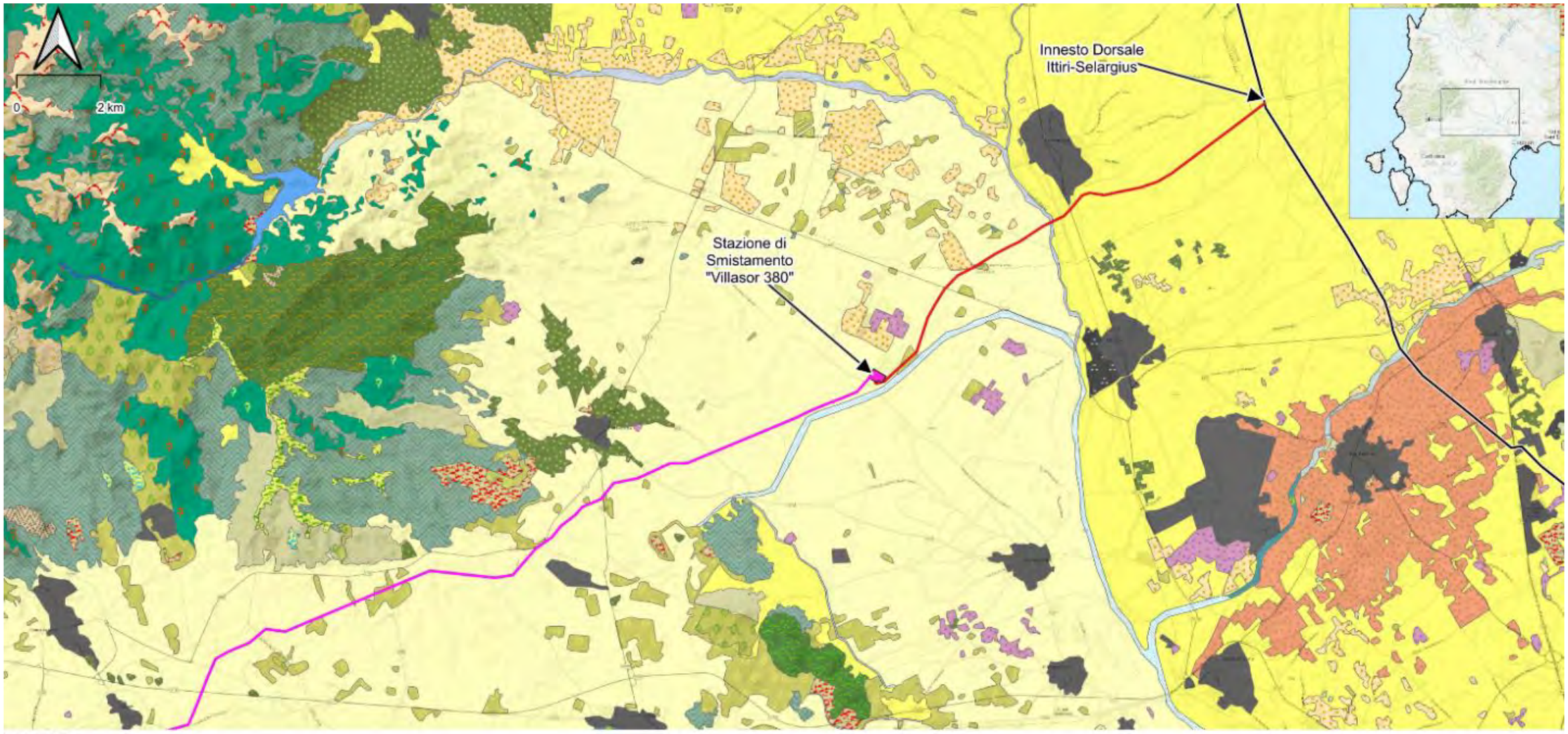


Figura 58 – Carta degli Habitat della Sardegna. Vista 2 – Configurazione Elettrodotto Aereo.
Elaborazione iLStudio.

Carta del valore ecologico

Le opere a terra ricadenti in località Portovesme interessano un territorio che, per la sua vocazione industriale, non è valutato in termini di Valore ecologico, Sensibilità ecologica, Pressione antropica e fragilità ambientale. La restante parte delle opere insistono invece su aree caratterizzate perlopiù da valore ecologico molto basso e basso (con eccezione di alcune aree dal Valore Ecologico medio identificate nell'habitat 32.211-Macchia bassa a olivastro e lentisco, 32.3-Garighe e macchie mesomediterranee silicicole, aree dal Valore Ecologico alto identificate nell'habitat 62.11-Rupi carbonatiche mediterranee e aree dal valore Ecologico molto alto identificate nell'habitat 32.13-Matorral a ginepri).

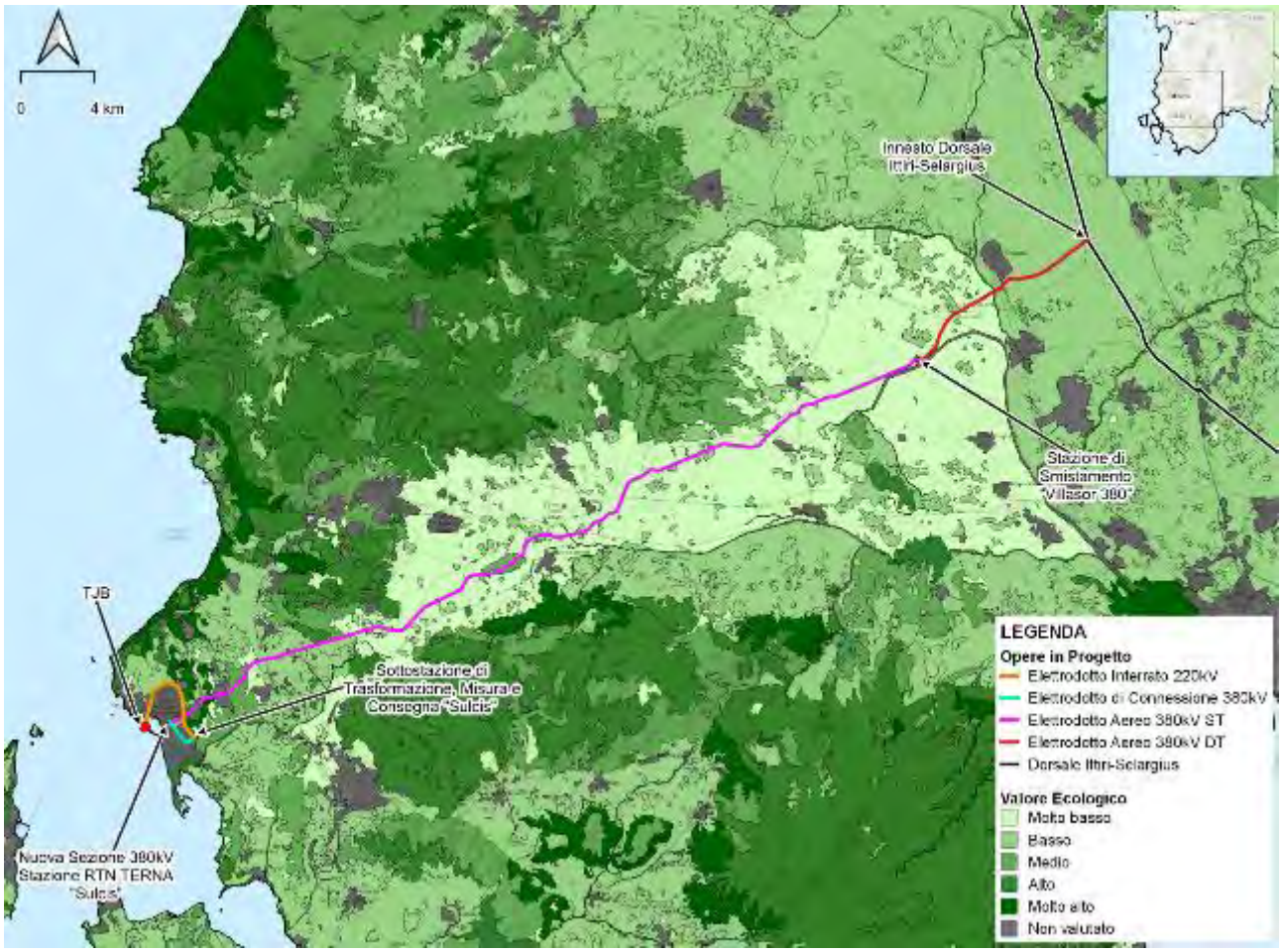


Figura 59 – Indici complessivi di valutazione – Valore Ecologico.

Elaborazione iLStudio.

Carta della sensibilità ecologica

Si rileva che le opere a terra ricadenti in località Portovesme interessano un territorio che, per la sua vocazione industriale, non è valutato in termini di Valore ecologico, Sensibilità ecologica, Pressione antropica e fragilità ambientale. La restante parte delle opere insistono invece su aree caratterizzate perlopiù da sensibilità ecologica bassa e molto bassa (con eccezione di alcune aree dalla sensibilità ecologia media identificate nell'habitat 32.13 – Matorral a ginepri, nell'habitat 62.11-Rupi carbonatiche mediterranee e in 32.211 – Macchia bassa a olivastro e lentisco).

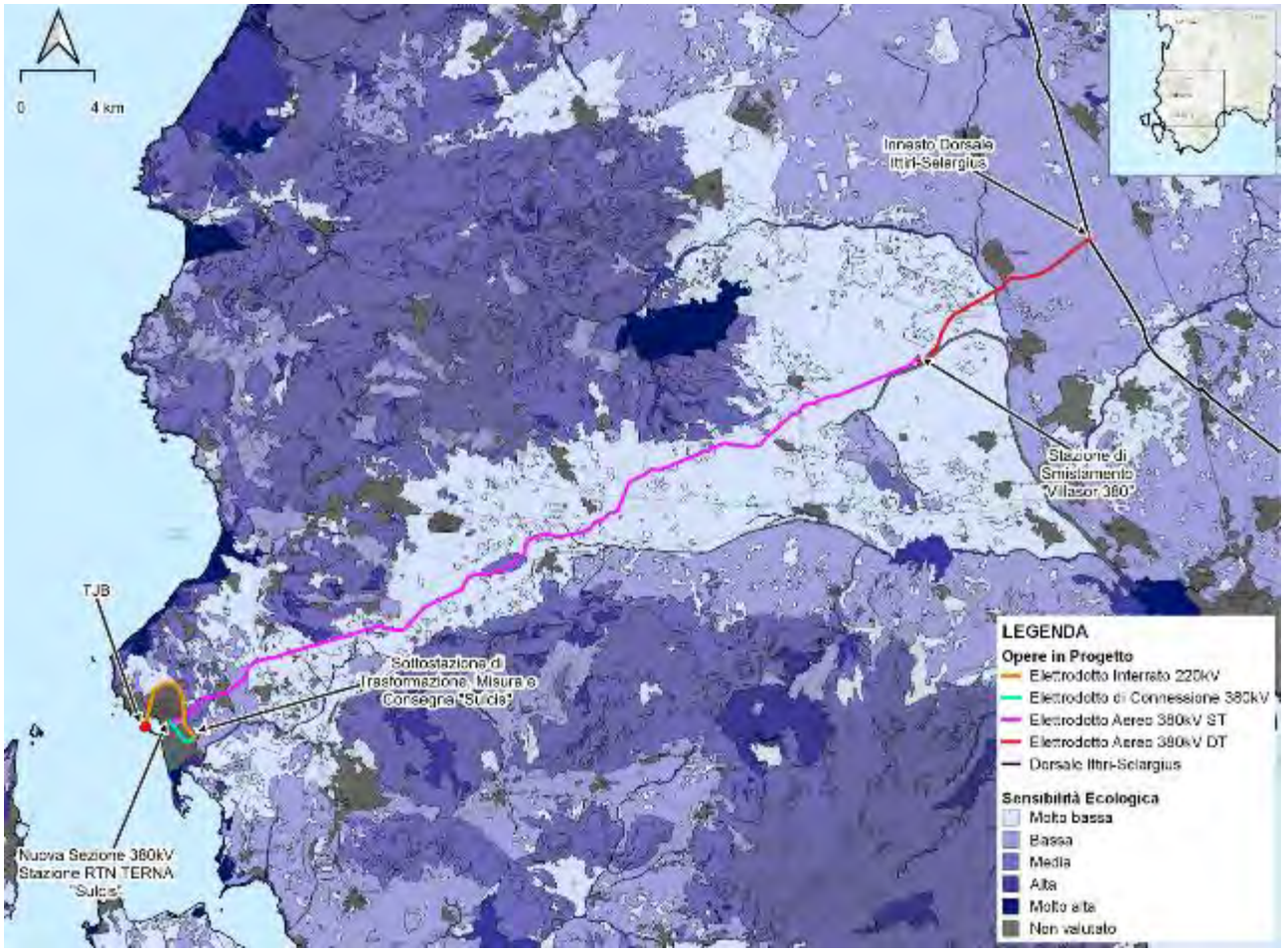


Figura 60 – Indici complessivi di valutazione – Sensibilità Ecologica.

Elaborazione iLStudio.

Carta della pressione antropica

Si rileva che le opere a terra ricadenti in località Portovesme interessano un territorio che, per la sua vocazione industriale, non è valutato in termini di Valore ecologico, Sensibilità ecologica, Pressione antropica e fragilità ambientale. La restante parte delle opere insistono invece su aree caratterizzate perlopiù da pressione antropica da bassa a media con andamento crescente dalle coste verso l'entroterra (con eccezione di alcune aree dalla pressione antropica alta identificate nell'habitat 32.3-Garighe e macchie mesomediterranee silicicole, media identificate negli habitat 82.1-Colture intensive, 32.13-Matorral a ginepri, 32.3-Garighe e macchie mesomediterranee silicicole, 32.211-Macchia bassa a olivastro e lentisco, 83.21-Vigneti, 83.322-Piantagioni di eucalipti e 82.3-Colture estensive).

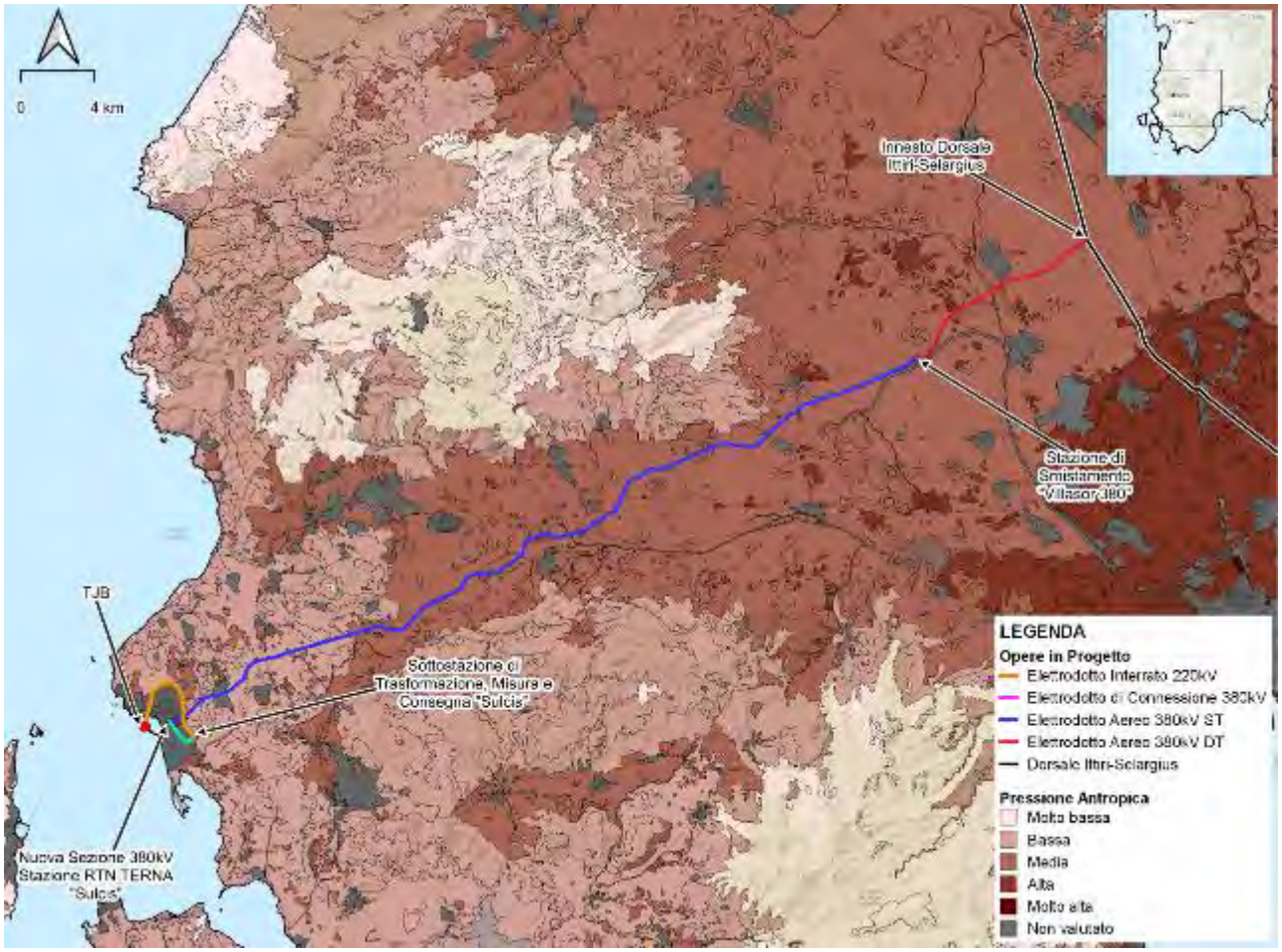


Figura 61 – Indici complessivi di valutazione – Pressione Antropica.

Elaborazione iLStudio.

Carta della fragilità ecologica

Si rileva che le opere a terra ricadenti in località Portovesme interessano un territorio che, per la sua vocazione industriale, non è valutato in termini di Valore ecologico, Sensibilità ecologica, Pressione antropica e fragilità ambientale. La restante parte delle opere insistono invece su aree caratterizzate perlopiù da fragilità ambientale molto bassa e bassa, in minima parte media (32.3-Garighe e macchie mesomediterranee silicicole, 32.211-Macchia bassa a olivastro e lentisco e 32.13-Matorral a ginepri).

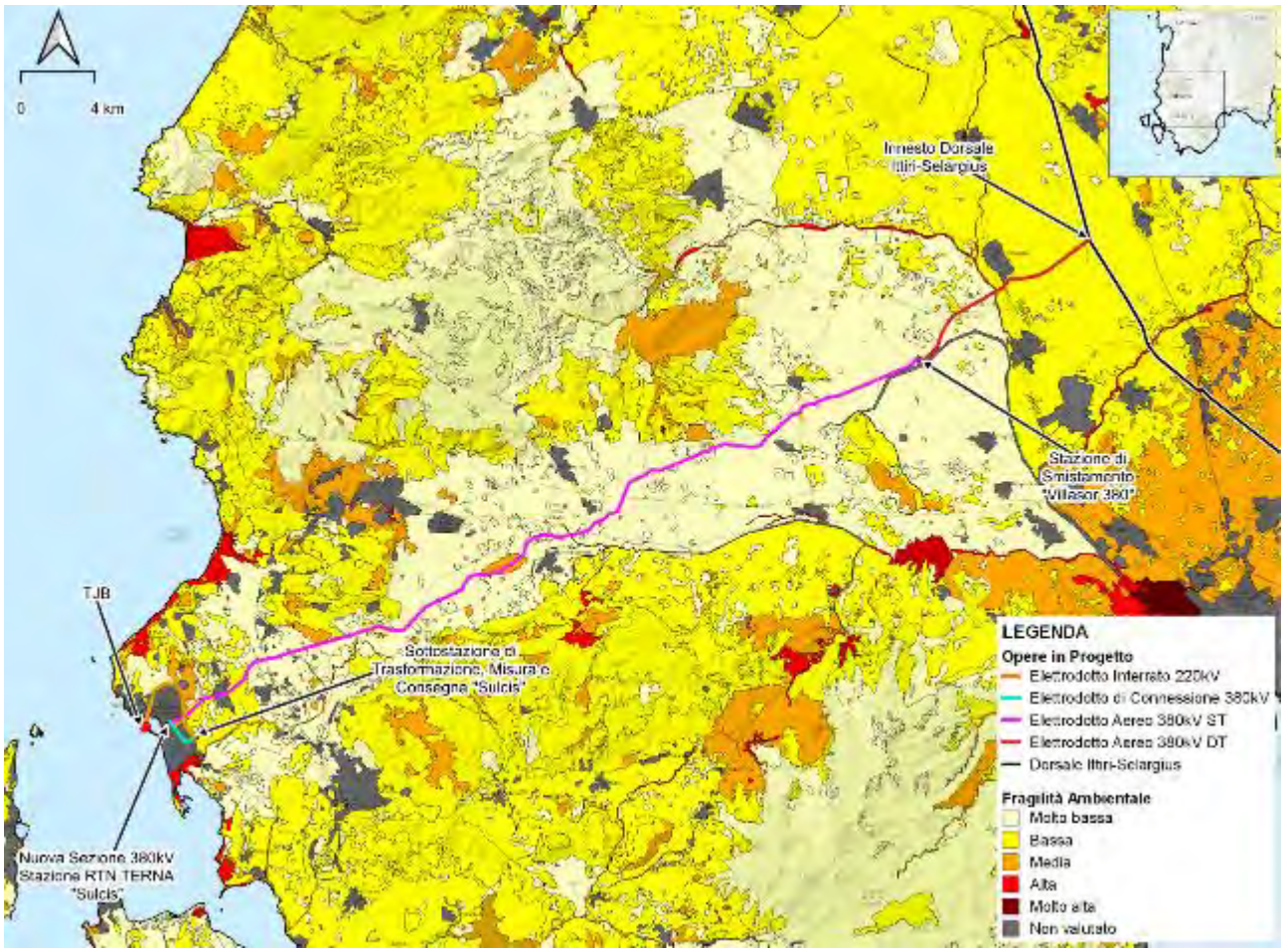


Figura 62 – Indici complessivi di valutazione – Fragilità Ambientale.
Elaborazione iLStudio.

Richiesta: le analisi volte alla caratterizzazione della vegetazione e della flora sono effettuate attraverso:
b) grado di maturità e stato di conservazione delle fitocenosi:

<u>Carta dello Stato delle Conoscenze Floristiche d'Italia</u>

Le conoscenze floristiche sono illustrate nell'opera di (Arrigoni, 2006-2014) sulla Flora dell'Isola di Sardegna.

Nel 2005 è stata elaborato l'aggiornamento della Carta dello Stato delle Conoscenze Floristiche in scala 1:1'500'000, sfruttando dati provenienti da pubblicazioni scientifiche, dati di erbario archiviati e dati contenuti in database di cartografia floristica. Negli ultimi decenni sono incrementate le conoscenze sull'insieme della flora vascolare italiana, tuttavia si conosce ben poco sulla distribuzione delle specie più comuni sul territorio.

La Carta è stata elaborata secondo i seguenti criteri:

- aree pressochè sconosciute;
- aree con conoscenza generica appena informativa;
- aree con conoscenza media;
- aree abbastanza ben conosciute;
- aree ben conosciute;
- piccoli o piccolissimi territori ben conosciuti in aree poco o per nulla esplorate.

Le opere in progetto, per entrambe le configurazioni, ricadono in aree con conoscenza media e aree con conoscenza generica appena informativa

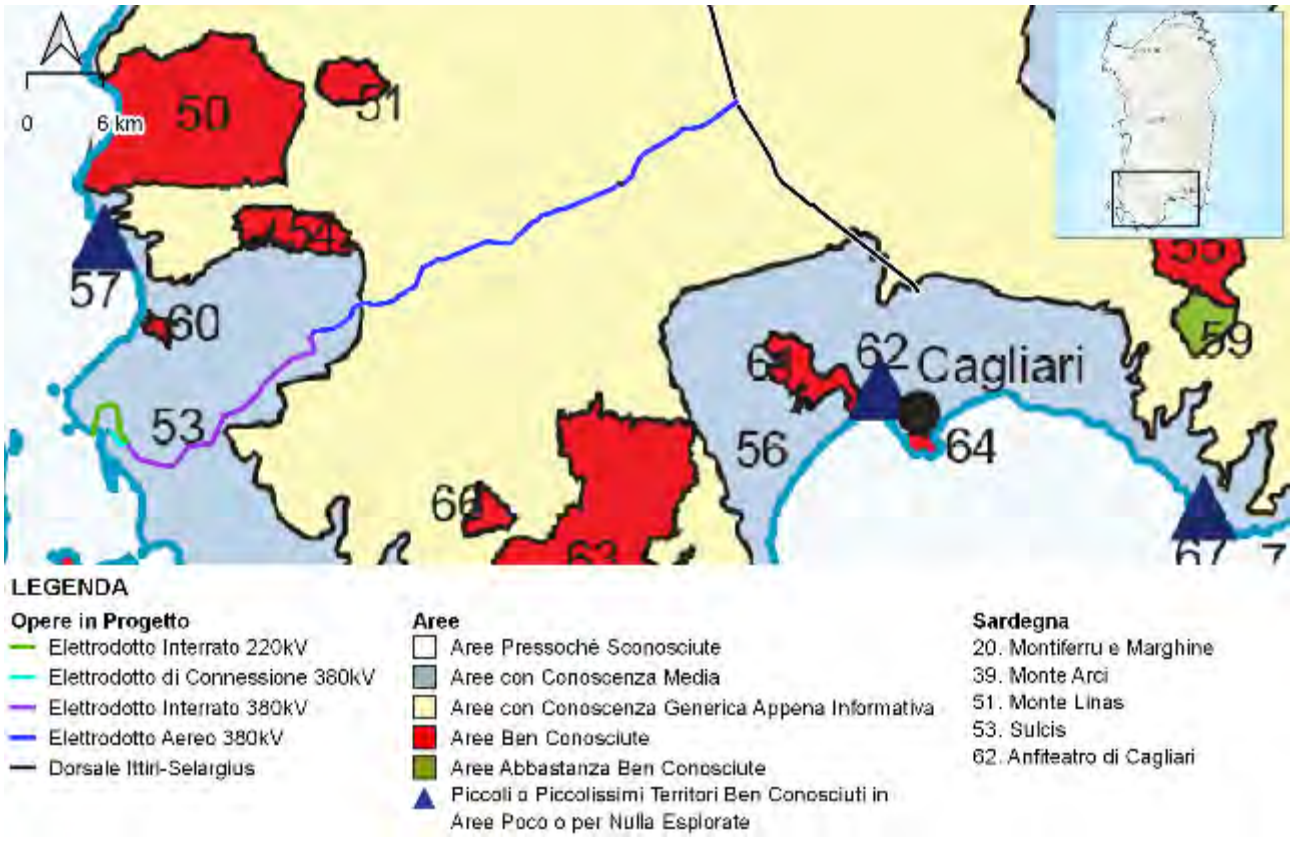


Figura 63 – Carta dello Stato delle Conoscenze Floristiche d'Italia – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo.
Fonte: (Scoppola, et al., 2005).

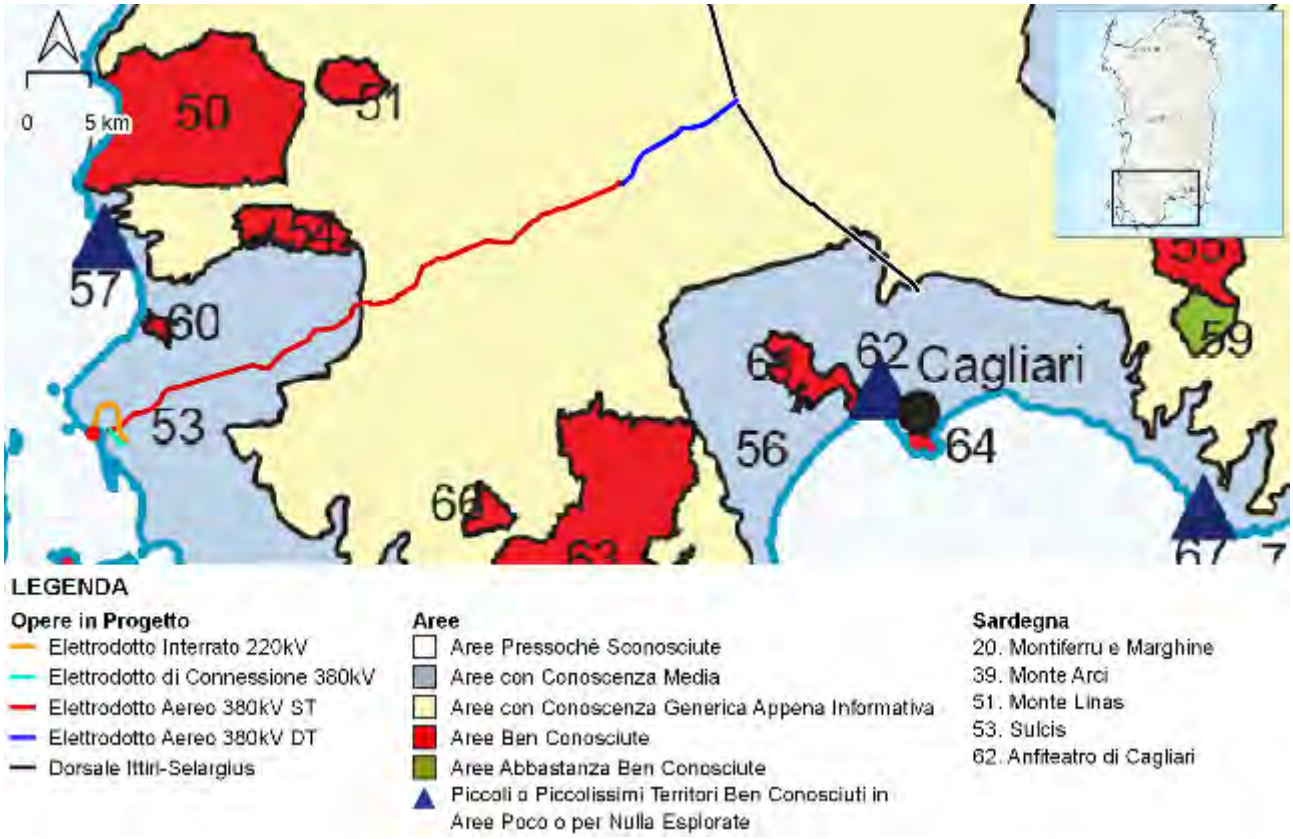
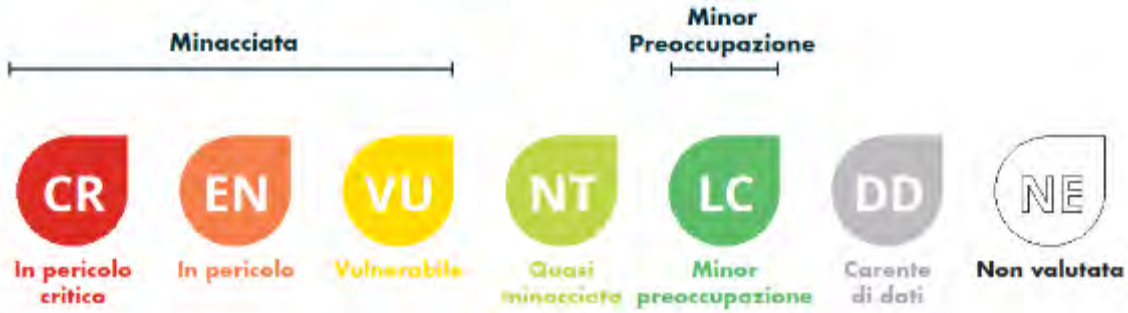


Figura 64 – Carta dello Stato delle Conoscenze Floristiche d'Italia – Configurazione Elettrodotto Aereo.
Fonte: (Scoppola, et al., 2005).

Lista Rossa IUCN

L'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN) ha messo in atto un sistema scientifico per valutare lo stato di conservazione delle specie viventi. La valutazione del rischio di estinzione è basata su Categorie e Criteri della Red List IUCN versione 3.1, le Linee Guida per l'Uso delle Categorie e Criteri della Red List IUCN versione 14 e le Linee Guida per l'Applicazione delle Categorie e Criteri IUCN a Livello Regionale versione 3.0.

Tali Liste Rosse racchiudono tutte le informazioni utili per le specie valutate, dalla distribuzione, alle minacce e alle relative azioni di salvaguardia. Tra le categorie utilizzate, tre sono quelle che necessitano di misure di tutela: in pericolo critico (CR), in pericolo (EN) e vulnerabili (VU).



Numerose sono le minacce che incidono sullo sviluppo e propagazione della flora italiana, in particolare la degradazione dell'habitat, il disturbo antropico, lo sviluppo di infrastrutture (residenziali e di trasporto), l'agricoltura e l'introduzione di specie invasive. Nell'ambito della tutela e della salvaguardia, sono stati realizzati due Fascicoli della Lista Rossa della Flora Italiana (Rossi, et al., 2013) (Rossi, et al., 2020). Nel primo caso le specie prese in considerazione sono state suddivise in due categorie:

- *Policy Species* (PS), con 197 taxa appartenenti agli allegali II, IV e V della Direttiva Habitat e alla

Convenzione di Berna, incluse briofite e licheni;
- *Non Policy Species* (NP), con 114 taxa non tutelati a livello europeo e nazionale, tuttavia considerati di interesse conservazionistico.

I taxa valutati sono stati 396 di cui 297 piante vascolari, 61 Briofite, 25 Licheni e 13 Funghi.

Delle 297 piante vascolari valutate, 141 sono state considerate come *Policy Species* e 146 ritenuti di interesse conservazionistico.

Tabella 82 – Categorie di minaccia delle piante vascolari valutate secondo i criteri IUCN.
Fonte: (Rossi, et al., 2013).

Categorie Red List IUCN	*Policy species*	*Non Policy species*	Totale
Estinta (EX)	0	2	2
Estinta a livello regionale (RE)	1	0	1
Estinta in Natura (EW)	0	1	1
Probabilmente Estinta CR (PE)	7	4	11
Probabilmente Estinta in natura CR (PEW)	0	1	1
Gravemente minacciata (CR)	18	78	96
Minacciata (EN)	35	41	76
Vulnerabile (VU)	10	12	22
Quasi Minacciata (NT)	24	7	31
A Minor Rischio (LC)	40	0	40
Dati insufficienti (DD)	16	0	16
Totale	**151**	**146**	**297**

Dalla Tabella 83 si può osservare che le tre categorie di minaccia (CR, EN, VU) contengono il 65% di tutte le specie vascolari considerate. Con la pubblicazione del secondo Fascicolo e la valutazione di un gruppo di 2191 taxa, si è reso evidente che 37 taxa sono oramai estinti (EX), estinti in natura (EW) o estinti a livello regionale (CR-PE) e 420 taxa, di cui 228 endemici, rientrano in una categoria di rischio (Tabella 83).

Tabella 83 – Numero di entità di piante vascolari italiane che ricade su ciascuna categoria di minaccia valutate secondo i criteri IUCN.
Fonte: (Rossi, et al., 2020).

Categorie Red List IUCN	Endemiti	Altre specie	Totale
Estinta (EX)	5	0	5
Estinta a livello regionale (RE)	0	1	1
Estinta in Natura (EW)	0	2	2
Probabilmente Estinta CR (PE)	6	23	29
Probabilmente Estinta in natura CR (PEW)	0	0	0
Gravemente minacciata (CR)	39	24	63
Minacciata (EN)	103	101	204
Vulnerabile (VU)	86	67	153
Quasi Minacciata (NT)	229	149	378

Categorie Red List IUCN	Endemiti	Altre specie	Totale
A Minor Rischio (LC)	620	348	968
Dati insufficienti (DD)	248	140	388
Totale	**1336**	**855**	**2191**

Tabella 84 – Numero di entità di piante vascolari italiane valutate nel complesso del progetto Liste Rosse della Flora Italiane (Vol. 1 + Vol. 2).
Fonte: (Rossi, et al., 2013) (Rondinini, et al., 2022).

Categorie Red List IUCN	Totale	%
Estinta (EX)	7	0.3
Estinta a livello regionale (RE)	2	0.1
Estinta in Natura (EW)	3	0.1
Probabilmente Estinta CR (PE)	40	1.6
Probabilmente Estinta in natura CR (PEW)	1	0.0
Gravemente minacciata (CR)	159	6.4
Minacciata (EN)	280	11.3
Vulnerabile (VU)	175	7.0
Quasi Minacciata (NT)	409	16.4
A Minor Rischio (LC)	1008	40.5
Dati insufficienti (DD)	404	16.2
Totale	**2488**	**100.0**

Dalla Tabella 85 si evince che il 76% dei Licheni e il 77% dei Funghi valutati ricadono nelle tre categorie maggiormente minacciate e il 34% delle Briofite ricade nelle categorie CR ed EN.

Tabella 85 – Categorie di minaccia per Licheni, Briofite e Funghi italiani valutati secondo i criteri IUCN.
Fonte: (Rossi, et al., 2013).

LICHENI			
Categorie Red List IUCN	***Policy species***	***Non Policy species***	**Totale**
Gravemente minacciata (CR)	0	4	4
Minacciata (EN)	4	4	8
Vulnerabile (VU)	0	7	7
A Minor Rischio (LC)	3	1	4
Dati insufficienti (DD)	1	1	2
Totale	**8**	**17**	**25**

BRIOFITE			
Categorie Red List IUCN	***Policy species***	***Non Policy species***	**Totale**
Probabilmente Estinta CR (PE)	3	1	4

	Gravemente minacciata (CR)	5	5	10
	Minacciata (EN)	3	8	11
	Vulnerabile (VU)	0	0	0
	Quasi Minacciata (NT)	0	3	3
	Dati insufficienti (DD)	32	1	33
	Totale	**43**	**18**	**61**

	FUNGHI			
	Categorie Red List IUCN	***Policy species***	***Non Policy species***	**Totale**
	Gravemente minacciata (CR)	-	3	3
	Minacciata (EN)	-	5	5
	Vulnerabile (VU)	-	2	2
	Quasi Minacciata (NT)	-	1	1
	Dati insufficienti (DD)	-	2	2
	Totale	-	**13**	**13**

Tabella 86 – Categorie di rischio di estinzione e criteri IUCN per la flora presente in Sardegna.
Fonte: (Rossi, et al., 2013) (Rossi, et al., 2020) www.sardegnaforeste.it.

	Ordine	Famiglia	Taxon	Nome comune	Cat. IT	Criteri
	Alismatales	Araceae	*Arum pictum*	Gigaro sardo-corso	LC	
	Asparagales	Iridaceae	*Crocus minimus*	Zafferano minore	LC	
	Asparagales	Orchidaceae	*Barlia robertiana*	Barlia	LC	
	Asparagales	Asparagaceae	*Ruscus aculeatus*	Pungitopo	LC	
	Brassicales	Brassicaceae	*Morisia monanthos*	Morisia	LC	
	Ericales	Primulaceae	*Lysimachia arvensis*	Centocchio azzurro	LC	
	Fabales	Fabaceae	*Genista ephedroides*	Ginestra efedroide	LC	
	Fabales	Fabaceae	*Genista salzmannii*	Ginestra di Salmann	LC	
	Fabales	Fabaceae	*Trifolium pratense*	Trifoglio dei prati o Violetto	LC	
	Malpighiales	Euphorbiaceae	*Euphorbia pithyusa*	Euforbia delle Baleari	LC	
	Pinales	Pinaceae	*Pinus nigra*	Pino nero	LC	
	Ranunculales	Ranunculaceae	*Helleborus lividus*	Elleboro di Corsica	LC	
	Ranunculales	Berberidaceae	*Berberis aetnensis*	Crespino dell'Etna	LC	
	Rosales	Rosaceae	*Amelanchier ovalis*	Pero corvino	LC	
	Saxifragales	Crassulaceae	*Sedum caeruleum*	Borracina azzurra	LC	
	Asparagales	Orchidaceae	*Gennaria diphylla*	Gennaria	NT	
	Asparagales	Orchidaceae	*Dactylorhiza insularis*	Orchidea delle isole	NT	

	Ordine	Famiglia	Taxon	Nome comune	Cat. IT	Criteri
	Asparagales	Orchidaceae	*Epipactis palustris*	Elleborine palustre	NT	
	Ericales	Ericaceae	*Erica multiflora L*	Erica multiflora	NT	
	Asterales	Asteraceae	*Helichrysum italicum*	Elicriso	NT	
	Arecales	Arecaceae	*Chamaerops humilis*	Palma nana	NT	
	Fabales	Fabaceae	*Genista morisii*	Ginestra di Moris	NT	
	Gentianales	Gentianaceae	*Gentiana lutea*	Genziana maggiore	NT	
	Malpighiales	Salicaceae	*Salix purpurea*	Salice rosso	NT	
	Malpighiales	Salicaceae	*Salix atrocinerea*	Salice di Gallura	NT	
	Malvales	Cistaceae	*Cistus creticus*	Cisto di Creta	NT	
	Osmundales	Osmundaceae	*Osmunda regalis*	Osmunda regale	NT	
	Gentianales	Gentianaceae	*Gentiana lutea*	Genziana maggiore	NT	
	Malpighiales	Salicaceae	*Salix purpurea*	Salice rosso	NT	
	Malpighiales	Salicaceae	*Salix atrocinerea*	Salice di Gallura	NT	
	Malvales	Cistaceae	*Cistus creticus*	Cisto di Creta	NT	
	Osmundales	Osmundaceae	*Osmunda regalis*	Osmunda regale	NT	
	Saxifragales	Paeoniaceae	*Paeonia mascula*	Rosa di Montagna	EN	B2ab(iii,v)
	Apiales	Apiaceae	*Daucus carota*	Carota selvatica	EN	B1ab(i,ii,iii,iv,v)+2ab(i,ii,iii,iv,v)
	Apiales	Apiaceae	*Ptychotis sardoa*	Prezzemolo di Sardegna	EN	B1ab(iii,iv)+2ab(iii,iv)
	Fabales	Fabaceae	*Genista sardoa*	Ginestra della Nurra	EN	B1ab(iii,v)+2ab(iii,v)
	Saxifragales	Grossulariaceae	*Ribes sardoum*	Ribes sardoum	CR	B1ab(i,ii,iii,v) + B2ab(i,ii,iii,v) + D1

Richiesta: le analisi volte alla caratterizzazione della vegetazione e della flora sono effettuate attraverso:

d) elenco e localizzazione di popolamenti e specie di interesse conservazionistico (rare, relitte, protette, endemiche o di interesse biogeografico) presenti nell'area di sito.

Important Plant Areas (IPA)

Il progetto "*Important Plant Areas*" (IPAs), proposto dall'organizzazione non governativa *Planta Europa* nel '95, è stato preso come riferimento anche in Italia in merito al target 5[24] nella Strategia Globale per la Conservazione delle Piante (GSPC).

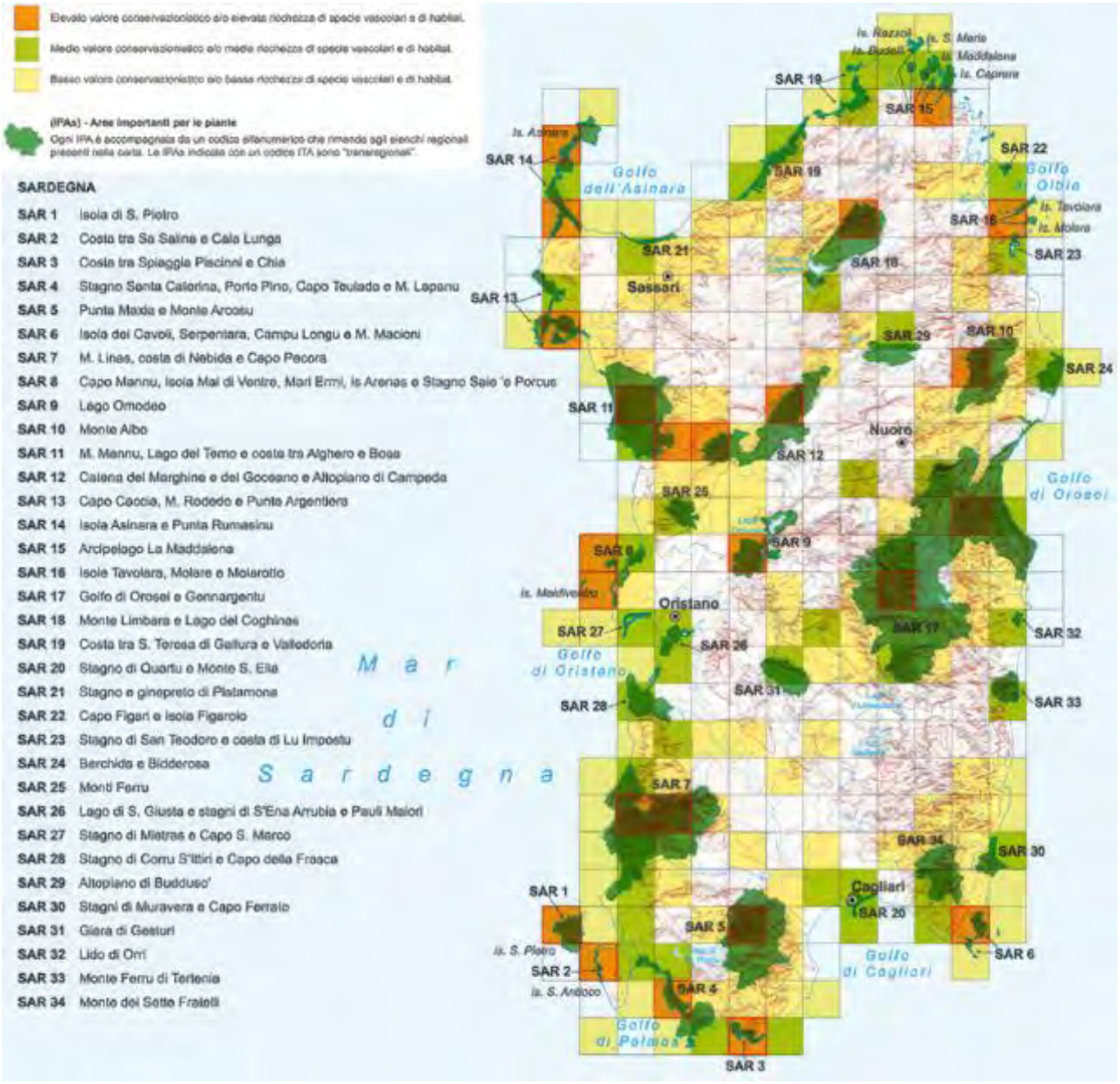


Figura 65 – Carta delle Aree Importanti per le Piante (IPAs) in Italia.
Fonte: (Blasi, et al., 2008).

Una *Important Plant Areas* (IPAs) è definita, attraverso una serie di criteri stabiliti a livello internazionale, come "un'area *naturale o semi-naturale che dimostri di possedere un'eccezionale diversità botanica e/o ospiti cenosi*

[24] Il target 5 della GSPC richiede, a tutti gli Stati firmatari della Convenzione sulla Diversità Biologica, la protezione, entro il 2010, del 50% delle aree più importanti per la diversità vegetale.

di specie rare, minacciate e/o endemiche e/o tipi di vegetazione di alto valore botanico". Con tali aree ci si propone l'obiettivo di "*identificare, a livello globale, una rete di siti ritenuti fondamentali per garantire la vitalità a lungo termine delle popolazioni naturali di specie vegetali selvatiche minacciate e/o importanti dal punto di vista conservazionistico*" (Aderson, 2002).

Quanto definito, tuttavia, non va a determinare la demarcazione di un'area protetta né costituisce automaticamente una forma di designazione con valore legale. L'istituzione di tali aree, promossa dalla Direzione Protezione della Natura del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, ha come obiettivo quello di monitorare il livello di protezione e, se necessario, intraprendere azioni di conservazione e gestione specifiche (Blasi & Biondi, 2017). Di fatto le specie considerate sono tutte di alto valore biogeografico.

L'identificazione di una IPA prevede che un sito soddisfi uno o più criteri, a seconda della distribuzione di alcuni gruppi tassonomici (le piante vascolari, le alghe, i funghi, i licheni, le epatiche e i muschi):

- **criterio A: "specie di interesse conservazionistico"** – il sito presenta popolazioni significative di una o più secie di interesse conservazionistico mondale o europeo;
- **criterio B: "ricchezza floristica"** – il sito possiede una eccezionale ricchezza floristica in relazione ai tipi di habitat presenti e alla sua zona biogeografica;
- **criterio C: "habitat"** – il sito ospita esempi rappresentativi di uno o più habitat di interesse conservazionistico mondiale o europeo.

Per la determinazione delle aree in ambienti fortemente soggetti all'azione antropica, sono state sfruttare le cartografie inerenti ai siti appartenenti alla Rete Natura 2000 e alle Aree Protette (ai sensi della L. 394/91) (Blasi, et al., 2014).

Sono state decretate 312 IPA sul territorio italiano, più 8 siti puntiformi per le comunità algali. In particolare, 307 di queste coincidono con le Aree Protette e/o con la Rete Natura 2000 (Blasi, et al., 2010).

Come si evince in figura, sono stati individuati sulla superficie sarda 34 siti IPA, che ricoprono circa il 18% della superficie. A scala nazionale, la regione Sardegna ospita il maggior numero di Aree Importanti per le Piante con 347 piante vascolari censite.

Come mostrato nella figure, le opere in progetto sono esterne, per entrambe le configurazioni, alle perimetrazioni delle aree Importanti per le Piante (IPAs).

Tabella 87 – Denominazione delle aree IPA più vicine alle opere in progetto.

Codice	Denominazione
SAR 1	Isola di S. Pietro
SAR 2	Costa tra Sa Salina e Cala Lunga
SAR 5	Punta Maxia e Monte Arcosu
SAR 7	M. Linas, costa di Nebida e Capo Pecora

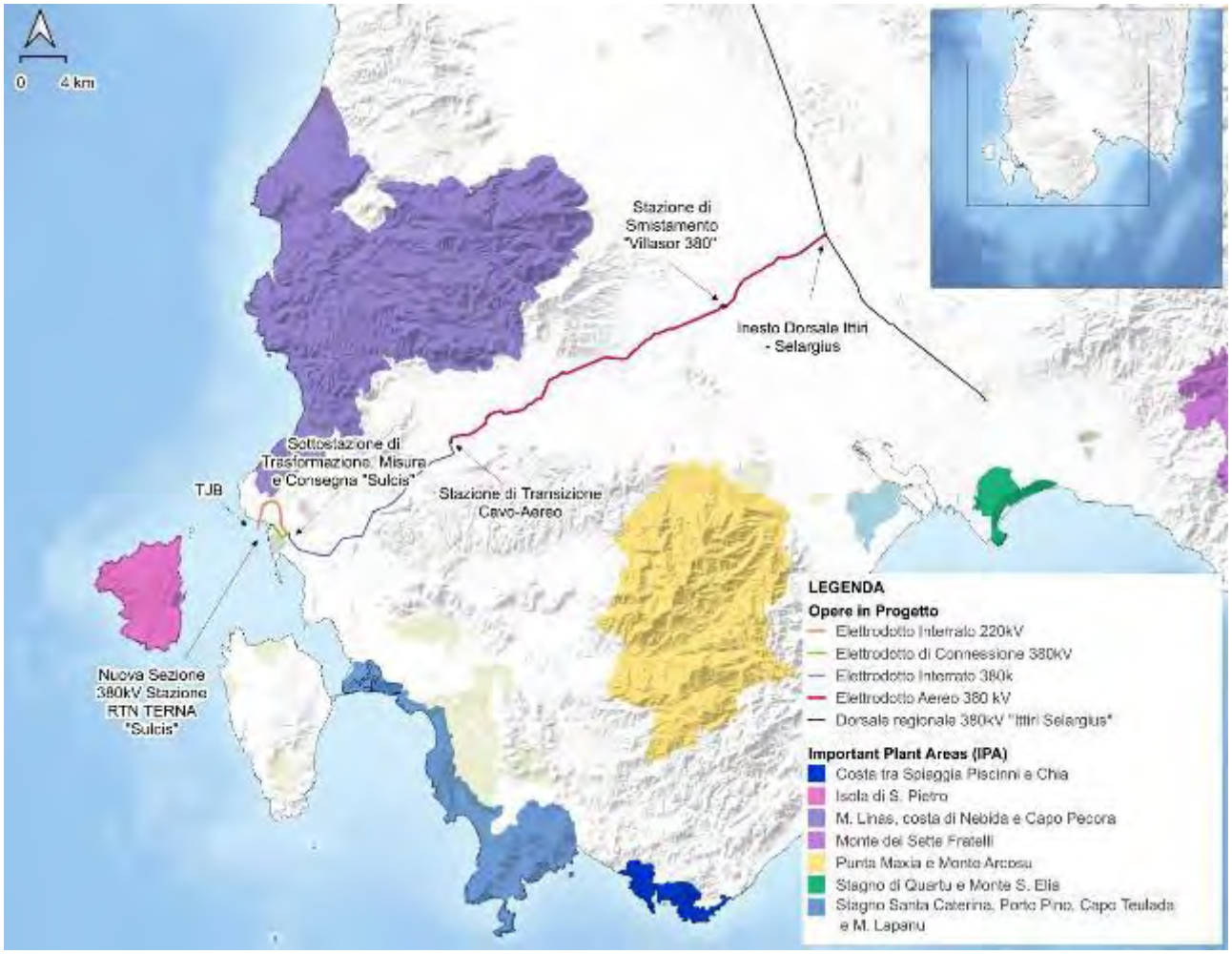


Figura 66 – Ubicazione dell'IPAs nell'area di progetto.
Elaborazione iLStudio su dati provenienti dall'ISPRA.

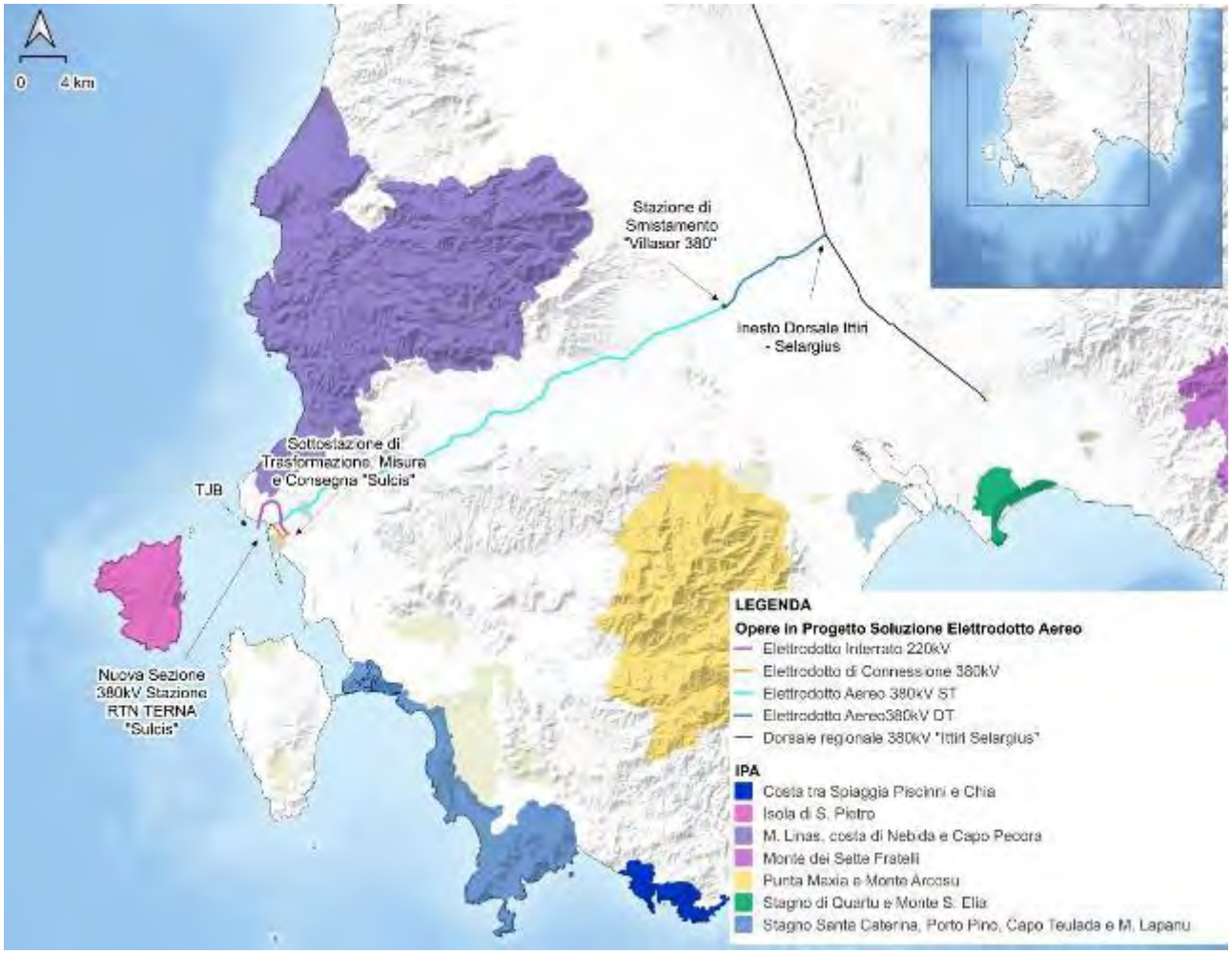


Figura 67 – Ubicazione dell'IPAs nell'area di progetto.
Elaborazione iLStudio su dati provenienti dall'ISPRA.

Caratterizzazione della vegetazione e della flora

La copertura vegetazionale che ricopre il territorio sardo è definita da un mosaico di comunità vegetali di origine più o meno recente. Tale inquadramento è definito prevalentemente dall'uso del fuoco con lo scopo di generare ambienti favorevoli al pascolo brado.

La vegetazione caratterizzante è tipicamente di tipo mediterraneo, sia per la posizione geografia dell'isola che per la storia geologica e il clima. Si individuano formazioni secondari di boschi misti di querce, come la sughera (*Quercus suber*) e la roverella (*Quercus pubescens*), o formazioni a *Taxus baccata* e *Ilex aquifolium* e boschi secondari di castagno (*Castanea sativa*) e colture di nocciolo (*Corylus avellana*). A questi si aggiungono le conifere spontanee (*Pinus halepensis, Pinus pinea*), esotiche (*Pinus nigra, Cedrus atlantica*), le formazioni igrofile come l'ontano nero (*Alnus glutinosa*), il frassino (*Fraxinus oxycarpa*), i salici (*Salix* sp.sl), le tamerici (*Tamarix africana*), l'oleandro (*Nerium oleander*) e l'agnocasto (*Vitex agnocastus*).

Il pascolo intensivo e il calpestio hanno comportato una riduzione della copertura boschiva per favorire la macchia, la gariga e i popolamenti erbacei. Nella macchia mediterranea dominano le formazioni a *Olea oleaster* e *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea latifolia*, *Arbutus unedo*, *Pistacia terebinthus*. Nella zona alto-montane si evidenza una gamma di tipologie di garighe con differenti specie (*Genista sp.pl, Helichrysum microphyllum, Astragalus genargeteus, Anthyllis hermanniae, Berberis aetnensis, Thymus catharinae, Prunus prostrata, Teucrium marum*). Infine per i popolamenti erbacei, nelle zone montane dominano le emicriptofite che si sviluppano negli spazi liberi e negli intermedi delle garighe e delle macchie.

La flora della Sardegna conta circa 2410 unità, di cui quasi il 15% sono specie endemiche. La Tabella 88 mette in luce la rilevanza biogeografica della flora nella regione Sardegna, che presenta 322 unità endemiche di cui 180 esclusive. La

Tabella 89 elenca alcune delle specie endemiche sia esclusive della regione che condivise con la Corsica o con altre aree del Mediterraneo.

Tabella 88 – Piante vascolari endemiche italiane.
Numero totale e numero di esclusive del territorio regionale (agg. 2014).
Fonte: **Specificata fonte non valida.**.

Regione	N. entità endemiche	N. entità endemiche esclusive regionali
Sardegna	322	180
Italia	1371	-

Tabella 89 – Piante endemiche della Sardegna.
Fonte: www.atlantides.it.

Nome scientifico	Nome comune	Nome scientifico	Nome comune
Allium parciflorum	Aglio paucifloro	*Crocus minimus*	Zafferanetto di Sardegna
Lamyropsis microcephala	Cardo del Gennargentu	*Romulea requienii*	Zafferanetto di Requien
Anthyllis hermanniae* subsp. *ichnusae	Vulneraria spinosa di Sardegna	*Limonium morisianum*	Limonio di Moris, Statice di Moris
Romulea revelierei	Zafferanetto di Revelière	*Aquilegia nugorensis*	Aquilegia di Sardegna
Cynoglossum barbaricinum	Lingua di cane della Barbagia	*Linaria arcusangeli*	Linaria dell'Arco dell'Angelo
Ruta lamarmorae	Ruta del Gennargentu	*Arenaria balearica*	Arenaria balearica
Daphne oleoides* subsp. *sardoa	Dafne spatolata della Sardegna	*Linaria flava* subsp. *sardoa*	Linaria sardo-corsa
Sabulina verna* subsp. *grandiflora	Minuartia primaverile a fiori grandi	*Arenaria bertolonii*	Arenaria di Bertoloni
Dipsacus valsecchii	Scardaccione d'Ogliastra	*Mentha requienii subsp. requienii*	Menta di Requien
Sagina pilifera	Sagina pelosa	*Aristolochia tyrrhena*	Aristolochia tirrenica
Mercurialis corsica	Mercorella di Corsica	*Sagina revelierei*	Sagina di Revelière
Armeria morisii	Spillone di *Moris*	*Echium anchusoides*	Viperina ancusoide
Micromeria cordata	Issopo di Corsica	*Santolina insularis*	Crespolina maggiore, Santolina sarda
Armeria sardoa* subsp. *genargentea	Spillone del Gennargentu	*Erodium corsicum*	Becco di gru corso
Morisia monanthos	Morisia	*Saponaria ocymoides* subsp. *alsinoides*	Saponaria delle rocce
Armeria sardoa* subsp. *sardoa	Spillone di Sardegna	*Euphorbia gayi*	Euforbia di Gay
Myosotis soleirolii	Nontiscordardimé di Soleirol	*Saxifraga corsica* subsp. *corsica*	Sassifraga di Corsica
Asperula pumila	Stellina di Sardegna	*Galium corsicum*	Caglio di Corsica
Astragalus genargenteus	Astragalo del Gennargentu	*Nepeta foliosa*	Gattaia di Sardegna
Saxifraga pedemontana* subsp. *cervicornis	Sassifraga sardo-corsa	*Galium glaucophyllum*	Caglio di Sardegna
Odontarrhena tavolarae	Alisso di Tavolara	*Scrophularia canina* var. *deschatresii*	Ruta canina varietà sardo-corsa
Barbarea rupicola	Erba di Santa Barbara di Sardegna	*Galium schmidii*	Caglio di Schmid
Odontites corsicus	Perlina sardo-corsa	*Scrophularia trifoliata*	Scrofularia di Sardegna
Berberis aetnensis	Crespino dell'Etna	*Gelasia callosa*	Scorzonera di Sardegna
Ornithogalum corsicum	Latte di gallina sardo-corso	*Senecio morisii*	Senecione di Moris
Borago pygmaea	Borragine di Sardegna	*Genista aetnenesis*	Ginestra dell'Etna

Nome scientifico	Nome comune	Nome scientifico	Nome comune
Paeonia morisii	Peonia sardo-corsa	*Seseli praecox*	Finocchiella precoce
Brassica insularis	Cavolo di Sardegna	*Glechoma sardoa*	Ellera terrestre di Sardegna
Pancratium illyricum	Pancrazio	*Silene morisiana*	Silene di Moris
Brimeura fastigiata	Giacinto fastigiato	*Helianthemum morisianum*	Eliantemo di Moris
Pilosella kralikii	Sparviere di Kralik	*Siler montanum* subsp. *ogliastri num*	Laserpizio d'Ogliastra
Bunium corydalinum	Bulbocastano sardo-corso	*Helianthemum oelandicum* subsp. *allionii*	Eliantemo di Allioni
Plantago subulata	Piantaggine a cuscinetto	*Solenopsis bacchettae*	Laurenzia di Bacchetta
Campanula forsythii	Campanula di Forsyth	*Helichrysum italicum* subsp. *tyrrhenicum*	Elicriso tirrenico
Polygala sardoa	Poligala di Sardegna	*Stachys corsica*	Betonica di Corsica
Centaurea filiformis* subsp. *ferulacea	Fiordaliso d'Ogliastra	*Helichrysum saxatile* subsp. *saxatile*	Elicriso sardo
Polygala saxatilis	Poligala delle pietraie	*Stachys glutinosa*	Betonica fetida
Centaurea filiformis* subsp. *filiformis	Fiordaliso di Oliena	*Potentilla caulescens* subsp. *nebrodensis*	Cinquefoglia penzola
Helleborus lividus* subsp. *corsicus	Elleboro di Corsica	*Staphisagria requienii*	Speronella variopinta

Richiesta: le analisi volte alla caratterizzazione della vegetazione e della flora sono effettuate attraverso:

f) carta tecnica della vegetazione reale, espressa come specie dominanti sulla base di analisi aerofotografiche e di rilevazioni fisionomiche dirette:

Carta delle Serie di Vegetazione

La Carta delle serie della vegetazione della Sardegna (Bachetta, et al., 2009) è stata realizzata in seguito alla alla Carta delle serie di Vegetazione d'Italia (in scala 1:250'000) di Blasi (2004). Si individuano e descrivono 29 associazioni vegetali, con una prevalenza di comunità vegetali potenziali di tipo forestale, di fatto 27 serie di vegetazioni sono forestali mentre le restanti sono comunità vegetali azonali, descrivibili come geosigmeti costieri psammofili e alofili.

Sebbene l'isola sarda non è descritta morfologicamente da montagne molto elevate (Punta la Marmora 1834m, Monte Corrasi 1463 m, Punta Balistreri 1362 m, Punta Perda de Sa Mesa 1236m), viene considerata prevalentemente montuosa dati i versanti ripidi e scoscesi. Tenendo presente le aree montuose con quote superiori ai 600m, si stima che le zone pianeggianti siano il 18% della superficie. Le pianure maggiormente estese sono:

- il Campidano, che si estende da nord-ovest a sud-est da Oristano al Golfo di Cagliari;
- la Nurra, nella Sardegna nord-occidentale;
- la piana del Coghinas.

La posizione geografica dell'isola permette di ospitare una vegetazione tipicamente mediterranea, la cui distribuzione è influenzata da una serie di fattori: la riduzione della temperatura con l'aumentare dell'altitudine, l'esposizione, la disponibilità idrica nel suolo e la natura del substrato litologico.

Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo

Dalla Figura 68 e Figura 69 emerge che le opere in progetto ricadono in aree interessate dalle seguenti serie di vegetazione:

OPERE IN PROGETTO	SERIE DI VEGETAZIONE e STRADE

Elettrodotto Interrato 220 kV e elettrodotto di connessione 380 kV	Strada provinciale
Sottostazione di trasformazione, misura e consegna “Sulcis”	17. Serie Sarda, Calcifuga, Termo-Mesomediterranea della Sughera (*Galio scabri - Quercetum suberis*)
Nuova sezione 380 kV Stazione RTN TERNA “Sulcis”	28. Geosigmeto Sardo, Psammofilo, Termomediterraneo dei Sistemi Dunali Litoranei (*Cakiletea, Ammophiletea, Crucianellion maritimae, Malcolmietalia, Juniperion turbinatae*)
Elettrodotto interrato 380 kV	Strada Provinciale
	Strada Statale
	17. Serie Sarda, Calcifuga, Termo-Mesomediterranea della Sughera (*Galio scabri - Quercetum suberis*)
Stazioni di transizione Cavo-aereo	17. Serie Sarda, Calcifuga, Termo-Mesomediterranea della Sughera (*Galio scabri - Quercetum suberis*)
Elettrodotto aereo 380 kV ST	17. Serie Sarda, Calcifuga, Termo-Mesomediterranea della Sughera (*Galio scabri - Quercetum suberis*)
	Strada Provinciale
	Strada Statale
	Strada Comunale
	24. Geosigmeto Mediterraneo, Edafoigrofilo e Planiziale, Termo - Mesomediterraneo (*Populenion albae, Fraxino angustifoliae - Ulmenion minoris, Salicion albae*)
	19. Serie Sarda Basifila, Termo - Mesomediterranea della Quercia di Virgilio (*Lonicero implexae - Quercetum virgilianae*)
Stazione Di Smistamento “Villasor 380”	17. Serie Sarda, Calcifuga, Termo-Mesomediterranea della Sughera (*Galio scabri - Quercetum suberis*)
Elettrodotto Aereo 380 kV DT	17. Serie Sarda, Calcifuga, Termo-Mesomediterranea della Sughera (*Galio scabri - Quercetum suberis*)
	24. Geosigmeto Mediterraneo, Edafoigrofilo e Planiziale, Termo - Mesomediterraneo (*Populenion albae, Fraxino angustifoliae - Ulmenion minoris, Salicion albae*)
	19. Serie Sarda Basifila, Termo - Mesomediterranea della Quercia di Virgilio (*Lonicero implexae - Quercetum virgilianae*)

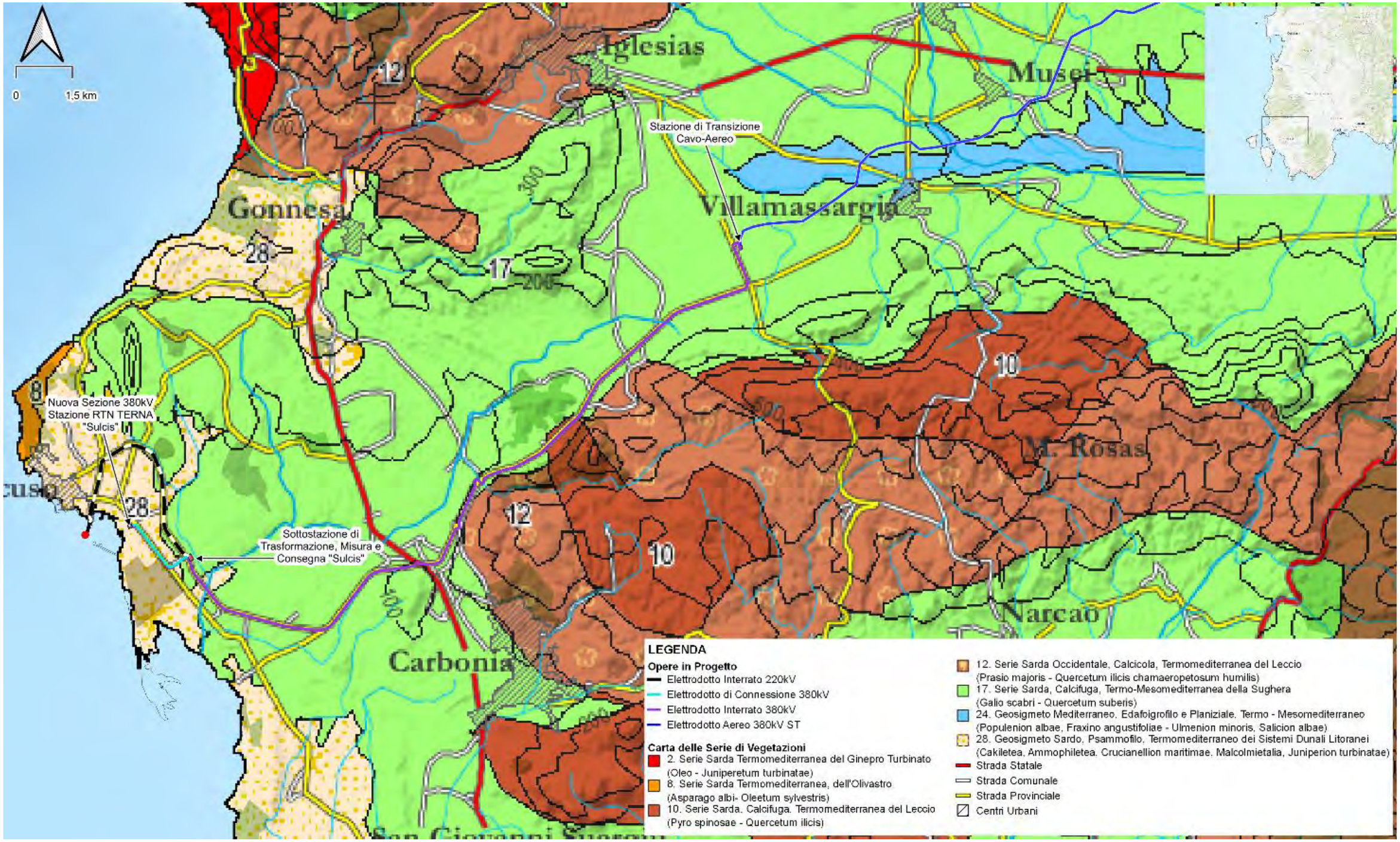


Figura 68 – Carta delle Serie di Vegetazione. Vista 1.
Elaborazione iLStudio su dati provenienti dal Dipartimento di Biologia Vegetale "La Sapienza", Università di Roma.

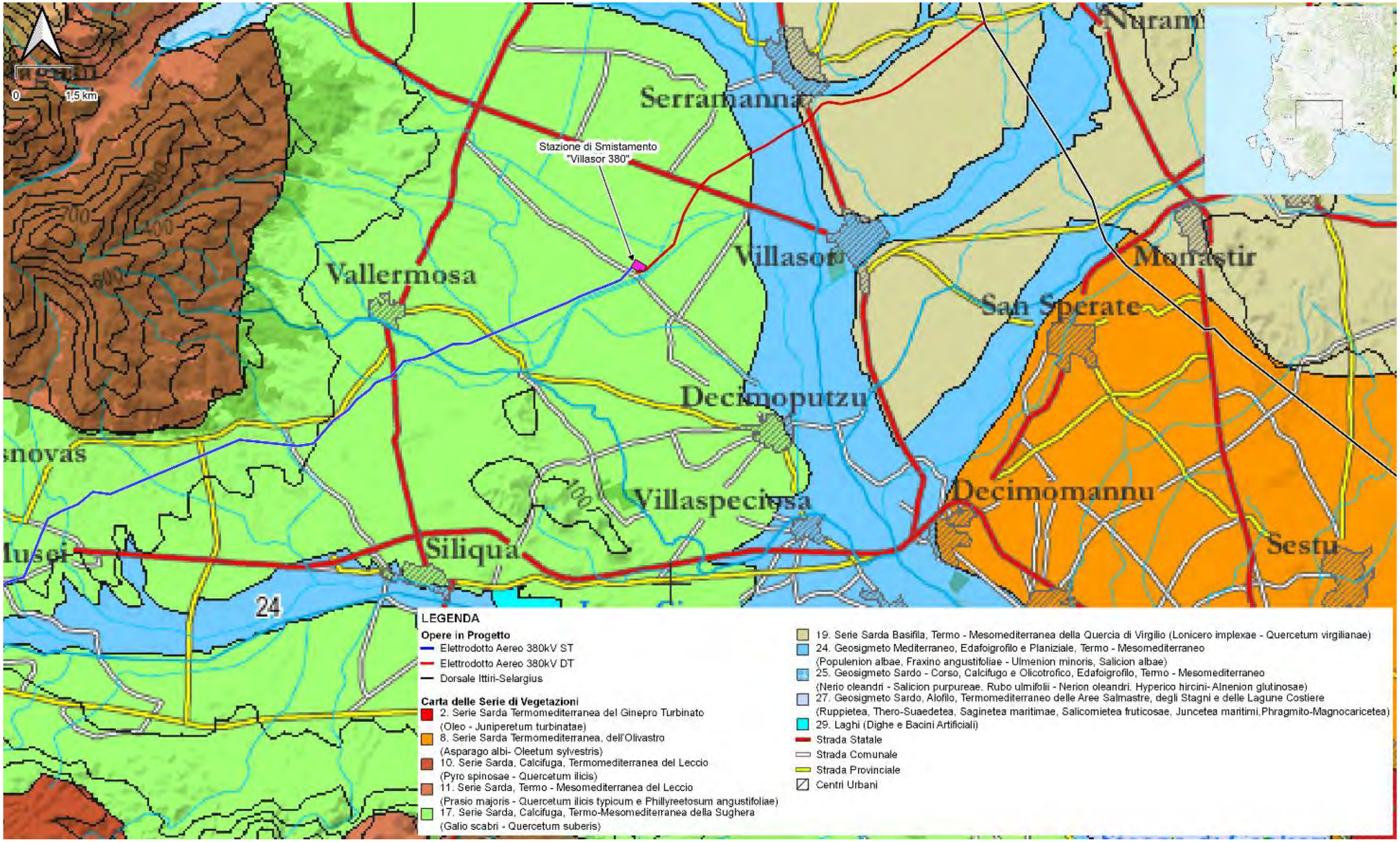


Figura 69 – Carta delle Serie di Vegetazione. Vista 2.

Elaborazione iLStudio su dati provenienti dal Dipartimento di Biologia Vegetale "La Sapienza", Università di Roma.

Configurazione Elettrodotto Aereo

Dalle figure emerge che le opere in progetto ricadono in aree interessate dalle seguenti serie di vegetazione:

OPERE IN PROGETTO	SERIE DI VEGETAZIONE e STRADE
Elettrodotto interrato 220 kV e elettrodotto interrato 380 kV	Strada Provinciale
Sottostazione di trasformazione, misura e consegna “Sulcis”	17. Serie Sarda, Calcifuga, Termo-Mesomediterranea della Sughera (*Galio scabri - Quercetum suberis*)
	Strada Provinciale
Nuova sezione 380 kV Stazione RTN TERNA “Sulcis”	28. Geosigmeto Sardo, Psammofilo, Termomediterraneo dei Sistemi Dunali Litoranei (*Cakiletea, Ammophiletea, Crucianellion maritimae, Malcolmietalia, Juniperion turbinatae*)
Elettrodotto aereo 380 kV ST	28. Geosigmeto Sardo, Psammofilo, Termomediterraneo dei Sistemi Dunali Litoranei (*Cakiletea, Ammophiletea, Crucianellion maritimae, Malcolmietalia, Juniperion turbinatae*)
	17. Serie Sarda, Calcifuga, Termo-Mesomediterranea della Sughera (*Galio scabri - Quercetum suberis*)
	Strada Provinciale
Stazione Di Smistamento “Villasor 380”	17. Serie Sarda, Calcifuga, Termo-Mesomediterranea della Sughera (*Galio scabri - Quercetum suberis*)
Elettrodotto Aereo 380 kV DT	17. Serie Sarda, Calcifuga, Termo-Mesomediterranea della Sughera (*Galio scabri - Quercetum suberis*)
	24. Geosigmeto Mediterraneo, Edafoigrofilo e Planiziale, Termo - Mesomediterraneo (*Populenion albae, Fraxino angustifoliae - Ulmenion minoris, Salicion albae*)
	Strada Statale
	19. Serie Sarda Basifila, Termo - Mesomediterranea della Quercia di Virgilio (*Lonicero implexae - Quercetum virgilianae*)

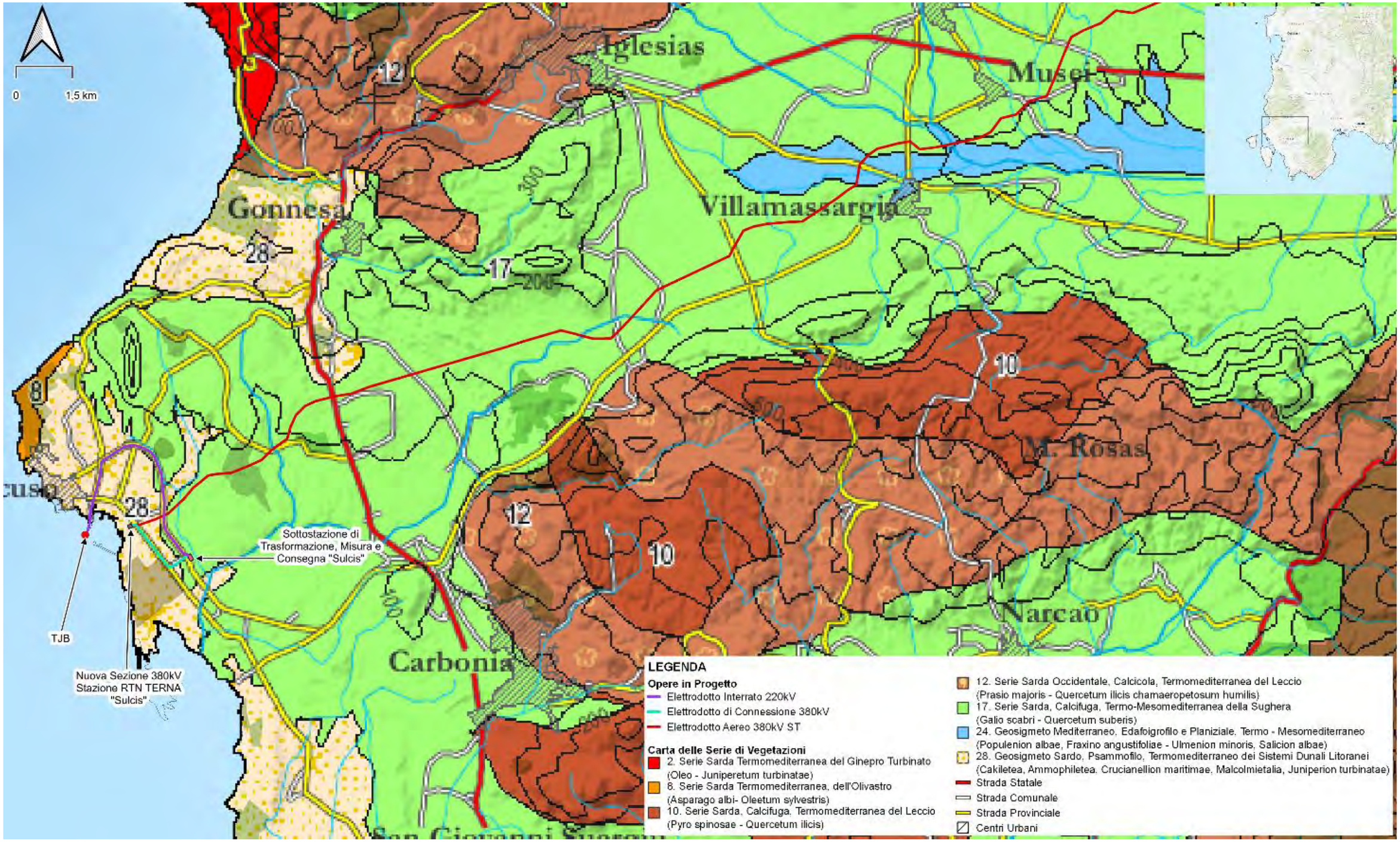


Figura 70 – Carta delle Serie di Vegetazione. Vista 1 – Configurazione Elettrodotto Aereo.

Elaborazione iLStudio su dati provenienti dal Dipartimento di Biologia Vegetale "La Sapienza", Università di Roma.

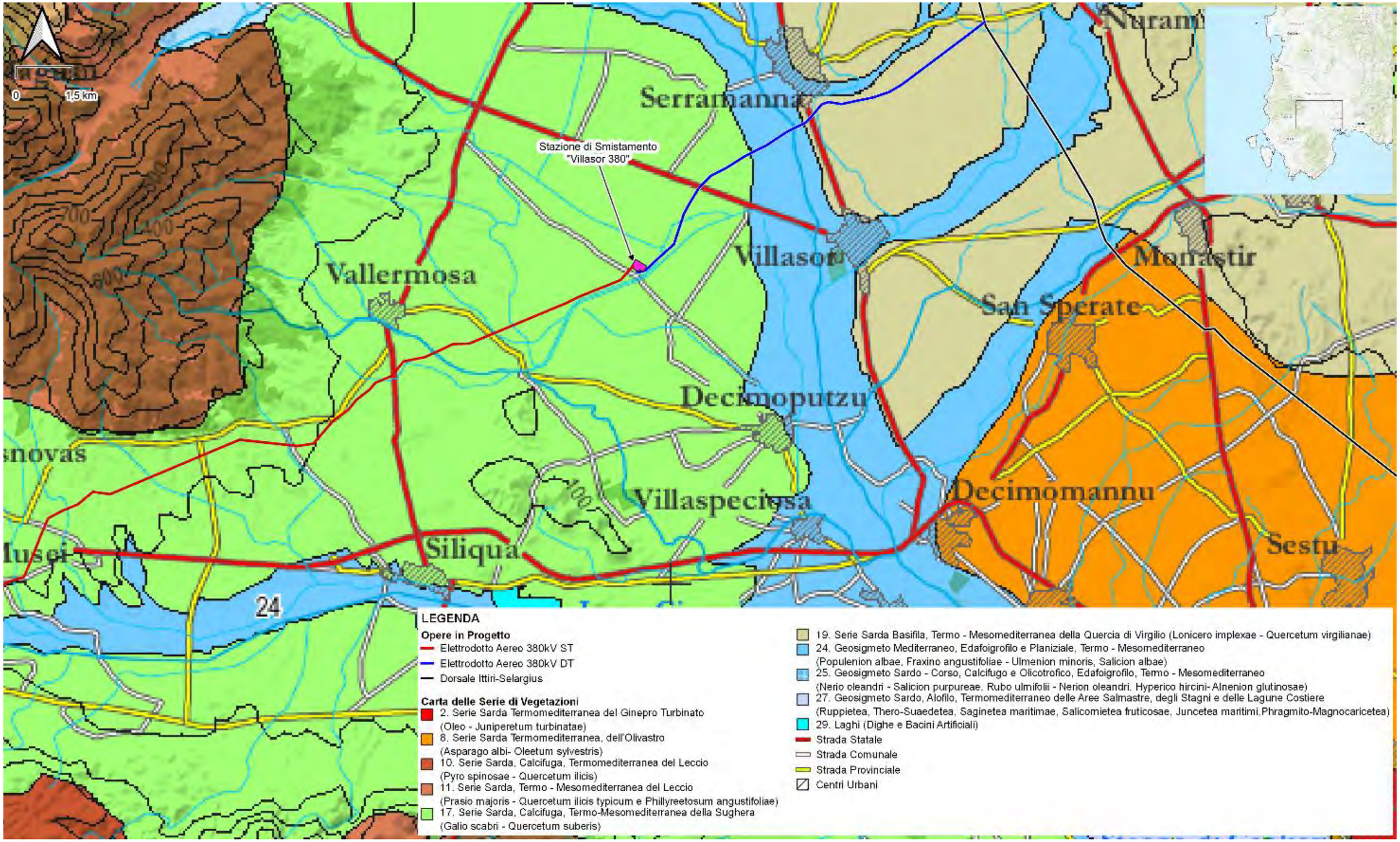


Figura 71 – Carta delle Serie di Vegetazione. Vista 2 – Configurazione Elettrodotto Aereo.
Elaborazione iLStudio su dati provenienti dal Dipartimento di Biologia Vegetale "La Sapienza", Università di Roma.

Di seguito vengono riportate le conoscenze relative alla vegetazione della Sardegna riportate nel lavoro di (Bachetta, et al., 2009).

17 – Serie sarda, calcifuga, termo-mesomediterranea della sughera (*Galio scabri-Quercetum suberis*).

Distribuzione cartografata: Gallura, Baronia, alta e media valle del Fiume Tirso, Mandrolisai, alto e medio Campidano, Ogliastra, Salto di Quirra, Gerrei, Sarrabus, Sulcis e Iglesiente.

Presenze non cartografabili: la serie si sviluppa anche in corrispondenza di superfici di estensione limitata, con basse pendenze su *saboulon* granitici, in aree a prevalenza di altre serie, incluse piccole zone delle isole di La Maddalena, Santo Stefano e Asinara. Fisionomia, struttura e caratterizzazione floristica dello stadio maturo: mesoboschi a *Quercus suber* con Q. *ilex, Viburnum tinus, Arbutus unedo, Erica arborea, Phillyrea latifolia, Myrtus communis, Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus.* Lo strato erbaceo è caratterizzato da *Galium scabrum, Cyclamen repandum, Ruscus aculeatus.* Comprende la subass. tipica *quercetosum suberis* Bacchetta, Bagella, Biondi, Farris, Filigheddu & Mossa 2004 e la subass. *rhamnetosum alaterni* Bacchetta, Bagella, Biondi, Farris, Filigheddu & Mossa 2004, non cartografabili separatamente.

Caratterizzazione litomorfologica e climatica: la serie si sviluppa su substrati granitici della Sardegna orientale e centromeridionale (subass. *quercetosum suberis),* talvolta su metamorfiti (subass. *rhamnetosum alaterni)*, ad altitudini comprese tra 200 e 550 m, sempre in ambito bioclimatico Mediterraneo pluvistagionale oceanico, con condizioni termo- ed ombrotipiche variabili dal termomediterraneo superiore subumido inferiore al mesomediterraneo inferiore subumido superiore.

Stadi della serie: la vegetazione forestale è sostituita da formazioni arbustive riferibili all'associazione *Erica arboreae-Arbutetum unedonis* e da garighe a *Cistus monspeliensis* e C. *salviifolius,* seguono prati stabili emicriptofitici della classe *Poetea bulbosae* e pratelli terofitici riferibili alla classe *Tuberarietea guttatae.*

19 – Serie sarda, basifila, termo-mesomediterranea della Quercia di Virgilio (*Lonicero implexae-Quercetum virgilianae*).

Distribuzione cartografata: Sardegna nord-occidentale (Sassarese), centrale (Sarcidano) e meridionale (Marmilla e Trexenta).

Presenze non cartografabili: la serie si sviluppa come edafo-mesofila su marne e colluvi di ridotta estensione in territori a prevalenza di leccete termofile *(Prasio majoris-Quercetum ilicis quercetosum virgilianae)* in Anglona, Sassarese, Logudoro-Mejlogu, Gerrei occidentale e della media valle del Tirso.

Fisionomia, struttura e caratterizzazione floristica dello stadio maturo: micro-mesoboschi dominati da latifoglie decidue e secondariamente da sclerofille, con strato fruticoso a medio ricoprimento e strato erbaceo costituito prevalentemente da emicriptofite scapose o cespitose e geofite bulbose. Rispetto agli altri querceti caducifogli della Sardegna sono differenziali di quest'associazione le specie della classe *Quercetea ilicis* quali: *Rosa sempervirens, Asparagus acutifolius, Rubia peregrina, Smilax aspera, Ruscus aculeatus, Osyris alba, Pistacia lentiscus, Lonicera implexa* e *Rhamnus alaternus.* La subass. *cyclaminetosum repandi* Bacchetta, Biondi, Farri, Filigheddu & Mossa 2004, della Sardegna settentrionale, rispetto alla subass. tipica *quercetosum virgilianae* Bacchetta, Biondi, Farris, Filigheddu & Mossa 2004, si differenzia per la maggior complessità strutturale, la localizzazione in valloni, la presenza di *Cyclamen repandum, Hedera helix* subsp. *helix, Clematis vitalba, Calamintha nepeta* subsp. *glandulosa, Ranunculus bulbosus* subsp. *aleae* e *Achnatherum bromoides,* oltre all'alta frequenza di *Euphorbia characias, Quercus ilex* e *Viburnum tinus*.

Caratterizzazione litomorfologica e climatica: si rinviene su substrati litologici di natura carbonatica ed in particolare su calcari e marne mioceniche, su depositi di versante e talvolta su detriti di falda, ad altitudini comprese tra 200 e 350 m. Dal punto di vista bioclimatico questi querceti si localizzano in ambito Mediterraneo pluvistagionale oceanico, in condizioni termotipiche ed ombrotipiche comprese tra il termomediterraneo superiore-subumido inferiore ed il mesomediterraneo inferiore-subumido superiore. Mostrano un optimum bioclimatico di tipo mesomediterraneo inferiore-subumido superiore.

Stadi della serie: gli stadi successionali sono rappresentati da arbusteti riferibili all'ordine *Quercetalia calliprini* (associazione *Rhamno alaterni-Spartietum juncei),* mantelli dell'alleanza *Pruno-Rubion ulmifolii* (associazione *Clematido cirrhosae-Crataegetum monogynae)* e praterie perenni a *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica* (associazione *Ophrydo praecocis-Dactyletum hispanicae*).

Serie accessorie non cartografabili: boschi mesofili di *Laurus nobilis.*

24 – Geosigmeto mediterraneo, edafoigrofilo e planiziale, termo-mesomediterraneo (*Populenion albae, Fraxino angustifoliae-Ulmenion minoris, Salicion albae*).

Distribuzione cartografata: Bacino del Rio Mannu di Porto Torres, Campu Giavesu, Piana di Santa Lucia (Bonorva), Campidano di Cagliari e Oristano, valle del Cixerri, Marmilla, Trexenta, Sulcis (Villa d'arri, Rio di Pula, Sa Tuerra di Teulada), Rio di Quirra, tratto finale e foce del Fiume Flumendosa, media e bassa valle del Tirso.

Presenze non cartografabili: Bacino del Calik (Nurra), Coghinas, Posada, Cedrino, Sulcis (Rio Mannu di Narcao, Rio di Chia e Rio di Santa Lucia), Iglesiente (Rio Antas, Rio Mannu di Fluminimaggiore).

Fisionomia, struttura e caratterizzazione floristica dello stadio maturo: mesoboschi edafoigrofili e/o planiziali caducifogli costituiti da *Populus alba, P. nigra, Ulmus minor, Fraxinus oxycarpa, Salix alba.* Presentano una struttura generalmente bistratificata, con strato erbaceo variabile in funzione del periodo di allagamento e strato arbustivo spesso assente o costituito da arbusti spinosi.

Caratterizzazione litomorfologica e climatica: si rinvengono in condizioni bioclimatiche di tipo Mediterraneo pluvistagionale oceanico e temperato oceanico in variante submediterranea, con termotipi variabili dal termomediterraneo superiore al mesotemperato inferiore; su substrati di varia natura ma sempre caratterizzati da materiali sedimentari fini, prevalentemente limi e argille, parte dei quali può trovarsi in sospensione. Le acque evidenziano una marcata presenza di carbonati e nitrati, sono ricche in materia organica e sovente presentano fenomeni di eutrofizzazione.

Articolazione della geoserie: gli stadi della geoserie sono disposti in maniera spaziale procedendo in direzione esterna rispetto ai corsi d'acqua. Generalmente si incontrano delle boscaglie costituite da *Salix* sp. pl., *Rubus* sp. pl., *Tamarix* sp. pl. ed altre fanerofite cespitose quali *Vitex agnus-castus, Nerium oleander* o *Sambucus nigra.* Arbusteti di sostituzione edafo-igrofili nella Sardegna nord-occidentale sono riferiti alle associazioni *Vinco sardoae-Rubetum ulmifolii* e *Lavatero olbiae-Rubetum ulmifolii.* A contatto sono presenti popolamenti elofitici e/ elofito-rizofitici inquadrabili nella classe *Phragmito Magnocaricetea* elofitici e/ elofito-rizofitici inquadrabili nella classe *Phragmito Magnocaricetea.*

28 – Geosigmeto sardo, psammofilo, termomediterraneo dei sistemi dunali litoranei (Cakiletea, Ammophiletea, Crucianellion maritimae, Malcolmietalia, Juniperion turbinatae).

Distribuzione cartografata: Platamona, Badesi, Rena Maiore, Spargi, Capo Comino, Porto Ferro, litorale di Alghero, Sinis, litorale di Arborea-Terralba, Costa Verde, Buggerru, Porto Pino, S. Antioco, Porto Botte, Chia, Portixeddu, Capo Carbonara, Cala Sinzias, Costa Rei, Lido di Orrì e Bari Sardo.

Presenze non cartografabili: si stabilisce ovunque vi siano arenili, anche di modesta entità.

Caratterizzazione litomorfologica e climatica: spiagge, dune oloceniche mobili o stabilizzate. Ghiaie, sabbie e limi dei depositi alluvionali, colluviali eolici e litorali, nel piano fitoclimatico termomediterraneo superiore e inferiore con ombrotipo da secco inferiore a subumido inferiore.

Articolazione della geoserie: si tratta di diversi tipi di vegetazione che tendono a distribuirsi parallelamente alla linea di battigia e corrispondono a diverse situazioni ecologiche in relazione alla distanza dal mare e alla diversa granulometria del substrato.

Vegetazione psammofila terofitica alo-nitrofila – Comunità annuali che crescono sulla zona della spiaggia inondata in inverno, sulla quale le mareggiate lasciano consistenti depositi di sostanza organica, soprattutto

resti di *Posidonia oceanica* ((associazioni *Salsolo kali-Cakiletum maritimae* Costa & Mansanet *1981 corro* Rivas-Martinez *et al.* 1992 e *Atriplicetum hastato-tornabaeni* O. Bolòs 1962);

Vegetazione psammfila geofitica ed emicriptofitica – Comunità perenni dominate da piante specializzate, ascrivibili alle medesime unità superiori di vegetazione (classe *Ammophiletea*), ma occupanti ambienti ecologicamente diversi, influenzati da un gradiente decrescente di salinità e uno crescente di evoluzione della duna e lontananza dal mare, nonché della diversa granulometria del substrato (associazioni *Sporoboletum arenarii* Rothmaler 1943 nel primo tratto della spiaggia emersa, *Echinophoro spinosae-Elytrigetllm jllnceae* Géhu 1988 e *Sileno corsicae-Elytrigetum junceae* (Malcuit 1926) Bartolo, Brullo, De Marco, Dinelli, Signorello & Spampinato 1992 *corro* Géhu 1996 endemica sardo-corsa sulle dune embrionali, *Echinophoro spinosae-Ammophiletllm arundinaceae* Géhu, Rivas-Martinez & Tiixen in Géhu *et al.* 1984 e *Sileno corsicae-Ammophiletum arllndinaceae* Bartolo, Brullo, De Marco, Dinelli Signorello & Spampinato 1992 sulle dune bianche);

Vegetazione psammofila camefitica - Si tratta di garighe primarie che si sviluppano nei settori più interni, sul lato continentale della duna, con sabbie stabili e compatte, delle cosiddette dune grigie. Sono cenosi estremamente vulnerabili in seguito alla destrutturazione della duna bianca e oltremodo pregiate, in quanto caratterizzate da entità fitogeograficamente rilevanti come *Helichrysum italicum* subsp. *microphyllum* subsp. *tyrrhenicum, Armeria pungens, Ononis natrix* subsp. *ramosissima, Scrophularia ramosissima* ed *Ephedra distachya* (associazioni *Helichryso microphylli-Armerietum pungentis* Filigheddu & Valsecchi 1992, *Ephedro-Helichrysetum microphylli* Valsecchi & Bagella 1991, *Pycnocomo rutifolii-Crucianelletum maritimae* Géhuex Géhu, Costa, Scoppola, Biondi, Marchiori, Peris, Géhu-Franck, Caniglia & Veri 1984, *Crucianello-Helichrysetum microphylli* Bartolo, Brullo, De Marco, Dinelli, Signorello & Spampinato 1992, *Scrophulario-Helichrysetum microphylli* Valsecchi & Bagella 1991, *Armerio pungentis-Thymelaeetum tartonrairae* Biondi 1992);

Vegetazione psammofila terofitica - A mosaico con i tipi di vegetazione perenne delle dune embrionali, mobili e fisse del litorale, si rinvengono comunità terofitiche a fenologia tardo invernale-primaverile inquadrabili nell'alleanza *Alkanno-Maresion nanae* Rivas Goday ex Rivas Goday & Rivas-Martinez 1963 *corro* Diez Garretas, Asensi & Rivas-Martinez 2001 dell'ordine *Malcomietalia* (associazioni *Senecioni leucanthemifolii-Matthioletum tricuspidatae* Biondi & Bagella 2005, *Corrigiolo telephifoliaeCorynephoretum articulatae* Biondi, Filigheddu & Farris 2001, *Catapodio balearici-Silenetum beguinotii* Biondi & Bagella 2005, *Sileno nummicae-Malcomietum ramosissimae* Biondi & Bagella 2005, *Sileno nicaensis-Cutandietum maritimae* Géhu & Biondi 1994, *Hypecoo procumbentis-Si/enetum nummicae* Biondi, Filigheddu & Farris 2001);

Vegetazione psammofila fanerofitica - La vegetazione forestale psammofila, sulle dune è costituita da boscaglie a *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa,* riferibili all'associazione *Pistacio-Juniperetum macrocarpae.* Si tratta di microboschi a dominanza di *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa,* costituiti da fanerofite cespitose sclerofilliche quali *Pistacia lentiscus, Rhamnus alaternus* e *Juniperusphoenicea* subsp. *turbinata.* Frequenti le specie lianose ed in particolare *Smilax aspera, Rubia peregrina, Clematis cirrhosa, Prasium majus,* oltre alle geofite *Ruscus aculeatus* e *Asparagus acutifolius.*

Carta degli Ecosistemi d'Italia

Identificare e tutelare gli habitat è un requisito fondamentale per garantire anche la conservazione delle specie che in quegli ambienti svolgono il loro ciclo biologico. La Carta degli Ecosistemi d'Italia (scala 1:1000000) considera 84 ecosistemi naturali e semi-naturali che comprendono 43 tipologie di ecosistemi forestali.

Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo

Le opere in progetto ricadono nei seguenti ecosistemi:

OPERE IN PROGETTO	ECOSISTEMI D'ITALIA
Elettrodotto Interrato 220 kV e elettrodotto di connessione 380 kV	A1 – Zone residenziali a tessuto continuo, zone industriali, commerciali ed infrastrutturali, zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti

	D8 - Ecosistemi erbacei, collinari e costieri, peninsulari e insulari, a *Ampelodesmos mauritanicus, Hyparrhenia hirta subsp. hirta, Lygeum spartum, Brachypodium retusum*
Sottostazione di trasformazione, misura e consegna “Sulcis”	D8 - Ecosistemi erbacei, collinari e costieri, peninsulari e insulari, a *Ampelodesmos mauritanicus, Hyparrhenia hirta subsp. hirta, Lygeum spartum, Brachypodium retusum*
Nuova sezione 380 kV Stazione RTN TERNA “Sulcis”	A1 – Zone residenziali a tessuto continuo, zone industriali, commerciali ed infrastrutturali, zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti
Elettrodotto interrato 380 kV	A1 – Zone residenziali a tessuto continuo, zone industriali, commerciali ed infrastrutturali, zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti
	B8 – Zone agricole eterogenee
	B1 – Seminativi
	C36 – Ecosistemi forestali a *Pinus pinaster subsp. pinaster, P. pinea* e/o *P. halepensis* delle Isole maggiori
	B9 – Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti
	A2 – Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado
	B6 – Arboricoltura da legno
Stazioni di transizione Cavo-aereo	B1 – Seminativi
Elettrodotto aereo 380 kV ST	B1 – Seminativi
	B9 – Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti
	D8 - Ecosistemi erbacei, collinari e costieri, peninsulari e insulari, a *Ampelodesmos mauritanicus, Hyparrhenia hirta subsp. hirta, Lygeum spartum, Brachypodium retusum*
	E8 – Ecosistemi arbustivi a specie sempreverdi, insulari, a Olea *europaea var. sylvestris, Ceratonia siliqua, Pistacia lentiscus, Myrtus communis, Euphorbia dendroides*
	B8 – Zone agricole eterogenee
Stazione Di Smistamento “Villasor 380”	B1 – Seminativi
Elettrodotto Aereo 380 kV DT	B1 – Seminativi
	B4 – Frutteti e frutti minori
	B8 – Zone agricole eterogenee

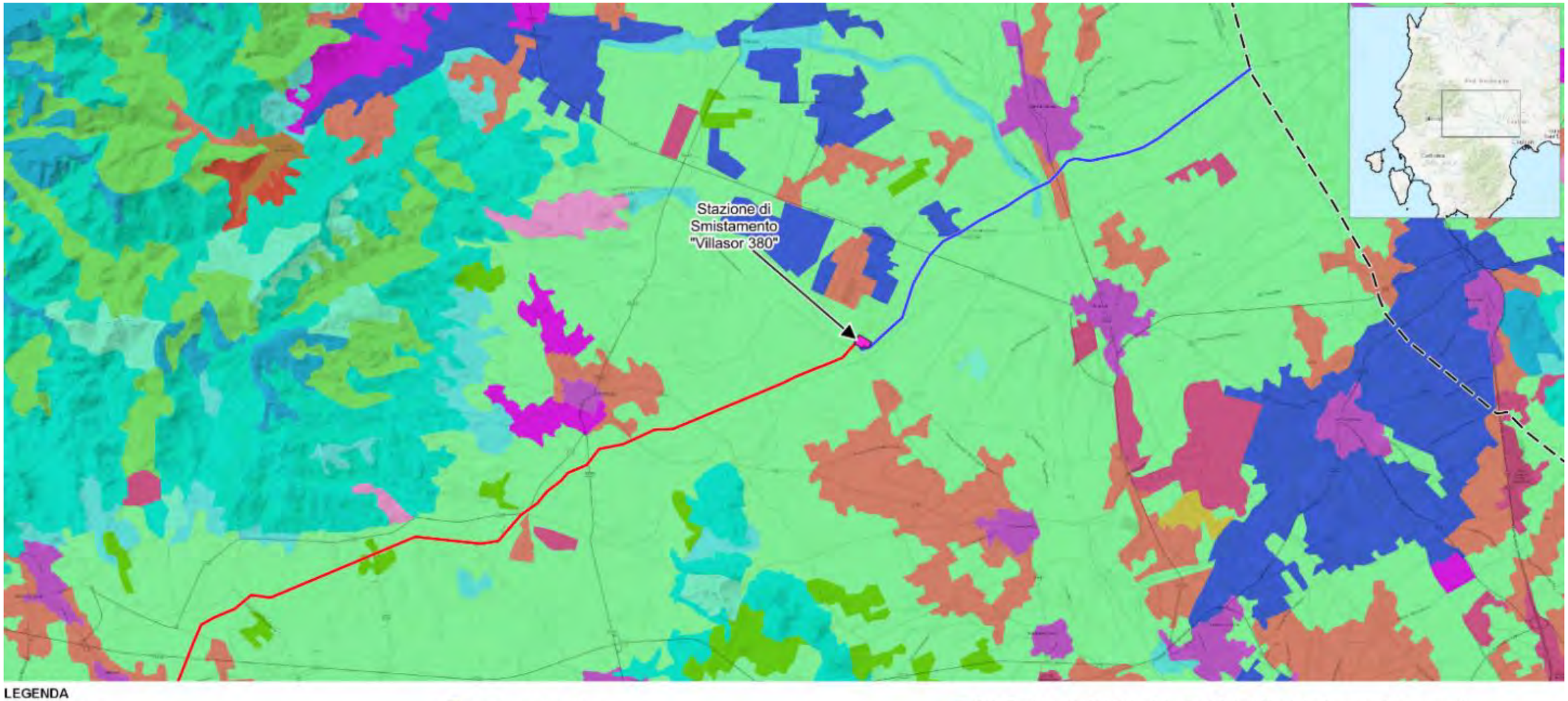


LEGENDA

Opere in Progetto
- Elettrodotto Interrato 220kV
- Elettrodotto di Connessione 380kV
- Elettrodotto Interrato 380kV
- Elettrodotto Aereo 380kV

Ecosistemi d'Italia
- A1 - Zone Residenziali a Tessuto Continuo, Zone Industriali, Commerciali ed Infrastrutturali, Zone Estrattive, Cantieri, Discariche e Terreni Artefatti
- A2 - Zone Residenziali a Tessuto Discontinuo e Rado
- B1 - Seminativi
- B10 - Aree a Agroforestali
- B3 - Vigneti
- B5 - Oliveti
- B6 - Arboricoltura da Legno
- B7 - Prati Stabili (Foraggere Permanenti)
- B8 - Zone Agricole Eterogenee
- B9 - Aree Prevalentemente Occupate da Colture Agrarie con Presenza di Spazi Naturali Importanti
- C36 - Ecosistemi Forestali a Pinus pinaster subsp. pinaster, P. pinea e/o P. halepensis delle Isole Maggiori
- C4 - Ecosistemi Forestali a Quercus ilex subsp. ilex e Q. suber delle Isole Maggiori
- D8 - Ecosistemi Erbacei, Collinari e Costieri, Peninsulari e Insulari, a Ampelodesmos mauritanicus, Hyparrhenia hirta subsp. hirta, Lygeum spartum, Brachypodium retusum
- E8 - Ecosistemi Arbustivi a Specie Sempreverdi, Insulari, a Olea europaea var. sylvestris, Ceratonia siliqua, Pistacia lentiscus, Myrtus communis, Euphorbia dendroides
- F3 - Ecosistemi Psammofili delle Isole Maggiori a Cakile maritima subsp. maritima, Armeria pungens, Silene succulenta subsp. corsica, Elymus farctus, Calamagrostis arenaria subsp. arundinacea, Daucus rouyi, Ephedra fragilis, Seseli tortuosum subsp. maritimum, Astragalus thermensis, Saccharum biflorum
- G11 - Ecosistemi Idrofitici, Dulcicoli, Lentici, delle Isole Maggiori, a Chara sp. pl., Lemna sp. pl., Ceratophyllum demersum, C. submersum subsp. submersum, Potamogeton natans, P. schweinfurthii, P. pusillus, P. coloratus, Myriophyllum alterniflorum, Ranunculus peltatus, R. omiophyllus, Utricularia australis
- G18 - Ecosistemi Salmastri, Costieri, delle Isole Maggiori, a Cymodocea nodosa, Nanozostera noltei, Ruppia spiralis, Zannichellia obtusifolia, Althenia filiformis subsp. filiformis
- G7 - Ecosistemi Aloigrofili, Costieri, delle Isole Maggiori, a Salicornia procumbens subsp. procumbens, S. perennans subsp. perennans, Salicornia perennis, Halopeplis amplexicaulis, Arthrocaulon meridionale, Halocnemum cruciatum, Limonium narbonense, L. virgatum, Juncus subulatus, Galatella pannonica subsp. pannonica, Cynomorium coccineum subsp. coccineum

Figura 72 – Carta degli Ecosistemi d'Italia. Vista 1.
Elaborazione iLStudio su dati ISPRA Ambiente.



LEGENDA

Opere in Progetto
- Elettrodotto Aereo 380kV ST
- Elettrodotto Aereo 380kV DT
- Dorsale Ittiri-Selargius

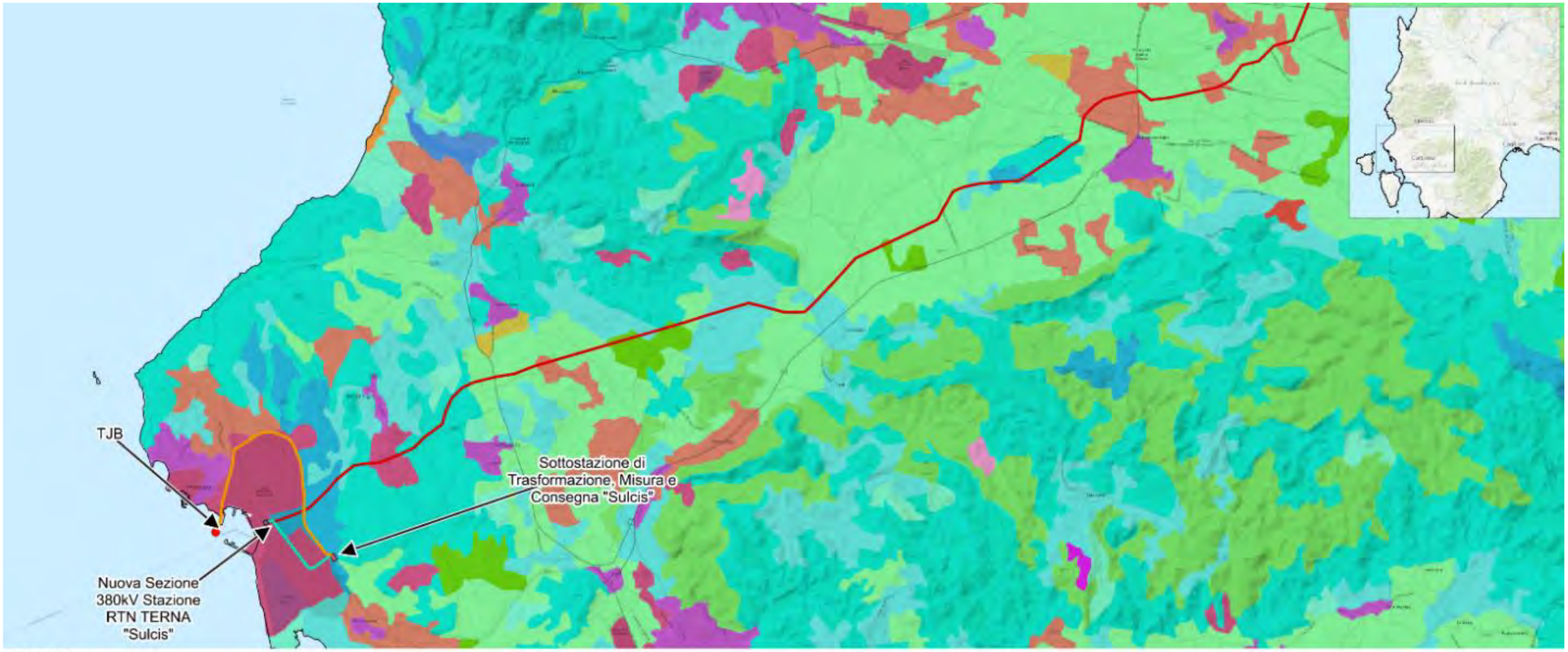
Ecosistemi d'Italia
- A1 - Zone Residenziali a Tessuto Continuo, Zone Industriali, Commerciali ed Infrastrutturali, Zone Estrattive, Cantieri, Discariche e Terreni Artefatti
- A2 - Zone Residenziali a Tessuto Discontinuo e Rado
- A3 - Aree Verdi Urbane
- B1 - Seminativi
- B10 - Aree a Agroforestali
- B3 - Vigneti
- B4 - Frutteti e Frutti Minori
- B5 - Oliveti
- B6 - Arboricoltura da Legno
- B7 - Prati Stabili (Foraggere Permanenti)
- B8 - Zone Agricole Eterogenee
- B9 - Aree Prevalentemente Occupate da Colture Agrarie con Presenza di Spazi Naturali Importanti
- C36 - Ecosistemi Forestali a Pinus pinaster subsp. pinaster, P. pinea e/o P. halepensis delle Isole Maggiori
- C4 - Ecosistemi Forestali a Quercus ilex subsp. ilex e Q. suber delle Isole Maggiori
- D8 - Ecosistemi Erbacei, Collinari e Costieri, Peninsulari e Insulari, a Ampelodesmos mauritanicus, Hyparrhenia hirta subsp. hirta, Lygeum spartum, Brachypodium retusum
- E8 - Ecosistemi Arbustivi a Specie Sempreverdi, Insulari, a Olea europaea var. sylvestris, Ceratonia siliqua, Pistacia lentiscus, Myrtus communis, Euphorbia dendroides
- G11 - Ecosistemi Idrofitici, Dulcicoli, Lentici, delle Isole Maggiori, a Chara sp. pl., Lemna sp. pl., Ceratophyllum demersum, C. submersum subsp. submersum, Potamogeton natans, P. schweinfurthii, P. pusillus, P. coloratus, Myriophyllum alterniflorum, Ranunculus peltatus, R. omiophyllus, Utricularia australis
- G18 - Ecosistemi Salmastri, Costieri, delle Isole Maggiori, a Cymodocea nodosa, Nanozostera noltei, Ruppia spiralis, Zannichellia obtusifolia, Althenia filiformis subsp. filiformis
- G3 - Ecosistemi Igrofili Ripariali, Dulcicoli, Peninsulari, a Phragmites australis, Typha sp. pl., Arundo donax, Carex riparia, C. acuta, Agrostis stolonifera, Ranunculus flammula, Scirpoides holoschoenus, Paspalum sp. pl., Scrophularia canina, Helichrys italicum subsp. italicum
- G7 - Ecosistemi Aloigrofili, Costieri, delle Isole Maggiori, a Salicornia procumbens subsp. procumbens, S. perennans subsp. perennans, Salicornia perennis, Halopeplis amplexicaulis, Arthrocaulon meridionale, Halocnemum cruciatum, Limonium narbonense, L. virgatum, Juncus subulatus, Galatella pannonica subsp. pannonica, Cynomorium coccineum subsp. coccineum

Figura 73 – Carta degli Ecosistemi d'Italia. Vista 2.
Elaborazione iLStudio su dati ISPRA Ambiente.

Configurazione Elettrodotto Aereo

Le opere in progetto ricadono nei seguenti ecosistemi:

OPERE IN PROGETTO	ECOSISTEMI D'ITALIA
Elettrodotto Interrato 220 kV e elettrodotto interrato 380 kV	A1 - Zone residenziali a tessuto continuo, zone industriali, commerciali ed infrastrutturali, zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti
	A1 - Zone residenziali a tessuto continuo, zone industriali, commerciali ed infrastrutturali, zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti
Sottostazione di trasformazione, misura e consegna "Sulcis"	D8 - Ecosistemi erbacei, collinari e costieri, peninsulari e insulari, a Ampelodesmos mauritanicus, Hyparrhenia hirta subsp. hirta, Lygeum spartum, Brachypodium retusum
Nuova sezione 380 kV Stazione RTN TERNA "Sulcis"	A1 - Zone residenziali a tessuto continuo, zone industriali, commerciali ed infrastrutturali, zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti
Elettrodotto aereo 380 kV ST	D8 - Ecosistemi erbacei, collinari e costieri, peninsulari e insulari, a *Ampelodesmos mauritanicus, Hyparrhenia hirta subsp. hirta, Lygeum spartum, Brachypodium retusum*
	A1 - Zone residenziali a tessuto continuo, zone industriali, commerciali ed infrastrutturali, zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti
	B1 - Seminativi
	B8 - Zone agricole eterogenee
	B6 - Arboricoltura da legno
	B9 - Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti
	E8 - Ecosistemi arbustivi a specie sempreverdi, insulari, a *Olea europaea var. sylvestris, Ceratonia siliqua, Pistacia lentiscus, Myrtus communis, Euphorbia dendroides*
Stazione Di Smistamento "Villasor 380"	B1 - Seminativi
Elettrodotto Aereo 380 kV DT	B4 - Frutteti e frutti minori
	B1 - Seminativi
	B8 - Zone agricole eterogenee



LEGENDA

Opere in Progetto
- Elettrodotto Interrato 220kV
- Elettrodotto di Connessione 380kV
- Elettrodotto Aereo 380kV ST

Ecosistemi d'Italia
- A1 - Zone Residenziali a Tessuto Continuo, Zone Industriali, Commerciali ed Infrastrutturali, Zone Estrattive, Cantieri, Discariche e Terreni Artefatti
- A2 - Zone Residenziali a Tessuto Discontinuo e Rado
- B1 - Seminativi
- B10 - Aree a Agroforestali
- B3 - Vigneti
- B5 - Oliveti
- B6 - Arboricoltura da Legno
- B7 - Prati Stabili (Foraggere Permanenti)
- B8 - Zone Agricole Eterogenee
- B9 - Aree Prevalentemente Occupate da Colture Agrarie con Presenza di Spazi Naturali Importanti
- C36 - Ecosistemi Forestali a Pinus pinaster subsp. pinaster, P. pinea e/o P. halepensis delle Isole Maggiori
- C4 - Ecosistemi Forestali a Quercus ilex subsp. ilex e Q. suber delle Isole Maggiori
- D8 - Ecosistemi Erbacei, Collinari e Costieri, Peninsulari e Insulari, a Ampelodesmos mauritanicus, Hyparrhenia hirta subsp. hirta, Lygeum spartum, Brachypodium retusum
- E8 - Ecosistemi Arbustivi a Specie Sempreverdi, Insulari, a Olea europaea var. sylvestris, Ceratonia siliqua, Pistacia lentiscus, Myrtus communis, Euphorbia dendroides
- F3 - Ecosistemi Psammofili delle Isole Maggiori a Cakile maritima subsp. maritima, Armeria pungens, Silene succulenta subsp. corsica, Elymus farctus, Calamagrostis arenaria subsp. arundinacea, Daucus rouyi, Ephedra fragilis, Seseli tortuosum subsp. maritimum, Astragalus thermensis, Saccharum biflorum
- G11 - Ecosistemi Idrofitici, Dulcicoli, Lentici, delle Isole Maggiori, a Chara sp. pl., Lemna sp. pl., Ceratophyllum demersum, C. submersum subsp. submersum, Potamogeton natans, P. schweinfurthii, P. pusillus, P. coloratus, Myriophyllum alterniflorum, Ranunculus peltatus, R. omiophyllus, Utricularia australis
- G18 - Ecosistemi Salmastri, Costieri, delle Isole Maggiori, a Cymodocea nodosa, Nanozostera noltei, Ruppia spiralis, Zannichellia obtusifolia, Althenia filiformis subsp. filiformis
- G7 - Ecosistemi Aloigrofili, Costieri, delle Isole Maggiori, a Salicornia procumbens subsp. procumbens, S. perennans subsp. perennans, Salicornia perennis, Halopeplis amplexicaulis, Arthrocaulon meridionale, Halocnemum cruciatum, Limonium narbonense, L. virgatum, Juncus subulatus, Galatella pannonica subsp. pannonica, Cynomorium coccineum subsp. coccineum

Figura 74 – Carta degli Ecosistemi d'Italia. Vista 1 – Configurazione Elettrodotto Aereo.
Elaborazione iLStudio su dati ISPRA Ambiente.

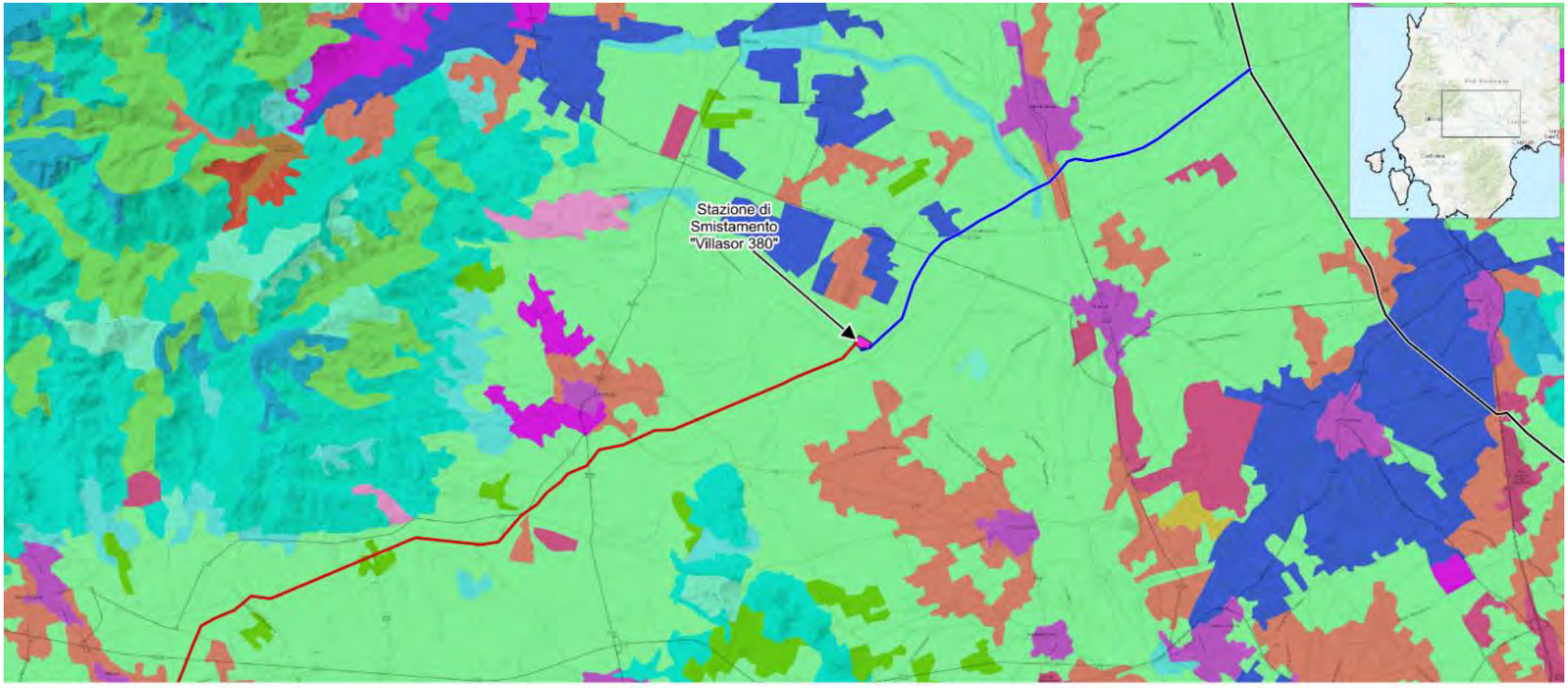


Figura 75 – Carta degli Ecosistemi d'Italia. Vista 2 – Configurazione Elettrodotto Aereo.
Elaborazione iLStudio su dati ISPRA Ambiente.

Le riprese fotografiche degli ecosistemi suddetti è riportata nelle pagine che seguono.

B1 – Seminativi









B1 – Seminativi



B1 – Seminativi



B1 – Seminativi



B1 – Seminativi





B6 – Arboricoltura da legno





B8 – Zone agricole eterogenee





B9 – Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti



D8 – Ecosistemi erbacei, collinari e costieri, peninsulari e insulari, a *Ampelodesmos mauritanicus*, *Hyparrhenia hirta* subsp. *hirta*, *Lygeum spartum*, *Brachpodium retusum*




D8 – Ecosistemi erbacei, collinari e costieri, peninsulari e insulari, a *Ampelodesmos mauritanicus*, *Hyparrhenia hirta* subsp. *hirta*, *Lygeum spartum*, *Brachpodium retusum*









D8 – Ecosistemi erbacei, collinari e costieri, peninsulari e insulari, a *Ampelodesmos mauritanicus*, *Hyparrhenia hirta* subsp. *hirta*, *Lygeum spartum*, *Brachpodium retusum*









D8 – Ecosistemi erbacei, collinari e costieri, peninsulari e insulari, a *Ampelodesmos mauritanicus*, *Hyparrhenia hirta* subsp. *hirta*, *Lygeum spartum*, *Brachpodium retusum*



E8 – Ecosistemi arbustivi a specie sempre verdi, insulari a Olea europaea var. sylvestris, Ceratonia siliqua, Pistacia lentiscus, Myrtus communis, Euphorbia dendroides



E8 – Ecosistemi arbustivi a specie sempre verdi, insulari a Olea europaea var. sylvestris, Ceratonia siliqua, Pistacia lentiscus, Myrtus communis, Euphorbia dendroides



SUOLO, USO DEL SUOLO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE

Richiesta: le analisi dovranno essere condotte qualora non siano presenti adeguati dati pregressi e/o disponibili (e finalizzate a):

a) la definizione dello stato di degrado del territorio in relazione ai principali fenomeni che possono compromettere la funzionalità dei suoli (erosione, compattazione, salinizzazione, contaminazione, diminuzione di sostanza organica e biodiversità edafica, impermeabilizzazione e desertificazione);

Il suolo è una risorsa non rinnovabile soggetta a forti processi di degrado, ovvero "*il fenomeno di alterazione delle condizioni del suolo dovuto alla riduzione o alla perdita di produttività biologica o economica a causa principalmente dell'attività dell'uomo*". L'estrema condizione di degrado è riscontrabile nel fenomeno della desertificazione e, per questo motivo, uno degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (15 – "La vita sulla terra") è quello di conseguire la neutralità in termini di degrado del suolo entro il 2030 (Munafò, 2023): *proteggere, ripristinare e promuovere l'uso sostenibile degli ecosistemi terrestri, gestire in modo sostenibile le foreste, contrastare la desertificazione, arrestare e invertire il degrado dei suoli e fermare la perdita di biodiversità*.

Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (oggi MASE) ha richiesto nel 2003 la redazione di un Atlante del rischio di desertificazione con lo scopo di mettere in luce la reale diffusione delle forme di degrado del territorio italiano (Costantini, et al., 2007) (Iannetta, 2006). Il concetto di degradazione è legato alla sterilità funzionale, ovvero la perdita sostanzialmente irreversibile della possibilità di una produzione agricola e forestale economicamente o ecologicamente sostenibile.

Le regioni meridionali e insulari sono quelle maggiormente interessate dal processo di desertificazione, ad esempio la Sardegna è caratterizzata da una dominanza di pascoli sovrasfruttati e superfici naturali scarsamente coperte. Sono stati quindi negli anni promossi numerosi progetti nazionali, internazionali e regionali per la realizzazione di cartografie delle aree sensibili/vulnerabili e a rischio desertificazione.

Atlante nazionale del rischio di desertificazione

La definizione di "desertificazione", adottata dalla Convenzione delle Nazioni Unite per la Lotta contro la Siccità e la Desertificazione (United Nations Convention to Combat Drought and Desertification – UNCCD), è di "*degrado delle terre nelle aree aride, semi-aride e sub-umide secche, attribuibile a varie cause, fra le quali le variazioni climatiche e le attività antropiche*".

Le cause del degrado di un territorio sono legate ad un intreccio di interazioni attribuibili sia a fattori naturali che antropici, che, in modo pressoché irreversibile, compromettono la capacità produttiva degli ecosistemi agricoli e forestali. Si distingue tra:

- *Cause naturali*: sono quelle riferite agli aspetti climatici e in particolare alle caratteristiche delle precipitazioni (aridità, siccità ed erosività).
- *Cause antropiche*: sono legate alle attività socio-economiche (agricoltura, attività zootecniche, sovrasfruttamento delle risorse idriche, incendi, urbanizzazione e turismo) ed ai loro impatti.

I processi degenerativi che compromettono un territorio sono fisici, chimici e biologici.

PROCESSI DEGENERATIVI DEL TERRITORIO	
Fisici	erosione
	compattazione
Chimici	salinizzazione: un aumento della salinità dei suoli causato dalla risalita di acque marine nei corpi acquiferi continentali
	perdita di sostanza organica
	acidificazione
	contaminazione: principalmente in aree industriali e minerarie. Studi hanno dimostrato elevati tassi di inquinamento di metalli (piombo, zinco, cromo e cadmio) nei corsi d'acqua e nelle falde, per diffusione del vento dalle aree minerarie oramai in disuso della Sardegna sud occidentale.
Biologici	perdita di sostanza organica
	diminuzione della biodiversità

Nella realizzazione dell'Atlante sono stati considerati degli indicatori di pressione, stato e risposta che sono stati aggregati in indici di impatto (erosione, deposizione, salinizzazione, urbanizzazione e aridità).

Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo

Sistema di degradazione delle terre "erosione idrica" - Indice di Impatto: suoli sottili su forti pendenze.

Lo spessore del suolo subisce i processi di erosione, che a lungo andare portano ad una sterilità funzionale. Come definito nell'Atlante, tale indice identifica le aree in cui i suoli sono vulnerabili a processi di erosioni idrica. Sono definite vulnerabili le aree in cui contemporaneamente sono identificabili suoli sottili e pendenze maggiori del 15%.



Figura 76 – Suoli sottili su forti pendenze.
Fonte: Atlante Nazionale delle aree a rischio di desertificazione.

Dalle figure si evince che le opere in progetto ricadono in aree classificate "non a rischio".

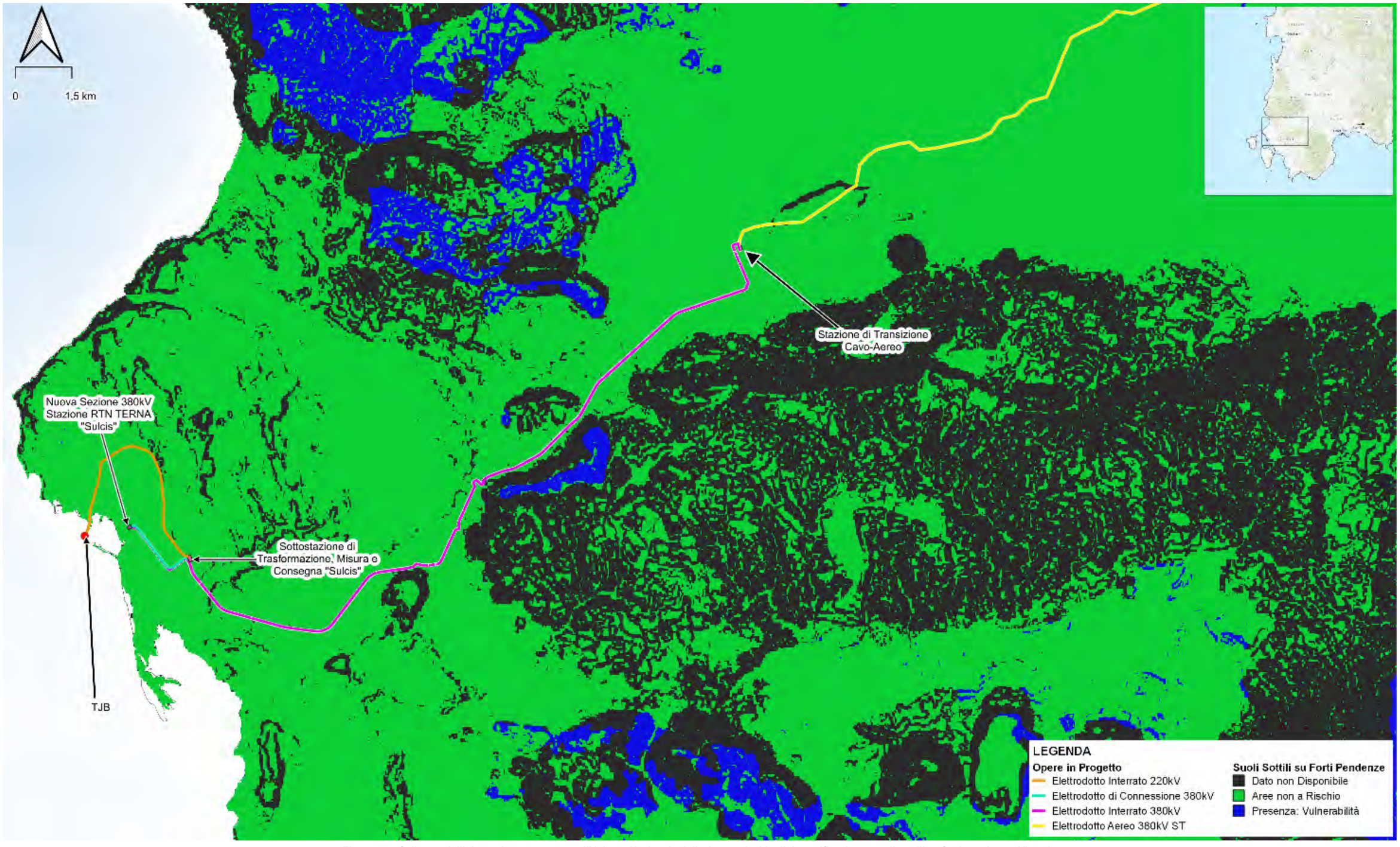


Figura 77 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: suoli sottili su forti pendenze. Vista 1.

Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.

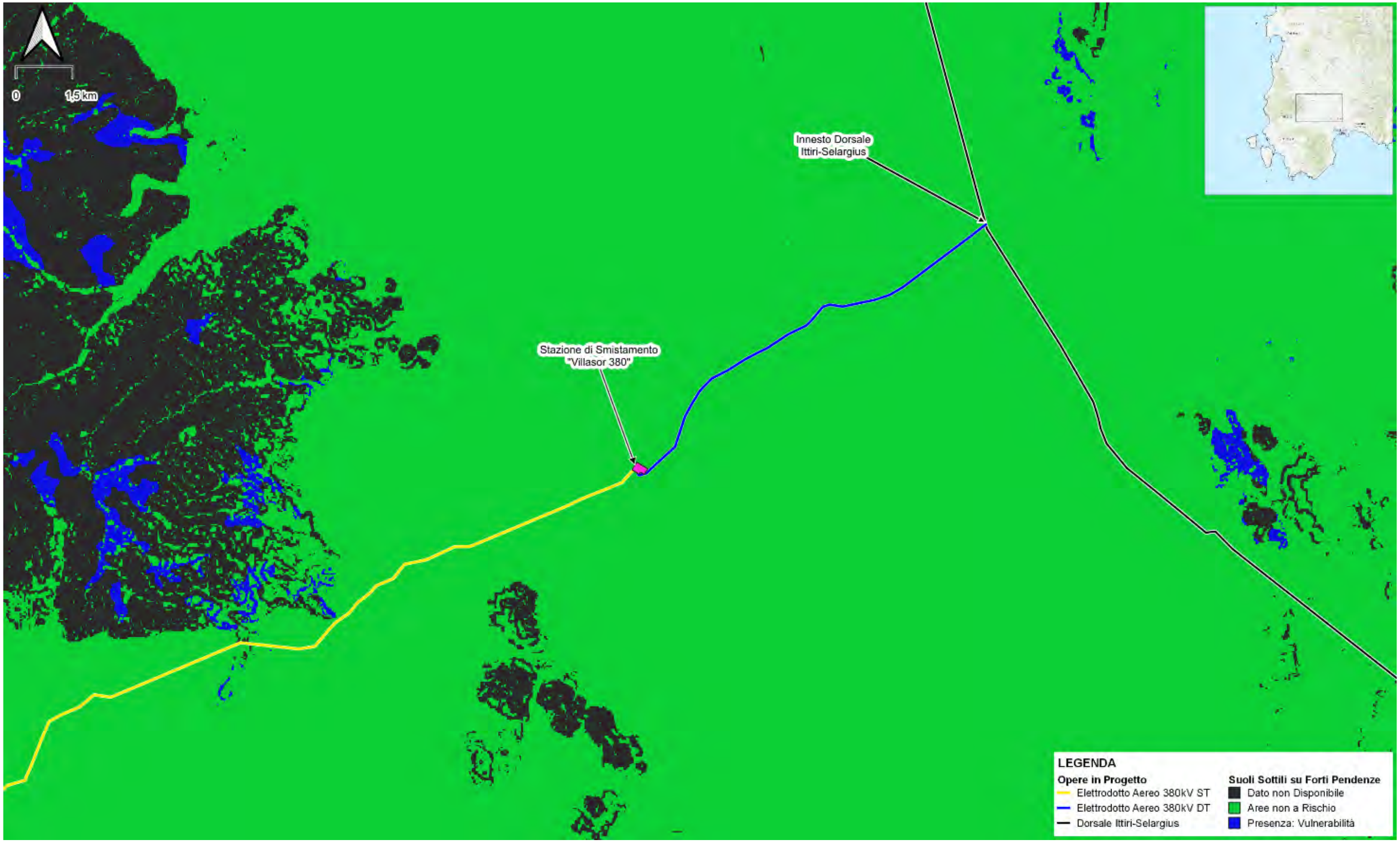


Figura 78 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: suoli sottili su forti pendenze. Vista 2.
Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.

Indice di Impatto: analisi NDVI (indice di vegetazione normalizzato) delle aree naturali.

L'indice esprime la misura indiretta del grado di sterilità funzionale agricolo-forestale nelle aree naturali.

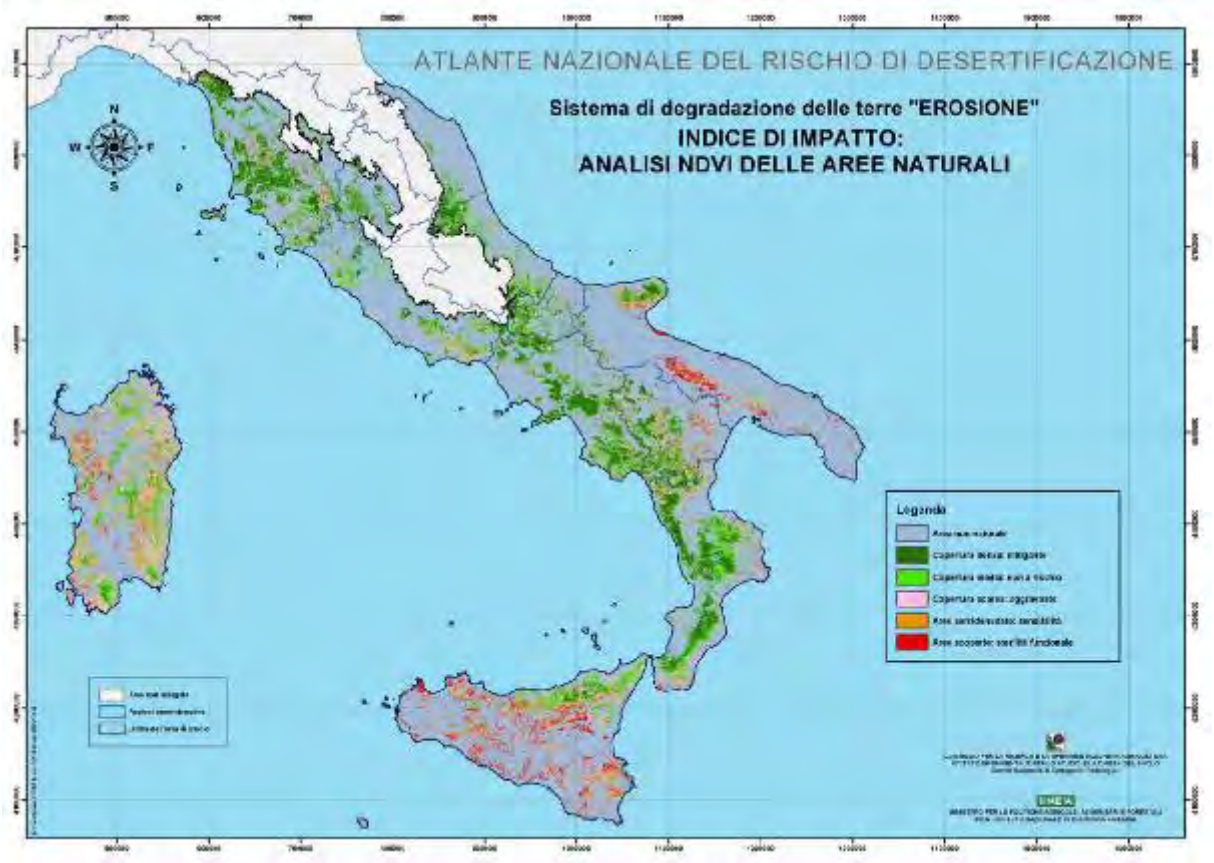


Figura 79 – Analisi NDVI delle aree naturali.
Fonte: Atlante Nazionale delle aree a rischio di desertificazione.

Le classi sono così riportate (Tabella 90):

- classe 1: sterilità funzionale;
- classe 2: stato sensibile;
- classe 3: condizione aggravante del rischio;
- classe 4: assenza di rischio;
- classe 5: mitigante del rischio di erosione.

Tabella 90 – Intervalli di NDVI 8 bit per la produzione di un livello informativo sintetico.
Modificata da (Costantini, et al., 2007).

Classe	Range NDVI 8 bit	Descrizione tipologia di ambiente
1 – Sterilità funzionale	0-25	Rocce, suoli nudi o con copertura di vegetazione secca rada
2 – Sensibile	26-50	Vegetazione verde molto scarsa, vegetazione secca, suoli nudi, rocce
3 – Aggravante del rischio	51-100	Cespuglieti, macchia, bosco degradato
4 – Assenza del rischio	101-150	Bosco e macchia a media densità
5 – Mitigante del rischio di erosione	151-255	Bosco denso

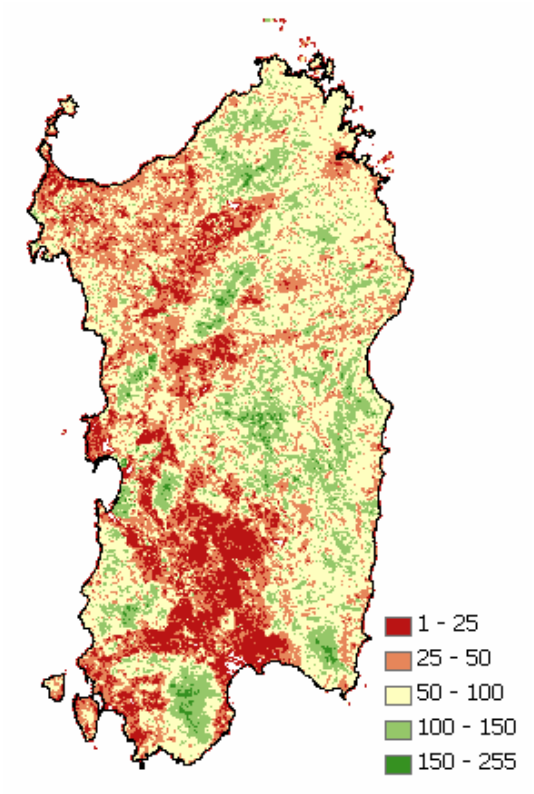


Figura 80 – Immagini di NDVI per la Regione Sardegna.
Fonte: Atlante Nazionale delle aree a rischio di desertificazione.

Dalle Figura 81 e Figura 82 è evidente che le opere in progetto ricadono nelle seguenti classi:

OPERE IN PROGETTO	ANALISI NDVI
Elettrodotto Interrato 220 kV e elettrodotto di connessione 380 kV	Aree non naturali
	Aree scoperte: sterilità funzionale
Sottostazione di trasformazione, misura e consegna "Sulcis"	Aree scoperte: sterilità funzionale
	Aree semidenudate: sensibilità
Nuova sezione 380 kV Stazione RTN TERNA "Sulcis"	Area non naturale
Elettrodotto interrato 380 kV	Aree non naturali
	Aree scoperte: sterilità funzionale
	Aree semidenudate: sensibilità
Stazioni di transizione Cavo-aereo	Aree non naturali
Elettrodotto aereo 380 kV ST	Aree non naturali
	Aree scoperte: sterilità funzionale
	Aree semidenudate: sensibilità
	Aree con copertura scarsa: aggravante
Stazione di Smistamento "Villasor 380"	Aree non naturali
Elettrodotto Aereo 380 kV DT	Aree non naturali

Dalle figure si evince che le opere in progetto ricadono in aree classificate "non a rischio".

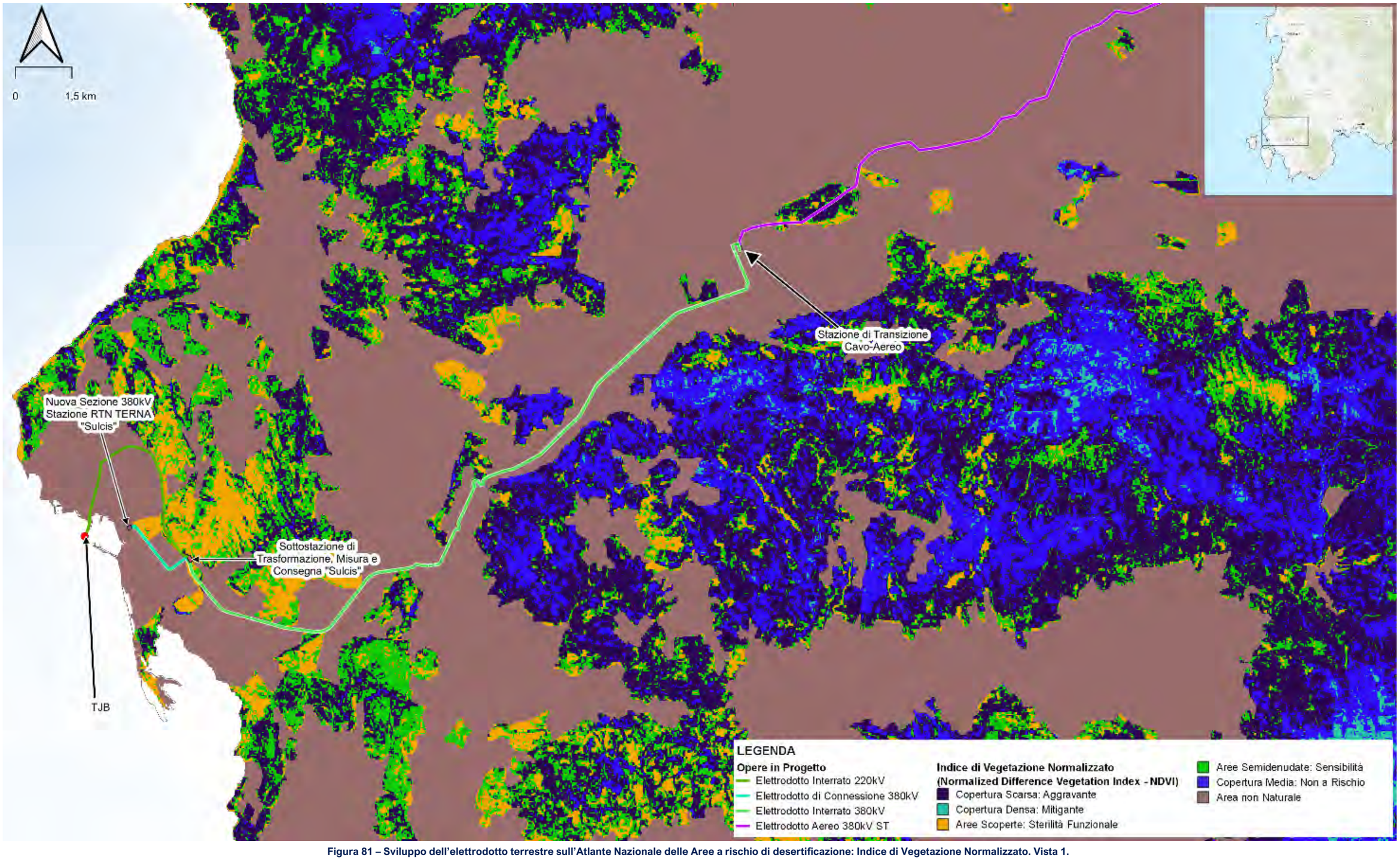


Figura 81 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Indice di Vegetazione Normalizzato. Vista 1.

Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.

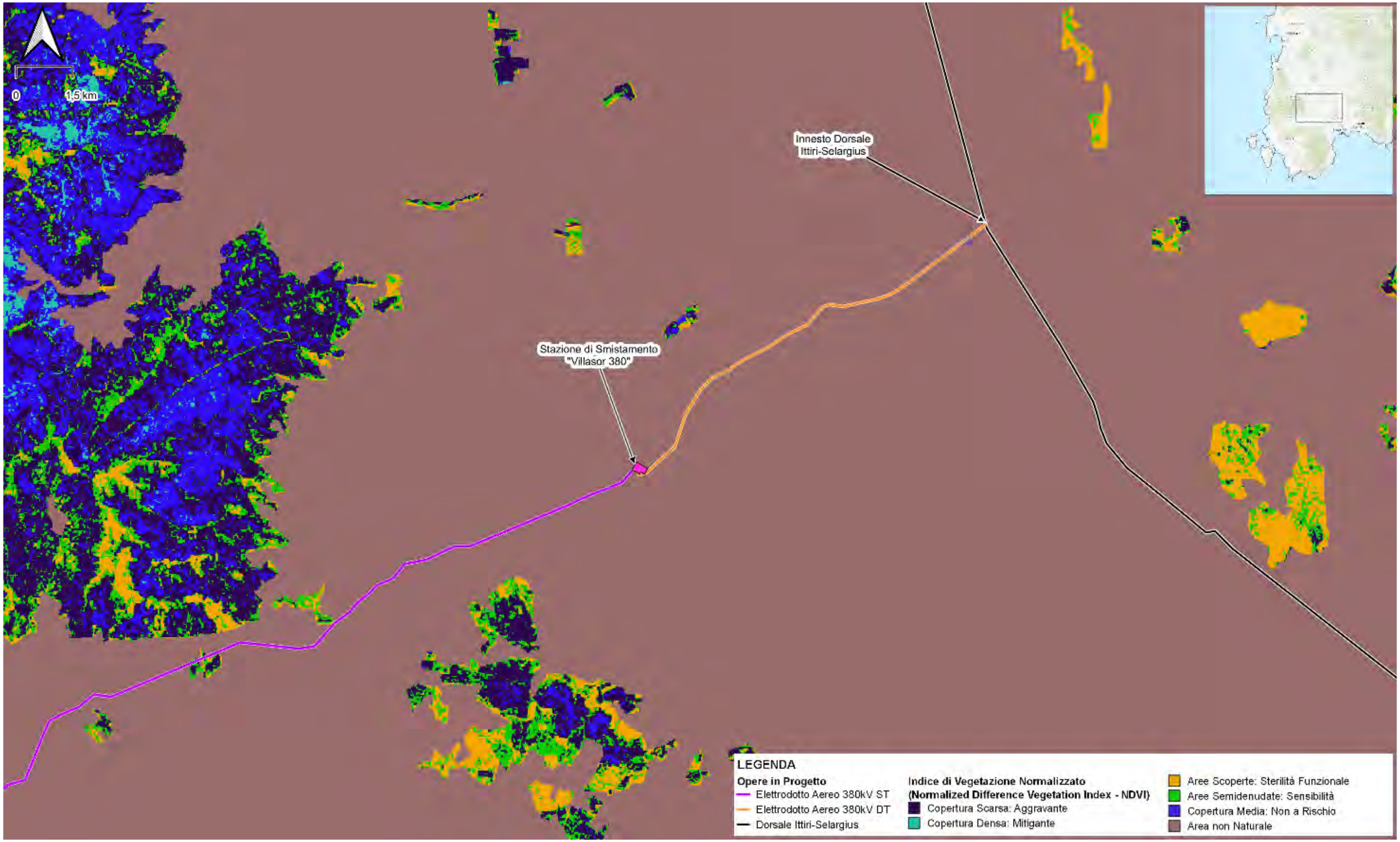


Figura 82 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Indice di Vegetazione Normalizzato. Vista 2.

Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.

Indice di Impatto: pascolamento

Una presenza notevole e un eccessivo calpestio da parte del bestiame comporta compattamento del terreno, asfissia radicale, ristagni idrici, con la conseguenza della riduzione del numero di piante per unità di superficie.



Figura 83 – Pascolamento.

Fonte: Atlante Nazionale delle aree a rischio di desertificazione.

Dalle figure emerge che le opere in progetto attraversano prettamente zone classificate come “intensità di pascolo assente” e solo in minima parte un’area a pascolamento intensivo.

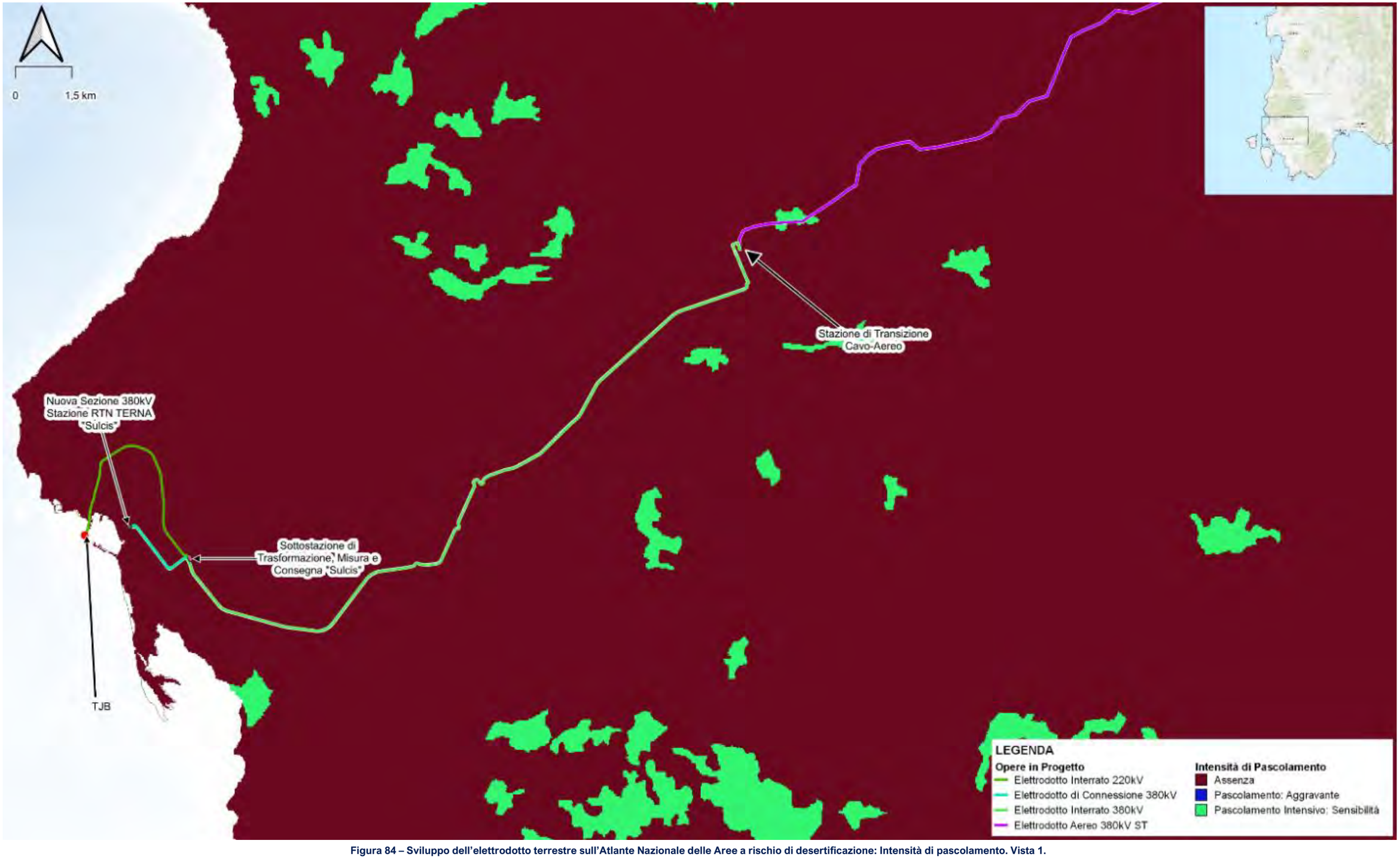


Figura 84 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Intensità di pascolamento. Vista 1.

Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.

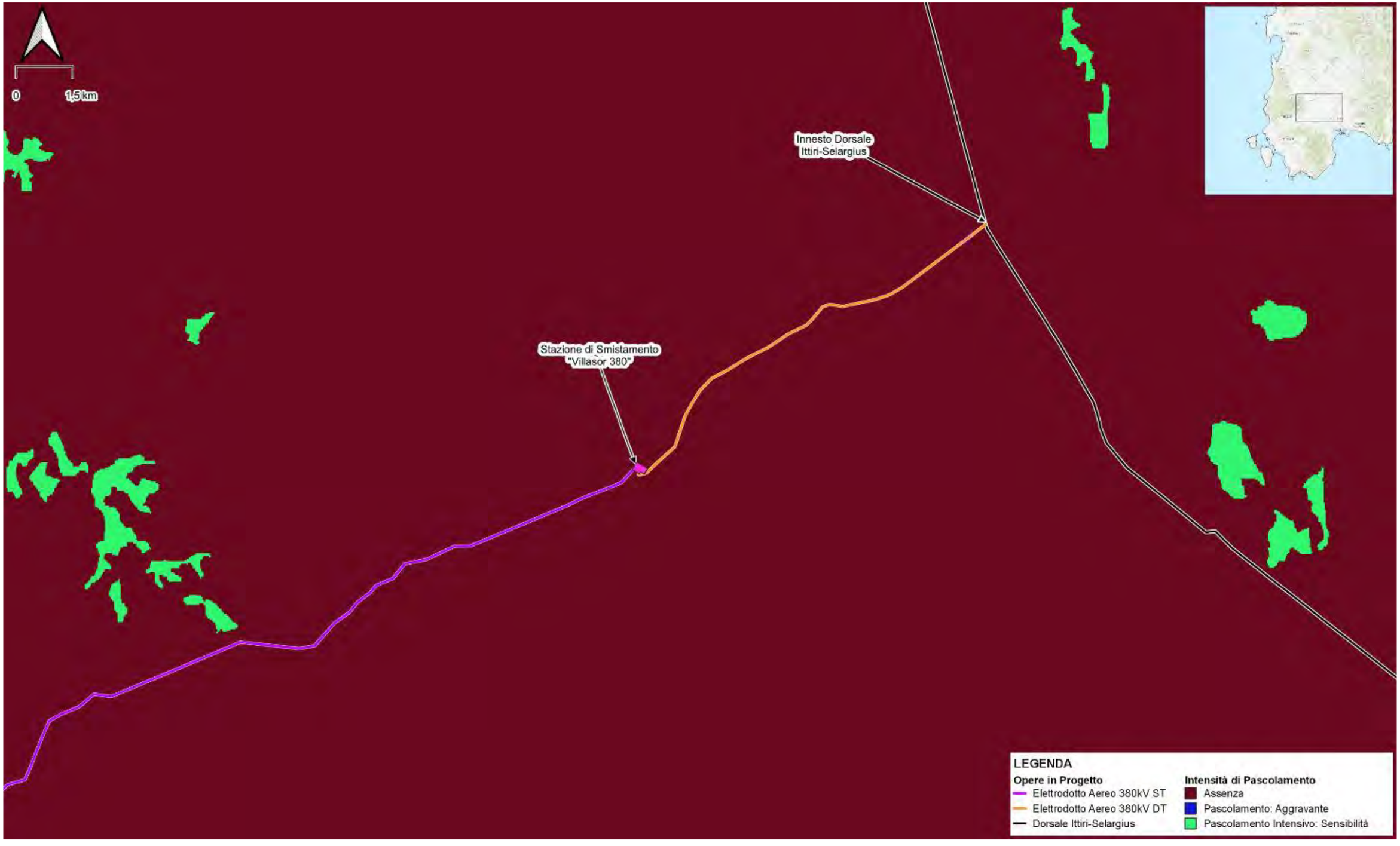


Figura 85 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Intensità di pascolamento. Vista 2.
Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.

Indice di Impatto: aree colpite da incendi

L'aumento degli episodi di incendi incide sia sulla perdita della biodiversità che sulle proprietà fisico-chimiche del suolo (impoverimento dei nutrienti e riduzione della permeabilità). Il calcolo è stato effettuato solo nella regione Sardegna data la presenza di informazioni. Le aree incendiate sono classificate come aggravanti del rischio.



Figura 86 – Aree colpite da incendi.
Fonte: Atlante Nazionale delle aree a rischio di desertificazione.

Indice di Impatto: aree naturali protette

Le aree protette sono classificate come "mitigazione del rischio" e in caso di assenza la classificazione è definita come "mitigazione assente".

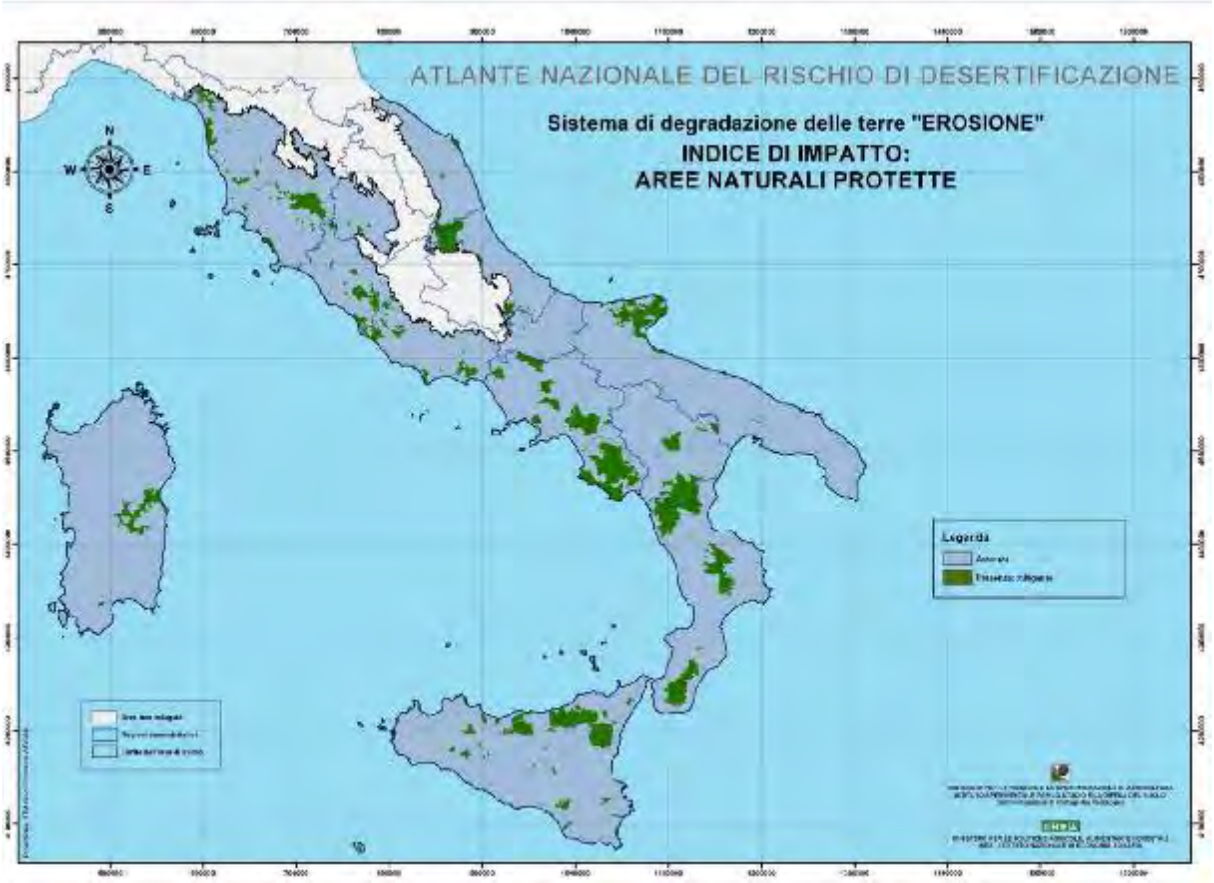


Figura 87 – Aree protette.

Fonte: Atlante Nazionale delle aree a rischio di desertificazione.

Indice di Impatto: misure agroambientali

Per l'indice di risposta misure agroambientali (IRMA) sono state considerate le seguenti misure:

- misura A1 – introduzione e mantenimento dei metodi di agricoltura biologica;
- misura B1 – sistemi di pascoli estensivi;
- misura E1 – cura dei terreni agricoli abbandonati;
- misura F1 – ritiro dei seminativi dalla produzione.

L'indice IRMA è stato quindi definito come di seguito:

- IRMA = 1, non mitigante: % di ettari interessati alle misure su totale seminativi ≤ 40 %;
- IRMA = 2, mitigante: % di ettari interessati alle misure su totale seminativi > 40 %;
- IRMA = 0, mancanza di dati sulle misure.



Figura 88 – Misure agroambientali su seminativi.

Fonte: Atlante Nazionale delle aree a rischio di desertificazione.

Dalle Figura 89, Figura 90, emerge che le opere in progetto intersecano le seguenti misure agroambientali:

OPERE IN PROGETTO	MISURE AGROAMBIENTALI
Elettrodotto Interrato 220 kV e elettrodotto di connessione 380 kV	Aree non a seminativo
Sottostazione di trasformazione, misura e consegna "Sulcis"	Aree non a seminativo
Nuova sezione 380 kV Stazione RTN TERNA "Sulcis"	Aree non a seminativo
Elettrodotto interrato 380 kV	Aree non a seminativo
	Aree "assenti"
Stazioni di transizione Cavo-aereo	Aree "assenti"
Elettrodotto aereo 380 kV ST	Aree non a seminativo
	Aree "assenti"
	Presenza: mitigazione
Stazione Di Smistamento "Villasor 380"	Aree "assenti"
Elettrodotto Aereo 380 kV DT	Aree non a seminativo
	Aree "assenti"

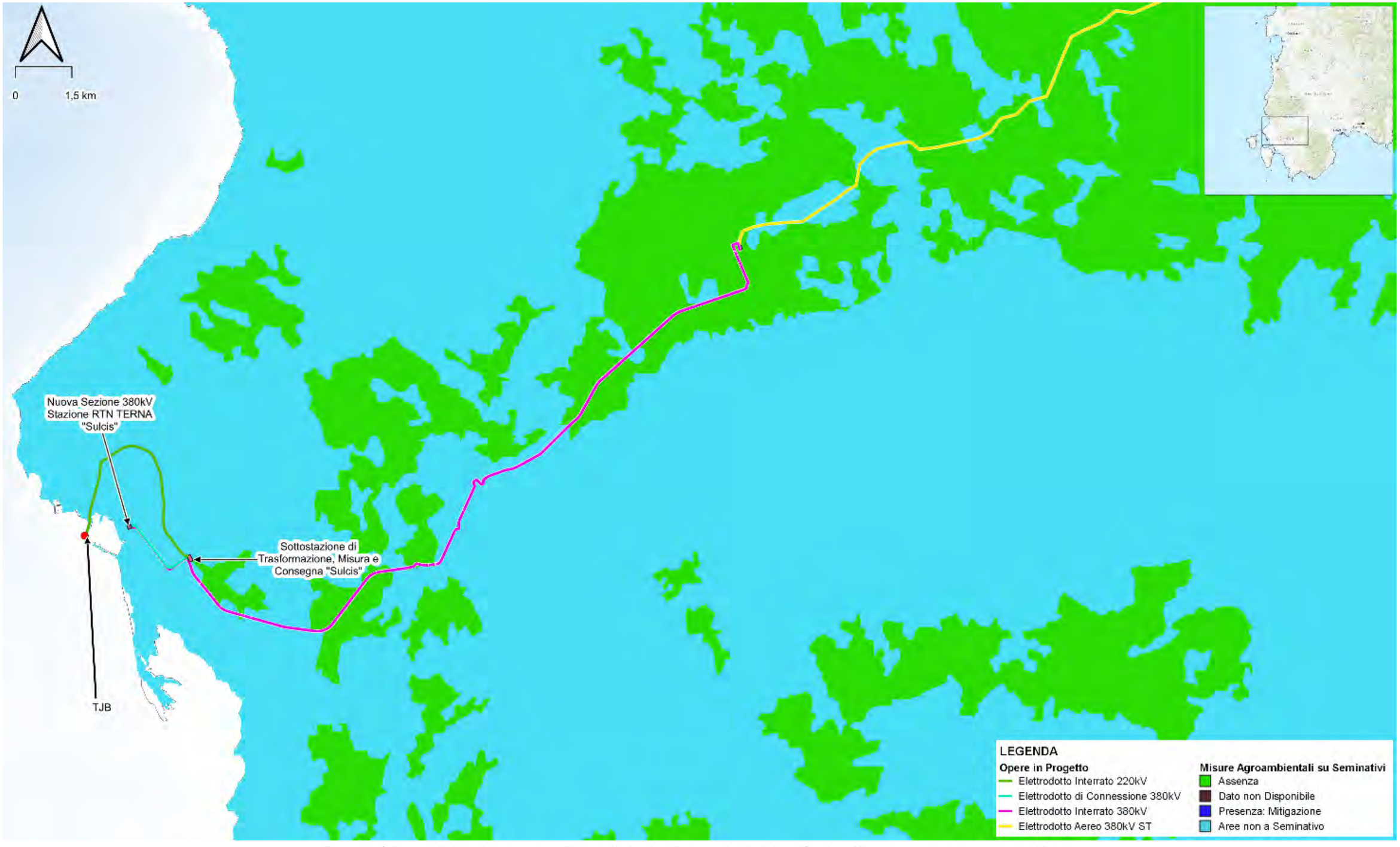


Figura 89 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Misure Agroambientali su seminativi. Vista 1.

Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.

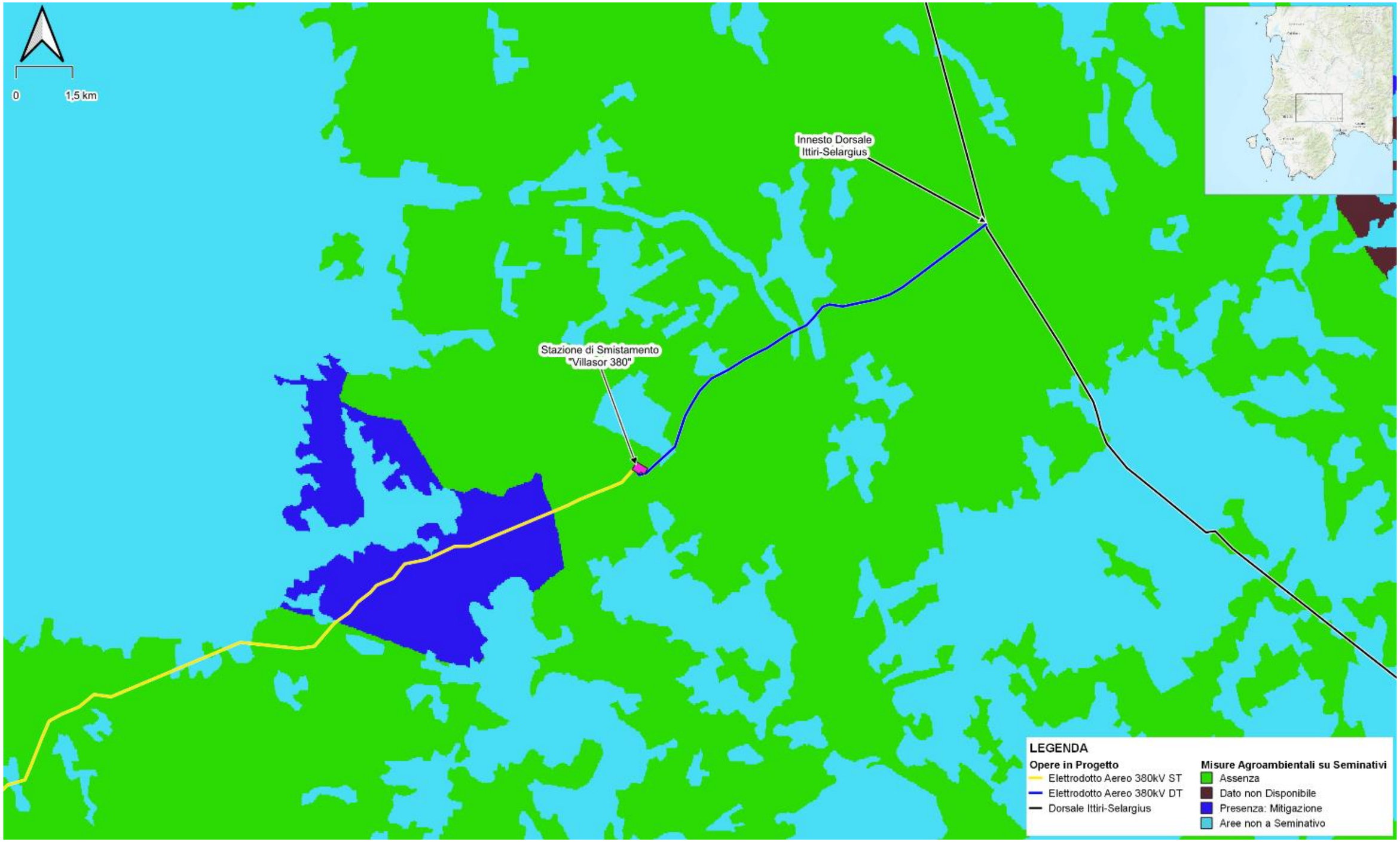


Figura 90 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Misure Agroambientali su seminativi. Vista 2.
Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.

I dati a disposizione hanno permesso di determinare per la sola Sardegna un indice di risposta al rischio di pascolamento.



Figura 91 – Misure agroambientali su pascoli.
Fonte: Atlante Nazionale delle aree a rischio di desertificazione.

Sistema di degradazione delle terre “aridità” - Indicatore di stato: numero di giorni in cui il suolo è secco

Per numero di giorni di secco si intende il numero di giorni in cui la sezione di controllo del suolo è completamente secca nell’arco dell’anno.

È stata definita una soglia di aridità potenziale di 105 giorni di suolo secco; se le aree presentano un numero maggiore di 105 allora saranno classificate come ad aridità potenziale.

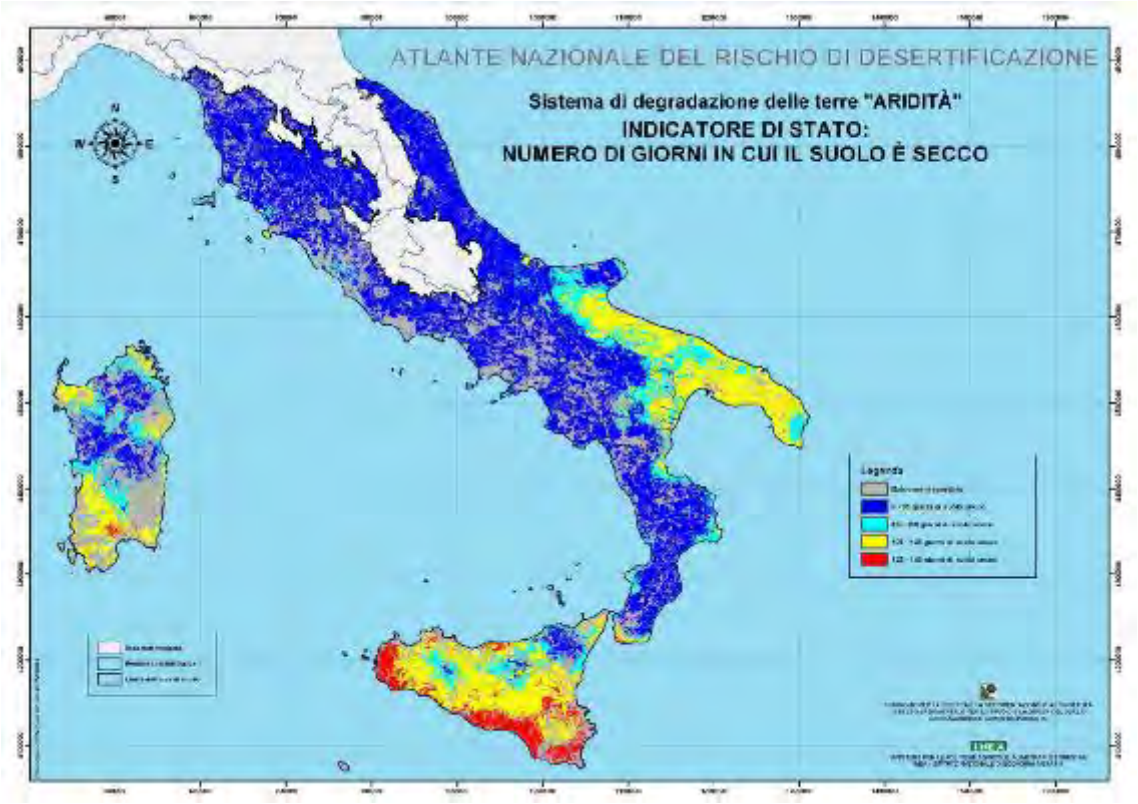


Figura 92 – Numero di giorni in cui il suolo è secco.

Fonte: Atlante Nazionale delle aree a rischio di desertificazione.



Figura 93 – Aridità potenziale.

Fonte: Atlante Nazionale delle aree a rischio di desertificazione.

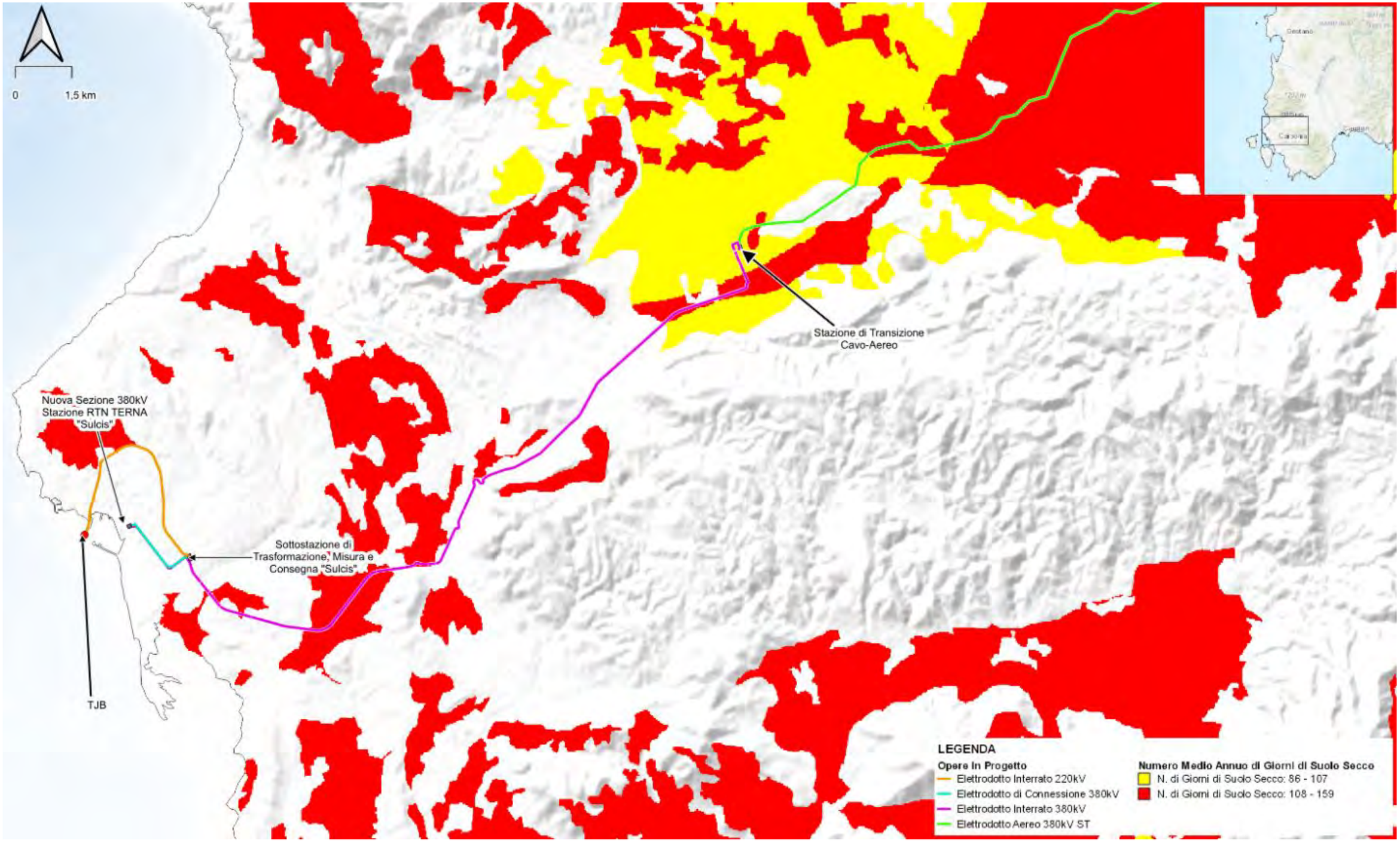


Figura 94 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Numero medio Annuo di Giorni di suolo secco. Vista 1.
Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.

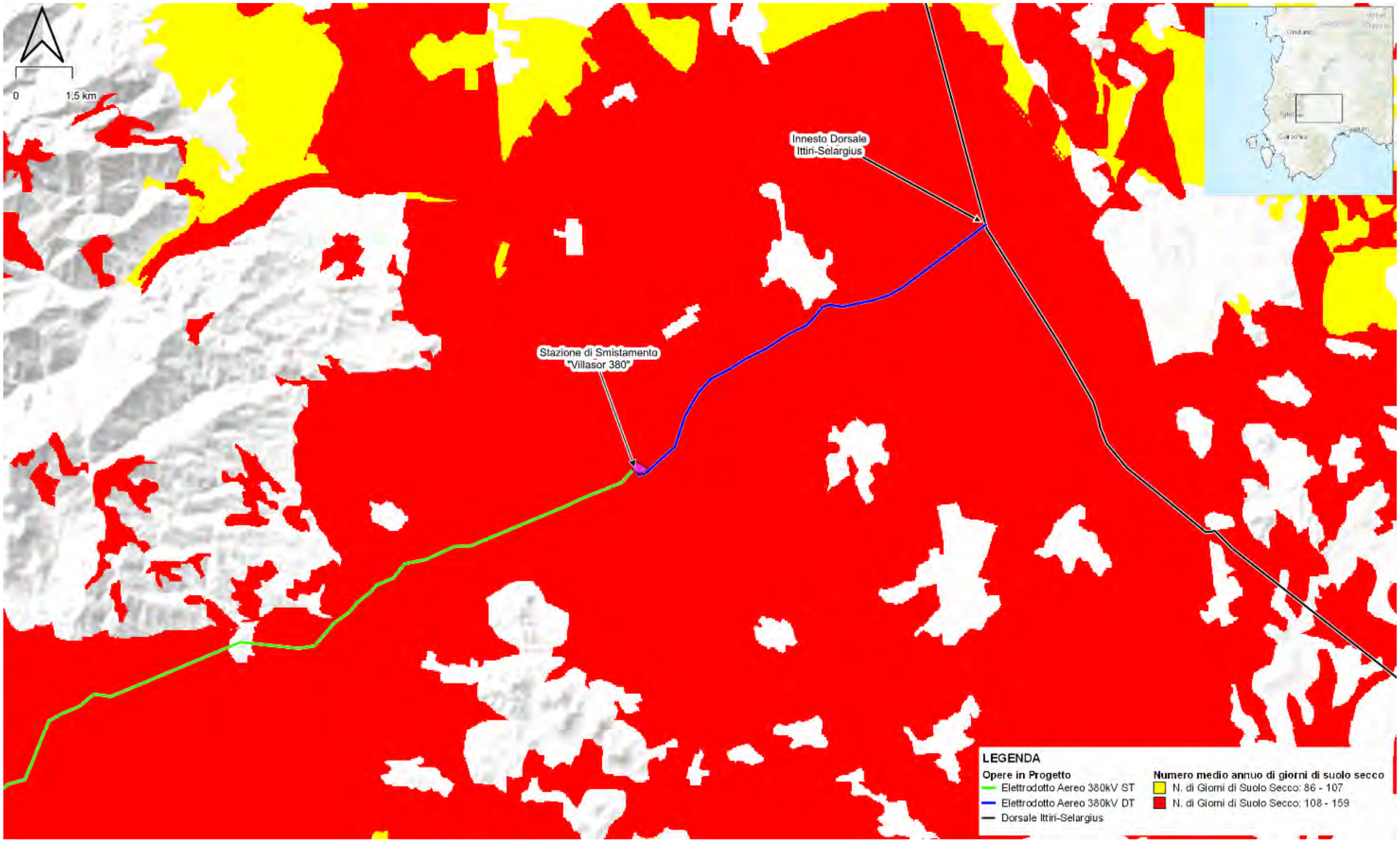


Figura 95 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Numero medio Annuo di Giorni di suolo secco. Vista 2.
Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.

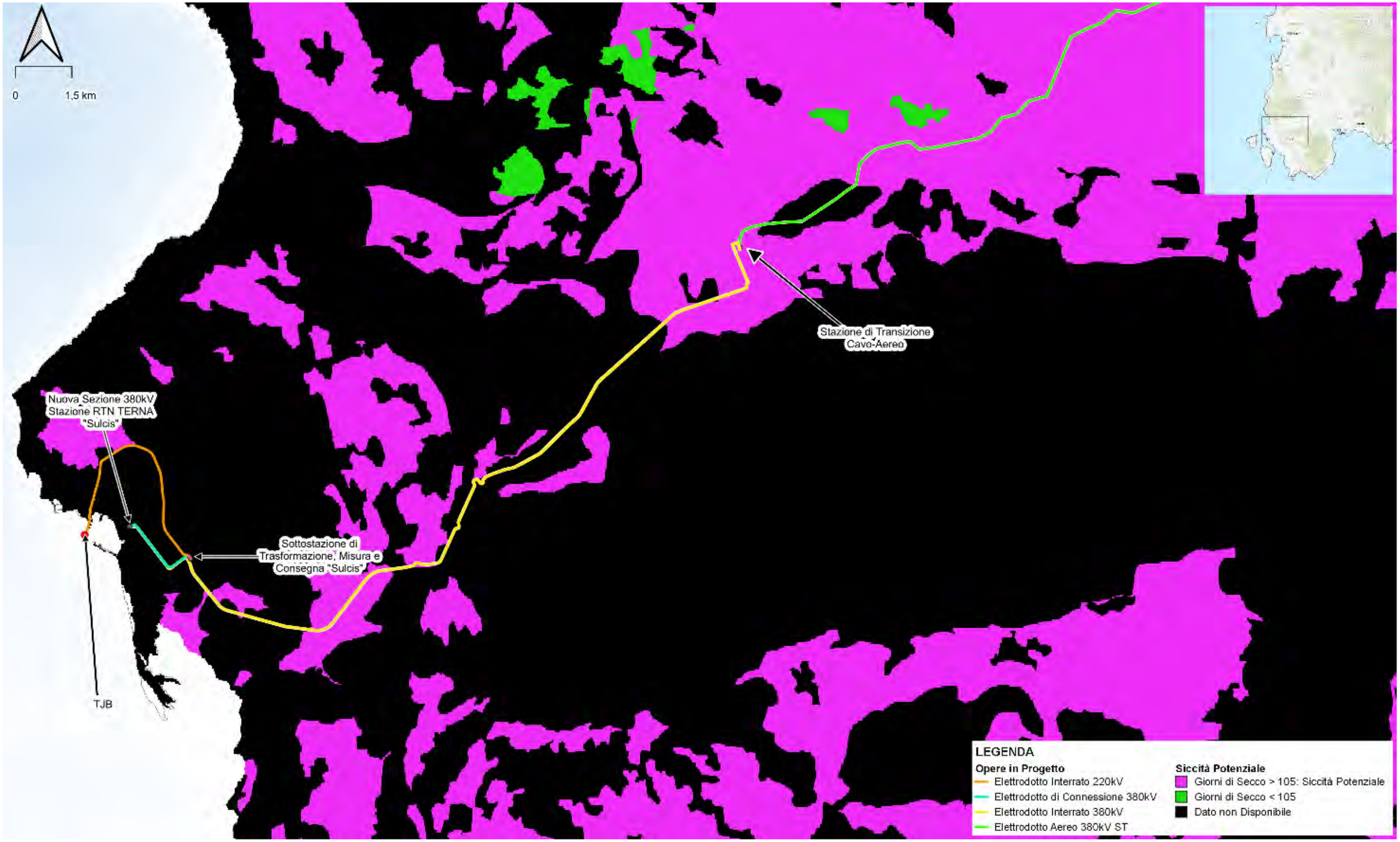


Figura 96 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Siccità potenziale. Vista 1.
Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.

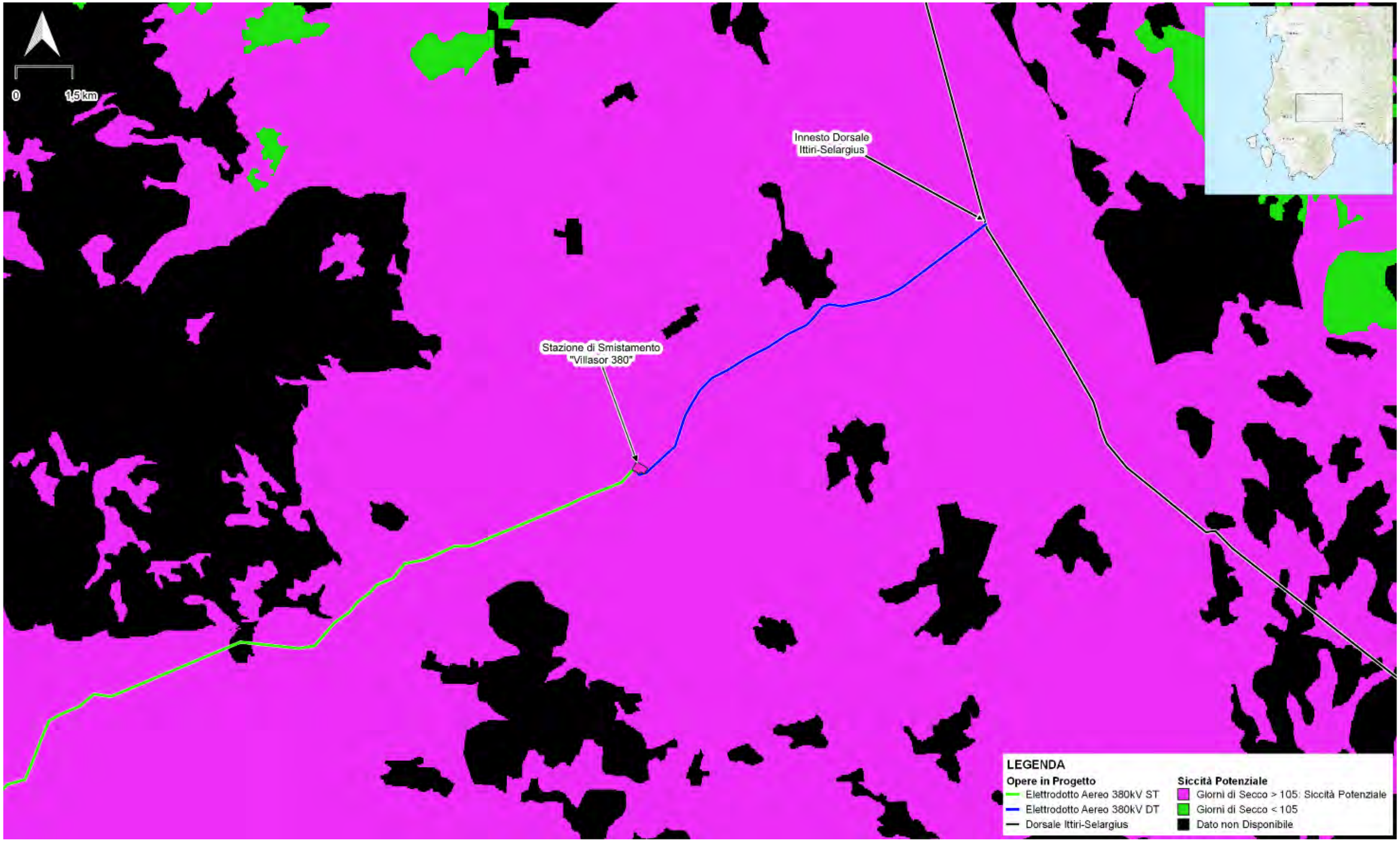


Figura 97 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Siccità potenziale. Vista 2.
Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.

Indice di impatto: aree irrigue

Le aree irrigate sono classificate come “mitigazione del rischio”, mentre in assenza di irrigazione si definisce “mitigazione assente”.



Figura 98 – Aree irrigue.
Fonte: Atlante Nazionale delle aree a rischio di desertificazione.

Sistema di degradazione delle terre “urbanizzazione” - Indice di Impatto: urbanizzazione e principali infrastrutture

La presenza di aree urbane determina la perdita irreversibile della funzionalità produttiva ed ecologica del suolo.



Figura 99 – Urbanizzazione e principali infrastrutture.
Fonte: Atlante Nazionale delle aree a rischio di desertificazione

Le Figura 100 e Figura 101 mostrano che le opere in progetto intersecano:

OPERE IN PROGETTO	URBANIZZAZIONE E PRINCIPALI INFRASTRUTTURE
Elettrodotto Interrato 220 kV e elettrodotto di connessione 380 kV	Aree urbane
Sottostazione di trasformazione, misura e consegna “Sulcis”	Assenza di aree urbanizzate e di principali infrastrutture
Nuova sezione 380 kV Stazione RTN TERNA “Sulcis”	Aree urbane
Elettrodotto interrato 380 kV	Aree urbane
Stazioni di transizione Cavo-aereo	Assenza di aree urbanizzate e di principali infrastrutture
Elettrodotto aereo 380 kV ST	Assenza di aree urbanizzate e di principali infrastrutture
Stazione Di Smistamento “Villasor 380”	Assenza di aree urbanizzate e di principali infrastrutture
Elettrodotto Aereo 380 kV DT	Assenza di aree urbanizzate e di principali infrastrutture

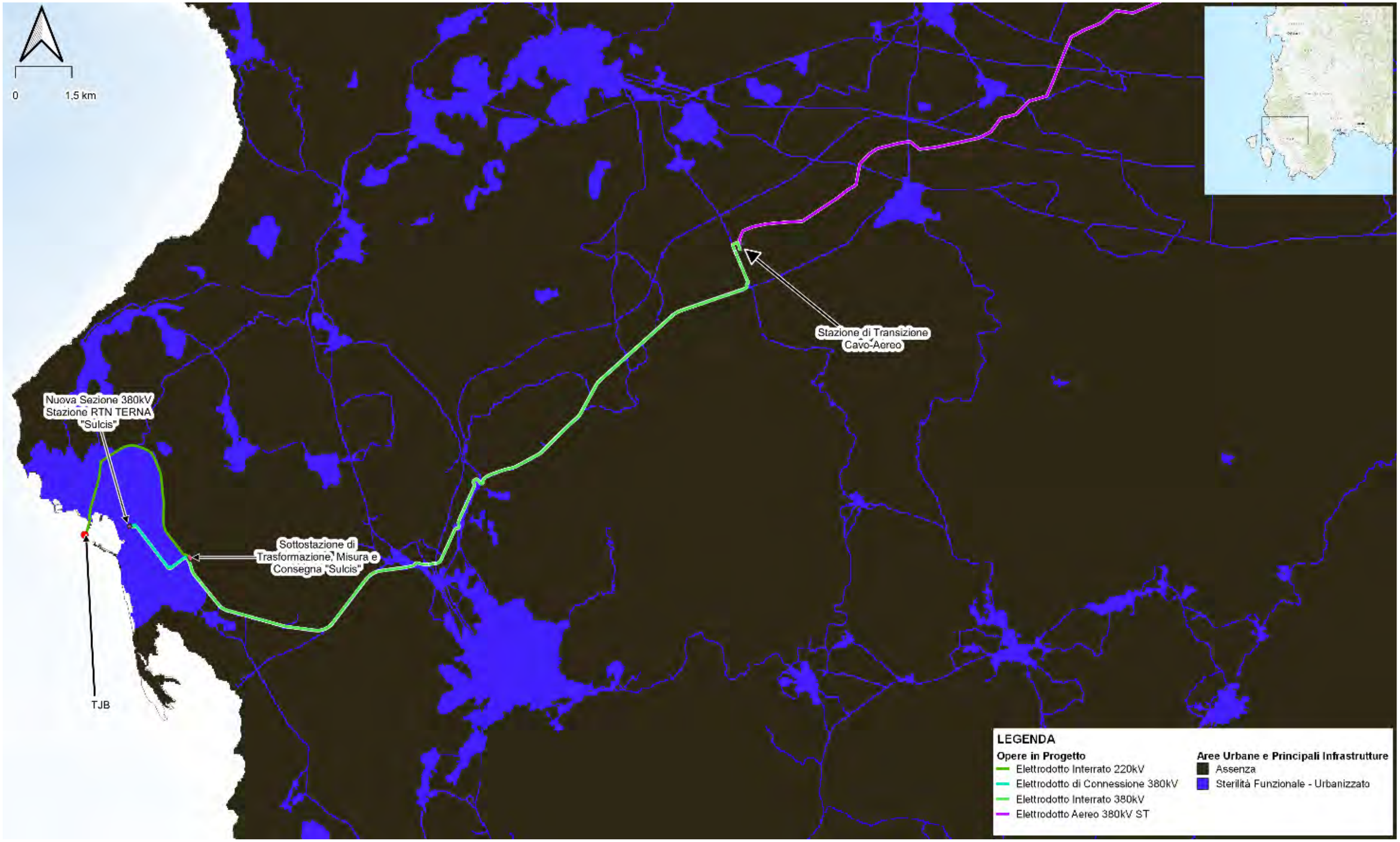


Figura 100 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Aree Urbane e Principali infrastrutture. Vista 1.

Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.

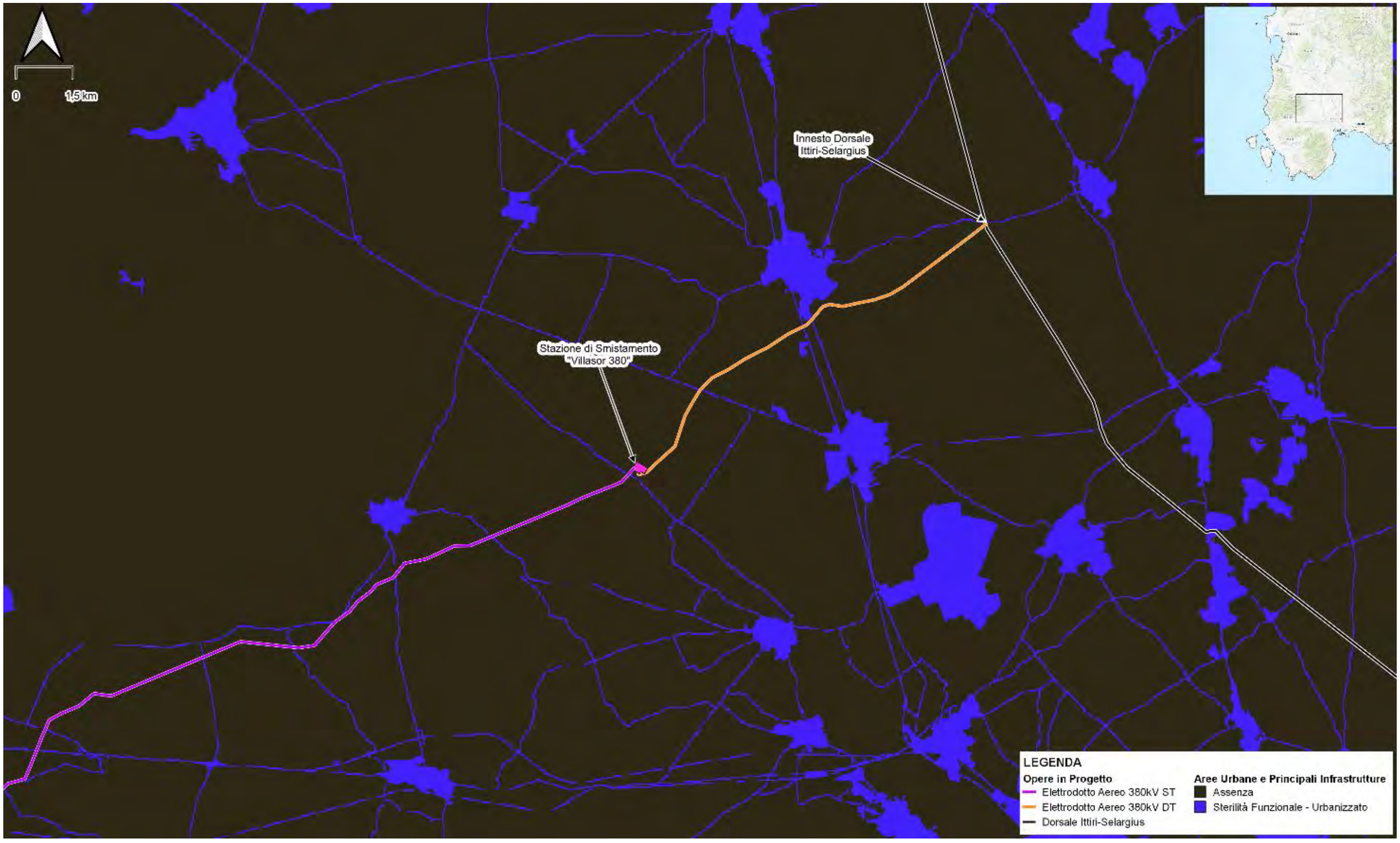


Figura 101 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Aree Urbane e Principali infrastrutture. Vista 2.
Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.

Sistema di degradazione delle terre "salinizzazione" - Indice di Impatto: acquiferi potenzialmente salini

Gli indicatori considerati sono la quota e la distanza dal mare. Nel primo caso le aree con quota minore di 10 m servono per identificare la possibile intrusione di acque marine nei corpi acquiferi continentali dovuta ad eccessivo emungimento mentre nel secondo caso si delineano le aree entro 6 km dalla linea di costa o da specchi d'acqua salmastra.

Le aree identificate come vulnerabili sono quelle entro 6 chilometri dalla linea di costa e dagli specchi d'acque salmastre e contemporaneamente inferiori ai 10 metri di quota sul livello del mare (intersezione degli indicatori di stato "quota" e "distanza dal mare"), in aggiunta a quelle dove si trovano litotipi salini. Tutte le altre aree sono classificate come "non a rischio".



Figura 102 – Acquiferi potenzialmente salini.
Fonte: Atlante Nazionale delle aree a rischio di desertificazione.

Le opere in progetto ricadono prevalentemente in aree prive di rischio.

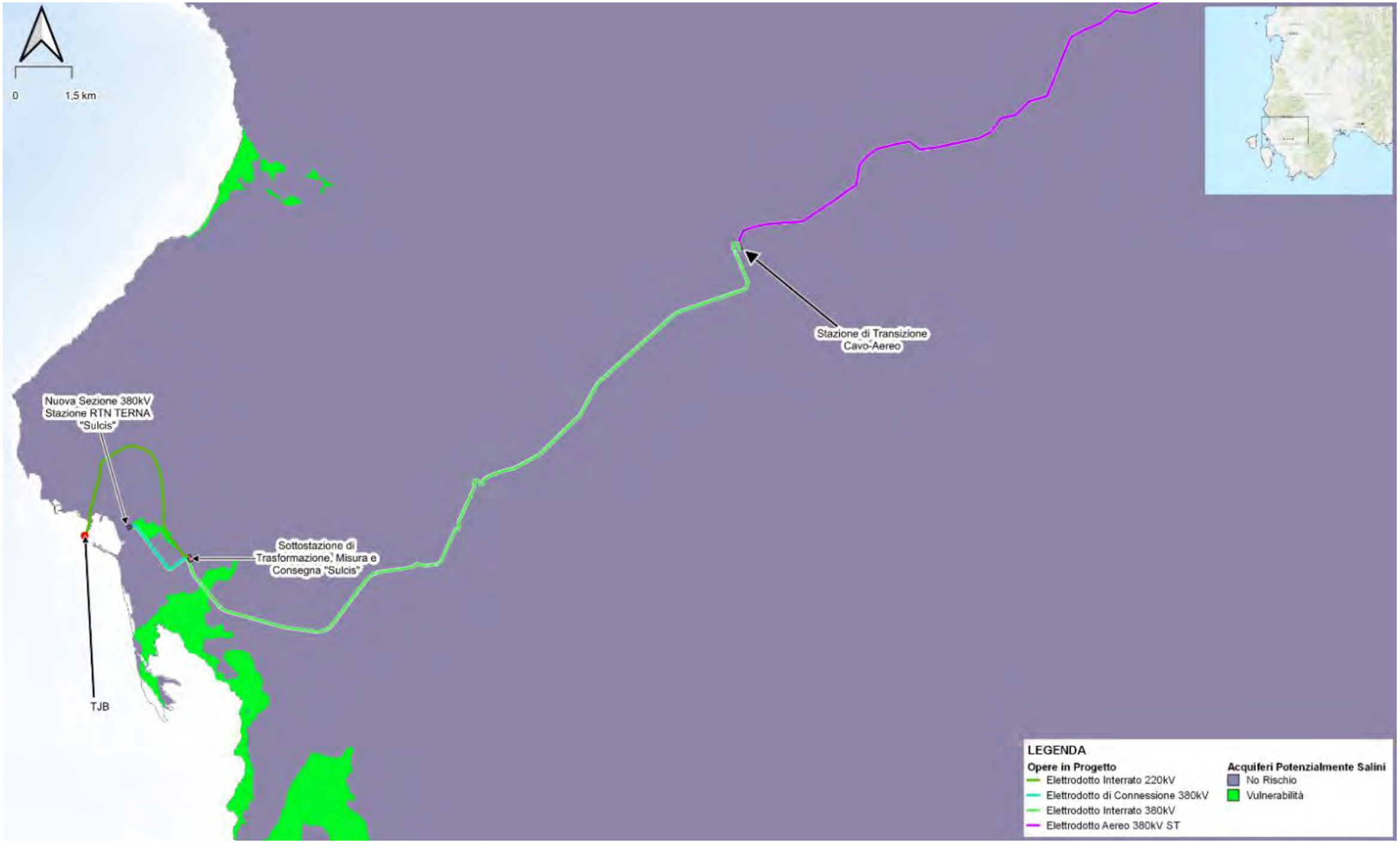


Figura 103 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Acquiferi potenzialmente salini. Vista 1.

Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.



Figura 104 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Acquiferi potenzialmente salini. Vista 2.
Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.

Configurazione Elettrodotto Aereo

SISTEMA DI DEGRADAZIONE DELLE TERRE "EROSIONE IDRICA"

Indice di Impatto: suoli sottili su forti pendenze.

Dalle figure si evince che le opere in progetto ricadono in aree classificate "non a rischio".

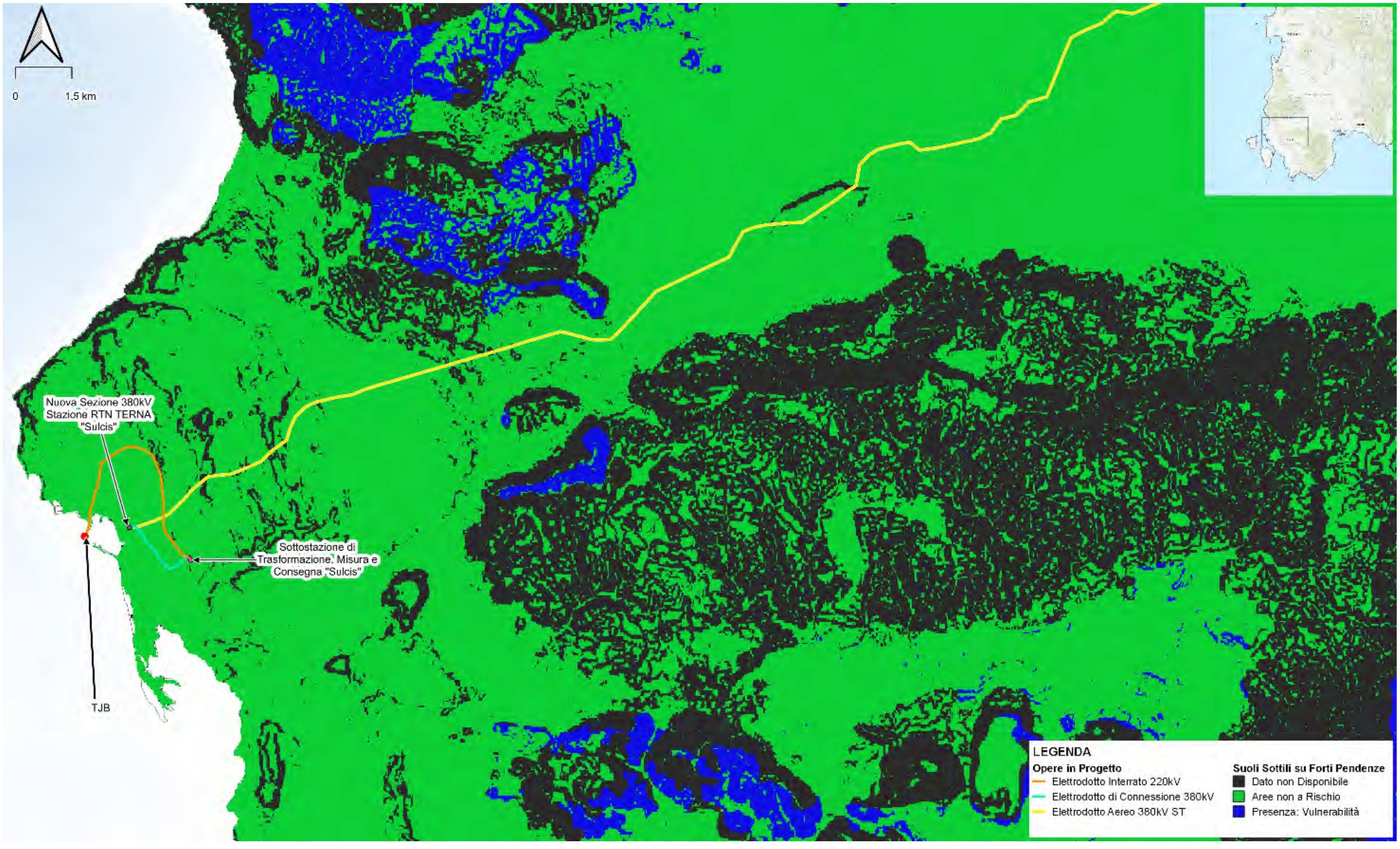


Figura 105 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: suoli sottili su forti pendenze. Vista 1.
Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.

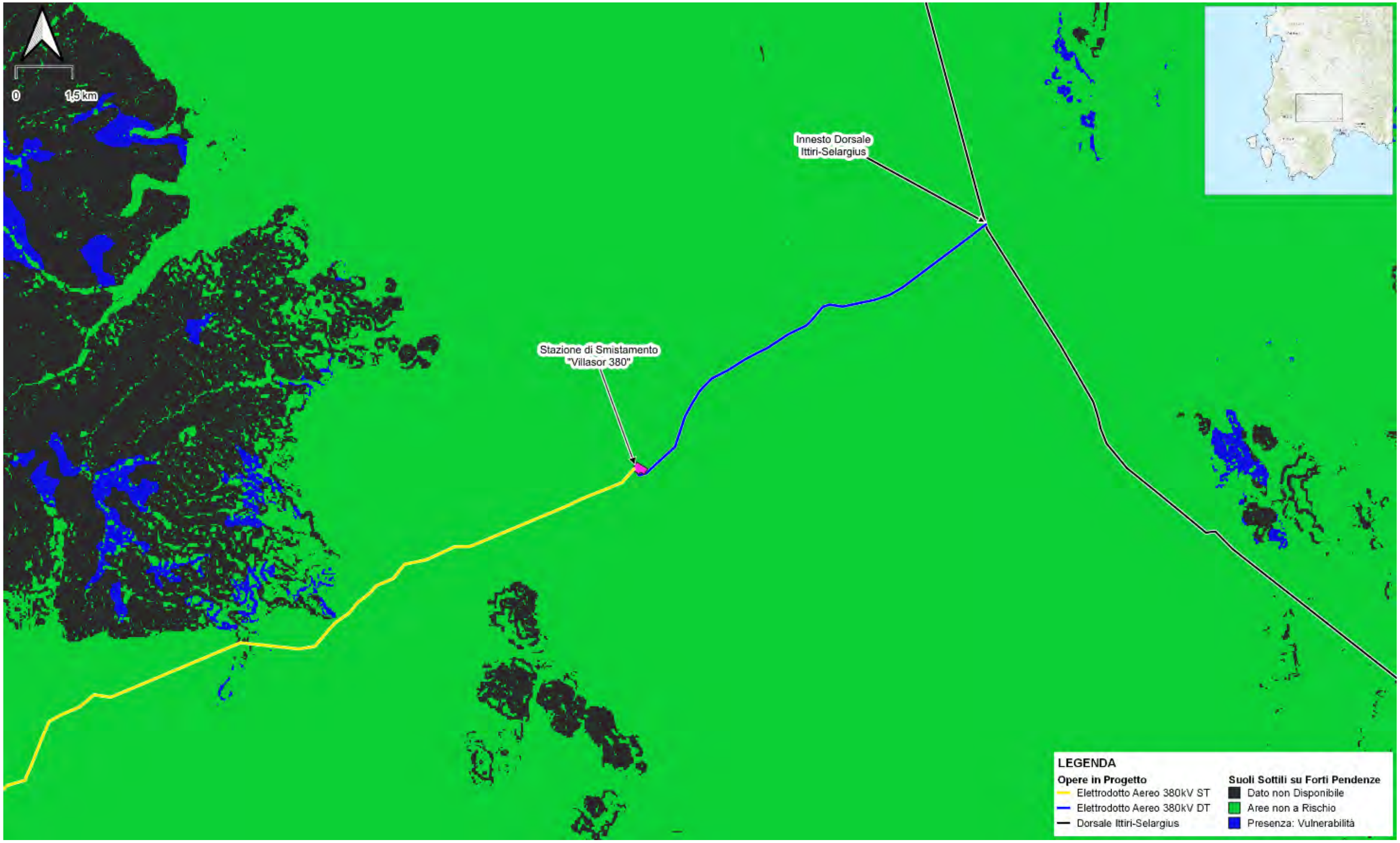


Figura 106 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: suoli sottili su forti pendenze. Vista 2.
Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.

Indice di Impatto: analisi NDVI (indice di vegetazione normalizzato) delle aree naturali.

Dalle figure è evidente che le opere in progetto ricadono nelle seguenti classi:

OPERE IN PROGETTO	ANALISI NDVI
Elettrodotto Interrato 220 kV e elettrodotto interrato 380 kV	Aree non naturali
	Aree scoperte: sterilità funzionale
Sottostazione di trasformazione, misura e consegna “Sulcis”	Aree scoperte: sterilità funzionale
	Aree semidenudate: sensibilità
Nuova sezione 380 kV Stazione RTN TERNA “Sulcis”	Aree non naturali
Elettrodotto aereo 380 kV ST	Aree scoperte: sterilità funzionale
	Aree semidenudate: sensibilità
	Copertura scarsa: non a rischio
	Aree non naturali
Stazione di Smistamento “Villasor 380”	Aree non naturali
Elettrodotto Aereo 380 kV DT	Aree non naturali

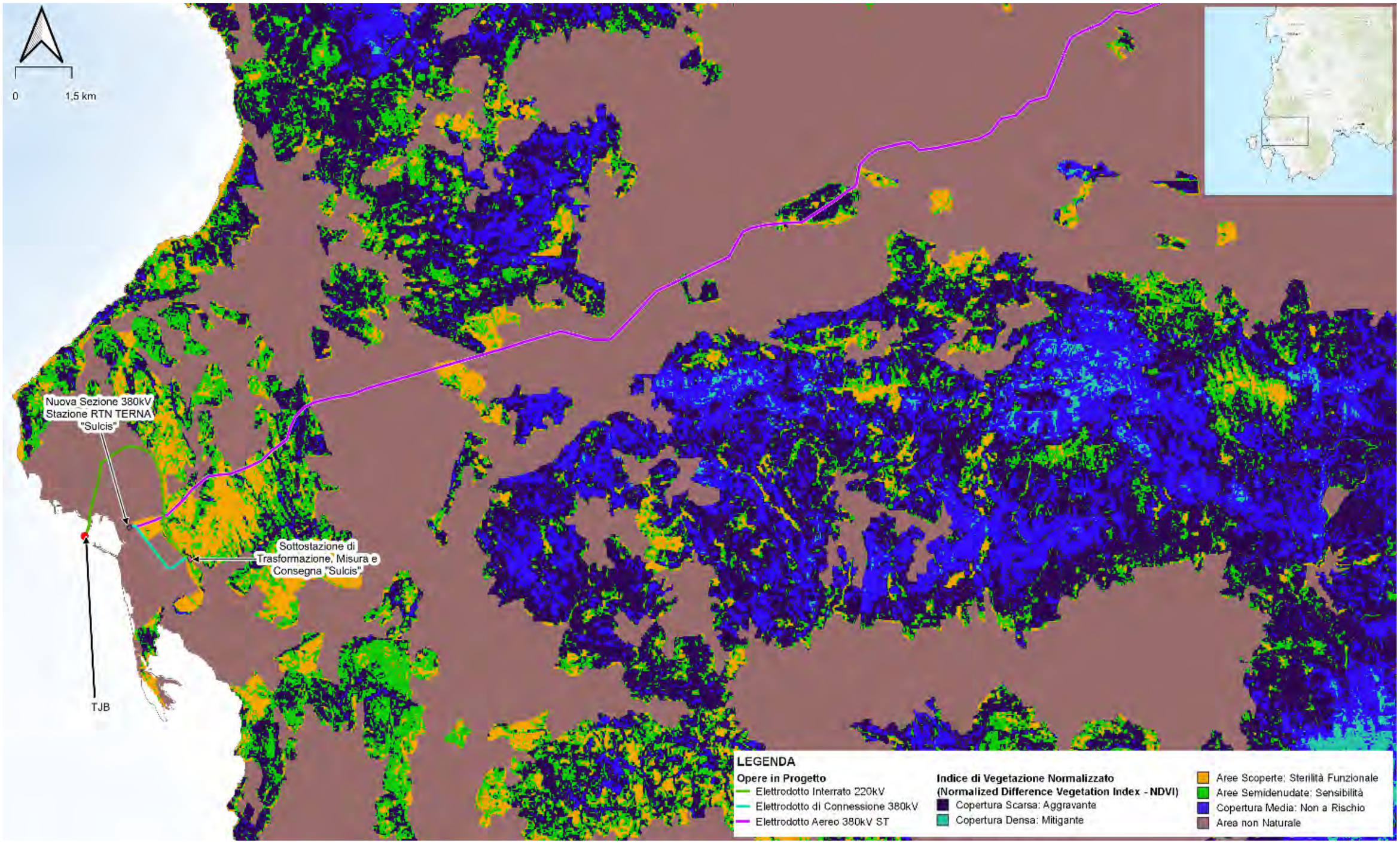


Figura 107 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Indice di Vegetazione Normalizzato. Vista 1.
Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.

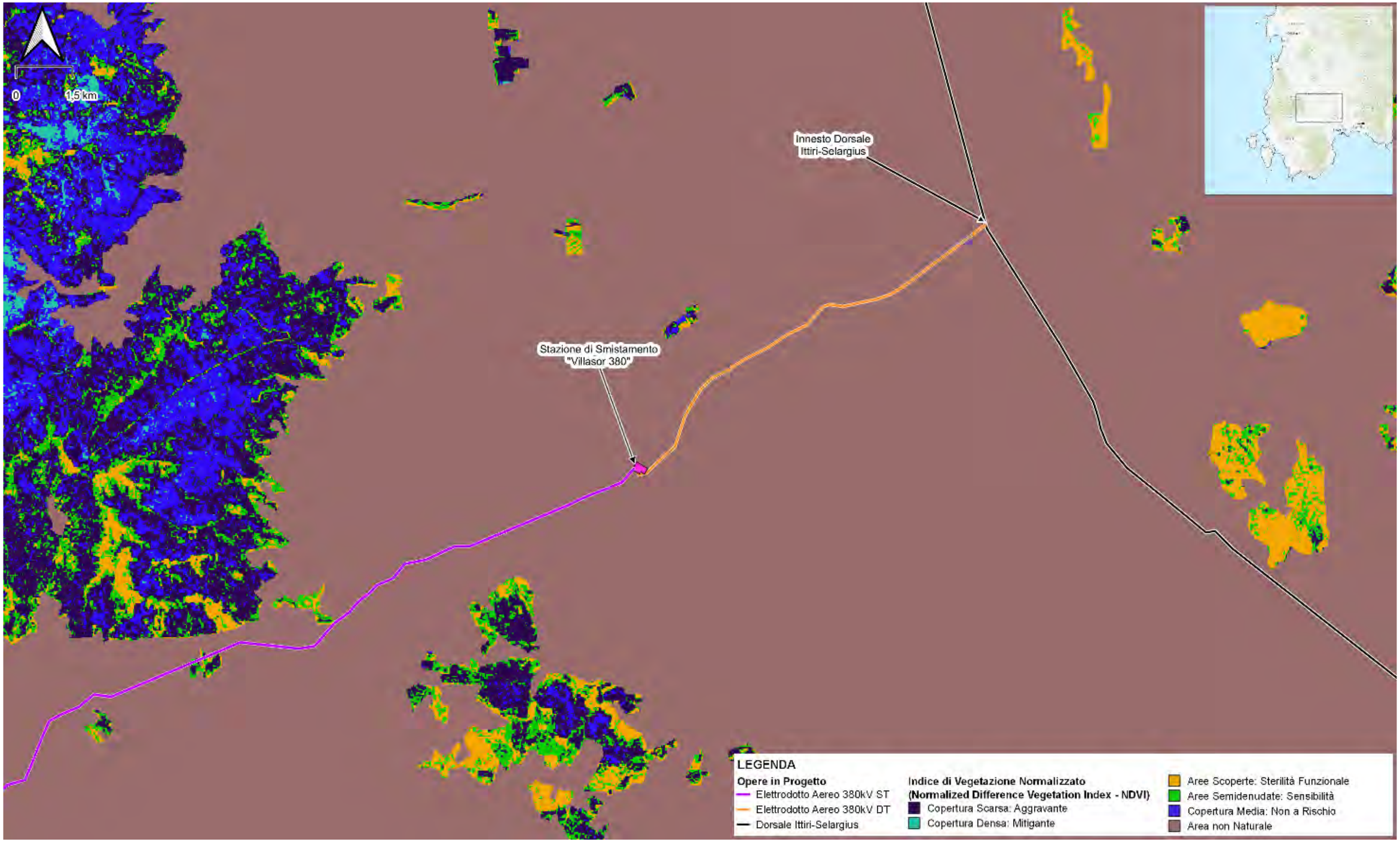


Figura 108 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Indice di Vegetazione Normalizzato. Vista 2.

Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.

Dalle figure si evince che le opere in progetto ricadono in aree classificate come “intensità di pascolo assente”.

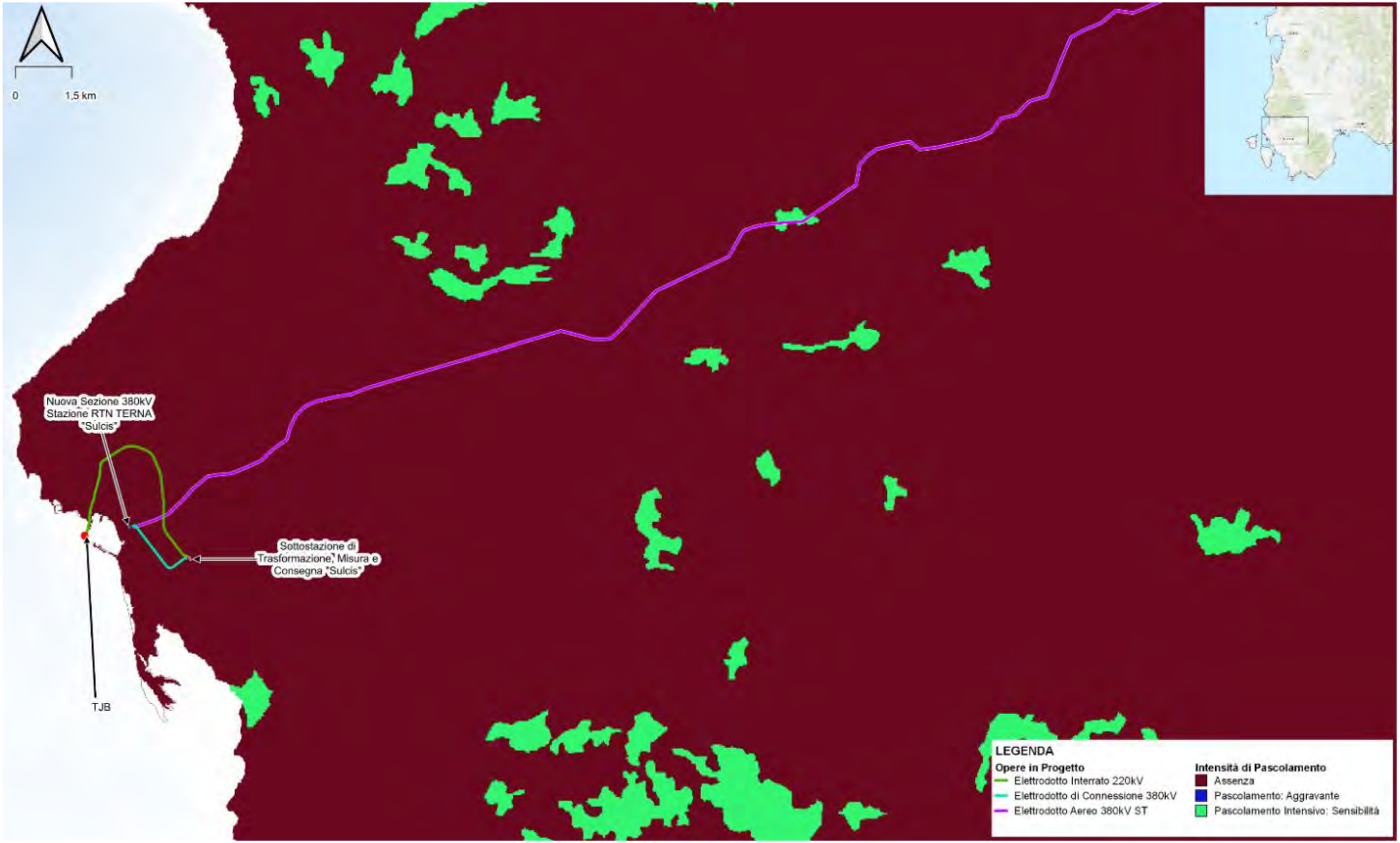


Figura 109 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Intensità di pascolamento. Vista 1.
Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.

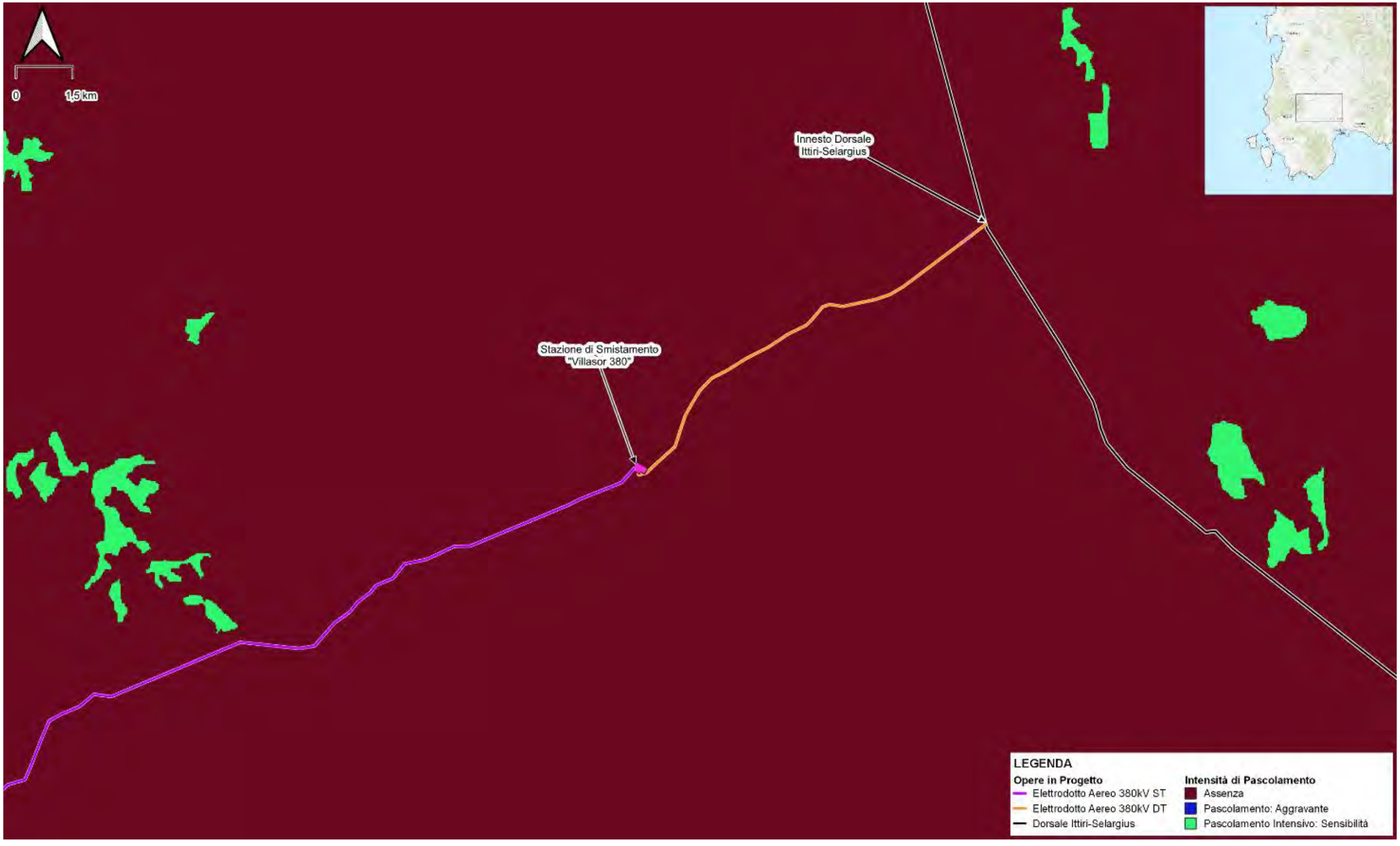


Figura 110 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Intensità di pascolamento. Vista 2.

Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.

Indice di Impatto: misure agroambientali

Dalle figure emerge che le opere in progetto intersecano le seguenti misure agroambientali:

OPERE IN PROGETTO	MISURE AGROAMBIENTALI
Elettrodotto Interrato 220 kV e elettrodotto interrato 380 kV	Aree non a seminativo
Sottostazione di trasformazione, misura e consegna “Sulcis”	Aree non a seminativo
Nuova sezione 380 kV Stazione RTN TERNA “Sulcis”	Aree non a seminativo
Elettrodotto aereo 380 kV ST	Aree non a seminativo
	Aree “assenti”
	Presenza: mitigazione
Stazione Di Smistamento “Villasor 380”	Aree “assenti”
Elettrodotto Aereo 380 kV DT	Aree non a seminativo
	Aree “assenti”

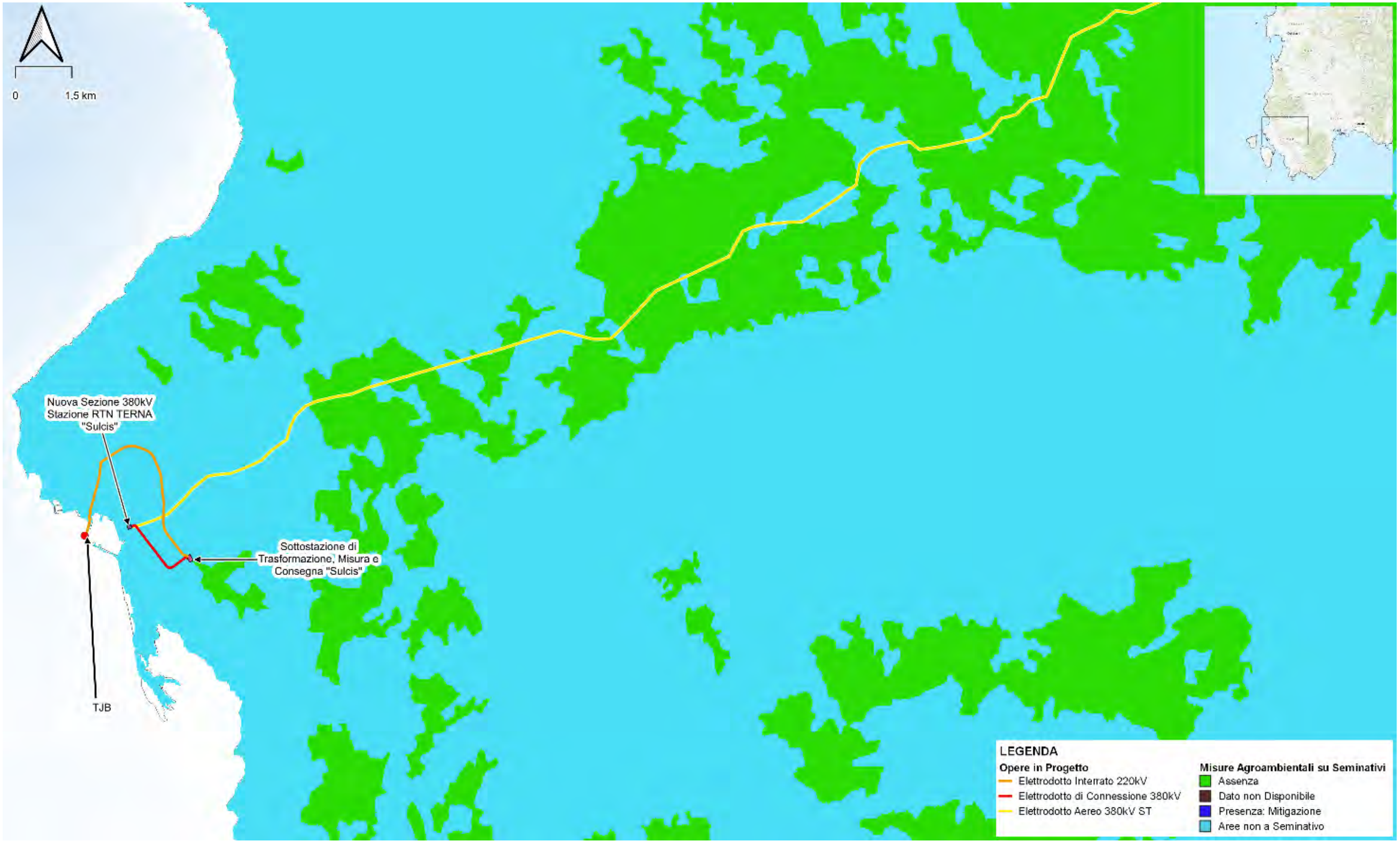


Figura 111 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Misure Agroambientali su seminativi. Vista 1.

Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.

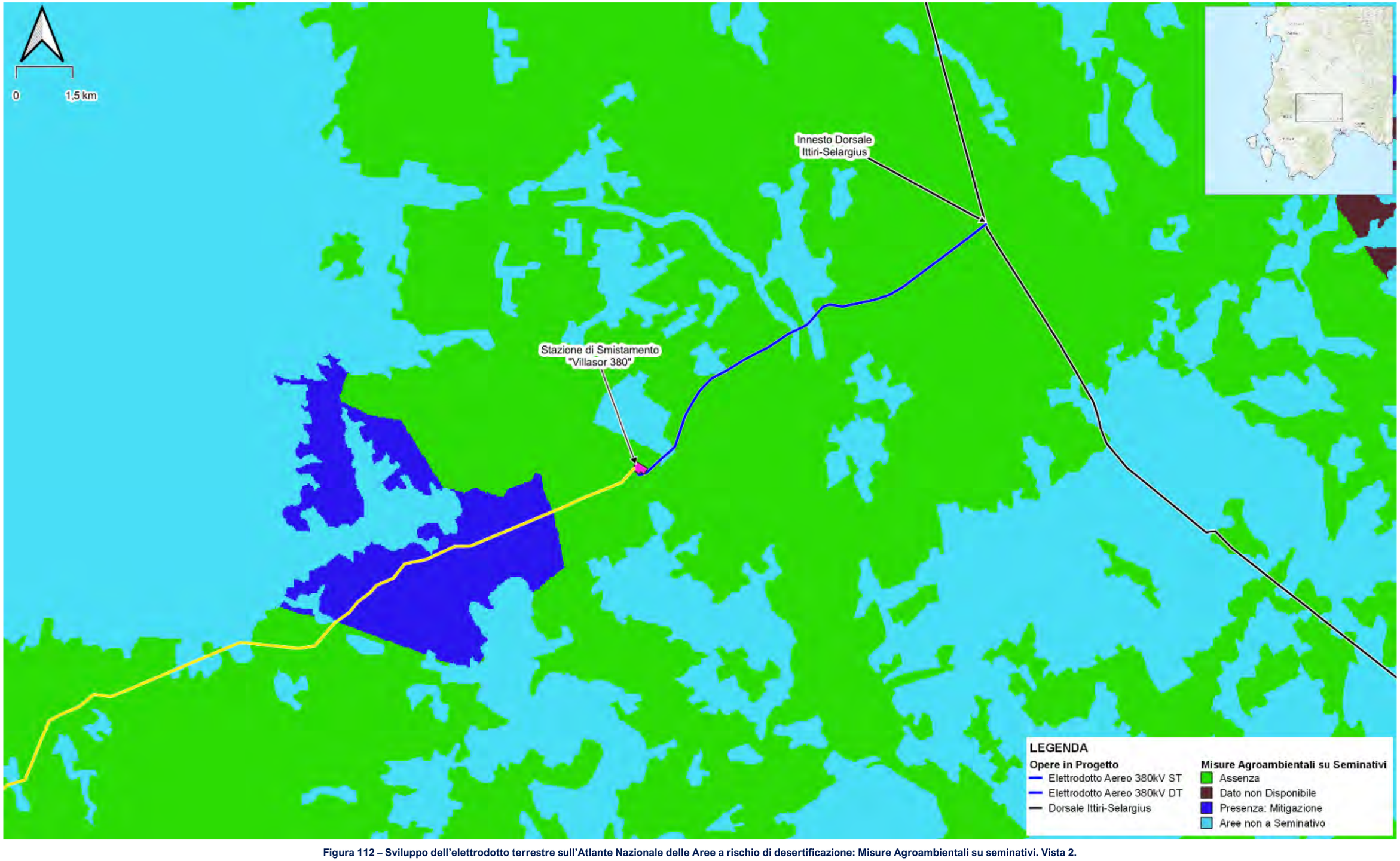


Figura 112 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Misure Agroambientali su seminativi. Vista 2.

Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.

SISTEMA DI DEGRADAZIONE DELLE TERRE “ARIDITÁ”

Indicatore di stato: numero di giorni in cui il suolo è secco

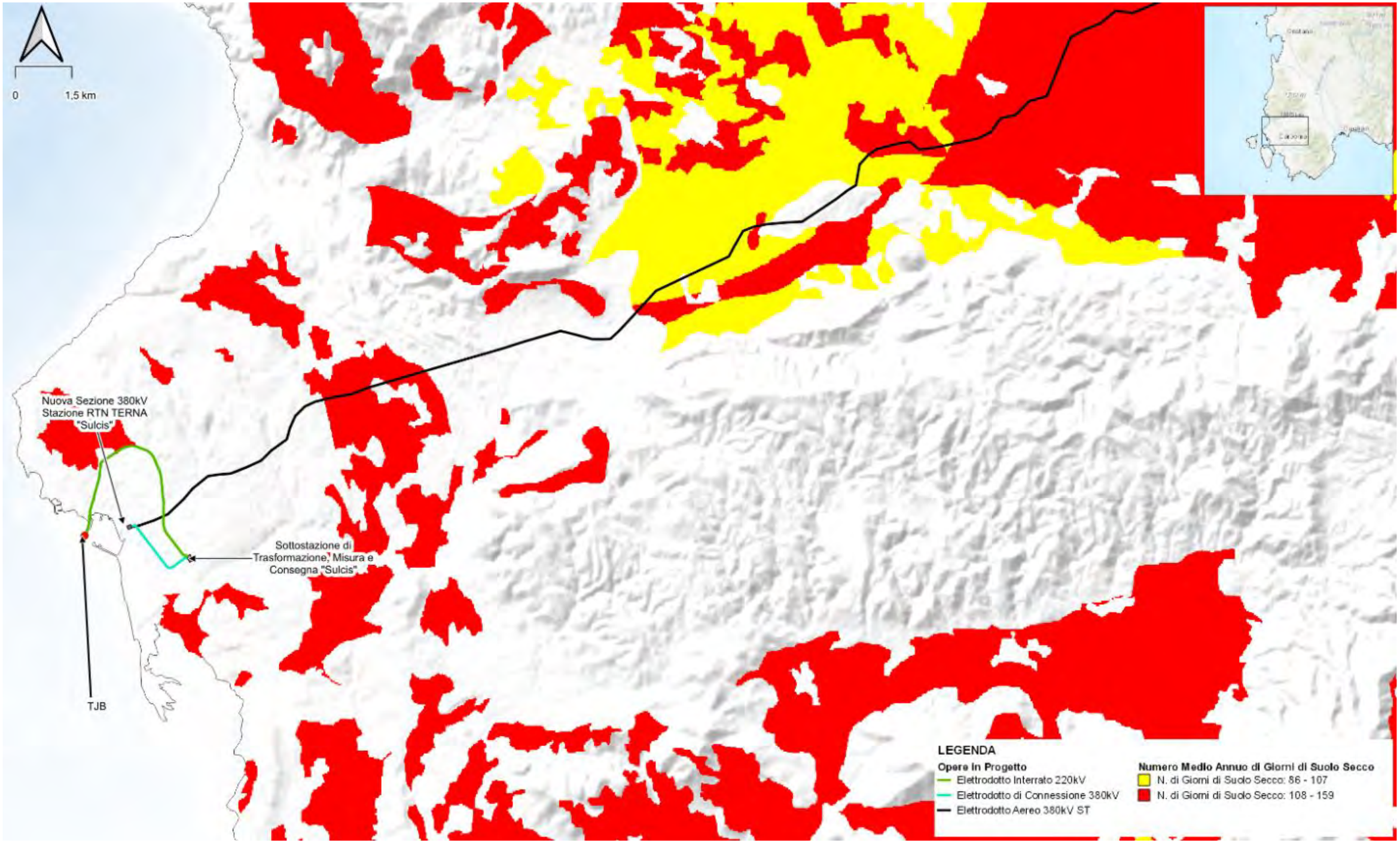


Figura 113 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Numero medio Annuo di Giorni di suolo secco. Vista 1.
Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.

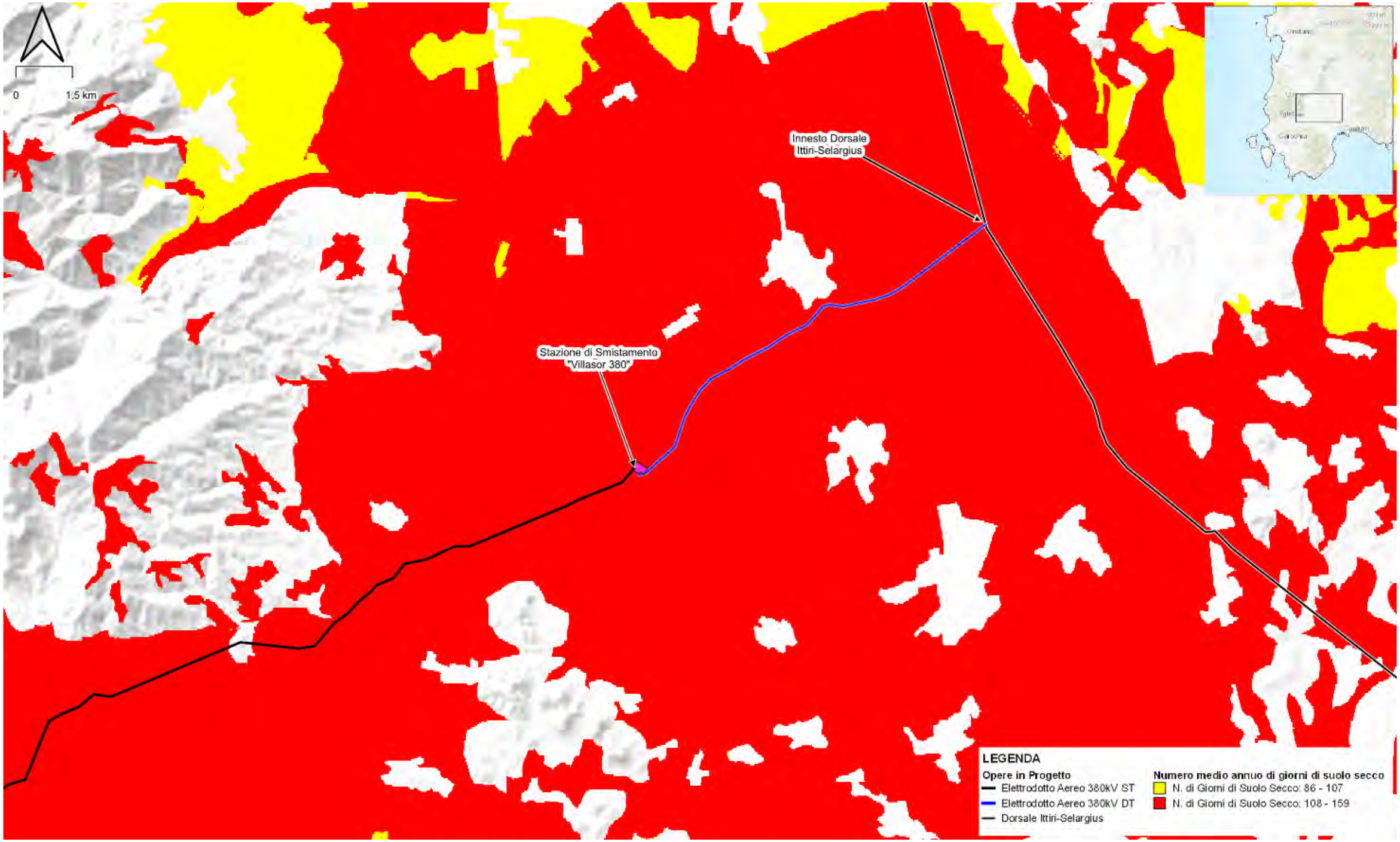


Figura 114 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Numero medio Annuo di Giorni di suolo secco. Vista 2.
Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.

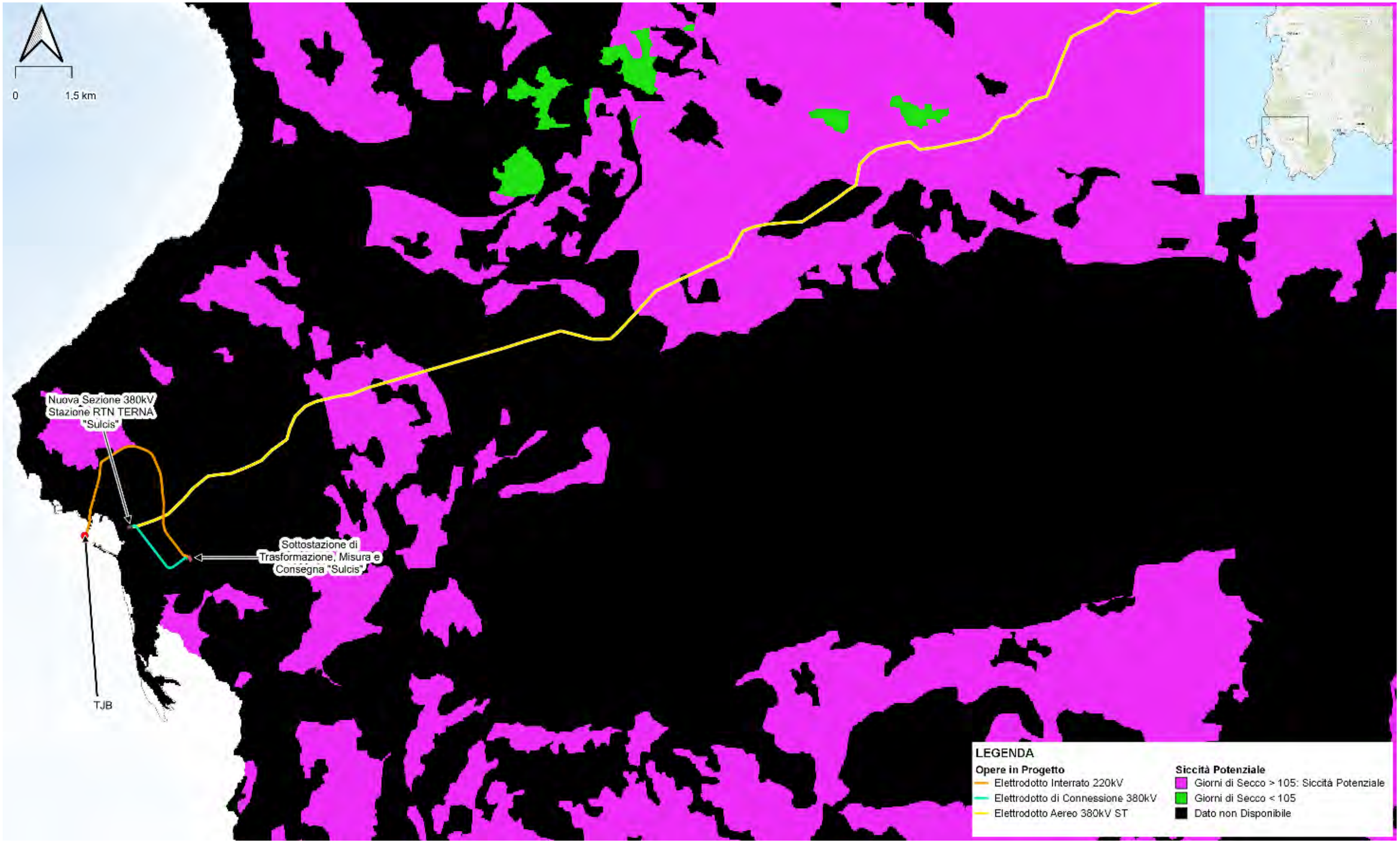


Figura 115 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Siccità potenziale. Vista 1.

Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.

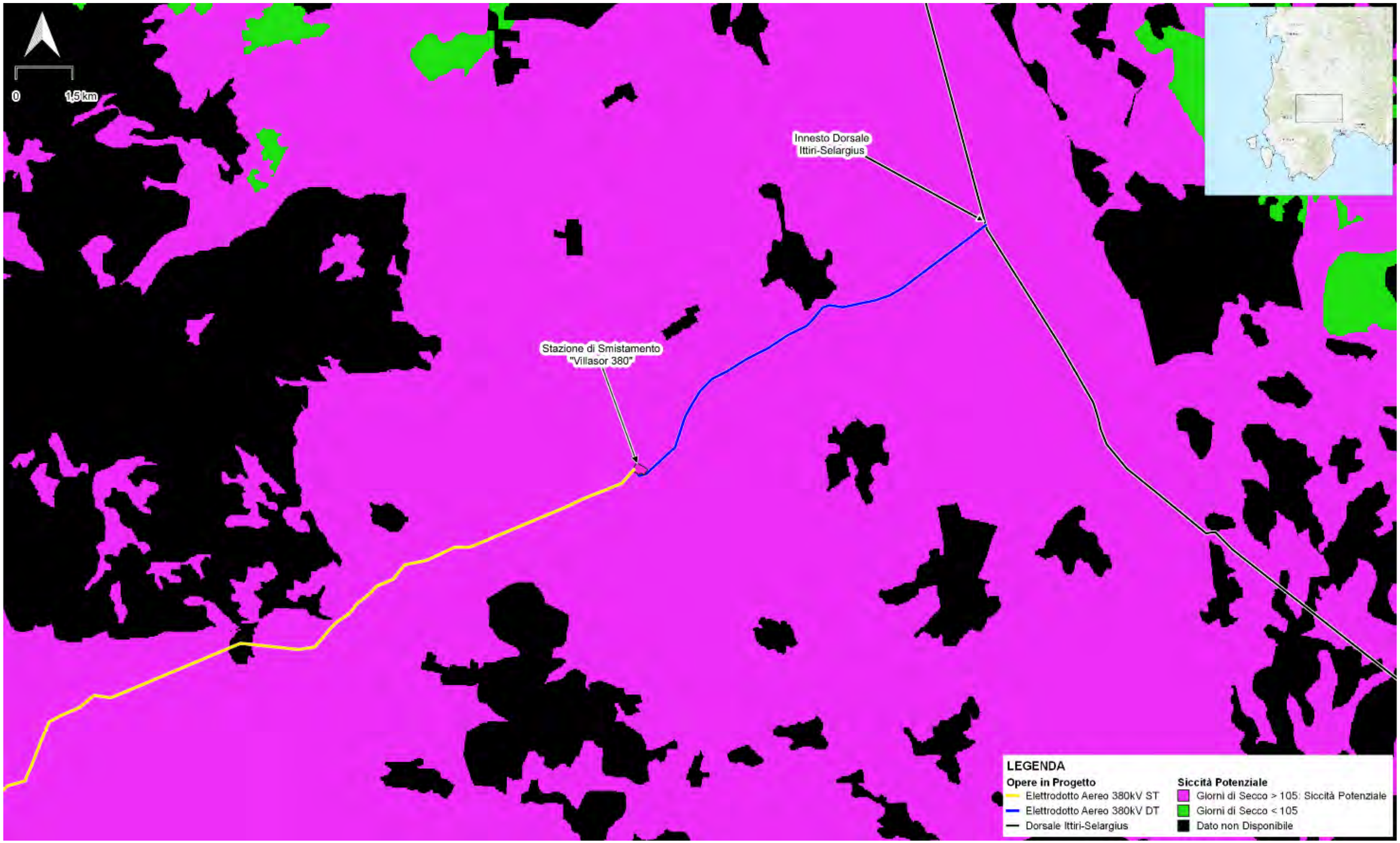


Figura 116 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Siccità potenziale. Vista 2.
Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.

SISTEMA DI DEGRADAZIONE DELLE TERRE "URBANIZZAZIONE"

Indice di Impatto: urbanizzazione e principali infrastrutture

Le figure mostrano che le opere in progetto intersecano:

OPERE IN PROGETTO	URBANIZZAZIONE E PRINCIPALI INFRASTRUTTURE
Elettrodotto Interrato 220 kV e elettrodotto interrato 380 kV	Aree urbane
Sottostazione di trasformazione, misura e consegna "Sulcis"	Assenza di aree urbanizzate e di principali infrastrutture
Nuova sezione 380 kV Stazione RTN TERNA "Sulcis"	Aree urbane
Elettrodotto aereo 380 kV ST	Assenza di aree urbanizzate e di principali infrastrutture
Stazione Di Smistamento "Villasor 380"	Assenza di aree urbanizzate e di principali infrastrutture
Elettrodotto Aereo 380 kV DT	Assenza di aree urbanizzate e di principali infrastrutture

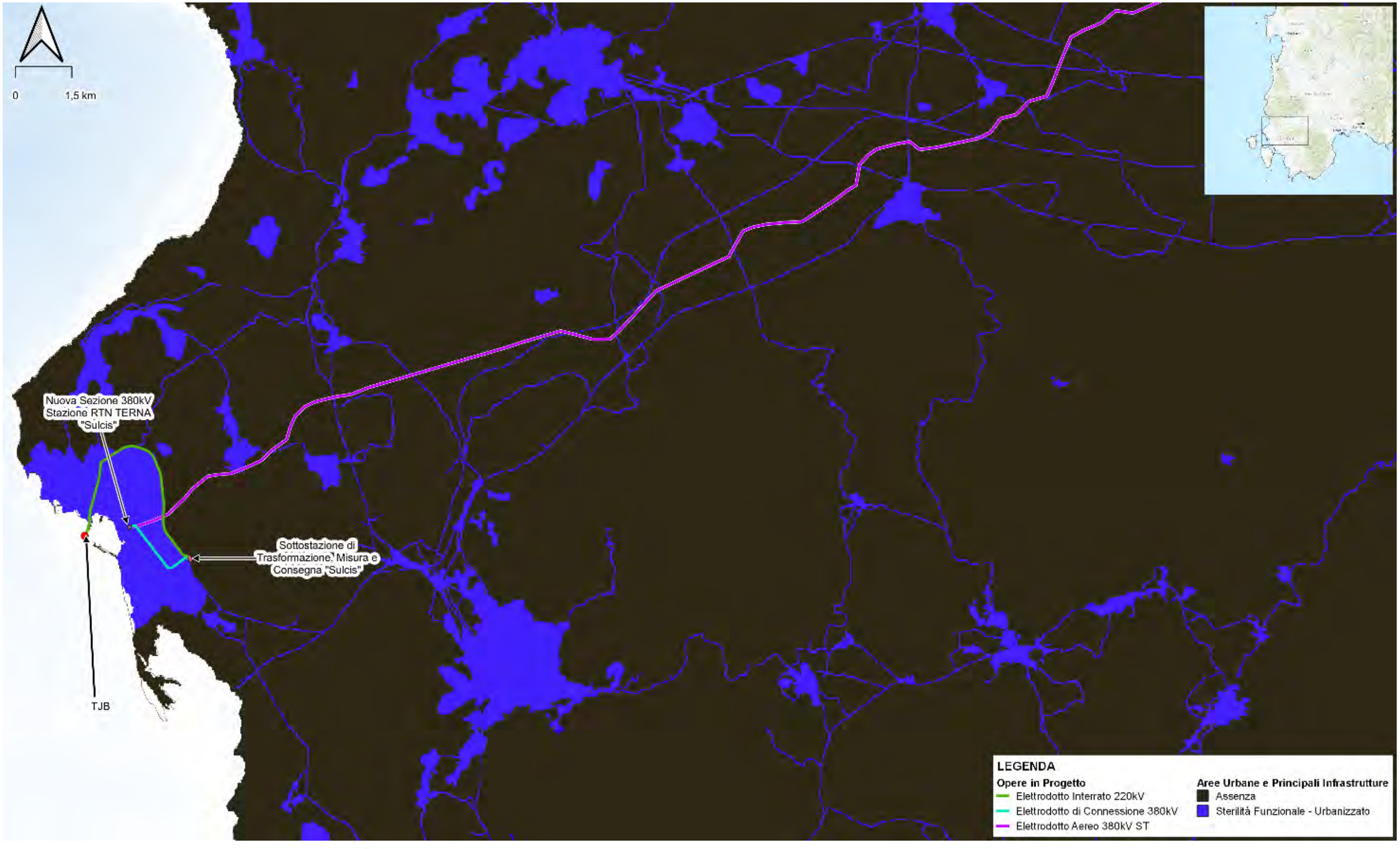


Figura 117 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Aree Urbane e Principali infrastrutture. Vista 1.

Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.

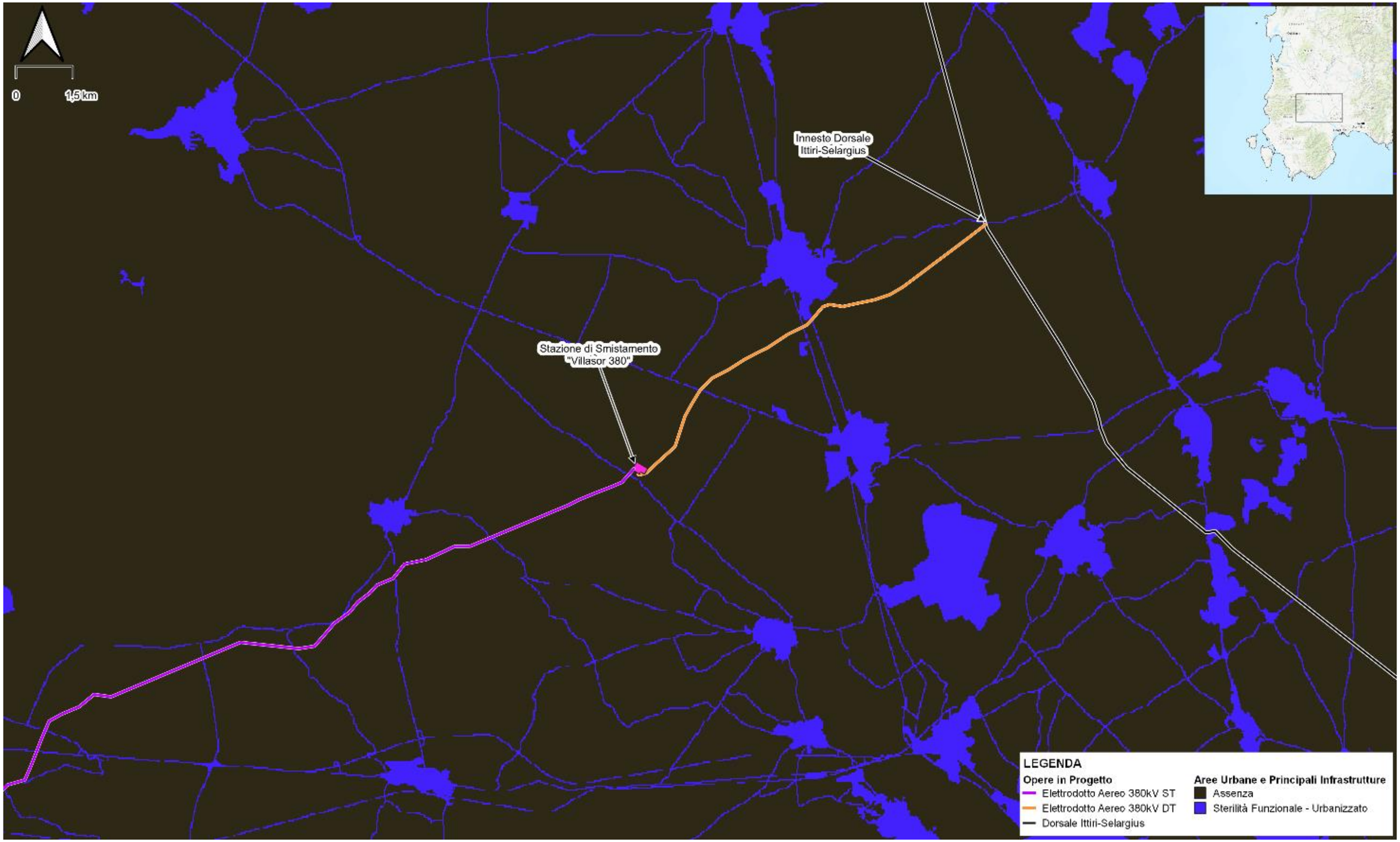


Figura 118 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Aree Urbane e Principali infrastrutture. Vista 2.
Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.

SISTEMA DI DEGRADAZIONE DELLE TERRE "SALINIZZAZIONE"

Indice di Impatto: acquiferi potenzialmente salini

Le opere in progetto ricadono prevalentemente in aree prive di rischio.

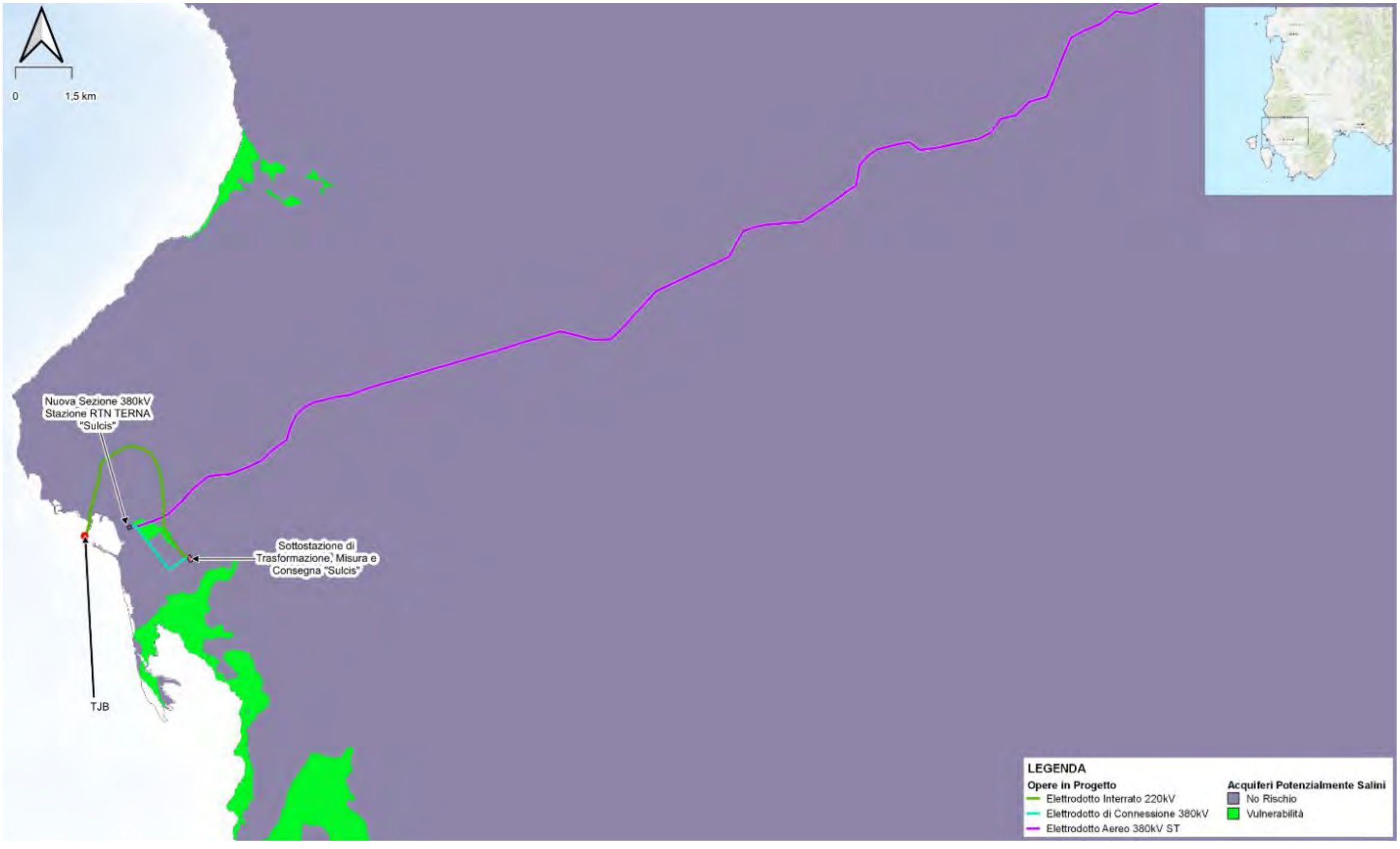


Figura 119 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Acquiferi potenzialmente salini. Vista 1.

Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.



Figura 120 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre sull'Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Acquiferi potenzialmente salini. Vista 2.

Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Nazionale.

Carta delle aree sensibili alla desertificazione in Sardegna

L'Ente Regionale di Sviluppo e Assistenza Tecnica in Agricoltura (ERSAT) ha incaricato il Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna di elaborare un programma finalizzato alla "*Realizzazione del sistema informativo geografico per l'individuazione e il monitoraggio delle aree sensibili alla desertificazione in Sardegna*", in modo da cartografare le zone con classe crescente di sensibilità al fenomeno.

La cartografia ha previsto prima una scala di 1:250000 e poi è stata ulteriormente dettagliata ad una scala maggiore 1:100000, basandosi sul metodo elaborato per il progetto dell'Unione Europea MEDALUS[25]. La metodologia sfruttata è nota come ESAs (*Environmentally Sensitive Areas)* che permette, mediante indicatori di qualità, di individuare le aree sensibili:

- Indice di Qualità del Suolo (SQI) = (roccia madre x tessitura x pietrosità x profondità del suolo x drenaggio x pendenza)/6;
- Indice di Qualità del Clima (CQI) = (precipitazioni x indice di aridità x esposizione)/3;
- Indice di Qualità della Vegtazione (VQI) = (rischio d'incendio x protezione dall'erosione x resistenza alla siccità x copertura vegetale)/4;
- Indice di Qualità di Gestione del Territorio (MQI) = (intensità d'uso x politiche di protezione)/2
- ESAI = (SQI x CQI x VQI x MQI)/4.

Tabella 91 –Tabella riepilogativa dei valori assunti dall'indice ESAs.

Valori dell'ESAI	Classe	Sottoclasse	Caratteristiche
<1.17	Non soggetta	N	Aree non soggette e non sensibili
1.17-1.22	Potenziale	P	Aree a rischio di desertificazione qualora si verificassero condizioni climatiche estreme o drastici cambiamenti nell'uso del suolo. Si tratta di terre abbandonate gestite in modo non corretto nel passato.
1.23-1.26	Fragile	F1	Aree limite, in cui qualsiasi alterazione degli equilibri tra risorse ambientali e attività umane può portare alla progressiva desertificazione del territorio. Ad esempio, il prolungarsi delle condizioni di siccità può portare alla riduzione della copertura vegetale e a successivi fenomeni di erosione.
1.27-1.32		F2	
1.33-1.37		F3	
1.38-1.41	Critica	C1	Aree altamente degradate, caratterizzate da ingenti perdite di materiale sedimentario e in cui i fenomeni di erosione sono evidenti.
1.42-1.53		C2	
>1.53		C3	

Dall'analisi degli indici si è riscontrato che[26]:

- il 52% del territorio è in considerazioni critiche,
- il 37% in condizioni fragili;
- il 5% è caratterizzato da un rischio di desertificazione nullo o basso;
- il 4% presenta aree potenzialmente vulnerabili alla desertificazione;
- 1% è costituito da aree non soggette al rischio di desertificazione.

Questi risultati possono essere correlati alle seguenti cause:

- alla condizione climatica dell'isola che vede un aumento consistente dei periodi di siccità negli ultimi anni;
- i frequenti incendi boschivi e ridotta capacità di recupero della vegetazione sottostante;
- attività intensive sia agricole che zootecniche, che implica inquinamento della falda, eccessivo sfruttamento delle risorse idriche e sovrapascolamento;
- abbandono delle terre per ragioni economiche e sociali.

[25] MEditerranean Desertification And Land Use.

[26] Regione Autonoma della Sardegna; Ente Regionale di Sviluppo e Assistenza Tecnica in Agricoltura. (2003) "Sistema informativo geografico per l'individuazione ed il monitoraggio delle aree sensibili alla desertificazione in Sardegna. Relazione descrittiva"

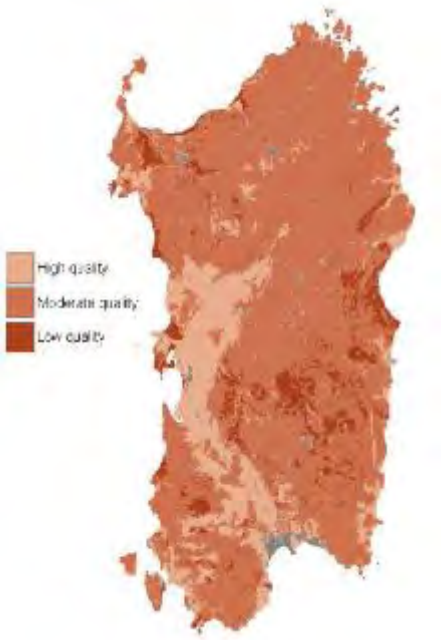


Figura 121 – Indice di qualità del suolo.
Fonte: Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna.



Figura 122 – Indice di qualità del clima.
Fonte: Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna.



Figura 123 – Indice di qualità della vegetazione.
Fonte: Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna.

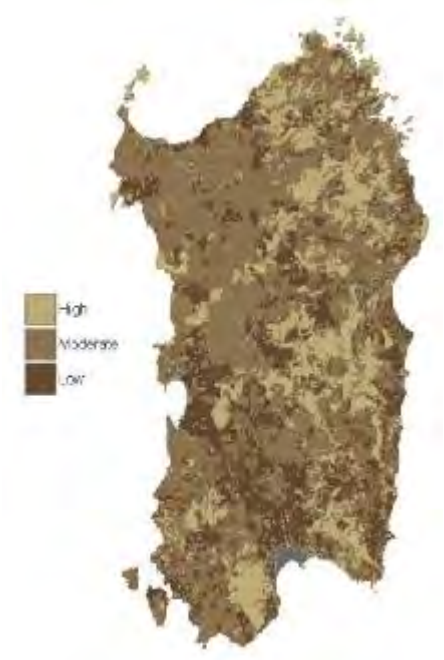


Figura 124 – Indice di qualità della gestione.
Fonte: Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna.

Si evince che le aree maggiormente sensibili a tale processo si concentrano nella Sardegna settentrionale (Nurra, Anglona e Logudoro), nella parte meridionale (Campidano, Trexenta e Marmilla), nella zona del Sulcis-Inglesiente e di Capoterra nella Sardegna sud-occidentale, Sarrabus nella parte sud-orientale. Valori critici si evidenziano nelle aree della Gallura, della Baronia e dell'Ogliastra.

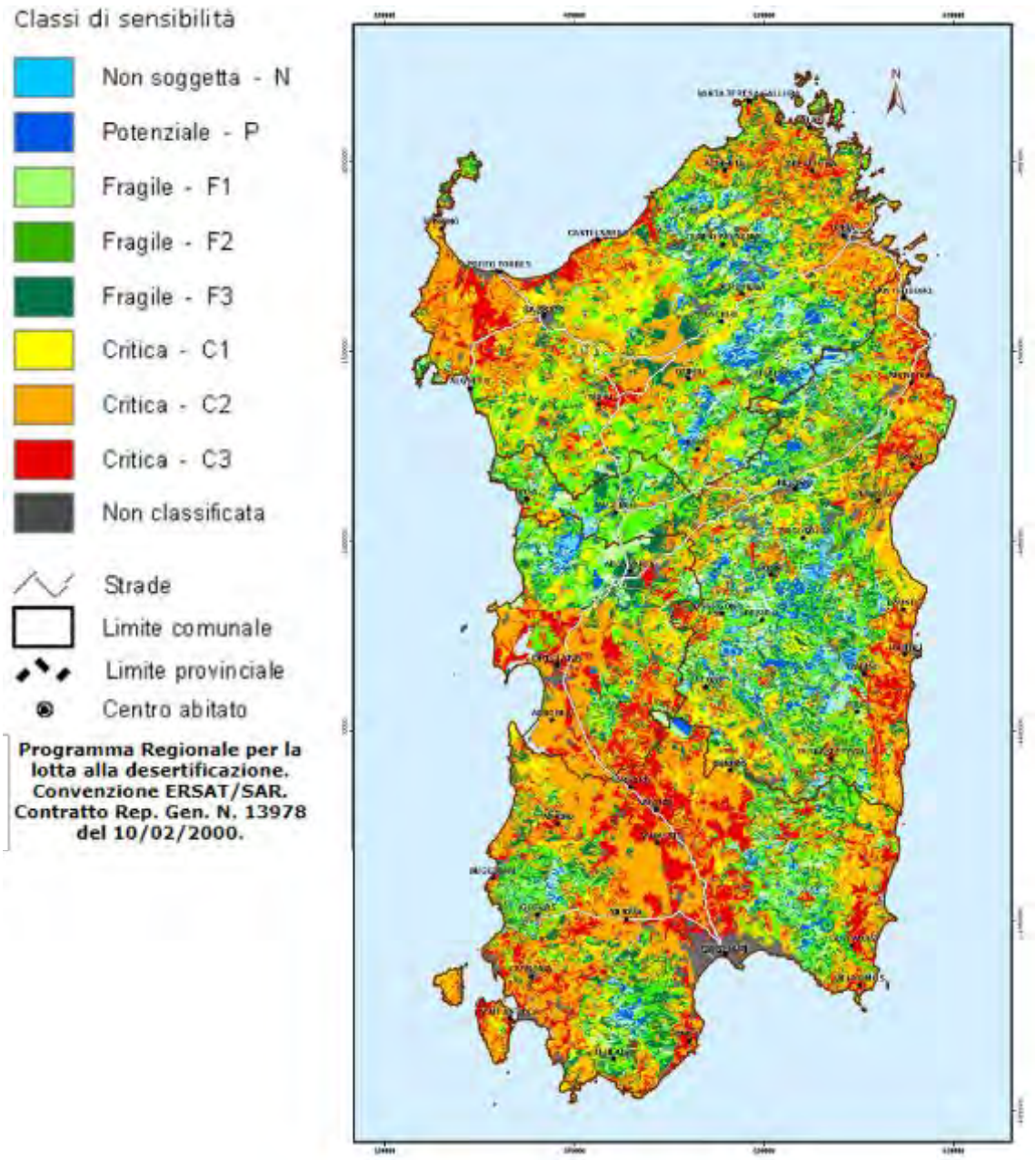


Figura 125 – Aree sensibili alla desertificazione in Sardegna.
Scala 1:250000. Fonte: SardegnaArpa.

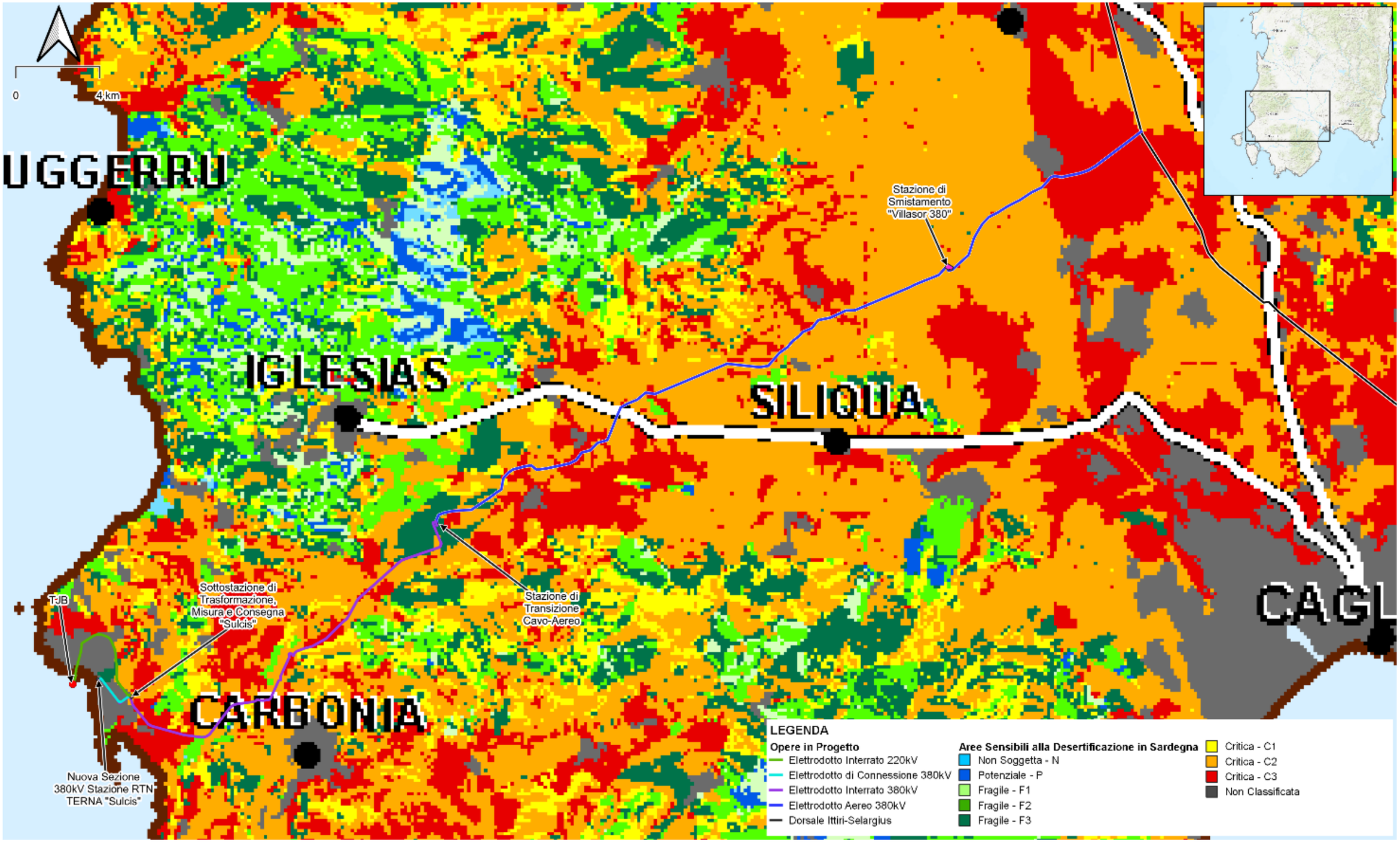


Figura 126 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre su Carta delle Aree Sensibili alla Desertificazione – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo.
Elaborazione iLStudio.

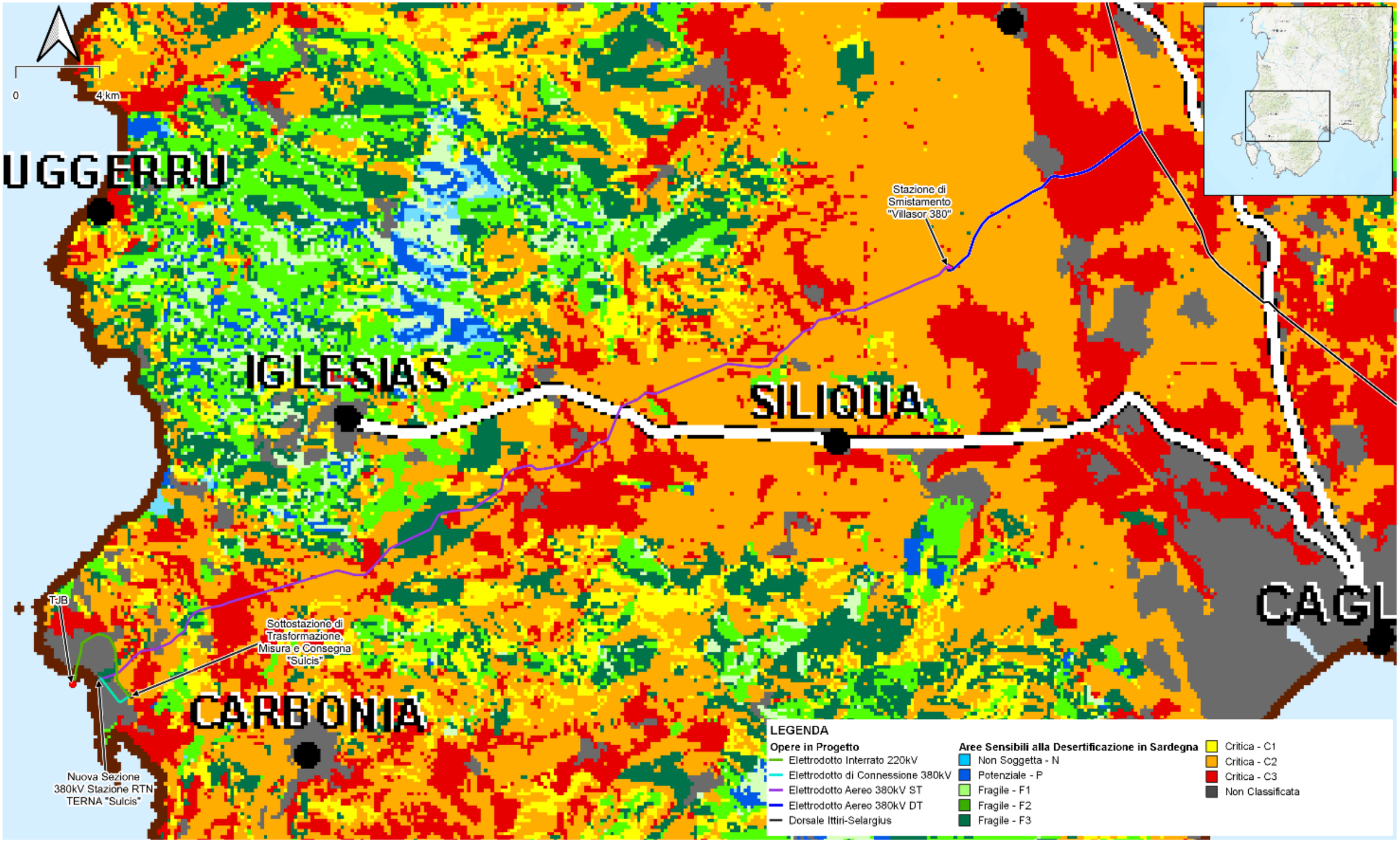


Figura 127 – Sviluppo dell'elettrodotto terrestre su Carta delle Aree Sensibili alla Desertificazione – Configurazione Elettrodotto Aereo.
Elaborazione iLStudio.

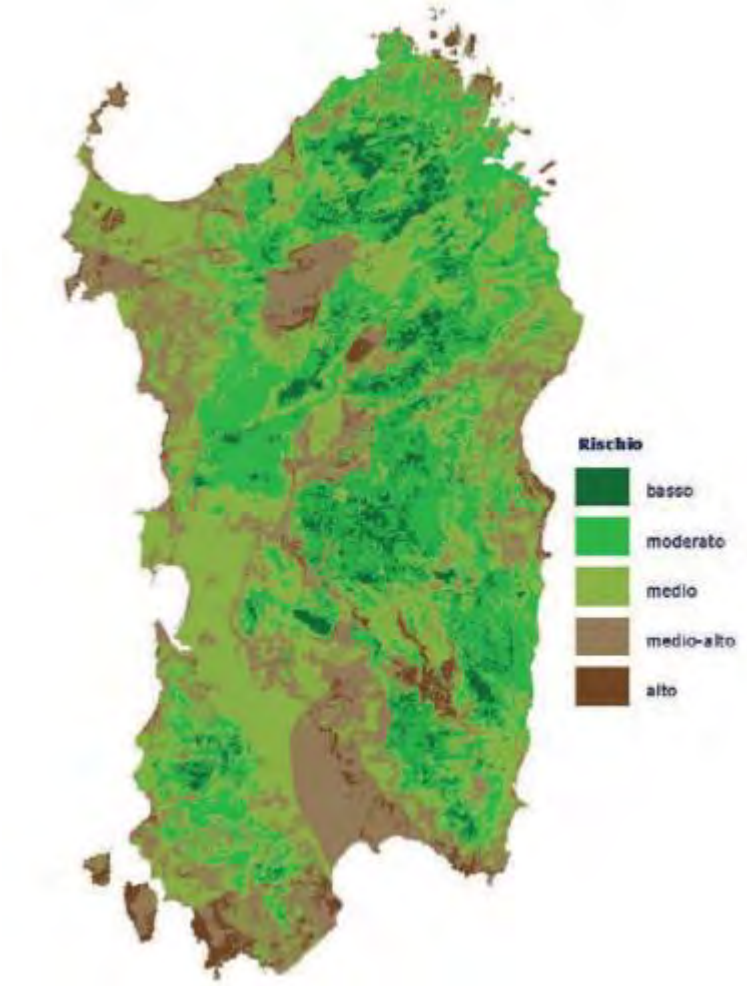


Figura 128 – Aree vulnerabili alla desertificazione in Sardegna[27].

Richiesta: le analisi dovranno essere condotte qualora non siano presenti adeguati dati pregressi e/o disponibili (e finalizzate a):

b) la definizione degli usi effettivi del suolo e del valore intrinseco dei suoli, con particolare attenzione alla vocazione agricola e alle aree forestali o a prato, caratterizzate da maggiore naturalità;

c) la definizione della capacità d'uso del suolo, in relazione anche agli usi effettivi e a quelli previsti dagli strumenti di pianificazione;

Carta uso del suolo

La Direttiva 2007/2/CE esplicita, nell'Allegato III, la definizione dell'uso del suolo (Land Use) come la "*classificazione del territorio in base alla dimensione funzionale o alla destinazione socioeconomica presenti e programmate per il futuro (ad esempio ad uso residenziale, industriale, commerciale, agricolo, silvicolo, ricreativo)*".

Di seguito si riporta l'analisi della Carta dell'Uso del Suolo aggiornata all'anno 2022 su dati raccolti da ISPRA e SNPA e resi accessibili nell'ambito del Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINA). I sistemi di classificazione per l'uso del suolo sono in linea con le indicazioni del Gruppo EAGLE, che garantisce la possibilità di caratterizzare il territorio mediante "categorie".

[27] Ceccarelli, T.; Giordano, F.; Luise, A.; Perini, L.; Salvati, L. (2006) "La vulnerabilità alla desertificazione in Italia: raccolta, analisi, confronto e verifica delle procedure cartografiche di mappatura e degli indicatori a scala nazionale e locale. Manuali e linee guida 40/2006."

Tabella 92 – Sistema di classificazione adottato per la Carta di Uso del Suolo ISPRA basata su dati Copernicus[28].

Classe	Uso del Suolo	
1	Agricolo	
	1.1	Seminativi
	1.2	Foraggere
	1.3	Colture permanenti
	1.4	Aree agroforestali
	1.5	Altre aree agricole
2	Foreste e arboricoltura da legno	
3	Cave e miniere	
4	Urbano e aree assimilate	
5	Usi d'acqua	
6	Usi non economici	
	6.1	Zone umide
	6.2	Altri usi non economici

Come definito dal documento di Munafò (2023), il sistema di classificazione prevede le seguenti aree:

- uso agricolo: sono quelle utilizzate per la produzione agricola per scopi alimentari, zootecnici, commerciali o energetici. Le sottoclassi sono i seminativi (irrigui e non), le foraggere, le colture permanenti (uliveti, frutteti e vigneti), aree agroforestali e altre aree agricole (colture annuali associate a colture permanenti, sistemi colturali e particellari, aree agricole con presenza di spazi naturali);
- foreste e arboricoltura da legno: include tutte le attività connesse con le produzioni primarie associate al legno;
- cave e miniere: attività di estrazione di minerali e materiali presenti in natura come solidi (carbone, minerali, ghiaia, sabbia, sale), liquidi (petrolio), gas (gas naturale) o biomassa (torba);
- urbano e aree assimilate;
- usi d'acqua;
- usi non economici: aree allo stato naturale, non soggette a utilizzi per scopi socioeconomici (zone umide, prati stabili, vegetazione sclerofilla, macchia mediterranea, cespuglieti, vegetazione rada o assente).

Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo

Dalle figure si osserva che le opere in progetto ricadono nei seguenti usi del suolo:

OPERE IN PROGETTO	USO DEL SUOLO
Elettrodotto Interrato 220 kV e elettrodotto di connessione 380 kV	Urbano e aree assimilate
Sottostazione di trasformazione, misura e consegna "Sulcis"	Urbano e aree assimilate
Nuova sezione 380 kV Stazione RTN TERNA "Sulcis"	Urbano e aree assimilate
lettrodotto interrato 380 kV	Urbano e aree assimilate
Stazioni di transizione Cavo-aereo	Seminativi
Elettrodotto aereo 380 kV ST	Urbano e aree assimilate
Stazione Di Smistamento "Villasor 380"	Seminativi
Elettrodotto Aereo 380 kV DT	Seminativi
	Altri usi agricoli
	Altri usi non economici
	Uso forestale

[28]Munafò, M. (2023) "Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2023. Report SNPA 37/23".

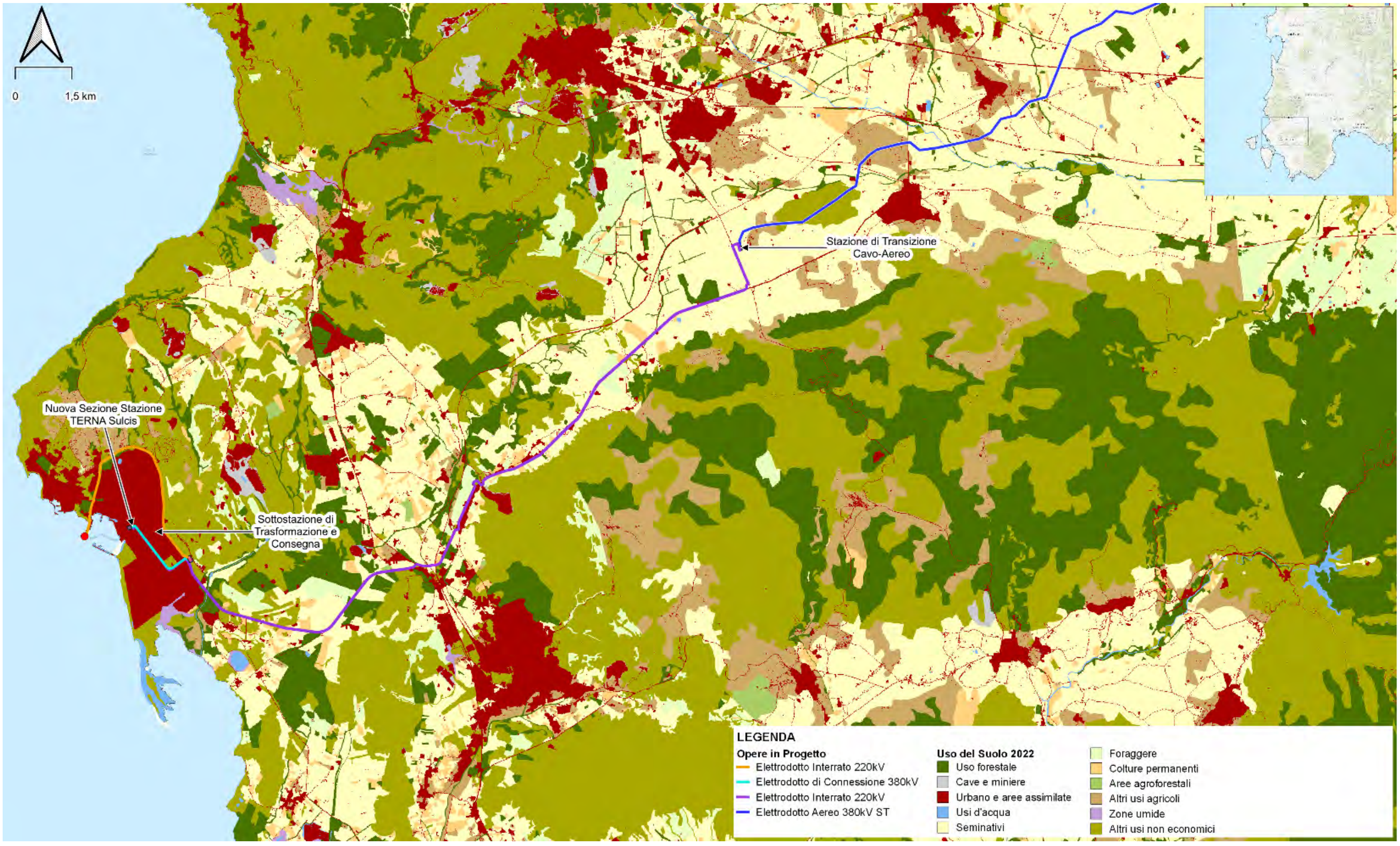


Figura 129 – Carta uso del suolo Sardegna Sud Occidentale. Vista 1 – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo.
Elaborazione iLStudio su dati ISPRA e SNPA.

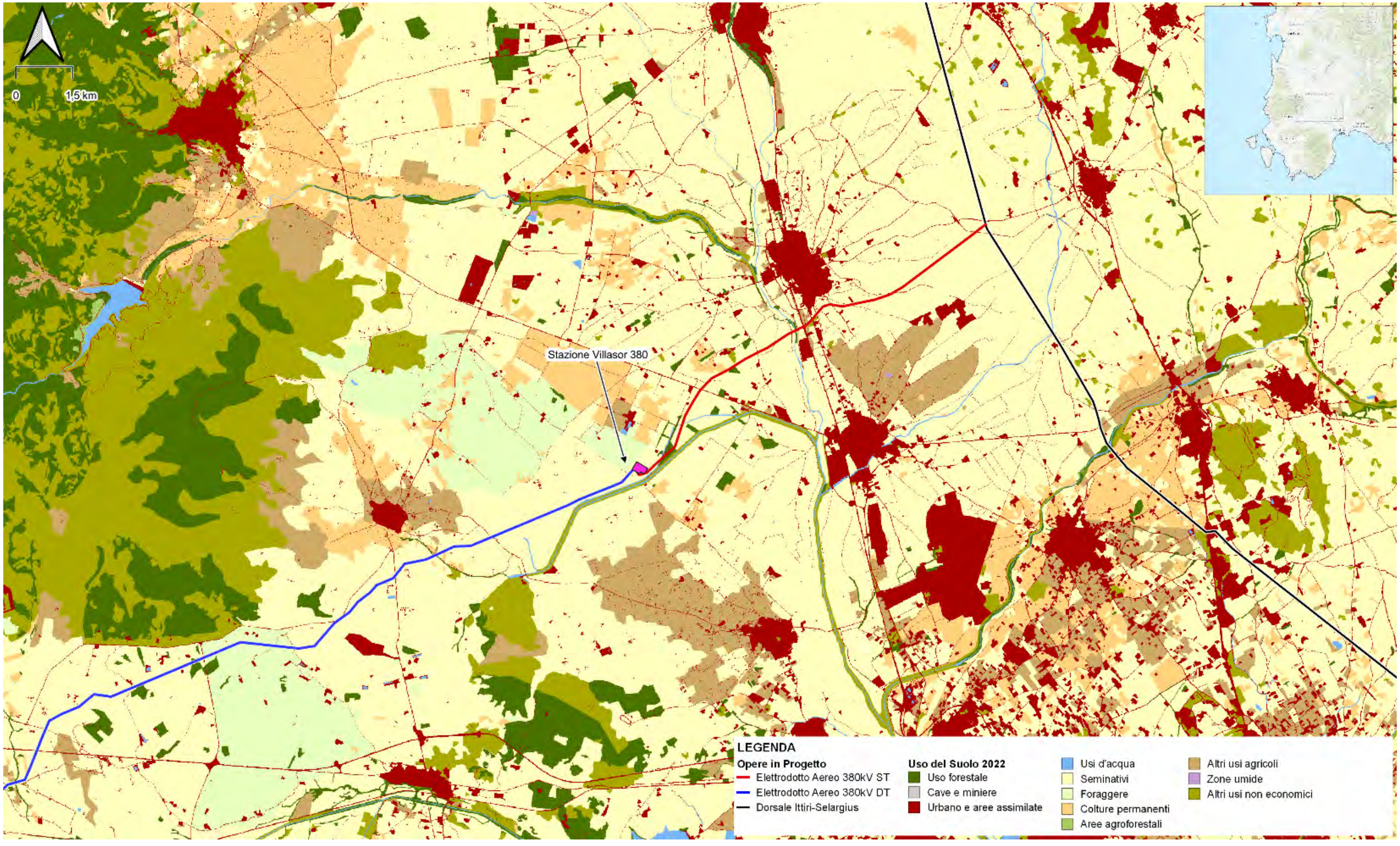


Figura 130 – Carta uso del suolo Sardegna Sud Occidentale. Vista 2 - Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo.
Elaborazione iLStudio su dati ISPRA e SNPA.

Configurazione Elettrodotto Aereo

Dalle figure si si osserva che le opere in progetto ricadono nei seguenti usi del suolo:

OPERE IN PROGETTO	USO DEL SUOLO
Elettrodotto Interrato 220 kV e elettrodotto interrato 380 kV	Urbano e aree assimilate
Sottostazione di trasformazione, misura e consegna “Sulcis”	Altri usi non economici
	Urbano e aree assimilate
Nuova sezione 380 kV Stazione RTN TERNA “Sulcis”	Urbano e aree assimilate
Elettrodotto aereo 380 kV ST	Urbano e aree assimilate
	Altri usi non economici
	Cave e miniere
	Seminativi
	Uso forestale
	Altri usi non economici
	Altri usi agricoli
	Foraggere
Stazione Di Smistamento “Villasor 380”	Seminativi
Elettrodotto Aereo 380 kV DT	Seminativi
	Uso forestale
	Altri usi agricoli
	Altri usi non economici

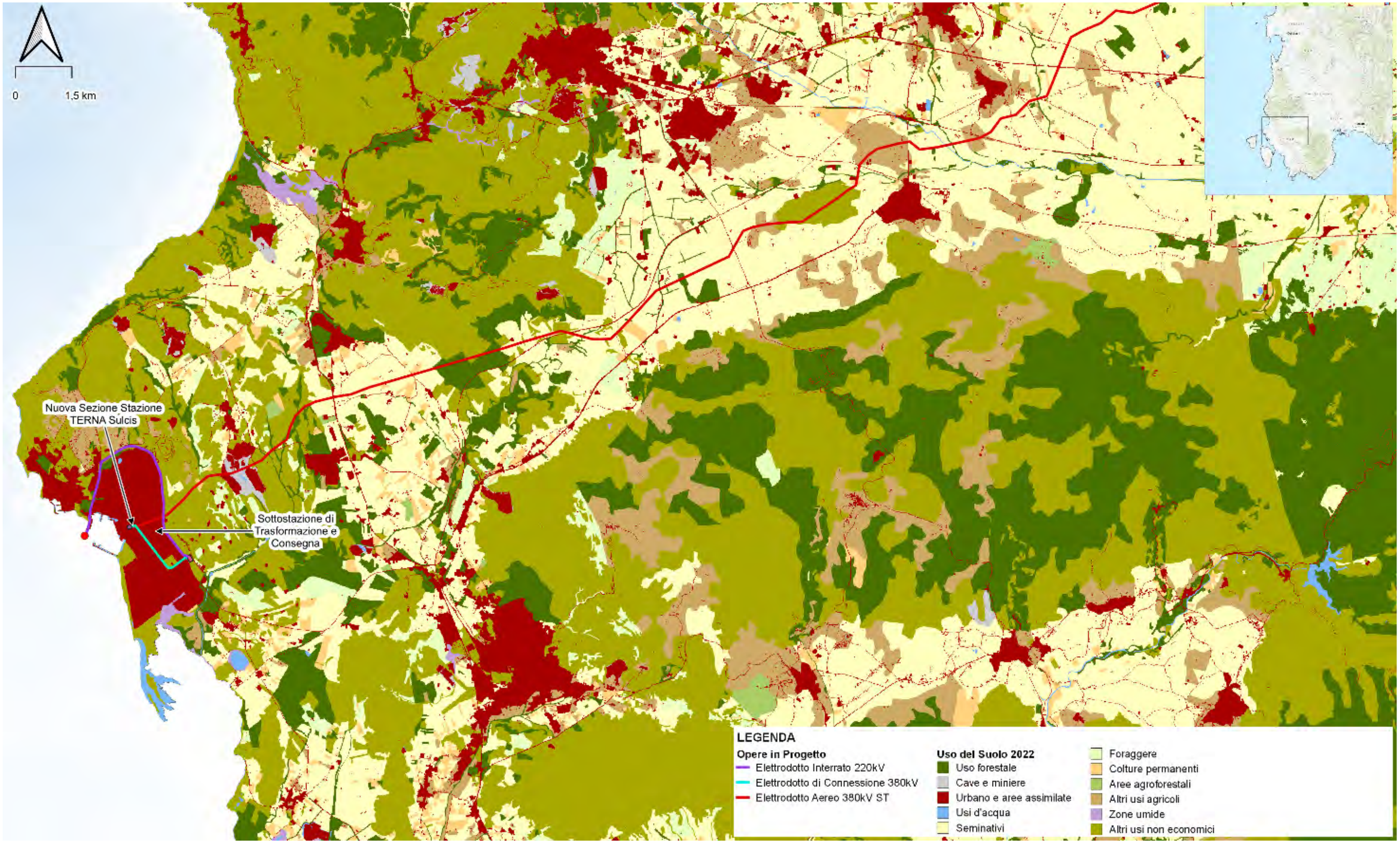


Figura 131 – Carta uso del suolo Sardegna Sud Occidentale. Vista 1 – Configurazione Elettrodotto Aereo.
Elaborazione iLStudio su dati ISPRA e SNPA.

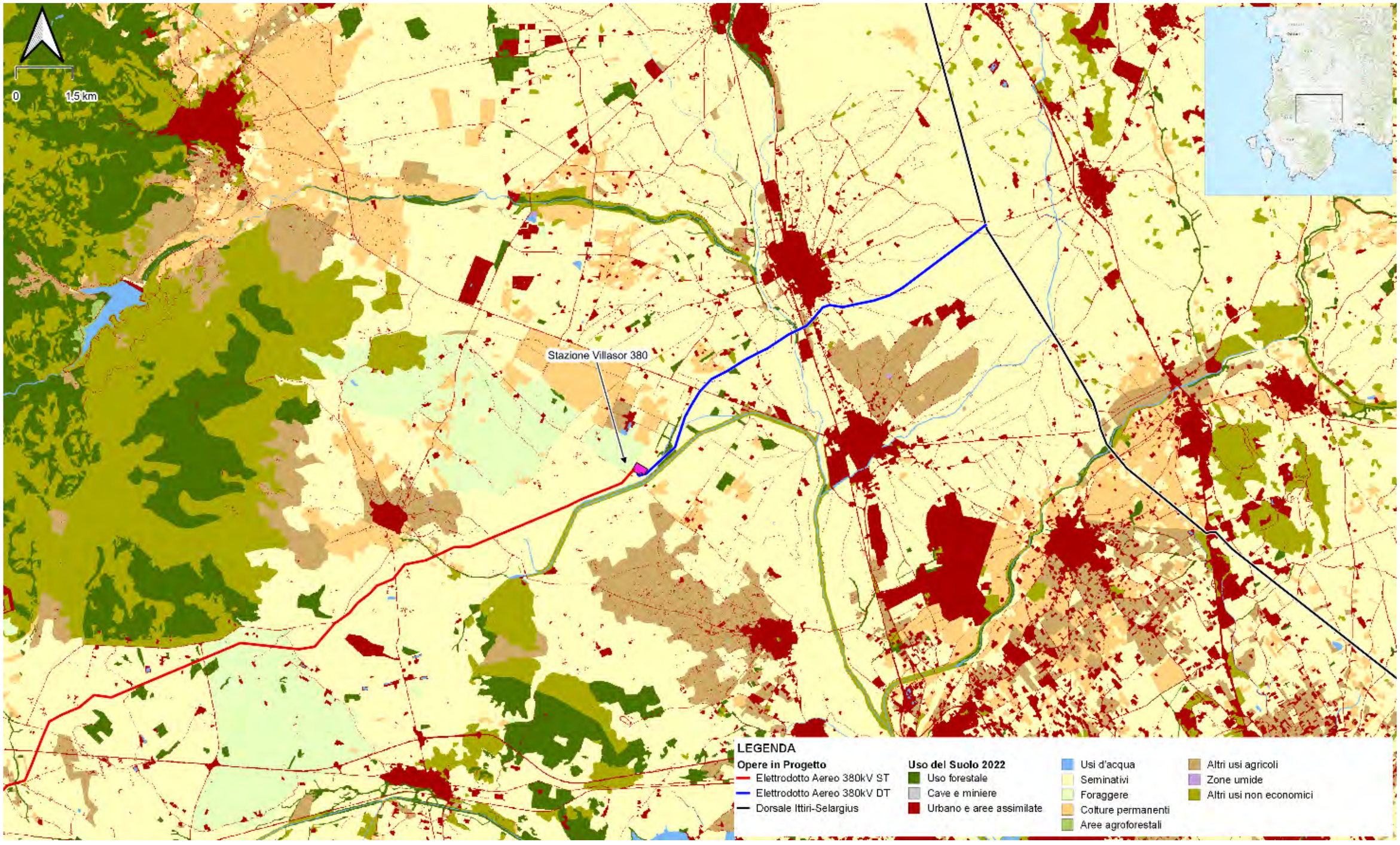


Figura 132 – Carta uso del suolo Sardegna Sud Occidentale. Vista 2 – Configurazione Elettrodotto Aereo.
Elaborazione iLStudio su dati ISPRA e SNPA.

Carta della copertura del suolo

La Direttiva 2007/2/CE definisce, nell'Allegato II, la "copertura del suolo" (Land Cover) come la *copertura fisica e biologica della superficie terrestre comprese le superfici artificiali, le zone agricole, i boschi e le foreste, le aree (semi)naturali, le zone umide, i corpi idrici*. Tale copertura può essere permanente, nel momento in cui vengono edificati fabbricati, infrastrutture pavimentate o ferrate, o di tipo reversibile.

Di seguito è stata analizzata la Carta della Copertura del Suolo, aggiornata all'anno 2022 su dati raccolti da ISPRA e SNPA e resi accessibili nell'ambito del Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINA). Il sistema di classificazione adottato presenta classi a copertura mista arborea, arbustiva ed erbacea, con uso del suolo naturale o agricolo.

Tabella 93 – Sistema di classificazione adottato per la carta di copertura del suolo.
Fonte: ISPRA su dati Copernicus, (Munafò, 2022).

Classe	Copertura del Suolo
1	Superfici abiotiche – non vegetate
	1.1 Superfici artificiali ed edifici
	1.1.1 Superfici impermeabilizzate
	1.1.2 Superfici no impermeabilizzate
	1.2 Superfici abiotiche naturali
	1.2.1 Superfici abiotiche consolidate
	1.2.2 Superfici abiotiche non consolidate
2	Superfici vegetate
	2.1 Vegetazione legnosa
	2.1.1 Vegetazione arborea
	2.1.1.1 Latifoglie
	2.1.1.2 Conifere
	2.1.2 Vegetazione arbustiva
	2.2 Vegetazione erbacea
	2.2.1 Erbaceo periodico
	2.2.2 Erbaceo permanente
3	Corpi idrici
	3.1 Corpi idrici permanenti
	3.2 Ghiacci e nevi perenni
4	Zone umide

Come definito dal documento (Munafò, 2022), il sistema di classificazione prevede le seguenti aree (Tabella 93):

- superici abiotiche – non vegetate: le superfici privi di copertura vegetale;
- superfici vegetate: superfici terrestri coeprte da vegetazione spontanea, semi-naturale o artificiale, indipendentemente dalla presenza di attività antropica. La vegetazione viene a sua volta suddivissa in altri livelli di classificazione;
- corpi idrici: specchi e corsi d'acqua naturali e artificiali, ghicciai e nevi perenni;
- zone umide.

Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo

Dalle figure si evince che le opere in progetto ricadono nelle seguenti aree:

OPERE IN PROGETTO	COPERTURA DEL SUOLO
Elettrodotto Interrato 220 kV e elettrodotto di connessione 380 kV	Altre superfici artificiali non classificate

OPERE IN PROGETTO	COPERTURA DEL SUOLO
Sottostazione di trasformazione, misura e consegna “Sulcis”	Altre superfici artificiali non classificate
	Arbusteti
	Erbaceo permanente
Nuova sezione 380 kV Stazione RTN TERNA “Sulcis”	Altre superfici artificiali non classificate
Elettrodotto interrato 380 kV	Altre superfici artificiali non classificate
Stazioni di transizione Cavo-aereo	Erbaceo periodico
Elettrodotto aereo 380 kV ST	Erbaceo periodico
	Arbusteti
	Erbaceo permanente
	Latifoglie
Stazione Di Smistamento “Villasor 380”	Erbaceo periodico
Elettrodotto Aereo 380 kV DT	Erbaceo periodico
	Conifere
	Erbaceo permanente

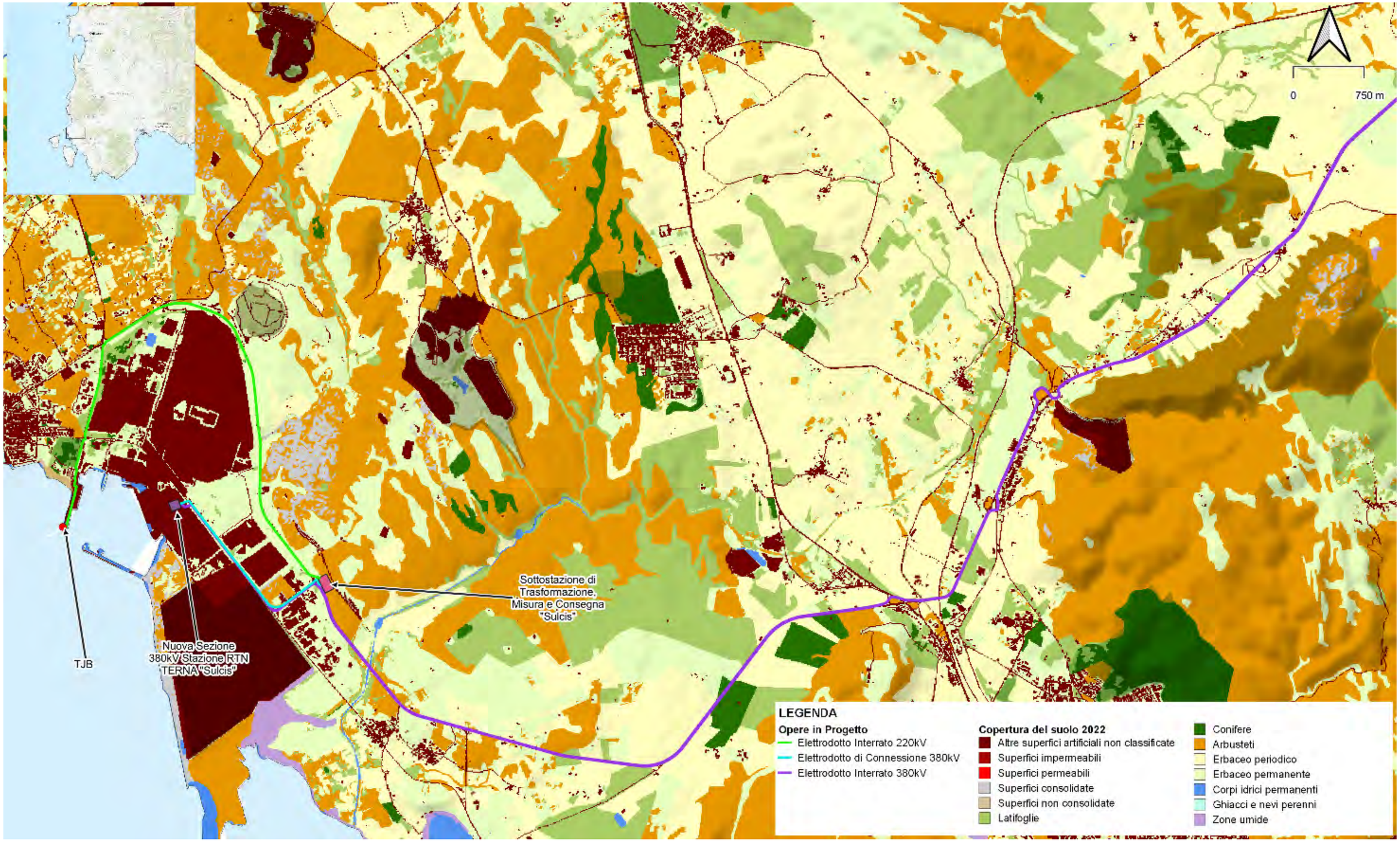


Figura 133 – Carta della Copertura del suolo (2022) – Vista 1.
Elaborazione iLStudio su dati ISPRA e SNPA.

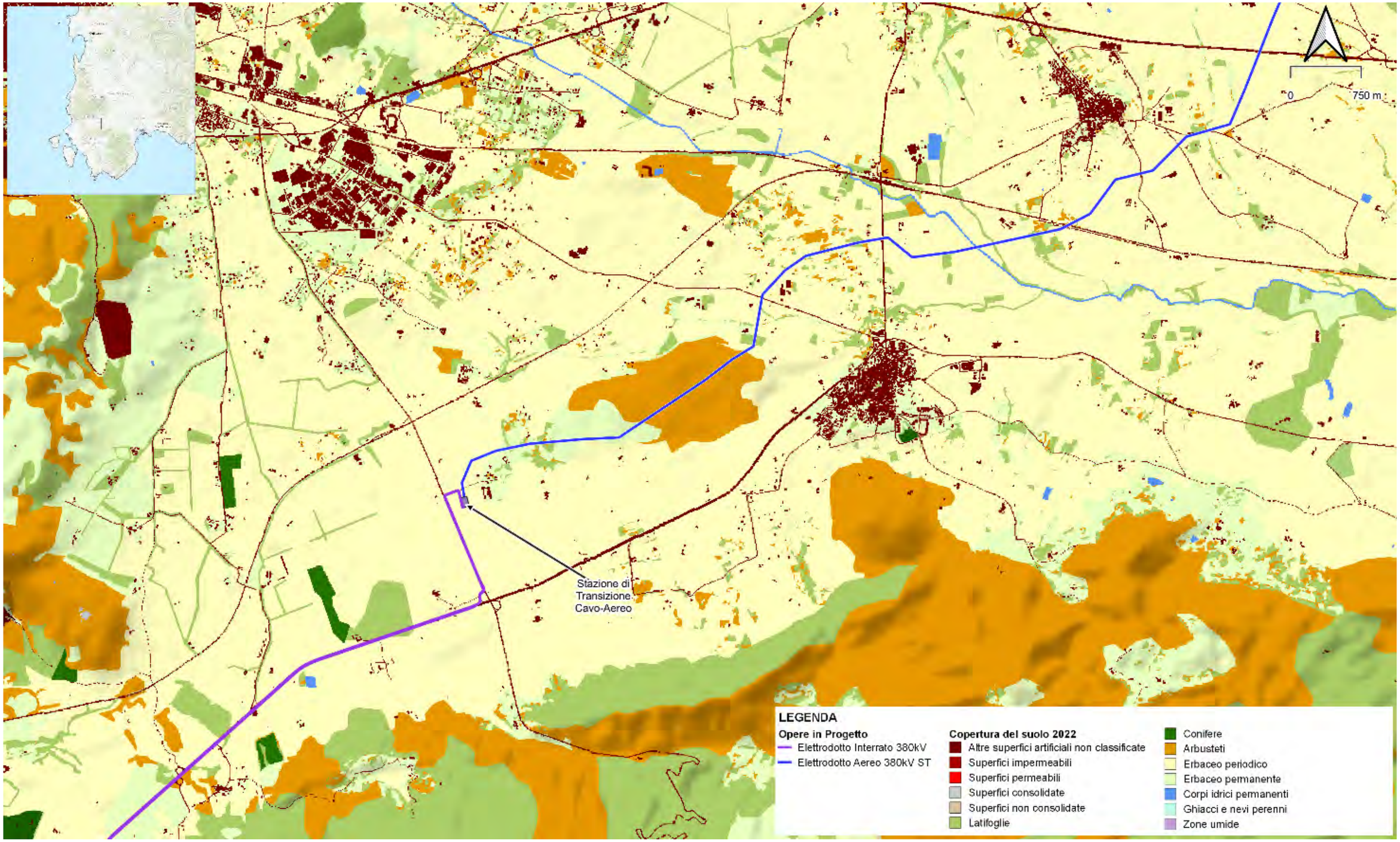


Figura 134 – Carta della Copertura del suolo (2022) – Vista 2.
Elaborazione iLStudio su dati ISPRA e SNPA.

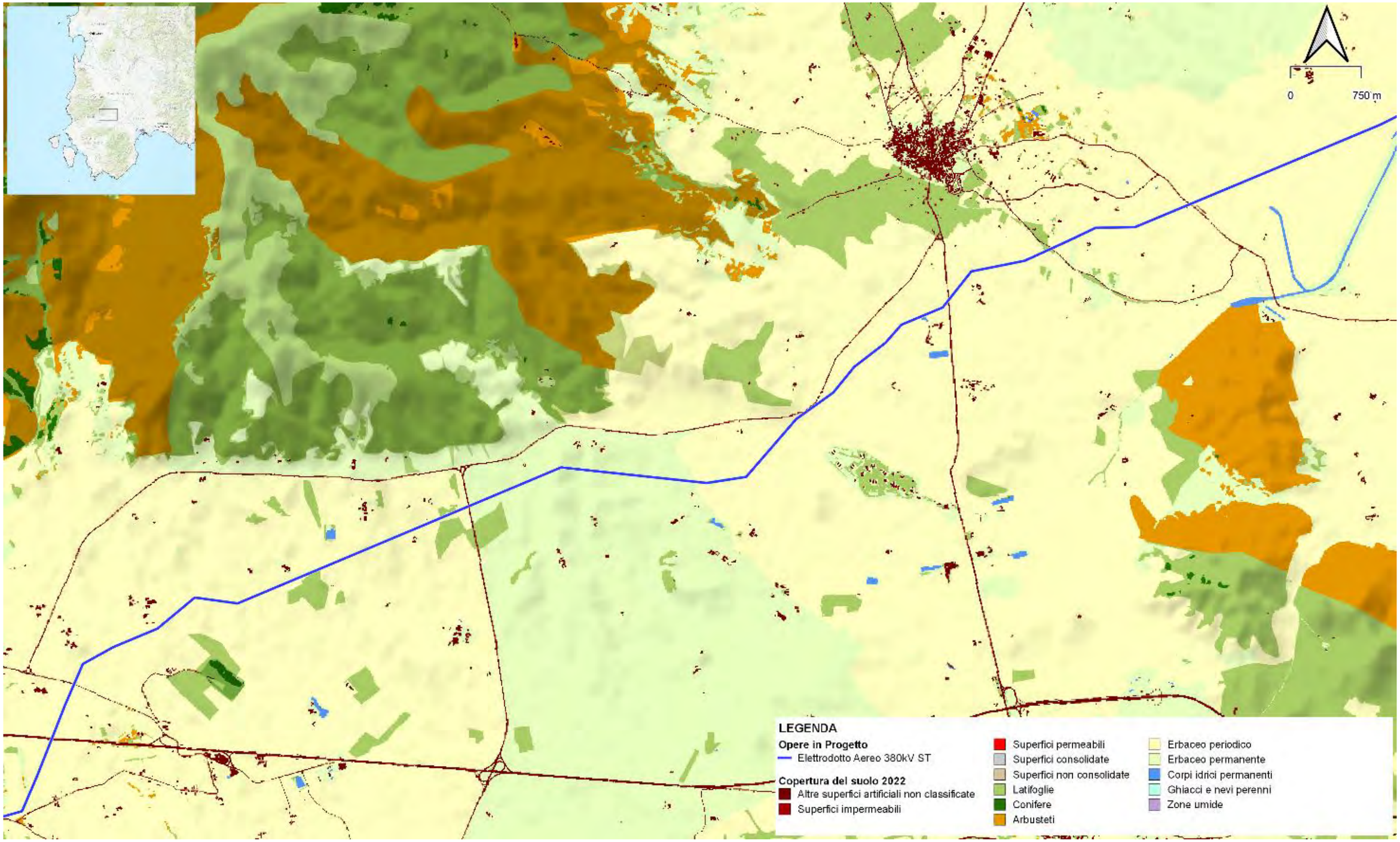


Figura 135 – Carta della Copertura del suolo (2022) – Vista 3.
Elaborazione iLStudio su dati ISPRA e SNPA.

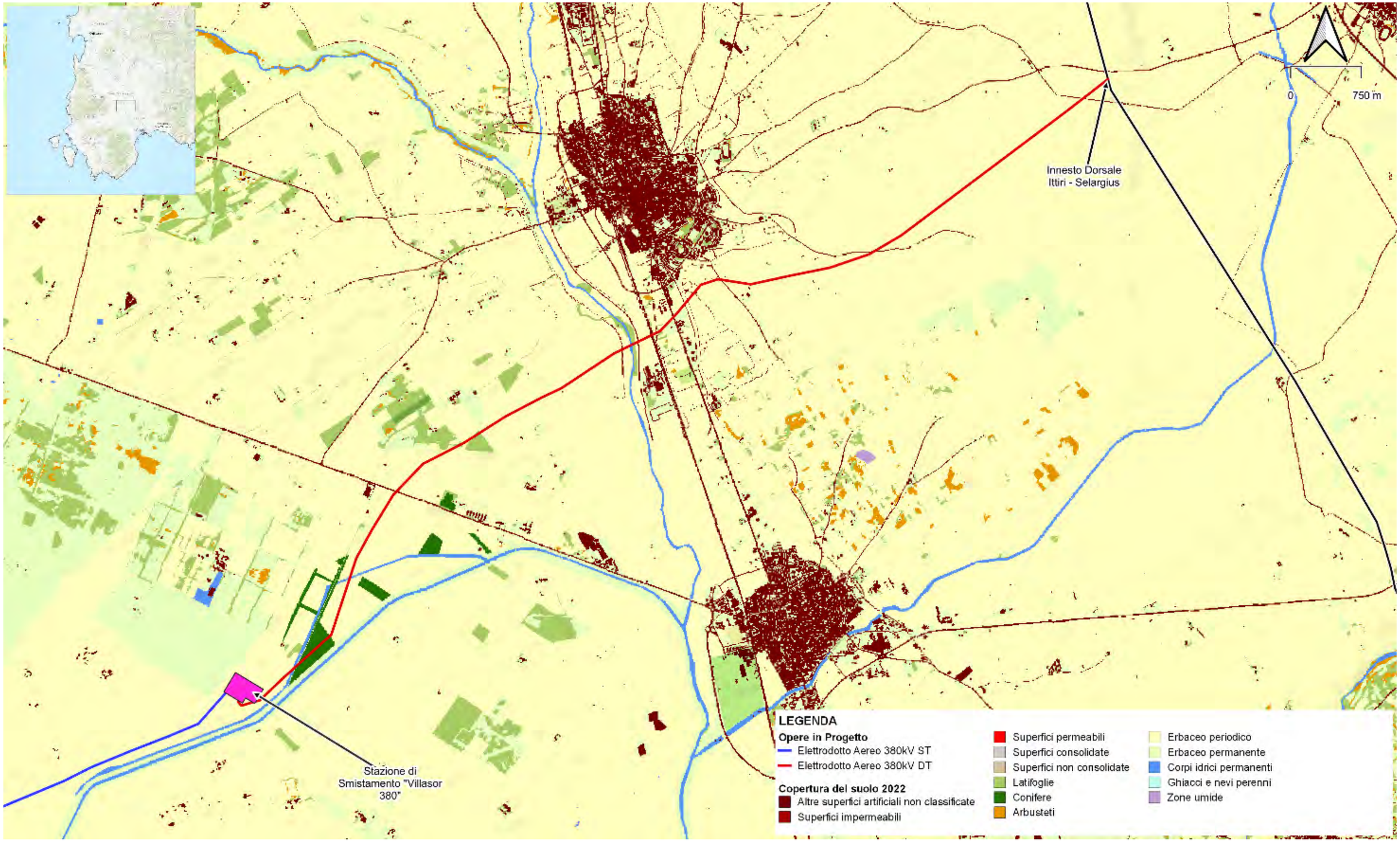


Figura 136 – Carta della Copertura del suolo (2022) – Vista 4.
Elaborazione iLStudio su dati ISPRA e SNPA.

Configurazione Elettrodotto Aereo

Dalle figure si evince che le opere in progetto ricadono nelle seguenti aree:

OPERE IN PROGETTO	COPERTURA DEL SUOLO
Elettrodotto Interrato 220 kV e elettrodotto interrato 380 kV	Superfici consolidate
	Altre superfici artificiali non classificate
Sottostazione di trasformazione, misura e consegna “Sulcis”	Arbusteti
	Altre superfici artificiali non classificate
	Erbaceo permanente
Nuova sezione 380 kV Stazione RTN TERNA “Sulcis”	Altre superfici artificiali non classificate
	Superfici consolidate
Elettrodotto aereo 380 kV ST	Arbusteti
	Latifoglie
	Erbaceo permanente
	Erbaceo periodico
Stazione Di Smistamento “Villasor 380”	Erbaceo periodico
Elettrodotto Aereo 380 kV DT	Erbaceo periodico
	Conifere
	Arbusteti
	Erbaceo periodico
	Erbaceo permanente

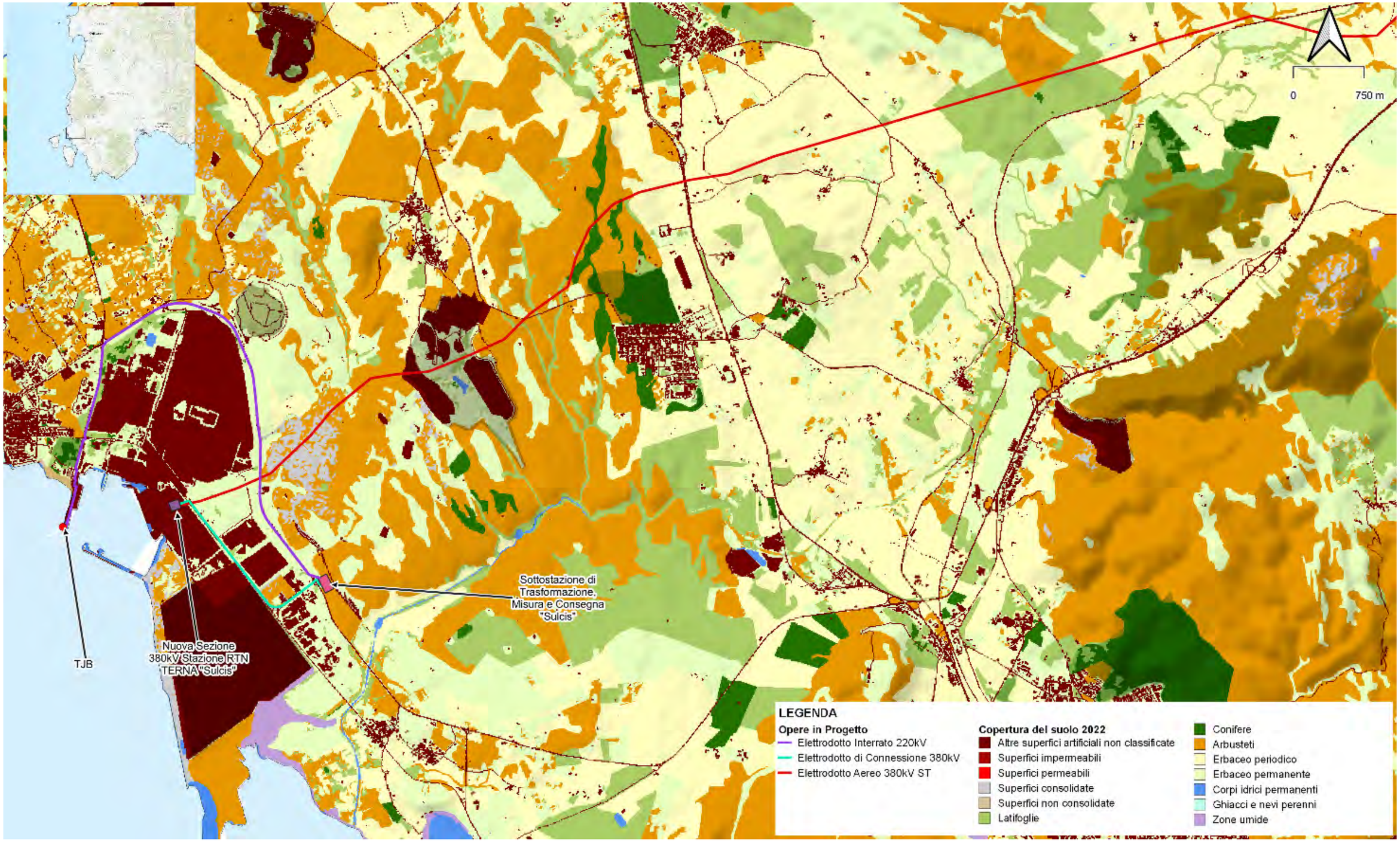


Figura 137 – Carta della Copertura del suolo (2022) – Vista 1 – Configurazione Elettrodotto Aereo.
Elaborazione iLStudio su dati ISPRA e SNPA.

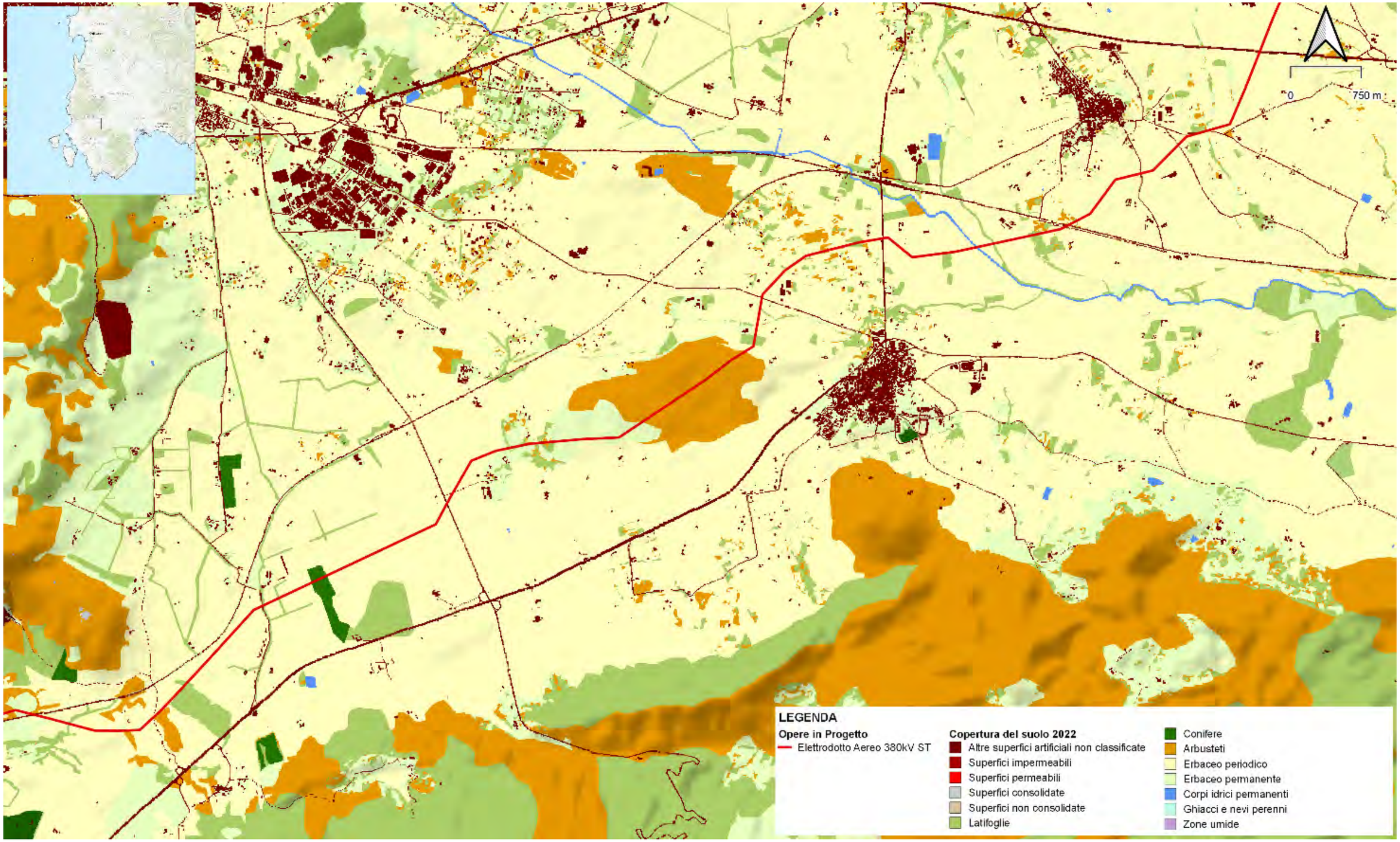


Figura 138 – Carta della Copertura del suolo (2022) – Vista 2 – Configurazione Elettrodotto Aereo.
Elaborazione iLStudio su dati ISPRA e SNPA.

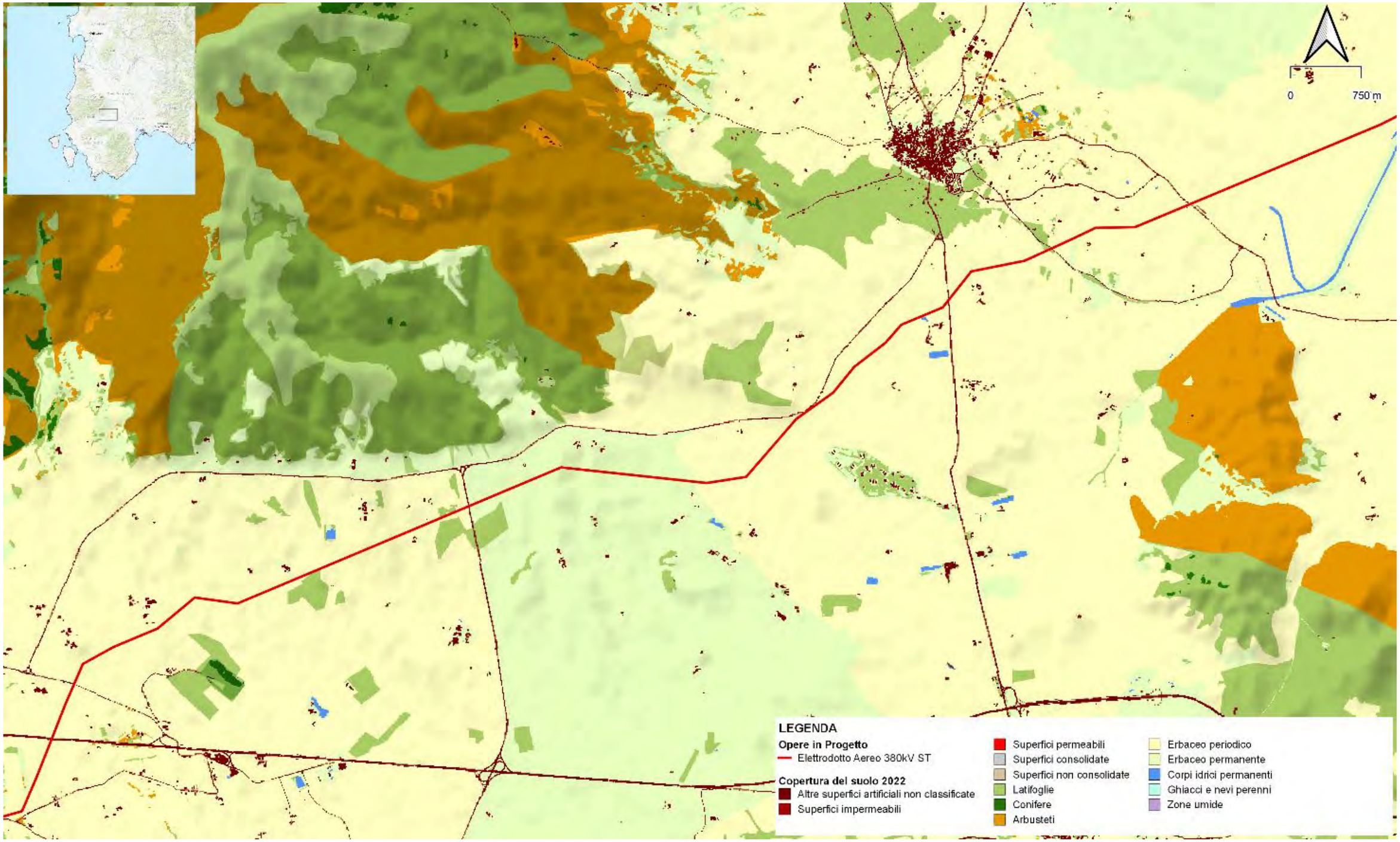


Figura 139 – Carta della Copertura del suolo (2022) – Vista 3 – Configurazione Elettrodotto Aereo.
Elaborazione iLStudio su dati ISPRA e SNPA.

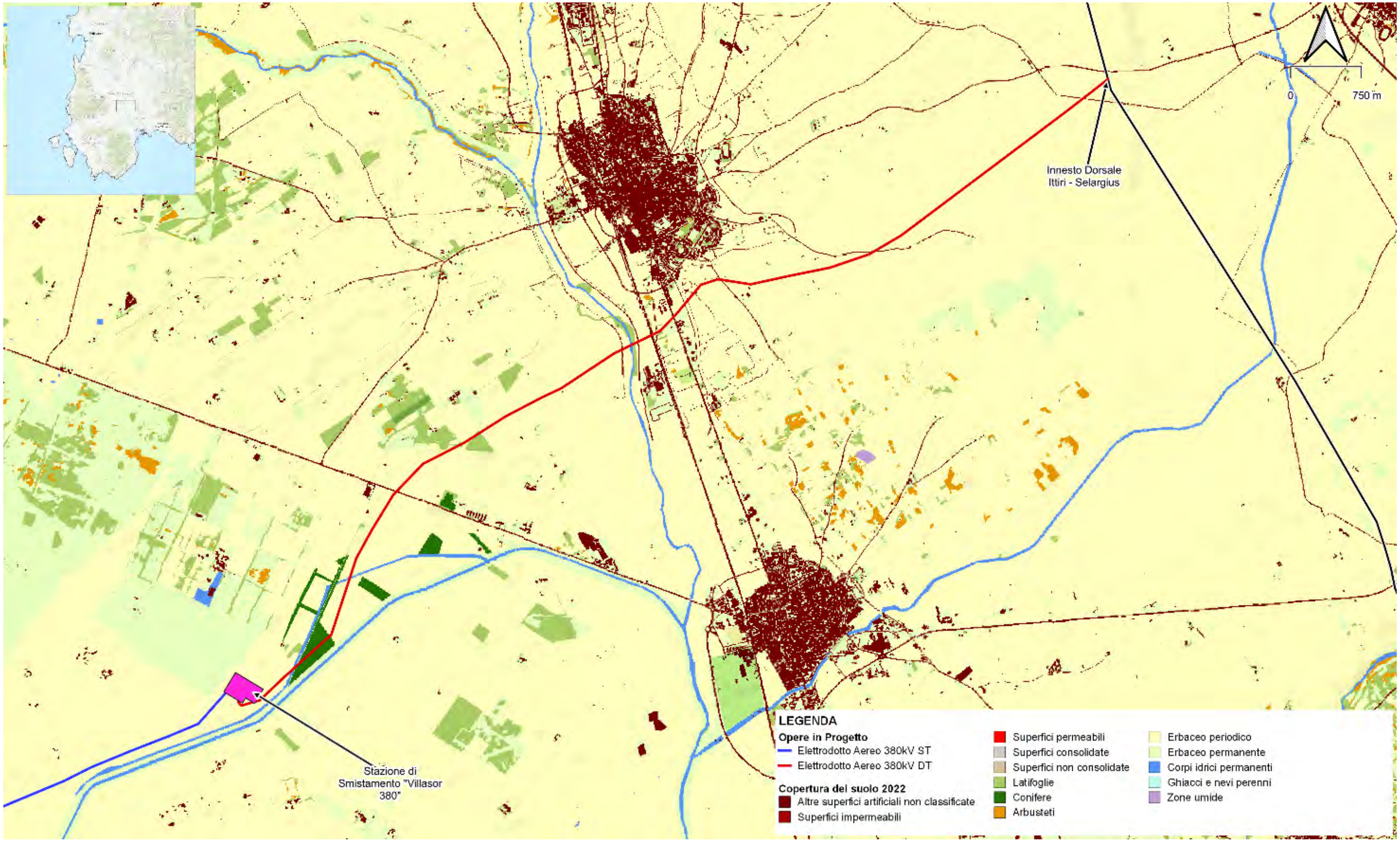


Figura 140 – Carta della Copertura del suolo (2022) – Vista 4 – Configurazione Elettrodotto Aereo.
Elaborazione iLStudio su dati ISPRA e SNPA.

Carta Nazionale del Consumo di Suolo

Il consumo del suolo è un processo che procede di pari passo con l'espansione infrastrutturale e consiste nella "*perdita di questa risorsa ambientale fondamentale, limitata e non rinnovabile, dovuta all'occupazione di una superficie originariamente agricola, naturale o seminaturale con una copertura artificiale*" (Cimini, et al., 2023), Si distingue un consumo di suolo permanente da uno reversibile (Tabella 94); tuttavia quest'ultimo non è esente da danni e impatti seppur temporanei, data la riduzione delle funzionalità ecologiche.

In occasione della pubblicazione dell'Atlante Nazionale del Consumo di Suolo 2023, sono state elaborate 41 tavole tematiche a scala 1:250'000, il cui punto chiave è rappresentato dalla Carta Nazionale del Suolo Consumato, il cui scopo è di "*favorire l'uso sostenibile del suolo, inteso come prerequisito per la convivenza tra le attività umane e i sistemi naturali*" (Munafò, 2022). Il fine ultimo è quello di garantire una visione chiara del territorio italiano in un periodo di monitoraggio dal 2006 al 2022, svolto dall'ISPRA e dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) previsto dalla L. 132/2016[29].

Tabella 94 – Sistema di classificazione del consumo di suolo.
Fonte: (Munafò, 2023).

11. Consumo di suolo permanente	12. Consumo di suolo reversibile	20. Altre forme di copertura non incluse nel consumo di suolo
111. Edifici, fabbricati	121. Strade non pavimentate	201. Corpi idrici artificiali (escluse cave in falda)
112. Strade pavimentate	122. Cantieri e altre aree in terra battuta (piazzali, parcheggi, cortili, campi sportivi, etc.)	202. Aree permeabili intercluse tra svincoli e rotonde stradali, aree pertinenziali associate alle infrastrutture viarie
113. Sede ferroviaria	123. Aree estrattive non rinaturalizzate	203. Serre non pavimentate
114. Aeroporti (piste e aree di movimentazione impermeabili/pavimentate)	124. Cave in falda	204. Ponti e viadotti su suolo non artificiale
115. Porti (banchine e aree di movimentazione impermeabili/pavimentate)	125. Impianti fotovoltaici a terra	205. Impianti fotovoltaici a bassa densità
116. Altre aree impermeabili/pavimentate non edificate (piazzali, parcheggi, cortili, campi sportivi, etc.)	126. Altre coperture artificiali non connesse alle attività agricole la cui rimozione ripristini le condizioni iniziali del suolo	
117. Serre permanenti pavimentate		
118. Discariche		

Stato del consumo di suolo a livello regionale

A livello regionale i valori stimati per l'anno 2022 descrivono uno scenario critico: ai primi posti si posizionano la Lombardia, il Veneto e la Campania, a seguire Emilia-Romagna, Puglia, Lazio, Friuli-Venezia Giulia e Liguria. Di pari passo la Sardegna ha subito, rispetto all'anno precedente, un netto aumento in termini di incremento percentuale (+ 0.67%).

Tabella 95 – Indicatori di consumo di suolo a livello regionale.
Fonte: Elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA. (Munafò, 2023).

Regione	Suolo consumato 2022 (ha)	Suolo consumato 2022 (%)	Consumo di suolo netto 2021-2022 (ha)	Consumo di suolo netto 2021-2022
Lombardia	290278	12.16	908	0.31
Veneto	217825	11.88	739	0.4
Campania	143020	10.52	557	0.39
Emilia-Romagna	200025	8.89	635	0.32
Puglia	159459	8.24	718	0.45

[29] Legge 28 giugno 2016, n. 132 "Istituzione del Sistema nazionale a rete per la protezione dell'ambiente e disciplina dell'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale".

Regione	Suolo consumato 2022 (ha)	Suolo consumato 2022 (%)	Consumo di suolo netto 2021-2022 (ha)	Consumo di suolo netto 2021-2022
Lazio	140430	8.16	485	0.35
Friuli-Venezia Giulia	63528	8.02	156	0.25
Liguria	39327	7.26	33	0.08
Sardegna	80852	3.34	537	0.67

Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo

Dalle figure si evidenzia lo stato del consumo di suolo interessato dalle opere in progetto.

OPERE IN PROGETTO	CONSUMO DEL SUOLO
Elettrodotto Interrato 220 kV e elettrodotto di connessione 380 kV	1 – Suolo consumato
	2 – Suolo non consumato
	112 – Strade Asfaltate
Sottostazione di trasformazione, misura e consegna “Sulcis”	1 – Suolo consumato
	2 – Suolo non consumato
Nuova sezione 380 kV Stazione RTN TERNA “Sulcis”	1 – Suolo consumato
Elettrodotto interrato 380 kV	112 – Strade Asfaltate
Stazioni di transizione Cavo-aereo	2 – Suolo non consumato
Elettrodotto aereo 380 kV ST	2 – Suolo non consumato
Stazione Di Smistamento “Villasor 380”	2 – Suolo non consumato
Elettrodotto Aereo 380 kV DT	2 – Suolo non consumato

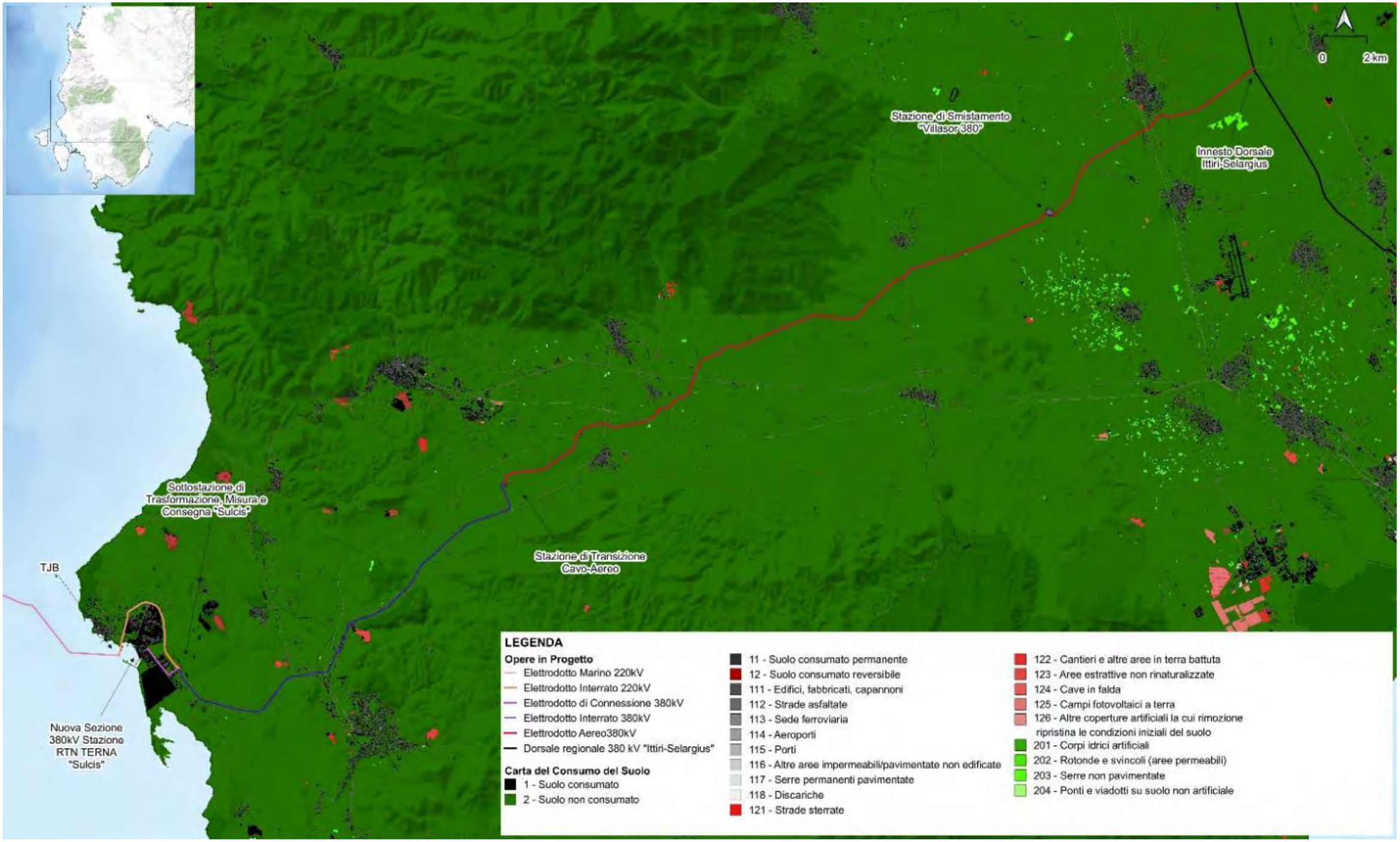


Figura 141 – Carta Nazionale del Consumo del Suolo (2022) – Vista 1.
Elaborazione iLStudio.

Configurazione Elettrodotto Aereo

Dalle figure si evidenzia lo stato del consumo di suolo interessato dalle opere in progetto.

OPERE IN PROGETTO	CONSUMO DEL SUOLO
Elettrodotto Interrato 220 kV e elettrodotto interrato 380 kV	1 - Suolo consumato
	112 - Strade asfaltate
	2 - Suolo non consumato
Sottostazione di trasformazione, misura e consegna “Sulcis”	1 - Suolo consumato
	2 - Suolo non consumato
Nuova sezione 380 kV Stazione RTN TERNA “Sulcis”	1 - Suolo consumato
Elettrodotto aereo 380 kV ST	2 - Suolo non consumato
Stazione Di Smistamento “Villasor 380”	2 - Suolo non consumato
Elettrodotto Aereo 380 kV DT	2 - Suolo non consumato

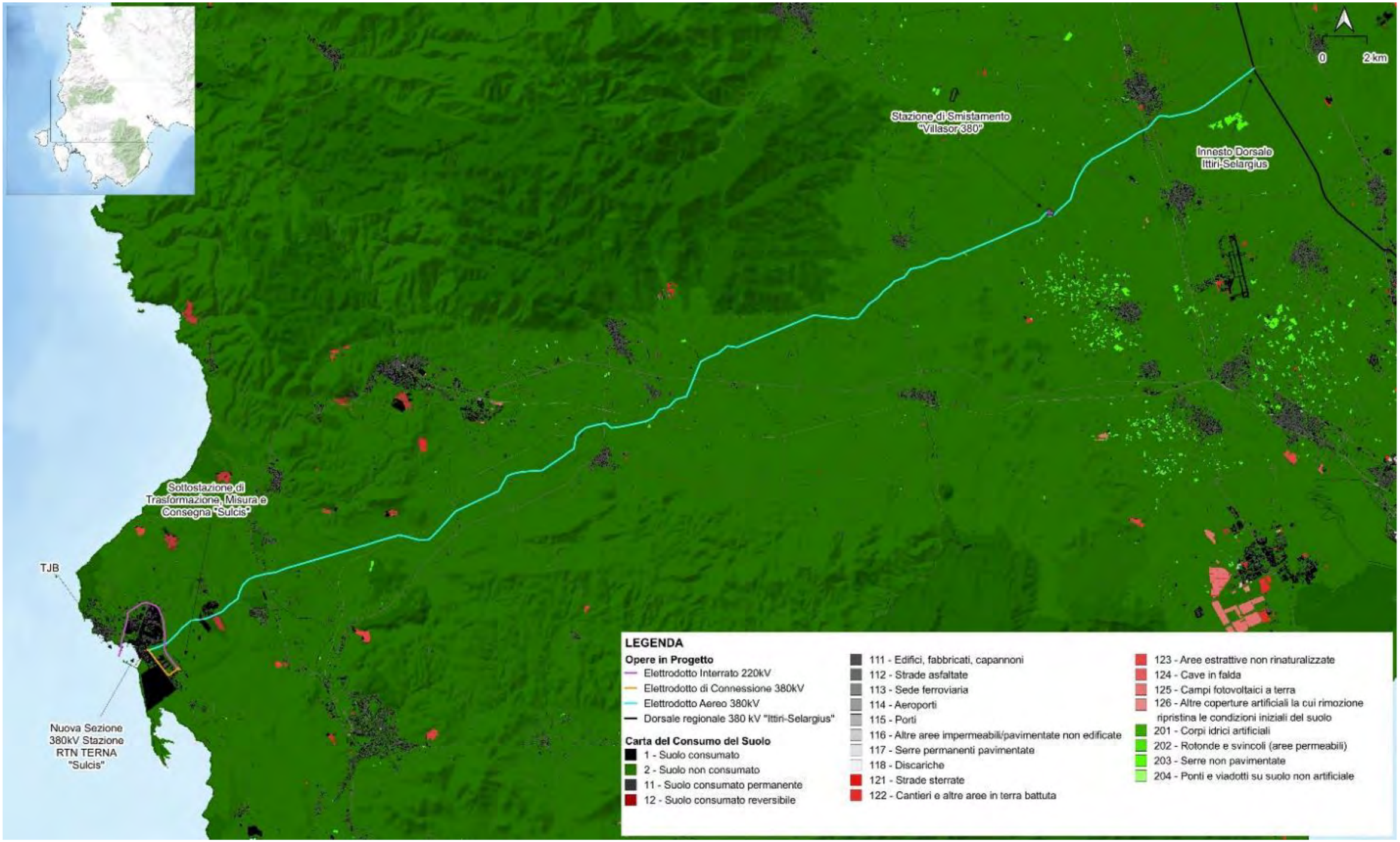


Figura 142 – Carta Nazionale del Consumo del Suolo (2022) – Vista 1 – Configurazione Elettrodotto Aereo.
Elaborazione iLStudio.

ANALISI CLIMATICHE

Le proiezioni climatiche permettono di avere un quadro conoscitivo delle variazioni delle temperature per gli scenari futuri. Nella Regione Sardegna è stato, in questo modo, evidenziato un generale incremento delle temperature, una riduzione delle precipitazioni a scala annuale e un aumento, sia in termini di intensità che di frequenza, di eventi estremi. Pertanto, per poter fissare una base climatica standard sulla quale calcolare eventuali anomalie, l'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO) ha esplicitato la definizione di "normali climatici": *i valori medi di una variabile climatica su un periodo di riferimento di 30 anni*. Le nuove linee guida WMO (2017) li definiscono come *i valori medi di una variabile climatica riferiti all'ultimo trentennio che termina con zero*, raccomandando di aggiornare i normali ogni 10 anni, al fine di fornire valori di riferimento che descrivano meglio le condizioni climatiche recenti[30].

Nel 2020 è stata redatta la relazione tecnica "*Climatologia della Sardegna per il trentennio 1981-2010*"[31] grazie alla collaborazione tra il Dipartimento Meteoclimatico di ARPAS e il Settore di Climatologia Operativa di ISPRA, con successivi aggiornamenti negli anni a seguire. L'elaborato "*descrive le attività realizzate per l'aggiornamento della climatologia della Sardegna per il trentennio 1981-2010, per mezzo di procedure di controllo e di elaborazione delle serie di dati storici di temperatura e precipitazioni*".

Il progetto di lavoro è stato articolato in tre fasi:

- controlli di qualità sulle serie giornaliere di precipitazione e temperatura;
- analisi di omogeneità per le singole serie;
- calcolo delle normali climatiche e realizzazione di un set di tabelle, grafici e mappe.

La prima fase ha previsto un'analisi bibliografica sia per verificare eventuali variazioni nella localizzazione delle stazioni che per appurare l'ubicazione dei punti stazione. Inoltre, per ciascuno di essi si è proceduto ad un paragone sui singoli dati giornalieri dal 1922 per le grandezze pioggia, temperatura minima (Tmin) e massima giornaliera (Tmax), da cui si sono ricavate le tabelle di sintesi. In tal modo è stato possibile selezionare circa 370 stazioni dotate di pluviometro per il periodo 1922 – 2016 e in circa 290 è presente anche il termometro.

[30] Fioravanti G., Fraschetti P., Lena F., Perconti W., Piervitali E. (2022) "I normali climatici 1991-2020 di temperatura e precipitazione in Italia".

[31] Fiori M., Fioravanti G. (2020). "Climatologia della Sardegna per il trentennio 1981-2010".

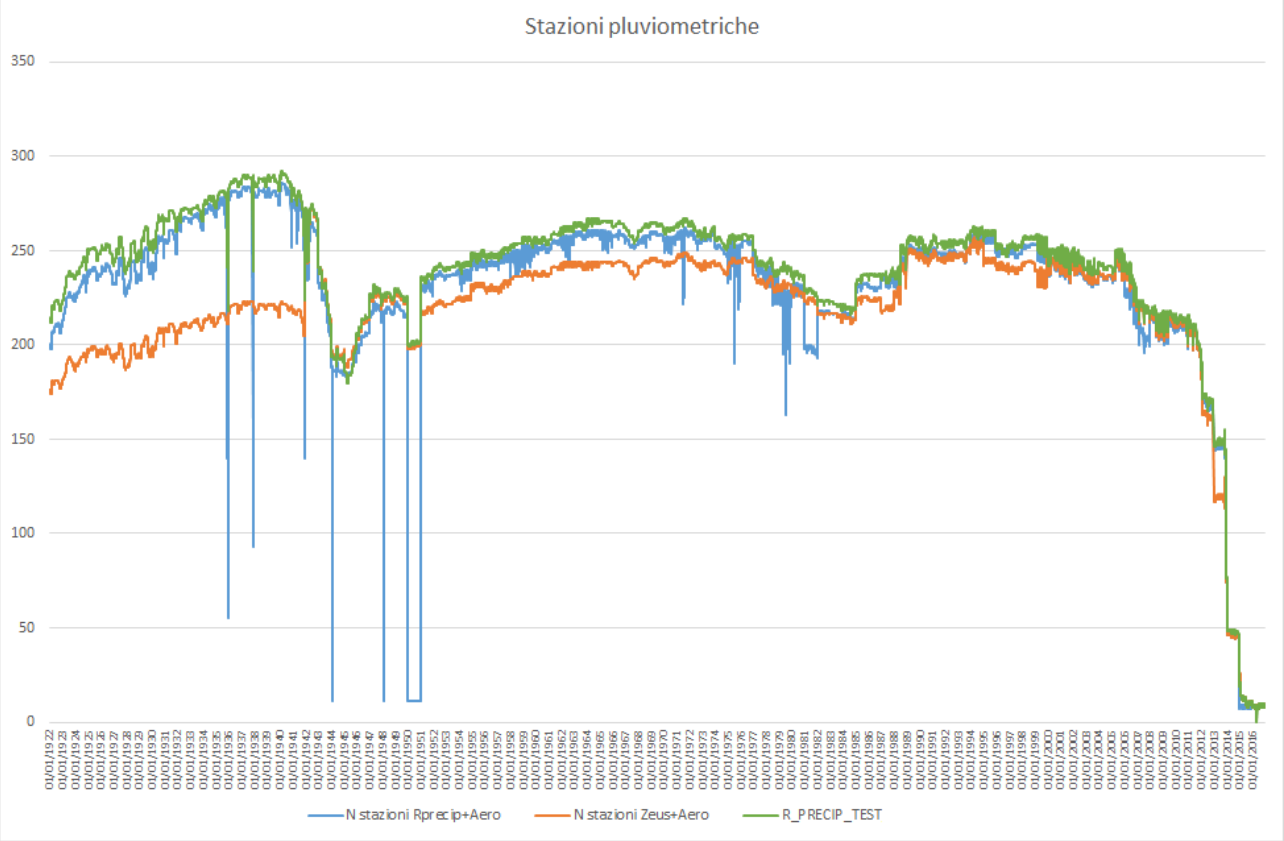


Figura 143 – Numero di stazioni con misure di precipitazione.

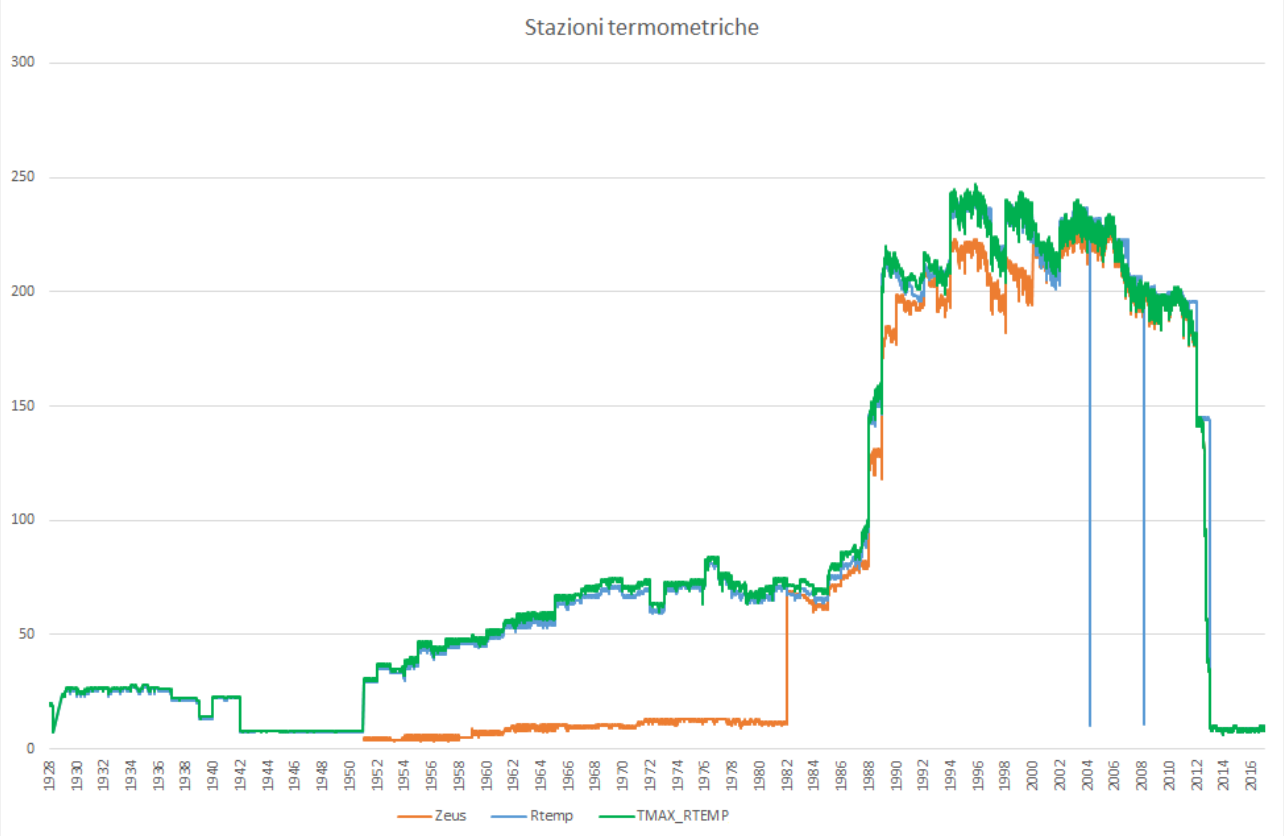


Figura 144 – Numero di stazioni con misure di temperatura.

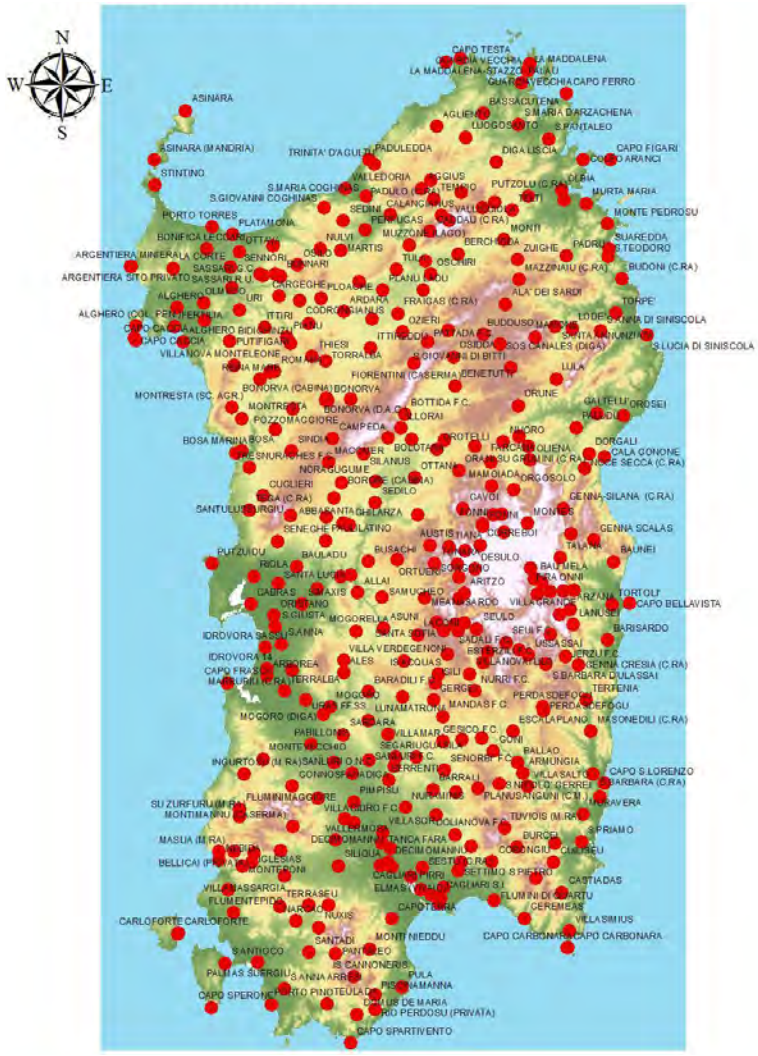


Figura 145 – Ubicazione delle stazioni considerate nell'analisi climatologica.

Sul database sono stati effettuati dei controlli di qualità mediante delle procedure sviluppate da ISPRA in ambiente R: test di integrità di base, per l'identificazione dei valori anomali, di consistenza interna e temporale e di consistenza spaziale. Al termine dei controlli di qualità, prima di procedere al calcolo degli indicatori climatici si è effettuata l'analisi di omogeneità delle serie di dati. *Si definisce "omogenea" una serie temporale in cui la variabilità del segnale dipende esclusivamente da fattori climatici* (Aguilar et al., 2003).

Per il calcolo delle normali climatiche, invece, il lavoro si è basato sulla definizione suggerita dal WMO (World Meteorological Organization), ovvero *le medie di una variabile climatica calcolate per i seguenti periodi consecutivi di 30 anni: dal 1° gennaio 1901 al 31 dicembre 1930, dal 1° gennaio 1931 al 31 dicembre 1960, dal 1° gennaio 1961 al 31 dicembre 1990 e così via* (WMO, 2012). *I normali climatici standard restano validi a livello internazionale fino alla fine del successivo periodo standard. Il WMO suggerisce di calcolare i valori normali relativi all'ultimo trentennio disponibile e di aggiornarli alla fine di ogni decennio.*

Nel progetto sono stati calcolati sia valori climatologici standard che non standard di temperatura e precipitazione. Le stazioni etichettate con A indicano dove è stato possibile calcolare i valori standard, mentre i valori non standard sono stati misurati nelle stazioni B (valori costruiti su almeno 20 anni di dati) e con C (valori costruiti su almeno 15 anni di dati).

Di seguito sono state considerate le stazioni termo-pluviometriche prossime alle aree interessate dal progetto in esame e sono stati riportati tabelle e grafici per i valori trentennali calcolati per le precipitazioni e le temperature minime e massime.

Tabella 96 – Valori climatologici mensili e annuali 1981-2010 delle precipitazioni.

Il calcolo dei valori annuali si basa sulla somma dei corrispondenti 12 valori mensili. Se ne manca uno, il valore annuale non viene calcolato.

Stazione	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
Carloforte	49.8	47.0	37.5	52.2	24.9	11.7	1.2	10.4	38.6	59.8	81.0	72.4	486.5
Iglesias	80.4	71.8	56.7	73.6	35.2	19.8	1.6	7.5	49.3	78.2	111.5	102.2	687.7
Nuraminis	47.8	49.0	42.9	52.6	32.7	15.0	2.8	9.7	44.6	46.2	86.4	69.6	499.3
Siliqua	57.7	54.4	38.1	58.9	27.9	18.8	5.2	7.7	43.0	57.8	93.2	77.2	539.9
Vallermosa	63.8	62.1	48.7	55.3	29.2	13.8	4.2	12.1	41.2	54.4	88.9	82.0	555.8
Villasor	50.5	55.4	40.4	54.0	29.7	15.1	4.4	9.9	40.7	56.9	87.0	68.7	512.6

I dati indicano una quantità di precipitazioni media annua di 486.5 mm per la stazione di Carloforte, 687.7 mm per Iglesias, 499.3 mm per Nuraminis, 539.9 mm per Siliqua, 555.8 mm per Vallermosa e 512.6 mm per Villasor. Per tutte le stazioni le piogge sono principalmente concentrate nei mesi di novembre e dicembre, mentre il mese più siccitoso è luglio, come evidenziato anche nelle figure poste di seguito. Nelle figure è mostrata:

la distribuzione sulla mappa dei cumulati climatologici di precipitazione;

la distribuzione sulla mappa dei valori medi climatici per le temperature minime e massime relative alle stazioni selezionate.

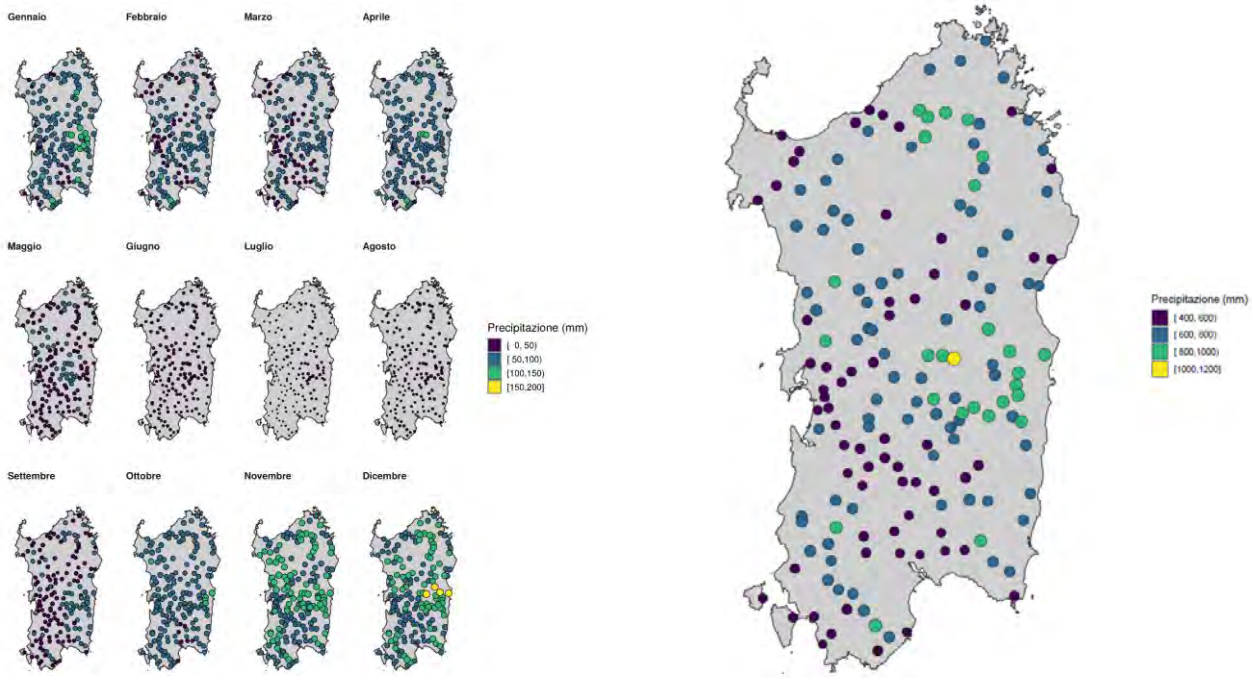


Figura 146 – Cumulati climatologici mensili (sx) e annuali (dx) di precipitazione per il trentennio 1981-2010.

I dati tabellati evidenziano che la temperatura minima si registra nei mesi di gennaio e febbraio, al contrario i mesi più caldi sono giugno, luglio ed agosto. Pertanto, il clima sembra essere caratterizzato da elevate precipitazioni nei mesi inverni coincidenti con le basse temperature e un periodo di siccità nei mesi più caldi.

Tabella 97 – Valori climatologici mensili e annuali 1981-2010 delle temperature minime.

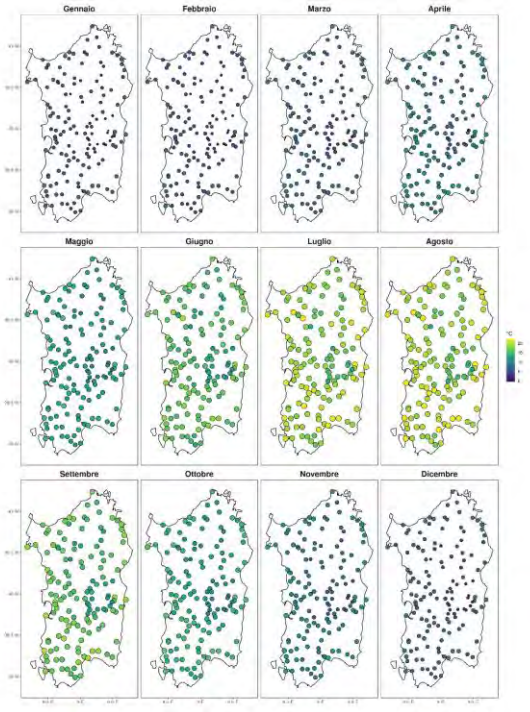
Il calcolo dei valori annuali si basa sulla media dei corrispondenti 12 valori mensili. Se ne manca uno, il valore annuale non viene calcolato.

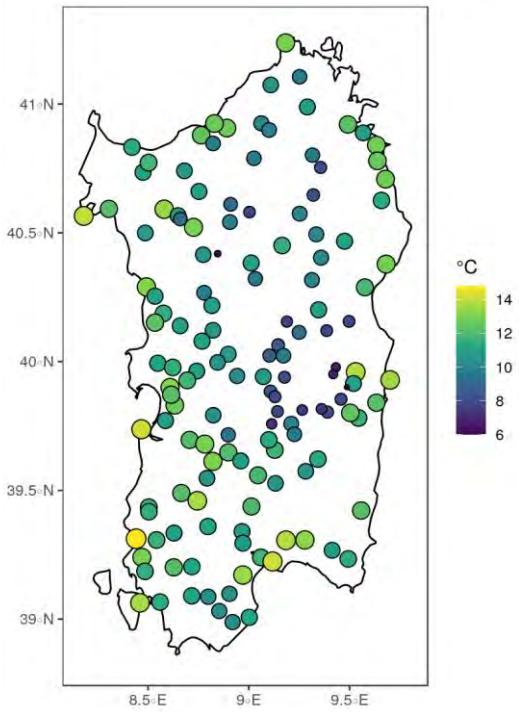
Stazione	CL.	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
Iglesias	A	5.4	5.4	7.0	8.9	12.4	15.9	18.6	19.2	16.6	13.6	9.6	6.7	11.6
Nuraminis	C	5.2	5.2	7.1	9.3	13.1	17.4	20.2	20.4	16.8	13.9	9.6	6.2	12.0
Vallermosa	B	4.5	4.5	6.3	8.4	12.3	16.2	18.7	19.4	16.9	13.9	9.1	5.9	11.3

Tabella 98 – Valori climatologici mensili e annuali 1981-2010 delle temperature massime.

Il calcolo dei valori annuali si basa sulla media dei corrispondenti 12 valori mensili. Se ne manca uno, il valore annuale non viene calcolato.

Stazione	CL.	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
Iglesias	A	13.2	13.5	16.1	18.4	23.7	28.4	32.1	32.5	27.7	23.3	17.4	13.9	21.7
Vallermosa	B	15.4	16.4	19.2	21.3	26.4	31.5	34.9	35.3	30.1	25.5	19.6	16.0	24.3
Villasor	B	15.6	16.4	19.2	21.2	25.9	30.5	33.8	34.3	29.4	24.9	19.2	15.6	23.8





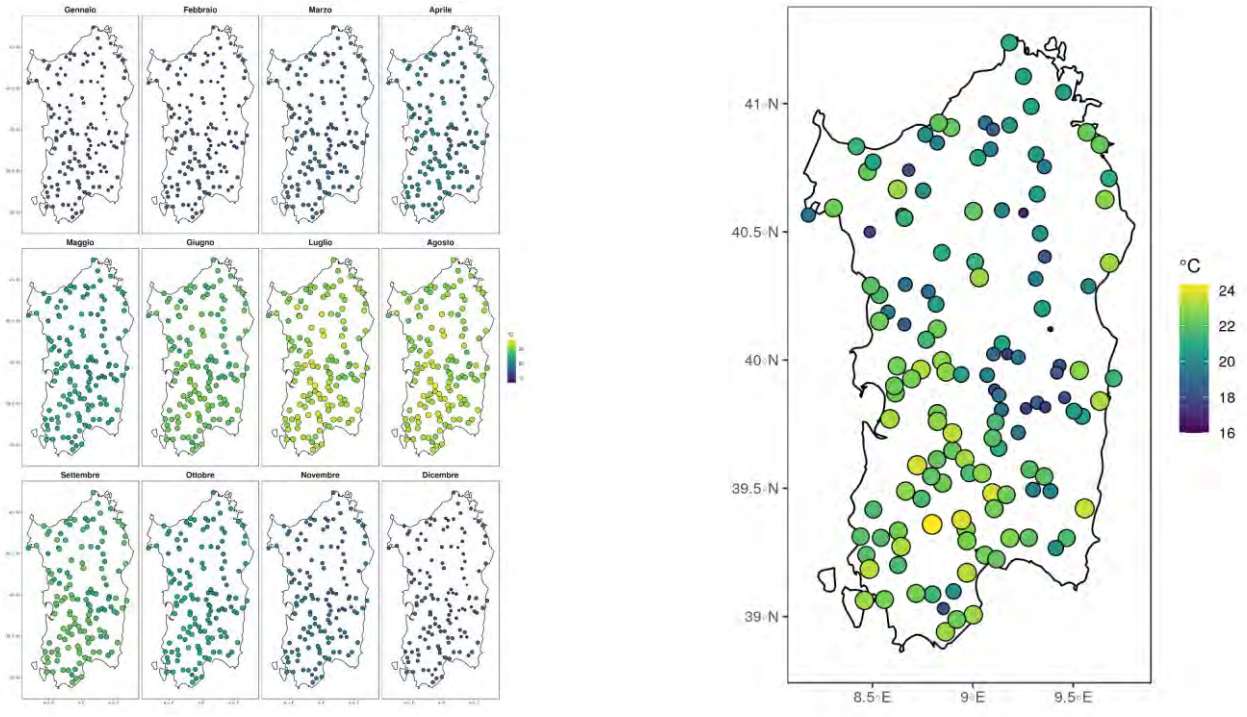


Figura 147 – Valori climatologici mensili (a sx) e annuali (a dx). In alto, temperatura massima, in basso, temperatura massima per il trentennio 1981-2010.

Durante il progetto di lavoro si è proceduto al calcolo di 7 indici di temperatura e 9 indici di precipitazione che descrivono eventi estremi moderati, con un tempo di ritorno generalmente inferiore a un anno. Inoltre, sono stati analizzati gli indici estremi calcolati su base annuale e non su base mensile.

Per il calcolo degli indici estremi sono stati applicati criteri di completezza molto stringenti sulle serie giornaliere di temperatura e precipitazione. Per tale ragione, ad esempio, gli indici di temperatura FD0, TR20 e SU25 sono stati elaborati per un numero di stazioni inferiore rispetto all'insieme selezionato per il calcolo dei valori climatologici di temperatura massima e minima. Dal calcolo degli estremi sono inoltre state scartate le serie in cui un evento estremo rappresenta un evento molto raro (ovvero le serie in cui un indice assume quasi sempre valore nullo nel corso degli anni).

Di seguito è riportata la tabella che mostra un quadro degli indici elaborati per la Sardegna e il relativo numero di stazioni su cui sono stati applicati.

Tabella 99 – Indici elaborati per la Sardegna e relativo numero di stazioni considerate.

Nome dell'indice	Nr di stazioni
Giorni con gelo (FD0)	98
Giorni estivi (SU25)	89
Notti tropicali (TR20)	103
Massimo delle temperature massime (TXx)	89
Massimo delle temperature minime (TNx)	104
Minimo delle temperature massime (TXn)	89
Minimo delle temperature minime (TNn)	104
Massima precipitazione in 1-giorno (RX1day)	169

Massima precipitazione in 5-giorni (Rx5day)	169
Intensità di pioggia giornaliera (SDII)	169
Numero di giorni con precipitazione intensa (R10)	169
Numero di giorni con precipitazione molto intensa (R20)	169
Giorni consecutivi senza pioggia (CDD)	169
Giorni piovosi consecutivi (CWD)	169
Precipitazione nei giorni molto piovosi (R95p)	169
Precipitazione nei giorni estremamente piovosi (R99p)	112

Prosecuzione dello sviluppo della climatologia sul trentennio 1981-2010.

In seguito all'aggiornamento del 2021 è stata elaborata l'interpolazione spaziale dei valori climatologici medi trentennali delle diverse stazioni selezionate, al fine di produrre le diverse mappe mensili e annuali per le precipitazioni e per le temperature minime e massime. Inoltre, sono stati calcolati indici come:

- evapotraspirazione di riferimento mensile e annuale;
- bilancio idroclimatico, espresso come differenza tra piogge ed evapotrasmirazione, su scala mensile e annuale;
- somme termiche rispetto alle soglie 0°C, 5°C e 10°C a scala mensile e aggregate su diversi periodi dell'anno;
- indicatori bioclimatici per determinate specie arboree (vite, agrumi, olivo e mandorlo).

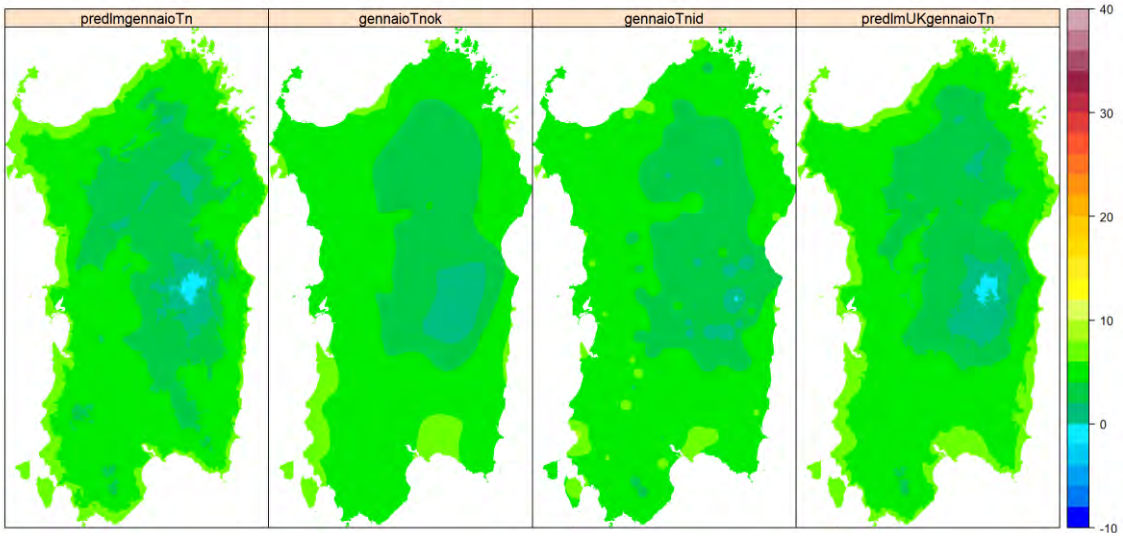


Figura 148 – Interpolazione spaziale delle temperature minime di gennaio.
Secondo i 4 metodi Regressione multipla, Kriging ordinario, Inverso della distanza e Kriging con deriva esterna.

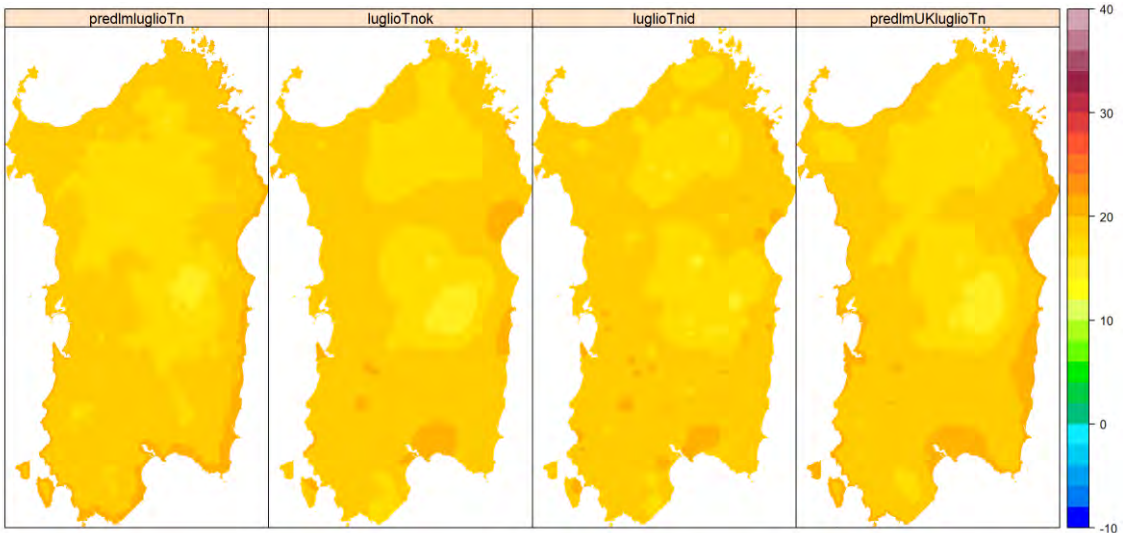


Figura 149 – Interpolazione spaziale delle temperature minime di luglio.
Secondo i 4 metodi Regressione multipla, Kriging ordinario, Inverso della distanza e Kriging con deriva esterna.

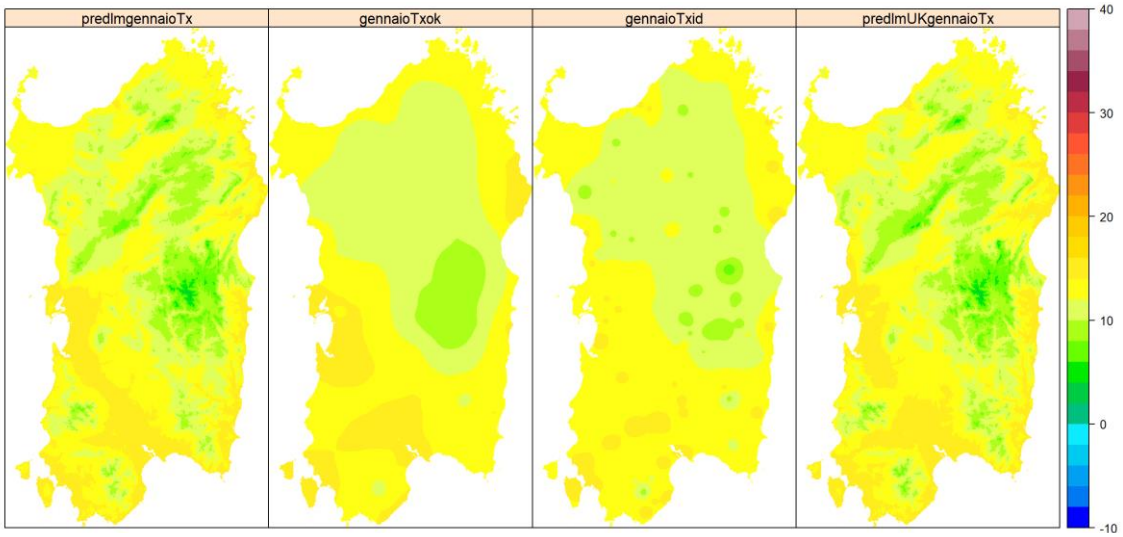


Figura 150 – Interpolazione spaziale delle temperature massime di gennaio.
Secondo i 4 metodi Regressione multipla, Kriging ordinario, Inverso della distanza e Kriging con deriva esterna.

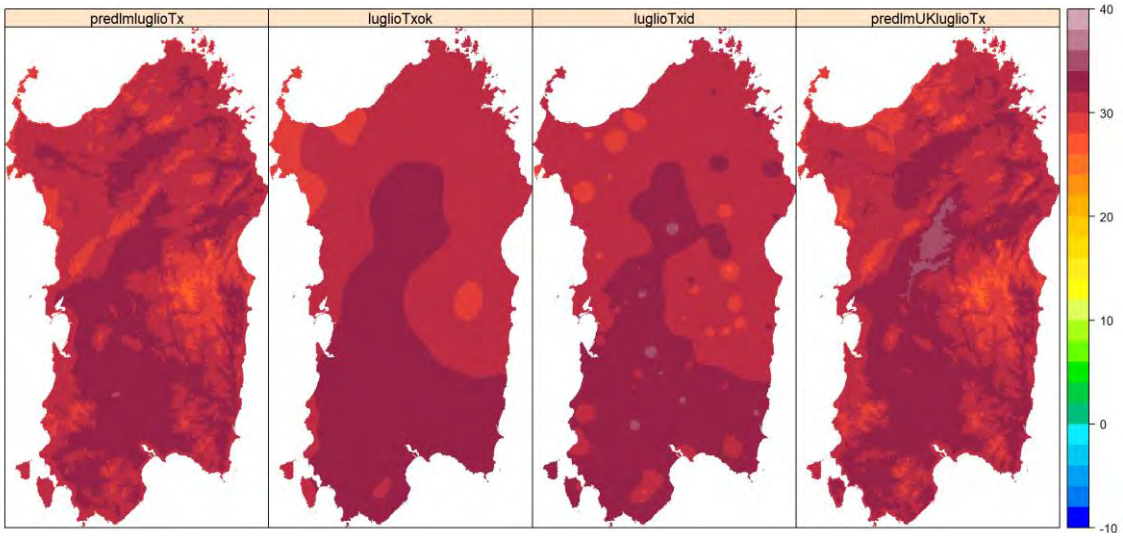


Figura 151 – Interpolazione spaziale delle temperature massime di luglio.

Secondo i 4 metodi Regressione multipla, Kriging ordinario, Inverso della distanza e Kriging con deriva esterna.

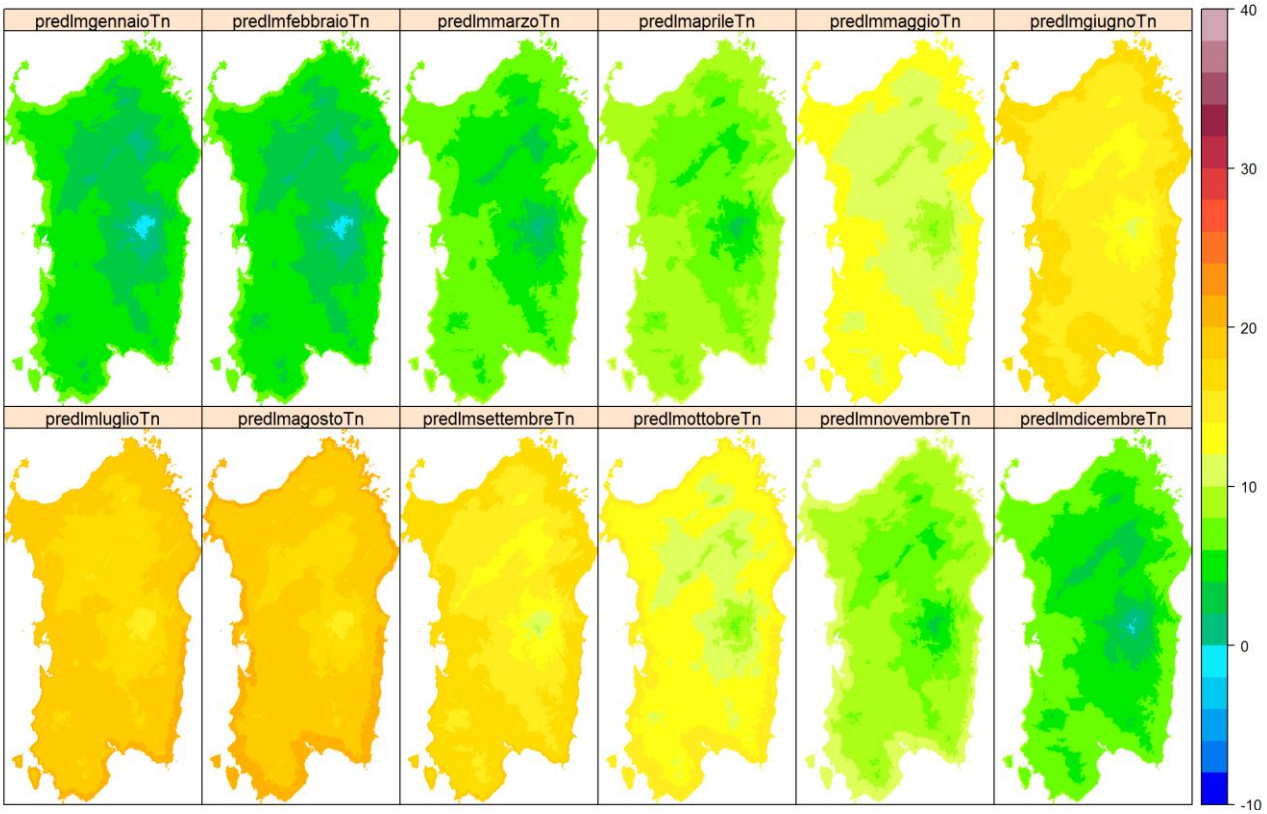


Figura 152 – Interpolazione spaziale delle temperature minime mensili col metodo della Regressione multipla.

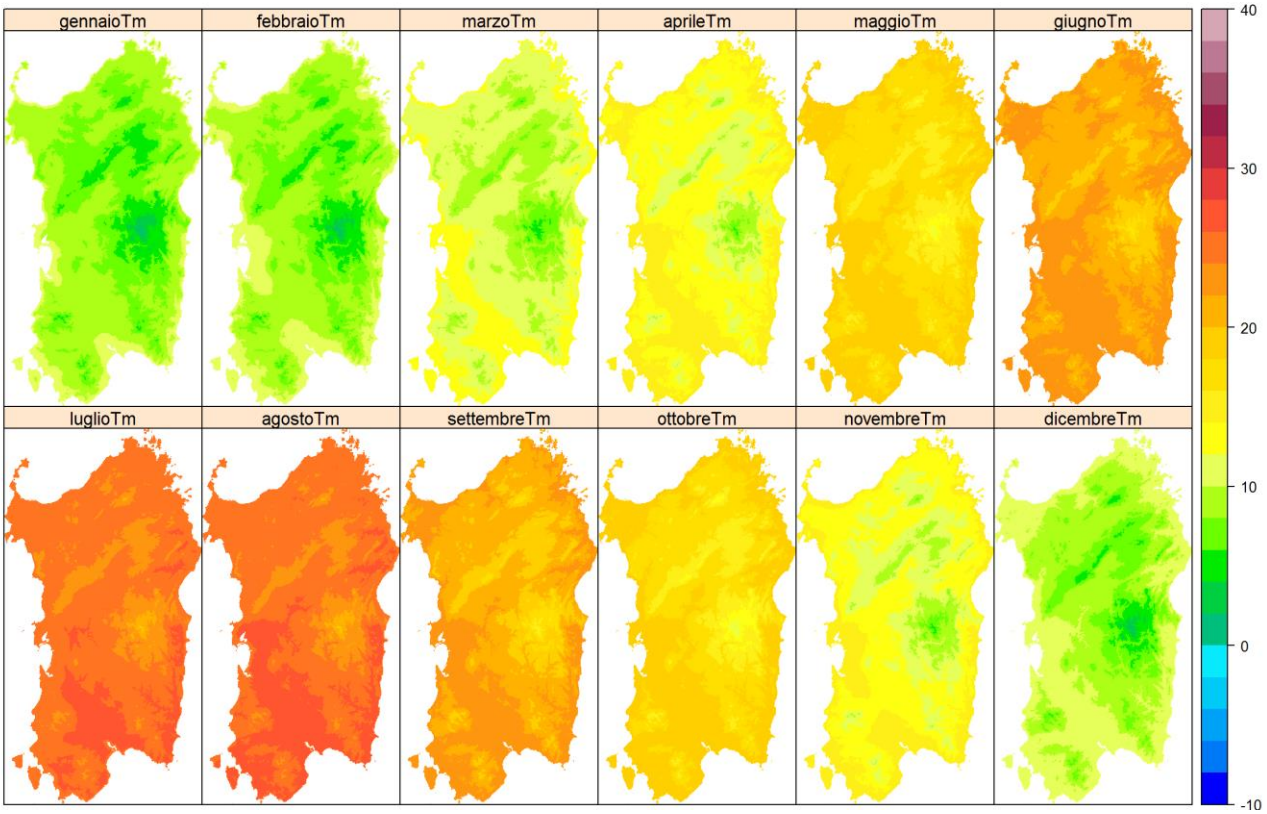


Figura 153 – Interpolazione spaziale delle temperature medie mensili col metodo della Regressione multipla.

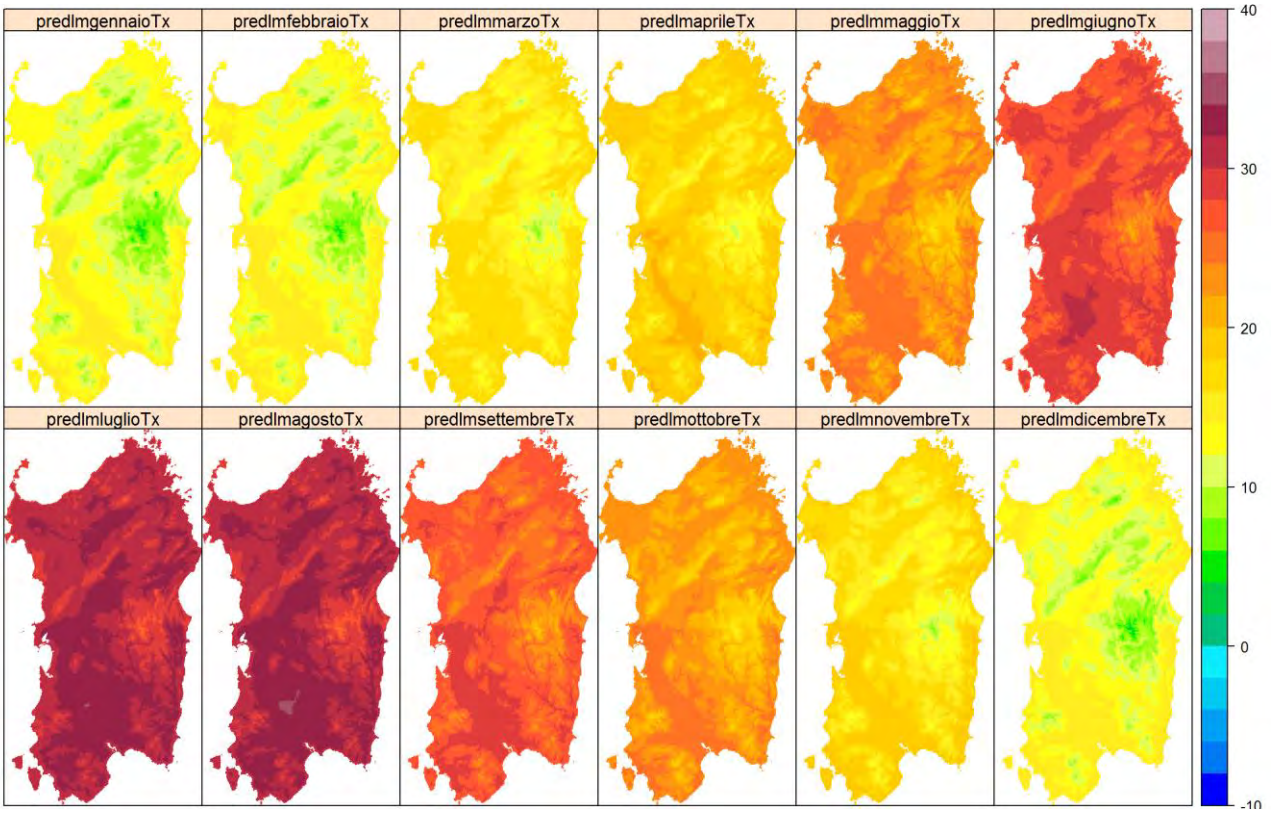


Figura 154 – Interpolazione spaziale delle temperature massime mensili col metodo della Regressione multipla.

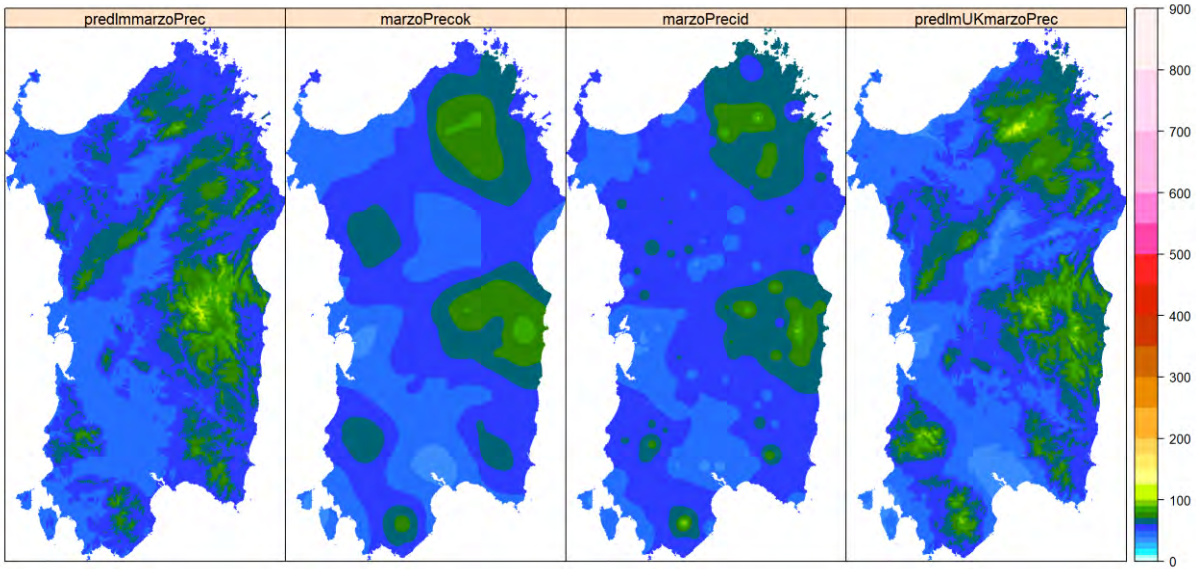


Figura 155 – Interpolazione spaziale delle precipitazioni di marzo.
Secondo i 4 metodi Regressione multipla, Kriging ordinario, Inverso della distanza e Kriging con deriva esterna.

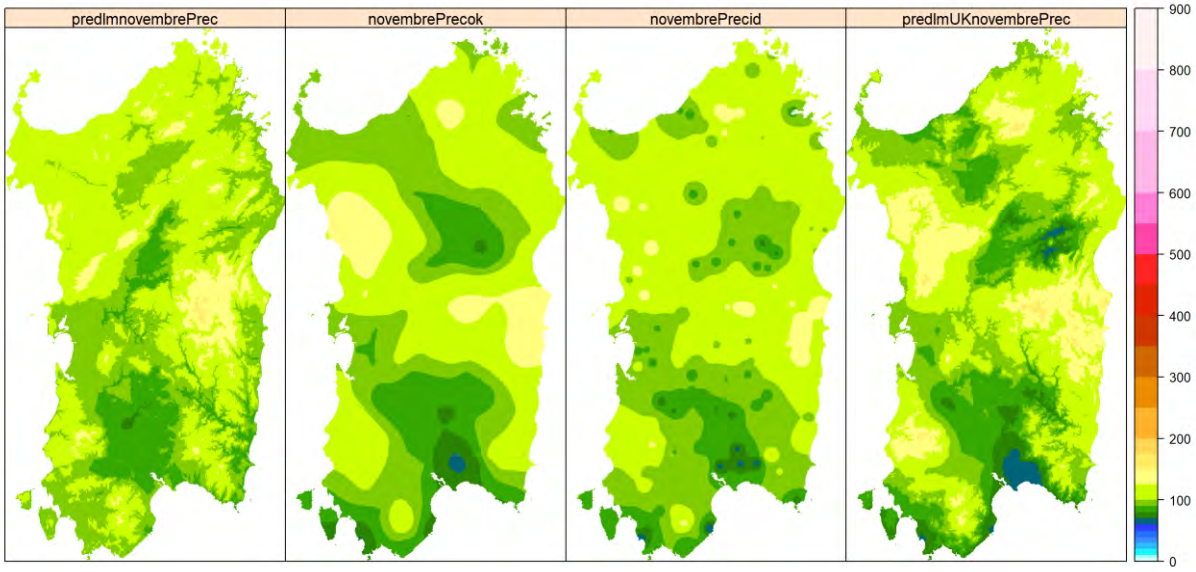


Figura 156 – Interpolazione spaziale delle precipitazioni di novembre.
Secondo i 4 metodi Regressione multipla, Kriging ordinario, Inverso della distanza e Kriging con deriva esterna.

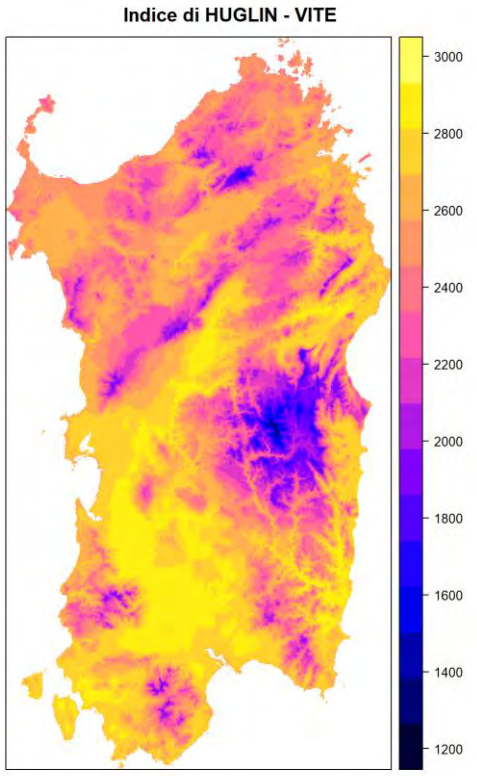


Figura 157 – Indice di Huglin – Vite.

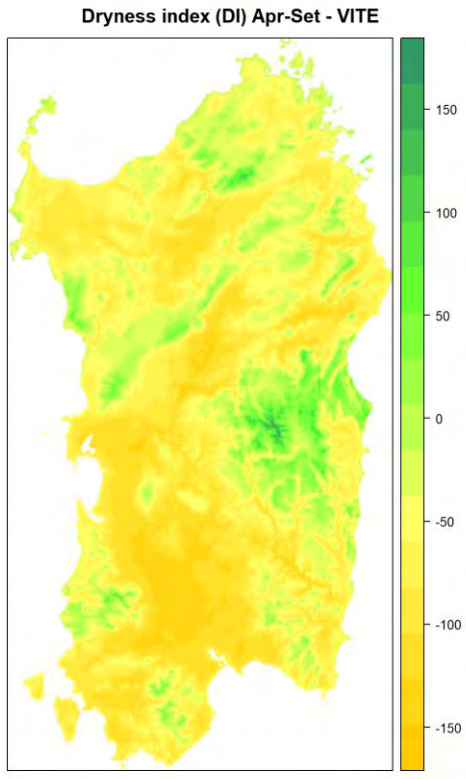


Figura 158 – Indice di deficit idrico – Vite.

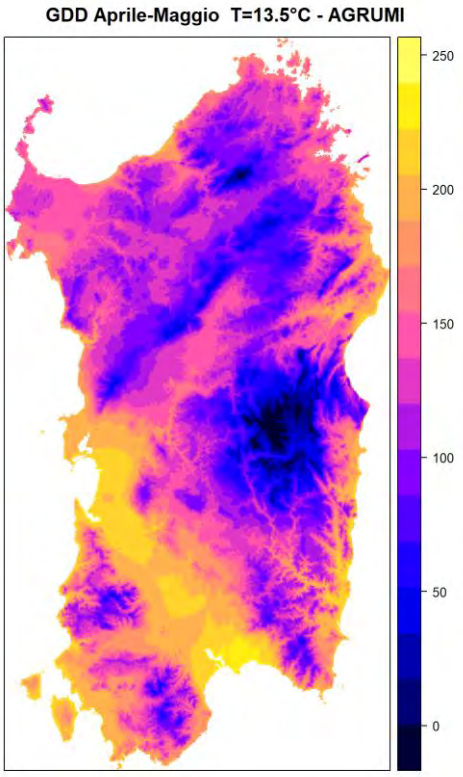


Figura 159 – Somme termiche – Agrumi.

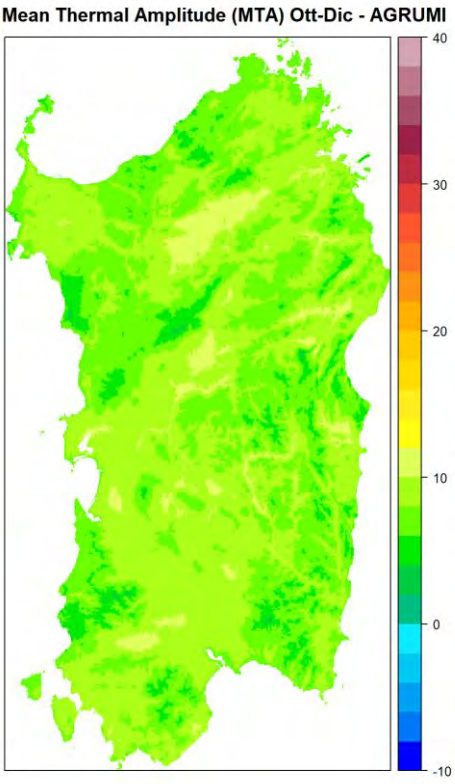


Figura 160 – Escursione termica – Agrumi.

Integrazioni dei dati del decennio 2011-2020

Nel documento[32] si esplicita quanto segue: ”La prosecuzione della collaborazione col Settore Clima e Meteorologia applicata di ISPRA, che ha come obiettivo l’analisi dei dati giornalieri e il ricalcolo delle normali climatiche aggiornate al nuovo trentennio 1991-2020, prevede preliminarmente un’accurata analisi delle serie di stazioni spazialmente vicine e appartenenti a reti diverse (in alcuni casi i siti sono coincidenti, in quanto le nuove stazioni sono state installate nel sito “storico”) e la possibilità di congiungerle laddove possibile, allo scopo di completare la serie storica trentennale. Tale integrazione permetterà di disporre di serie sufficientemente lunghe, necessarie anche per il calcolo dei trend climatici”.

Sono state quantificate le stazioni ancora disponibili ed elaborati i valori normali climatologici.

- Per le temperature minime e massime sono state considerate rispettivamente 132 e 139 stazioni, valutando circa il 70% dei dati mensili a disposizione e un numero di anni che non fosse inferiore a 20 per il trentennio in esame;
- per le precipitazioni sono state vagliate 137 stazioni, ma per i soli mesi con tutti i dati a disposizione e almeno 24 anni.

Di seguito è riportata una rappresentazione statistica provvisoria dei valori climatologici elaborati.

[32] ARPAS – Dipartimento Meteoclimatico. “Rapporto tecnico. Prosecuzione dello sviluppo della climatologia sul trentennio 1981-2010 con integrazione al decennio 2011-2020”

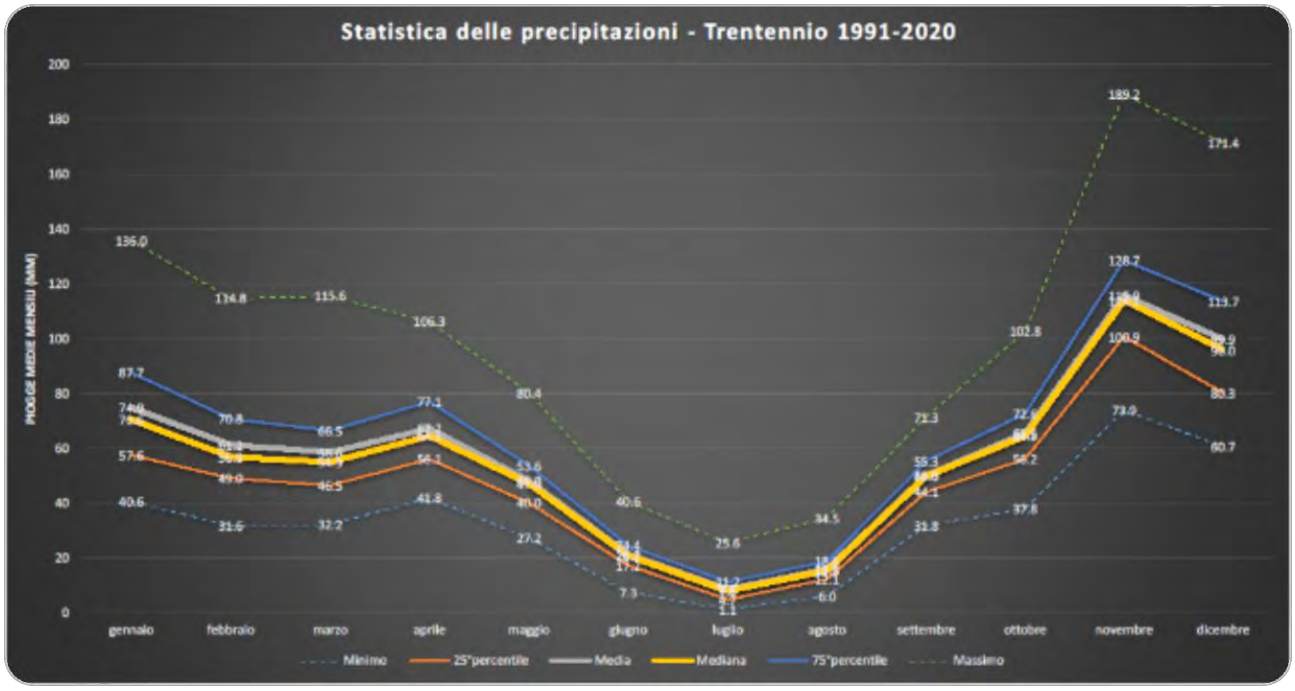


Figura 161 – Statistica di sintesi dei valori climatologici mensili delle temperature minime (°C).

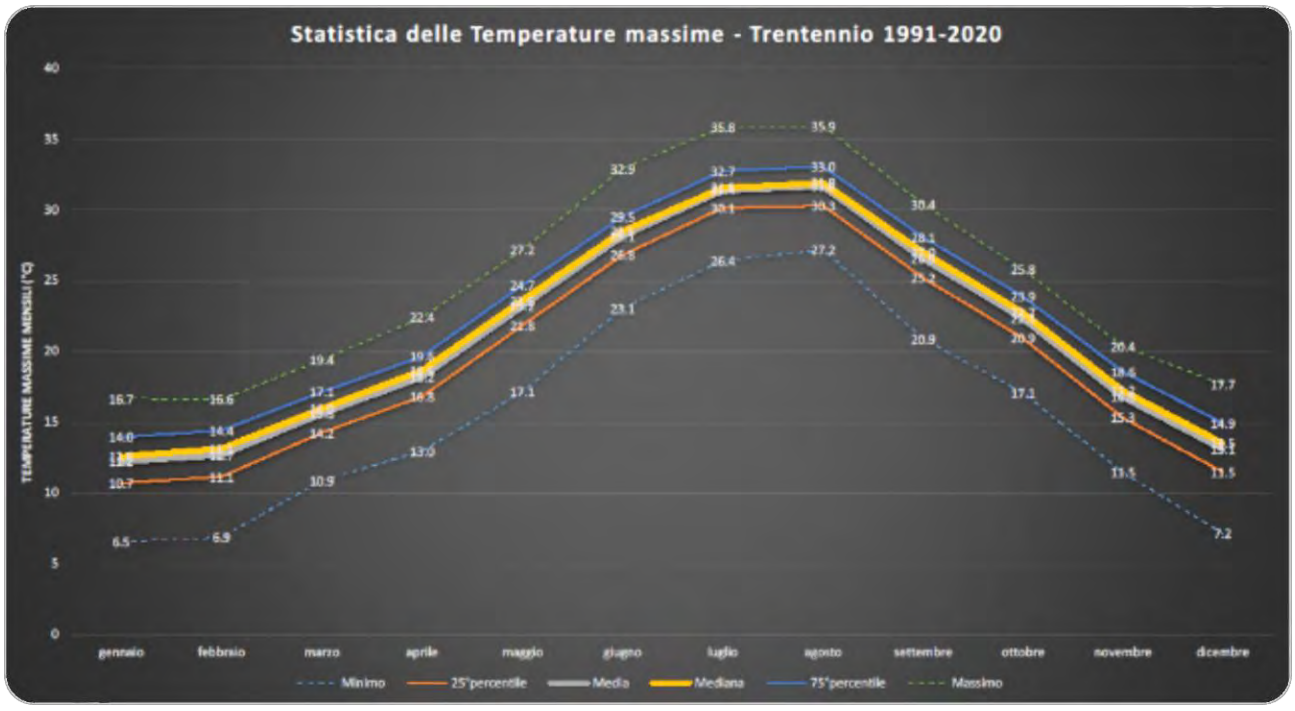


Figura 162 – Statistica di sintesi dei valori climatologici mensili delle temperature massime (°C).

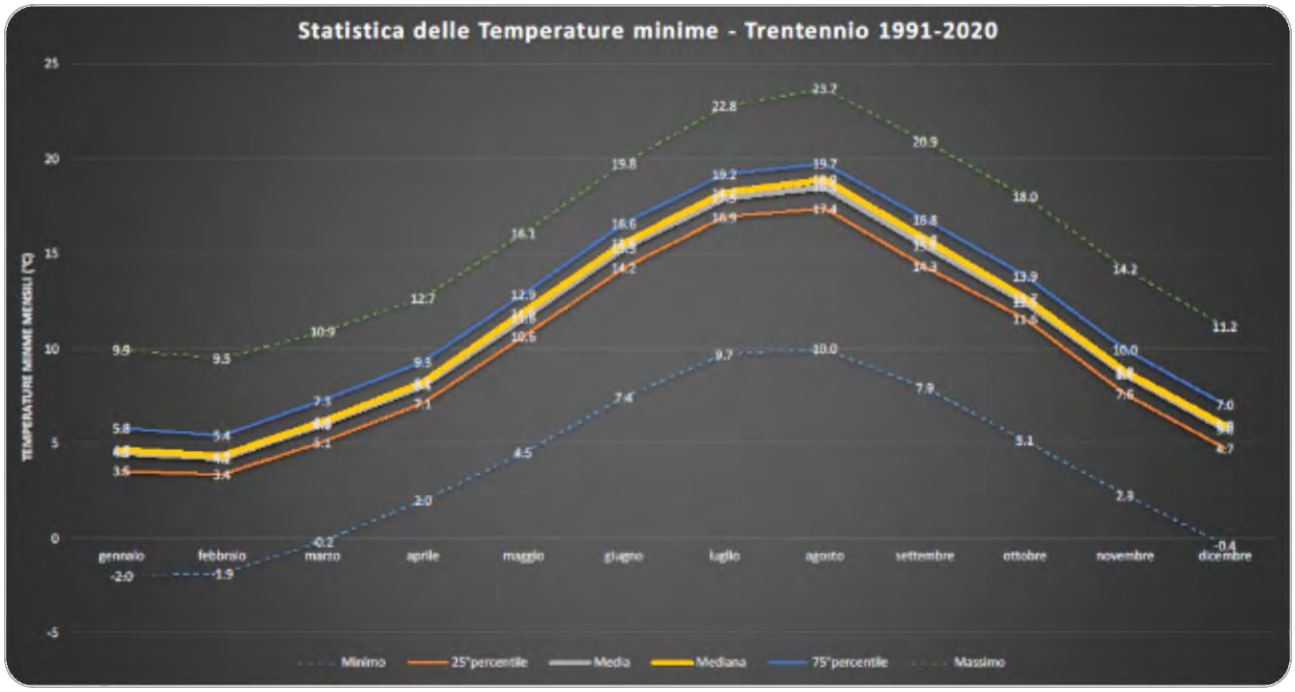


Figura 163 – Statistica di sintesi dei valori climatologici mensili delle precipitazioni (mm).

4. Inoltre si ritiene necessario produrre i seguenti studi:

4.1 relazione e cartografia dell'Uso del suolo in scala 1: 10.000 aggiornata (non si ritiene infatti sufficiente la Carta dell'Uso del suolo della Regione Sardegna dell'anno 2008, che ha un dettaglio di rappresentazione nella scala di 1: 25.000), mettendo in evidenza le più importanti variazioni dal 2008 ad oggi per valutare le complementarità di altri interventi;

4.2 relazione e Carta della vegetazione in scala 1: 10.000 su base fisionomico strutturale e tipologico;

4.3 relazione e Carta degli habitat in scala 1: 10.000;

4.4 relazione e Carta dei suoli 1: 25.000 come area vasta, con un dettaglio di 1: 10.000 delle aree direttamente interessate dai lavori ed in particolare di quelle relative alla posa in opera dei tralicci e delle stazioni/sottostazioni elettriche;

In merito alle richieste delle cartografie in scale diverse da quelle presentate, dopo avere effettuato approfondite ricerche, non è stato possibile reperire il materiale richiesto.

In aggiunta, la società proponente ha provveduto a contattare l'Osservatorio Regionale Suoli della Sardegna (Portale del Suolo) chiedendo maggiori informazioni in merito alla richiesta in oggetto. L'Osservatorio, per quanto di propria competenza, ha confermato che le carte richieste non sono reperibili in alcun modo.

La proponente ha comunque provveduto a predisporre quanto in oggetto, utilizzando la cartografia esistente e adattando la scala di visualizzazione a 1: 10.000. Le informazioni contenute all'interno delle elaborazioni grafiche prodotte risultano comunque ben comprensibili e mettono in evidenza le caratteristiche del suolo, della vegetazione e degli habitat nelle aree direttamente interessate dalla posa in opera dei tralicci e delle stazioni/sottostazioni elettriche.

In generale, si ritiene che quanto prodotto garantisca un adeguato livello di informazione per un'efficace valutazione dei possibili impatti generati dalle tipologie di opere in progetto.

Si allegano dunque al presente documento di integrazione:

- Carta dei Suoli basata su carta in scala 1:250000 (elaborati da C0421BT00CARSUO00 a C0421BT08CARSUO00), mai prodotta in scala 1:25000;
- Carta Uso del Suolo (elaborati da C0421VT00CARUDS00 a C0421VT08CARUDS00);
- Carta della Vegetazione basata su carta in scala 1:350000 (elaborati da C0421BT00CARVEG00 a C0421BT08CARVEG00), mai prodotta in scala 1:10000;
- Carta degli Habitat basata su carte in scala 1:25000 e 1:50000 (elaborati da C0421BT00CARHAB00 a C0421BT08CARHAB00), mai prodotta in scala 1:10000.

4.5 relazione agronomica sulle aree interessate dalle attività con la quantificazione delle sottrazioni di suolo per l'attività agricola anche con le opportune valutazioni economiche;

Il consumo di suolo è un fenomeno che si riferisce ad un incremento della copertura artificiale del terreno, dovuto all'occupazione di superficie, originariamente agricola, naturale o seminaturale e legato alle dinamiche insediative, produttive, infrastrutturali e di trasformazione del.

Le opere facenti parte del progetto eolico offshore hanno una sezione che si sviluppa a terra, ossia dal punto di sbarco dell'elettrodotto aereo (TJB) fino alla stazione elettrica Terna, facente parte delle opere di rete, attraverso un elettrodotto prima interrato e posizionato al di sotto dell'esistente piano stradale e poi aereo, ove possibile in ombra all'esistente rete elettrica aerea a 220kV.

Per le valutazioni che seguono si fa riferimento alla condizione di analisi conservativa relativa alla sola configurazione con elettrodotto aereo dal momento che la soluzione ibrida con elettrodotto cavo/aereo può interessa, nel relativo tratto interrato, sedi stradali esistenti e non richiederà dunque alcuna trasformazione o consumo di suolo.

La principale opera a terra è l'elettrodotto aereo, seguito dalle stazioni e sottostazioni elettriche che sono però localizzate in aree attigue a preesistenti opere di rete. L'impatto di un elettrodotto aereo, in termini di consumo di suolo è principalmente dovuto all'impronta a terra, ossia all'ingombro dell'opera sul terreno. Tale footprint è dovuto all'installazione di infrastrutture reticolari (tralicci) che necessitano di fondazioni in cemento armato. Tali strutture possono occupare porzioni di terreno, anche agricolo, determinando una indisponibilità dello stesso ed una eventuale riduzione della produzione proporzionale alla superficie sottratta.

Dallo studio di dati raccolti dal sito dell'Agenzia delle Entrate e dall'analisi delle mappe dell'area d'interesse, si è appurato che i tracciati della linea elettrica a 380 kV in progetto e della linea elettrica a 220 kV di cui è prevista la dismissione ricadono interamente nelle aree agrarie di competenza dell'Ufficio del Territorio di Cagliari.

Per una corretta analisi e interpretazione del caso di studio, nelle immagini di seguito illustrate vengono riportati i tracciati delle linee elettriche in riferimento alla mappatura della classe d'uso del suolo della Regione Sardegna redatta dall'ISPRA nel 2022.

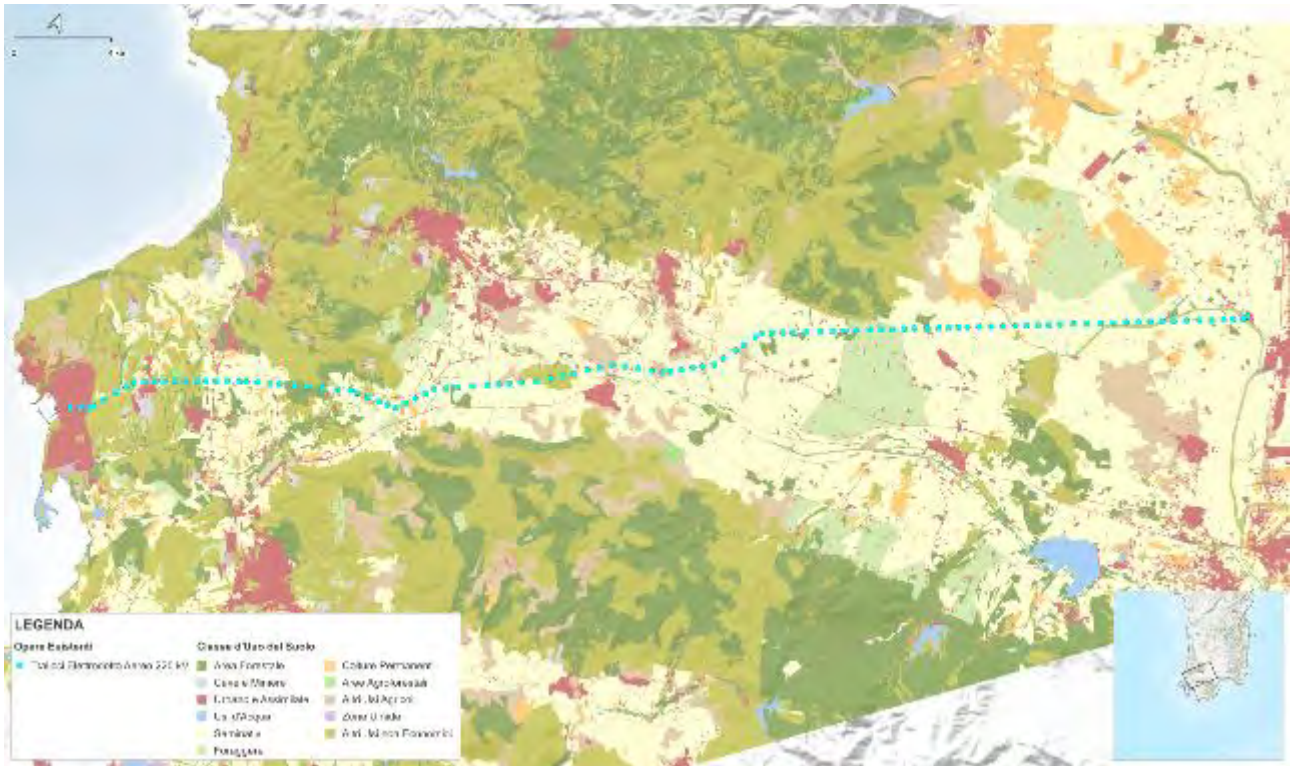


Figura 164 – Ubicazione tralicci elettrodotto esistente a 220 kV da dismettere su mappatura "Classe d'uso del suolo".
Elaborazione ILStudio su mappatura "Uso del Suolo" (SINAnet, 2023).

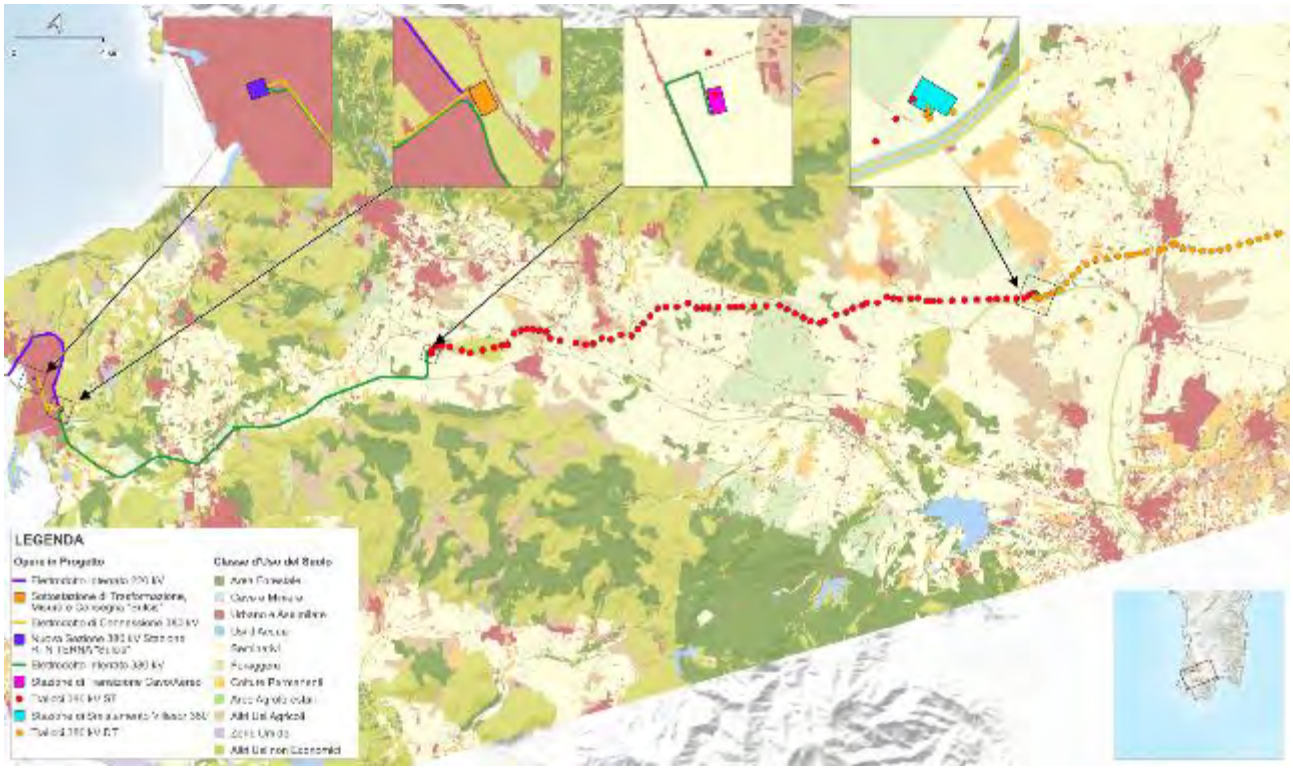


Figura 165 – Ubicazione opere in progetto su mappatura "Classe d'Uso del Suolo".
Elaborazione iLStudio su mappatura "Uso del Suolo" (SINAnet, 2023).

Nella seguente tabella vengono riportate le Regioni Agrarie dei singoli territori comunali intersecati dal tracciato della linea elettrica.

Tabella 100 – Territori comunali interessati dalle linee elettriche aeree e relative regioni agrarie.
Fonte: (Valori Agricoli Medi della Provincia di Cagliari, 2007)

Comune	Comune di competenza	Regione Agraria
Musei	Cagliari	2
Villamassargia	Cagliari	4
Iglesias	Cagliari	5
Portoscuso	Cagliari	7
Carbonia	Cagliari	7
Gonnesa	Cagliari	7
Decimo Putzu	Cagliari	11
Vallermosa	Cagliari	11
Villasor	Cagliari	11
Serramanna	Cagliari	11

Tenendo presente che il valore di un terreno può variare anche all'interno di uno stesso Comune, in generale la stima del valore economico dipende essenzialmente dalla sua redditività futura. Tale redditività dipende da diversi fattori, non solo legati alla produzione agricola in senso stretto, come la fertilità del terreno o la disponibilità idrica, ma anche dal contesto territoriale in cui si inserisce la superficie in esame.

Al fine di stimare l'impatto economico sul settore agricolo dovuto alla realizzazione del nuovo elettrodotto e della sottostazione elettrica, nella tabella qui di seguito riportata vengono elencati i Valori Agricoli Medi (VAM) determinati dall'Agenzia delle Entrate per ogni tipologia di coltura presente sui territori di esame, suddivisi per le 5 Regioni Agrarie identificate. Poiché gli ultimi Valori Agricoli Medi reperibili per la Provincia di Cagliari risalgono al 2007, i dati sono stati attualizzati utilizzando un coefficiente di rivaluta dell'euro dal 2007 al 2024 pari a 1.365.

Tabella 101 – Comune di Cagliari: Valori Agricoli Medi e Media VAM per tipologia di coltura per le Regioni Agrarie n°2-4-5-7-11.
Fonte: (Valori Agricoli Medi della Provincia di Cagliari, 2007) - Elaborazione ILStudio.

Tipologia di Coltura	Classe d'Uso del Suolo	Regione Agraria	VAM (€/ha) valore 2007	Media VAM 2007 (€/ha)	Media VAM 2024 (€/ha)
Agrumeto	Coltura Permanente	2	36994	34230.75	46725
		4	31739		
		5	30006		
		7	\		
		11	38184		
Bosco d'Alto Fusto	Uso Forestale	2	4036	4006.5	5469
		4	4179		
		5	4036		
		7	\		
		11	3775		
Canneto	Foraggere	2	2811	2614.75	3569
		4	2234		
		5	\		

Tipologia di Coltura	Classe d'Uso del Suolo	Regione Agraria	VAM (€/ha) valore 2007	Media VAM 2007 (€/ha)	Media VAM 2024 (€/ha)
		7	2641		
		11	2773		
Castagneto	Coltura Permanente	2	\	4694	6407
		4	\		
		5	4694		
		7	\		
		11	\		
Frutteto	Coltura Permanente	2	21387	18279.6	24951
		4	15580		
		5	16873		
		7	16114		
		11	21444		
Incolto Produttivo	Uso Forestale	2	1349	1242	1695
		4	997		
		5	1054		
		7	1405		
		11	1405		
Mandorleto	Coltura Permanente	2	9055	8387	11448
		4	8690		
		5	8385		
		7	6750		
		11	9055		
Orto	Seminativo	2	\	10756	14682
		4	\		
		5	10376		
		7	11136		
		11	\		
Orto Irriguo	Seminativo	2	19692	18255.2	24918
		4	16643		
		5	16643		
		7	17301		
		11	20997		
Pascolo	Foraggere	2	3231	3093.4	4222
		4	2755		
		5	2755		
		7	3106		
		11	3620		

Tipologia di Coltura	Classe d'Uso del Suolo	Regione Agraria	VAM (€/ha) valore 2007	Media VAM 2007 (€/ha)	Media VAM 2024 (€/ha)
Pascolo Arborato	Foraggere	2	3753	3571.5	4875
		4	\		
		5	3141		
		7	3050		
		11	4342		
Pascolo Cespugliato	Foraggere	2	1822	1835	2506
		4	1822		
		5	1822		
		7	1822		
		11	1887		
Seminativo	Seminativo	2	5300	5793	7907
		4	4999		
		5	4624		
		7	5300		
		11	8742		
Seminativo Arborato	Seminativo	2	5273	5814.8	7937
		4	5216		
		5	4694		
		7	5511		
		11	8380		
Seminativo Arborato Irriguo	Seminativo	2	11079	10179	13894
		4	10727		
		5	8731		
		7	\		
		11	\		
Seminativo Irriguo	Seminativo	2	12474	12388.8	16911
		4	11543		
		5	10601		
		7	12981		
		11	14345		
Uliveto	Coltura Permanente	2	14803	12269.8	16748
		4	11770		
		5	11770		
		7	11366		
		11	11640		
Vigneto	Coltura Permanente	2	12916	12527.4	17100
		4	10090		

Tipologia di Coltura	Classe d'Uso del Suolo	Regione Agraria	VAM (€/ha) valore 2007	Media VAM 2007 (€/ha)	Media VAM 2024 (€/ha)
		5	10090		
		7	15142		
		11	14399		

In assenza di dati areali diretti sulle specifiche tipologie di colture nell'area d'interesse, sono stati utilizzati i valori medi dei VAM per ogni classe d'uso del suolo, facendo riferimento alla mappatura dell'ISPRA del 2022. Data la mancanza di una corrispondenza tra la classe "Altri Usi Agricoli" e le tipologie di colture elencate nella tabella, si è deciso di assegnare un valore cautelativo pari a quello calcolato per la classe "Seminativo", in quanto è la classe predominante nell'area in esame.

Tabella 102 – Comune di Cagliari: Media VAM per classe d'uso del suolo.
Elaborazione ILStudio.

Classe d'Uso del Suolo	Media VAM 2024 (€/ha)
Coltura Permanente	20563
Uso Forestale	3582
Seminativo	14375
Foraggere	3793
Altri Usi Agricoli	14375

Tramite analisi computazionali, è stato calcolato il consumo di suolo per la costruzione delle opere in progetto in relazione alle diverse classi d'uso del suolo, tenendo in considerazione i benefici derivanti dalla dismissione dell'elettrodotto a 220 kV esistente. In tale computo sono state considerate l'intera area sottesa dai singoli tralicci (area compresa tra i quattro plinti di base posizionati ai vertici di un quadrato di lato di 10 m, per una superficie complessiva di circa 100 m2) e l'intera area interessata dalla costruzione della nuova sezione 380 kV della stazione RTN TERNA "Sulcis" (1.1 ha), della sottostazione di trasformazione, misura e consegna "Sulcis" (2 ha), dalla stazione di transizione cavo/aereo (0.7 ha) e dalla stazione di smistamento Villasor 380 (7.5 ha).

Tabella 103 – Calcolo del consumo e dell'acquisto di suolo in relazione alle diverse classi d'uso del suolo.
Elaborazione ILStudio.

Classe d'Uso del Suolo	Consumo di suolo (ha)	Recupero di suolo (ha)
Coltura Permanente	0	0.01
Uso Forestale	0.01	0.04
Seminativo	9.1	0.7
Foraggere	0.06	0.05
Altri Usi Agricoli	0.1	0.03

In riferimento ai valori medi VAM precedentemente illustrati ed al consumo di suolo dovuto alla realizzazione dell'opera, si stima che il costo relativo alla sottrazione di superficie agricola sia di 121481 €/anno. Tale valore è stato calcolato come di seguito:

$$(0\ ha * 20536\ €/ha/anno + 0.01\ ha * 3582\ €/ha/anno + 9.1\ ha * 14375\ €ha/anno + 0.06\ ha * 3793\ €/ha/anno + 0.1\ ha * 14375\ €/ha/anno) - (0.01\ ha * 20563\ €/ha/anno + 0.04\ ha * 3582\ €/ha/anno + 0.7\ ha * 14375\ €/ha/anno + 0.05\ ha * 3793\ €/ha/anno + 0.03\ ha * 14375\ €/ha/anno) \cong \mathbf{121.481}\ €/\boldsymbol{anno}.$$

Sono state inoltre considerate le ripercussioni economiche dovute alla costruzione del nuovo elettrodotto. In fase esecutiva, la posa dei singoli tralicci prevede un'occupazione temporanea di suolo pari a circa il doppio dell'area sottesa gli stessi, dell'ordine di circa 25x25 m ciascuna, utilizzata per:

- piazzole di sostegno dei singoli tralicci;
- piste di accesso alle piazzole;
- area di lavoro per tesatura dei conduttori;
- tesatura di argani, freni, bobine ecc.;
- deposito di materiale da cantiere.

In via cautelativa, si stima una durata media di occupazione temporanea di suolo per ogni singola postazione di circa 2 mesi (1/6 dell'anno). Al termine di questo periodo, tali aree verranno ripristinate e restituite agli usi originari.

A seguito di precise analisi computazionali, è stato calcolato, al netto delle già computate aree sottese ai singoli tralicci a 380 kV, il consumo di suolo temporaneo per la costruzione dei tralicci a 380 kV in relazione alle diverse classi d'uso del suolo (Tabella 104).

Tabella 104 – Consumo di suolo temporaneo in relazione alle diverse classi d'uso del suolo.

Elaborazione ILStudio.

Classe d'Uso del Suolo	Consumo di suolo temporaneo (ha)
Coltura Permanente	0.01
Uso Forestale	0.08
Seminativo	6.7
Foraggere	0.3
Altri Usi Agricoli	0.6

In riferimento ai valori elencati in tabella, il costo relativo alla sottrazione di superficie è calcolato nel seguente modo:

$$1/6 * (0.01\ ha * 20563\ €/ha/anno + 0.08\ ha * 3582\ €/ha/anno + 6.7\ ha * 14375\ €ha/anno + 0.3\ ha * 3793\ €/ha/anno + 0.6\ ha * 14375\ €/ha/anno) \cong\ \mathbf{17.762}€.$$

È doveroso precisare che, a differenza degli altri costi stimati sul settore agricolo, che sono stabili per tutta la vita utile delle opere in progetto, l'occupazione temporanea di suolo riguarda solo la fase iniziale di progetto, ovvero il primo anno.

Oltre ad un'analisi cartografica e bibliografica, è stata effettuata una campagna di rilievo in campo della vegetazione ad opera di personale tecnico-scientifico qualificato (tecnico agronomo) lungo il percorso della linea elettrica a 380 kV in progetto al fine di confermare i dati raccolti dei database. Sono stati scelti in totale 12 punti di campionamento, selezionati tenendo in considerazione l'uso del suolo, il cambio di altitudine e il tipo di vegetazione presente sul sito.

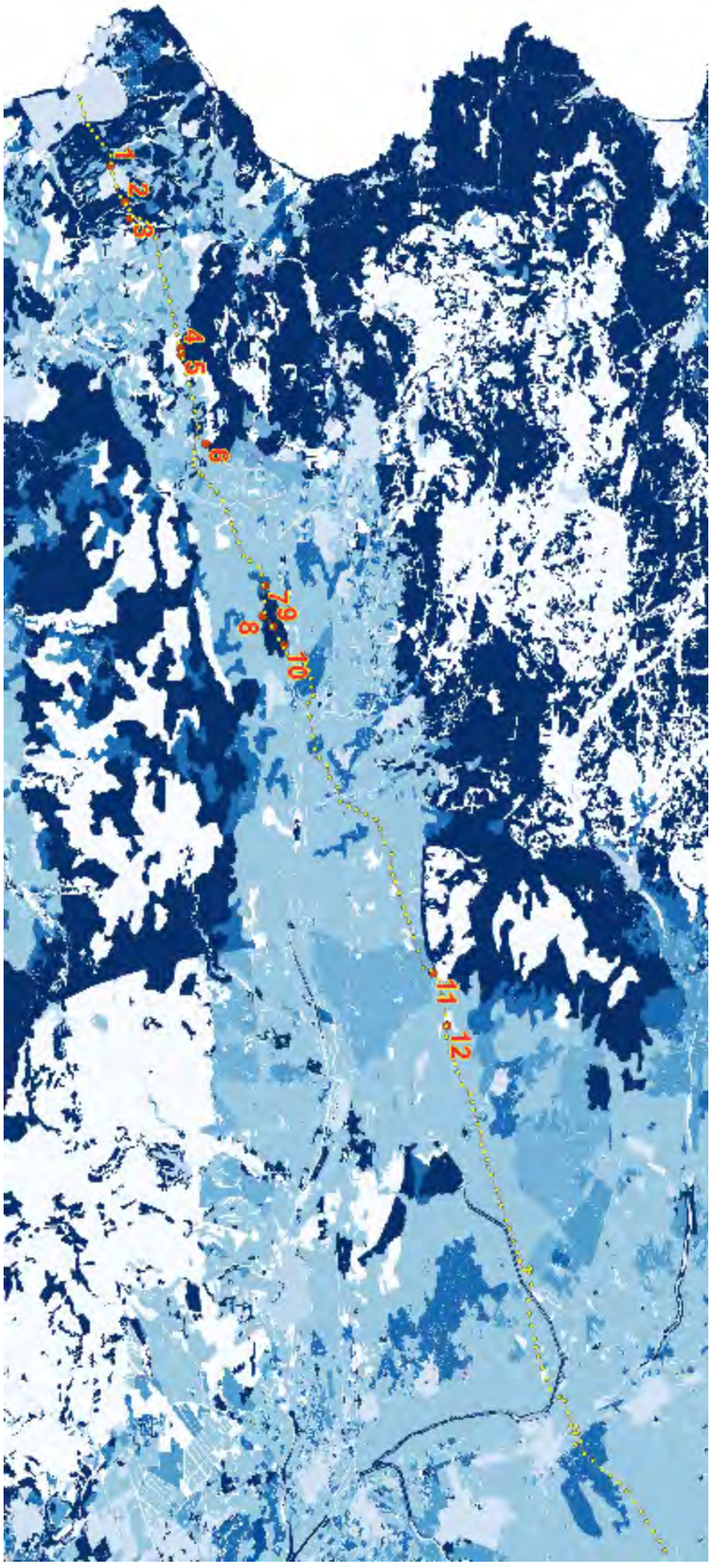


Figura 166 – Ubicazione dei punti di campionamento per lo studio della flora lungo il percorso dell'elettrodotto a 380 kV su mappatura "Classe d'uso del suolo".

Elaborazione ILStudio su mappatura "Uso del Suolo" (SINAnet, 2023).

Di seguito si riportano le schede relative ai campionamenti (coordinate) e le descrizioni di dettaglio delle singole aree osservate.

Punto di Rilievo: PC_1	**Coordinate Latitudine: 39.209002° Longitudine: 8.430972°**

Descrizione	
Area definibile Bosco a norma della L.R. n. 8 del 2016	Si
Area boscata assoggettabile a trasformazione	No
Obbligo di rimboschimento compensativo a norma della D.G.R. 11\21 del 11.03.2020	Si



Ortofoto del punto con sovrapposizione catastale

Descrizione sintetica dell'area:
Il punto di campionamento ricade su strada pubblica.
La vegetazione presenta profilo eterogeneo, con formazioni arbustive a Macchia Bassa, formata in prevalenza da Lentisco, Mirto, Rosmarino, Ginestre, Eriche, Euforbie, Cisto, con sporadica presenza di Corbezzolo, Sughera, Leccio, Fillirea, Olivastro.
La composizione strutturale del soprassuolo rientra nella definizione legale di Bosco, classificabile come Formazioni di sclerofille sempreverdi e macchie termoxerofile con dominanza di Lentisco, Olivastro, e Carrubo, a seconda del grado evolutivo della macchia.



Punto di Rilievo: PC_2	**Coordinate Latitudine: 39.214562° Longitudine: 8.445332°**

Descrizione	
Area definibile Bosco a norma della L.R. n. 8 del 2016	Si
Area boscata assoggettabile a trasformazione	No
Obbligo di rimboschimento compensativo a norma della D.G.R. 11\21 del 11.03.2020	Si



Ortofoto del punto con sovrapposizione catastale

Descrizione sintetica dell'area:
Il punto di campionamento ricade su strada pubblica.
L'area presenta profilo vegetazionale eterogenea, con formazioni arbustive a Macchia Bassa, con prevalenza di Lentisco, Mirto, Cisti, Rosmarino, Ginestre, Eriche, Euforbie, Cisto, e presenza sporadica di Corbezzolo, Sughera, Leccio, Fillirea, Olivastro.
Nelle aree di confine con le strade si rinvengono specie aliene.
Escludendo le aree a coltivo che ritrovano a Nord del punto di campionamento, la composizione strutturale del soprassuolo rientra nella definizione legale di Bosco, classificabile come Formazioni di sclerofille sempreverdi e macchie termoxerofile con dominanza di Lentisco, Olivastro, e Carrubo, a seconda del grado evolutivo della macchia.



Punto di Rilievo: PC_3	**Coordinate Latitudine: 39.216526° Longitudine: 8.452076°**

Descrizione	
Area definibile Bosco a norma della L.R. n. 8 del 2016	Si
Area boscata assoggettabile a trasformazione	No
Obbligo di rimboschimento compensativo a norma della D.G.R. 11\21 del 11.03.2020	Si



Ortofoto del punto con sovrapposizione catastale

Descrizione sintetica dell'area:
Il punto di campionamento ricade su strada pubblica.
L'area si presenta profilo vegetazionale eterogenea, con formazioni arbustive a Macchia Bassa, composte in prevalenza da Lentisco, Mirto, Cisti, Rosmarino, Ginestre, Eriche, Euforbie, Cisto, con presenza sporadica di Corbezzolo, Sughera, Leccio, Fillirea, Olivastro. Nelle aree di confine con le strade si rinvengono specie aliene, Acacia, Robinie, Pinus sp.
Escludendo le aree a coltivo che ritrovano a Nord e a Sud del punto di campionamento, la composizione strutturale del soprassuolo rientra nella definizione legale di Bosco, classificabile come Formazioni di sclerofille sempreverdi e macchie termoxerofile con dominanza di Lentisco, Olivastro, e Carrubo, a seconda del grado evolutivo della macchia.



Punto di Rilievo: PC_4 e PC_5	**Coordinate Latitudine: 39.236577° / 39.237161° Longitudine: 8.503845° / 8.506367°**

Descrizione	
Area definibile Bosco a norma della L.R. n. 8 del 2016	No
Area boscata assoggettabile a trasformazione	No
Obbligo di rimboschimento compensativo a norma della D.G.R. 11\21 del 11.03.2020	No



Ortofoto del punto con sovrapposizione catastale

Descrizione sintetica dell'area:
Dal punto 4 al punto 5 ci si trova in un'area privata recintata a fondo chiuso con divieto d'accesso. L'area si presenta rimboschita a Eucaliptus.



Punto di Rilievo: PC_6	**Coordinate Latitudine: 39.246665° Longitudine: 8.541643°**

Descrizione	
Area definibile Bosco a norma della L.R. n. 8 del 2016	No
Area boscata assoggettabile a trasformazione	No
Obbligo di rimboschimento compensativo a norma della D.G.R. 11\21 del 11.03.2020	No



Ortofoto del punto con sovrapposizione catastale

Descrizione sintetica dell'area:
Il punto di campionamento ricade su strada privata sterrata.
Intorno al punto di campionamento, l'area si presenta a Nord rimboschita a Eucaliptus e Leccio, mentre a Sud si rinvengono campi gestiti a prato da pascolo per ovini e bovini.



Punto di Rilievo: PC_7	**Coordinate Latitudine: 39.270312° Longitudine: 8.598304°**

Descrizione	
Area definibile Bosco a norma della L.R. n. 8 del 2016	No
Area boscata assoggettabile a trasformazione	No
Obbligo di rimboschimento compensativo a norma della D.G.R. 11\21 del 11.03.2020	No



Ortofoto del punto con sovrapposizione catastale

***Descrizione sintetica dell'area*:**
Il punto di campionamento ricade su proprietà privata. L'area nel punto di campionamento si presenta come pascolo arborato su Sughera, con sporadica presenza di lentisco e olivastro. Intorno al punto di campionamento si rinvengono seminativi e reliquati di macchia mediterranea più evoluta dominate da olivastro, leccio e sughera nel piano dominante, con presenza sporadica di corbezzolo, lentisco, e fillirea.



Punto di Rilievo: PC_8	**Coordinate Latitudine: 39.269548° Longitudine: 8.610412°**

Descrizione	
Area definibile Bosco a norma della L.R. n. 8 del 2016	No
Area boscata assoggettabile a trasformazione	No
Obbligo di rimboschimento compensativo a norma della D.G.R. 11\21 del 11.03.2020	No



Ortofoto del punto con sovrapposizione catastale

***Descrizione sintetica dell'area*:**
Il punto di campionamento ricade su proprietà privata. Intorno al punto di campionamento, l'area si presenta come prato per il pascolo degli ovini.



Punto di Rilievo: PC_9	**Coordinate Latitudine: 39.273604° Longitudine: 8.614566°**

Descrizione	
Area definibile Bosco a norma della L.R. n. 8 del 2016	Si
Area boscata assoggettabile a trasformazione	No
Obbligo di rimboschimento compensativo a norma della D.G.R. 11\21 del 11.03.2020	Si



Ortofoto del punto con sovrapposizione catastale

***Descrizione sintetica dell'area*:**
Il punto di campionamento ricade su proprietà pubblica, in un'area di fruizione pubblica attrezzata. L'area è dominata dalla specie *Pinus pinea* (Pino domestico), con presenza sporadica di lentisco, corbezzolo, fillirea, leccio e sughera.

Punto di Rilievo: PC_10	**Coordinate Latitudine: 39.277976° Longitudine: 8.622241°**

Descrizione	
Area definibile Bosco a norma della L.R. n. 8 del 2016	Si
Area boscata assoggettabile a trasformazione	No
Obbligo di rimboschimento compensativo a norma della D.G.R. 11\21 del 11.03.2020	Si



Ortofoto del punto con sovrapposizione catastale

***Descrizione sintetica dell'area*:**
Il punto di campionamento ricade su strada proprietà privata, in un'area utilizzata come ZAC (zona addestramento cani per la caccia al cinghiale). L'area si presenta profilo vegetazionale eterogenea, con formazioni arbustive a Macchia Bassa, composte in prevalenza da Lentisco, Mirto, Cisti, Rosmarino, Ginestre, Eriche, Euforbie, Cisto, con presenza sporadica di Corbezzolo, Sughera, Leccio, Fillirea, ed Olivastro. La composizione strutturale del soprassuolo rientra nella definizione legale di Bosco, classificabile come Formazioni di sclerofille sempreverdi e macchie termoxerofile con dominanza di Lentisco, Olivastro, e Carrubo, a seconda del grado evolutivo della macchia.



Punto di Rilievo: PC_11	**Coordinate Latitudine: 39.337440° Longitudine: 8.752872°**
Descrizione	Ortofoto del punto con sovrapposizione catastale
Area definibile Bosco a norma della L.R. n. 8 del 2016	No
Area boscata assoggettabile a trasformazione	No
Obbligo di rimboschimento compensativo a norma della D.G.R. 11\21 del 11.03.2020	No



***Descrizione sintetica dell'area*:**
Il punto di campionamento ricade su strada pubblica. Intorno al punto di campionamento, l'area si presenta a seminativi e prato pascoli, nell'area a Nord e nel reliquato a Sud del punto si rinvengono formazioni boscate a macchia evoluta a dominanza di Olivastro, Sughera, Leccio, lentisco, Perastro e corbezzolo, sporadico Cisto, Ginestrone, ed Erica. Queste aree possono esser classificate come Formazioni di sclerofille sempreverdi e macchie termoxerofile con dominanza di Lentisco, Olivastro, e Carrubo, a seconda del grado evolutivo della macchia.



Punto di Rilievo: PC_12	**Coordinate Latitudine: 39.342946° Longitudine: 8.773771°**

Descrizione	
Area definibile Bosco a norma della L.R. n. 8 del 2016	No
Area boscata assoggettabile a trasformazione	No
Obbligo di rimboschimento compensativo a norma della D.G.R. 11\21 del 11.03.2020	No



Ortofoto del punto con sovrapposizione catastale

***Descrizione sintetica dell'area*:**
Il punto di campionamento ricade in un'area privata. L'area circostante si presenta a rimboschimento di Eucaliptus Sp. circondato da aree agricole utilizzate come seminativi e prato pascoli.

5. per quanto riguarda le componenti suolo e sottosuolo, in relazione alla parte off-shore:

5.1 lo studio del fondale sottomarino curato dal C.N.R. – CoNISma mette bene in evidenza gli aspetti potenzialmente soggetti a danneggiamento da parte della posa in opera del cavidotto interrato e riguardano soprattutto l'ambiente delle praterie di Posidonia e la biocenosi del coralligeno, suggerendo diverse alternative riguardo la posa del cavidotto, ma senza arrivare a una puntuale definizione della tecnica di posa in opera, in funzione della caratterizzazione ambientale delle aree interessate. Infatti dai documenti progettuali si evince che verranno adoperate particolari cautele nella posa in opera del cavo solo all'interno dell'area SIN (n.d.r. che si estende fino a 3 km dalla linea di costa), anche se dalla cartografia fornita dal C.N.R. – CoNISma sembrerebbe che gli ambienti sensibili come le praterie di Posidonia e la biocenosi del coralligeno si estendano oltre i 3 km. Di conseguenza non è chiaro quali siano le tecniche da adottare per la posa in opera del cavidotto per limitare al massimo gli effetti negativi su tali ambienti esterni al SIN e se siano previsti interventi di compensazione. Nei documenti prodotti infine non è chiaramente riportato inoltre se l'effettivo posizionamento del cavidotto sottomarino è scaturito dalle proposte formulate dal C.N.R. – CoNISma per minimizzare degli impatti sulle biocenosi. Si ritiene quindi necessario:

5.1.1 indicare le modalità di posa in opera del cavidotto sottomarino in tutte le aree contrassegnate dalla presenza di posidonia e/o biocenosi del coralligeno e di quantificare gli interventi di mitigazione previsti nei vari tratti di intervento considerando i dati attualmente a disposizione;

5.1.2 quantificare gli interventi di compensazione previsti in termini quantitativi e non generici considerando i dati attualmente a disposizione;

Nella progettazione del tracciato sono stati considerati aspetti molteplici legati sia all'installabilità delle opere sia alle condizioni ambientali di riferimento. L'indagine oceanografica effettuata sull'area tra il parco e il punto di sbarco a terra ha reso possibile:

- definire accuratamente la batimetria nel sito principale e nell'ECC (Export Cable Corridor);
- localizzare e identificare elementi morfo-batimetrici, come sand waves, frane, emissioni di gas e altri lineamenti geologici;
- localizzare e identificare elementi antropici, come detriti e relitti, anche di valenza archeologica;
- localizzare e identificare la presenza di infrastrutture di terze parti quali cavi sottomarini di potenza e telecomunicazione;
- localizzare e identificare i danni provocati dalle attività umane (come la pesca a strascico) al fine di dettagliare le condizioni di rischio per le infrastrutture sommerse;
- localizzare e identificare aree significative dal punto di vista ambientale, compresi gli habitat a coralligeno e le praterie di Posidonia eventualmente presenti nell'area del rilievo;
- minimizzare i rischi di posa del cavo marino prevedendo le migliori condizioni di installazione compatibili con le caratteristiche dei fondali.

La soluzione proposta, è stata studiata in collaborazione con il CNR sulla base delle migliori informazioni disponibili in merito alla presenza di biocenosi nella zona nearshore prossima allo sbarco.

Fatte queste premesse, per quanto richiesto dall'osservazione in oggetto, nel seguito si riportano indicazioni dettagliate relative alle modalità di posa previste per i singoli tratti dell'elettrodotto marino di esportazione e dei cavi inter-array. Per maggiori dettagli si rimanda comunque alla consultazione dell'elaborato di progetto dal titolo "Relazione tecnica – Elettrodotto marino" cod. C0421BR00POSELE01 allegata al presente documento di integrazione.

Fermo restando che in fase ante operam, a seguito di una nuova campagna di indagini geofisiche e oceanografiche più dettagliate, si potrà confermare il tracciato dell'elettrodotto marino e le relative modalità di

posa al fine di traguardare idonei livelli di protezione ambientale (salvaguardando la eventuale presenza di coralli, praterie di Posidonia e altri habitat di pregio) e di sicurezza delle installazioni, l'analisi di rischio svolta (CBRA, Cable Burial Risk Assessment, aggiornata nell'ambito di stesura del presente documento) ha permesso di definire una strategia di protezione ed interramento sia per l'area dell'elettrodotto marino che per quella del parco eolico interessata dalla posa dei cavi inter-array. A seguire si riporta una mappa (Figura 35) ed una tabella (Tabella 78) dettagliata con le tipologie di posa individuate per ogni tratto, di cui sono indicate le coordinate geografiche degli estremi.

MISURE DI COMPENSAZIONE

Le praterie di Posidonia sono presenti nella parte meno profonda del progetto, indicativamente sopra i 30m di profondità. L'unico impatto previsto è quello causato dall'installazione de cavi di export a 220kV. La protezione dei cavi su tali fondali verrà effettuata mediante trenching chirurgico o tramite posa di materassi reattivi che offriranno, all'interno dell'area SIN, soluzioni di bio-remediation localizzate e nel contempo siti di reimpianto per *P. Oceanica*.

Una esatta estensione delle praterie interessate dalle opere di installazione dei cavi potrà essere effettuata solo in fase ante-operam, una volta ottimizzato e finalizzato il tracciato di posa dei cavi marini sulla base di un rilievo di dettaglio in situ (da condursi anche con metodologia ROV); in caso di intereferenza inevitabile con praterie di *Posidonia oceanica* si valuterà, di concerto con le autorità competenti, la miglior tecnica di ripiantumazione applicabile. Ad ogni modo l'eventuale perdita delle praterie sarà completamente compensata mediante reimpianto di Posidonia in aree degradate, eventualmente nelle vicinanze del progetto. Tale attività verrà realizzata in collaborazione con enti scientifici e non governativi seguendo le linee guida più aggiornate per garantire un risultato di lunga durata, come ad esempio promosso dal progetto LIFE SEPOSSO che vede la collaborazione di ISPRA.

In un'ottica di lungo periodo, potrebbe risultare ancora più importante limitare la regressione delle praterie esistenti e in buono stato, intervenendo sui fattori più impattanti; tra questi, vi è sicuramente l'ormeggio da parte delle imbarcazioni da diporto. In varie località sono stati implementati con successo dei progetti di installazione di ormeggi rispettosi del fondale. Il Proponente avanza dunque la proposta di implementare tali sistemi, concertando con le autorità locali il migliore posizionamento nelle aree limitrofe, dove l'impatto possa essere maggiore.

Analogamente, per quanto relativo alle interferenze rispetto ad habitat a coralligeno, saranno i risultati dell'indagine *ante operam ,* ancora una volta, a stabilire con esattezza il miglior percorso cavo finalizzato a non arrecare disturbo agli habitat nella definitiva condizione delle aree alla data della costruzione.

Le misure di compensanzione per le specie sessili, come i coralli, consistono principalmente nei trapianti di frammenti da colonie donatrici oppure, per scopi bioecologici, ovvero per poter aumentare le possibilità di insediamento, si sta anche facendo largo uso di stutture *artificial reefs* (barriere artificiali) 3D. Il trapianto può essere effettuato, su piccola scala, sia su telai che su corde mentre le strutture artificiali possono essere forme in cemento o moduli appositamente costruiti. Fermo restando che l'evitamento di tali habitat e la selezione di tracciati di posa alternativi sia sempre la soluzione preferibile, qualora l'interferenza fosse inevitabile sarà possibile mettere in atto strategie di restauro biologico secondo le indicazioni degli enti scientifici competenti.

Approfondimenti sul tema del restauro ecologico degli habitat sensibili sono rinvenibili al punto 13.2 della sezione "RICHIESTE DI INTEGRAZIONE MASE" cui si rimanda per ulteriori dettagli.



Figura 167 – Strategia di protezione e interramento.
Elaborazione iLStudio.

Tabella 105 – Strategia di posa e interramento.

Elaborazione iLStudio.

ID	Easting	Northing	Progres. [km]	Lungh. [km]	Strategia di posa
	SR: WGS84/UTM 32N (EPSG: 32632)				
P0	447255	4338529	0		
	TRATTO 1			1	Materassi reattivi
P1	446256	4338584	1		
	TRATTO 2			1.1	Materassi reattivi
P2	445158	4338644	2.1		
	TRATTO 3			0.7	Materassi reattivi
P3	444682	4339130	2.8		
	TRATTO 4			1.2	Materassi reattivi
P4	443941	4340074	4		
	TRATTO 5			0.5	Materassi reattivi
P5	443632	4340468	4.5		
	TRATTO 6			0.6	Materassi reattivi
P6	443181	4340804	5.1		
	TRATTO 7			1	Materassi reattivi
P7	442246	4341152	6.1		
	TRATTO 8			0.7	Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P8	441606	4341435	6.8		
	TRATTO 9			0.5	Protezione con massi/Interramento (Mechanical trencher)
P9	441149	4341638	7.3		
	TRATTO 10			1.2	Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P10	440043	4342105	8.5		
	TRATTO 11			2.6	Protezione con massi/Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P11	437644	4343106	11.1		
	TRATTO 12			2.6	Protezione con massi/Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P12	435244	4344107	13.7		
	TRATTO 13			5.2	Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P13	430589	4345264	18.9		
	TRATTO 14			3	Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P14	427996	4346661	21.9		
	TRATTO 15			2.9	Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P15	425285	4347690	24.8		
	TRATTO 16			1.3	Protezione con massi/Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P16	424070	4348152	26.1		
	TRATTO 17			2.6	Protezione con massi/Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P17	421639	4349075	28.7		
	TRATTO 18			5.1	Protezione con massi/Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P18	416931	4351035	33.8		
	TRATTO 19			2.4	Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P19	414716	4351960	36.2		
	TRATTO 20			1.4	Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P20	413424	4352499	37.6		
	TRATTO 21			0.7	Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P21	412778	4352769	38.3		
	TRATTO 22			3.3	Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P22	409733	4354040	41.6		
	TRATTO 23			3.1	Protezione con massi/Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P23	406867	4355220	44.7		
	TRATTO 24			2.2	Protezione con massi/Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P24	404774	4355861	46.9		
	TRATTO 25			1.1	Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P25	403682	4355766	48		
	TRATTO 26			2.9	Protezione con massi/Interramento (Mechanical trencher)
P26	401386	4354266	50.8		

5.2 per quanto riguarda gli ancoraggi delle turbine e delle stazioni elettriche flottanti, il sito dove insiste il parco eolico ricade all'interno della piattaforma sottomarina sulcitana, a profondità comprese tra 350 e 700 m e a circa 35 km di distanza dalla linea di costa. Dalla Sintesi Non Tecnica (n.d.r. e non dallo S.I.A.) risulta che nella prima fase della progettazione è stato ipotizzato un sito alternativo, poi scartato in relazione a criticità localmente riscontrate sui fondali marini e per garantire l'accesso alle migliori condizioni di vento disponibili nell'area. A completamento dei dati disponibili, derivanti da studi e indagini pregresse, la Proponente afferma di avere eseguito una campagna oceanografica tramite la società Fugro Italy S.p.A. che ha effettuato una campagna di indagini dirette costituite da carotaggi continui in mare aperto; la campagna, eseguita a partire dal 13.10.2021 fino al 07.01.2022, ha consentito di collezionare dei campioni dalle carote prelevate dai carotaggi previsti nel blocco di indagini geotecniche ed archeologico/ambientali (nel seguito indicato come WP3 – Work Package 3). Per quanto i dati acquisiti dal punto di vista geologico-geofisico siano da ritenersi sufficienti per l'elaborazione del progetto definitivo, si ritiene necessario che la documentazione sia integrata in relazione ai seguenti aspetti: […]

5.2.1 illustrare meglio le condizioni di stabilità del fondo marino in relazione alla presenza di situazioni di apparente instabilità dove ricadono alcune opere fondali (Fig. 6.1 – Sintesi non Tecnica), problematica non completamente illustrata nella relazione geologica.

In merito all'osservazione in oggetto si fa presente che l'alternativa localizzativa dell'impianto offshore in relazione a *"[…] criticità localmente riscontrate sui fondali marini e per garantire l'accesso alle migliori condizioni di vento disponibili nell'area […]"* è stata già ben descritta dal Proponente nell'ambito dello "Studio di Impatto Ambientale" cod. C0421YR03RELSIA00 al Capitolo 12 "Valutazione obbligatoria delle alternative" paragrafo 12.2 "Ubicazione del parco eolico e layout" e sottoposti, dunque non solo nella "Sintesi Non Tecnica" come erroneamente indicato nel testo dell'osservazione. La caratterizzazione delle aree ottenuta grazie alla campagna oceanografica commissionata dalla Proponente alla società Fugro Italy S.p.A. ha costituito una solida base di progetto per la definizione della proposta progettuale ed è stata estesa ad un'area significativamente più grande di quella effettivamente richiesta per le installazioni così da garantire adeguata flessibilità. Gli esiti geologico-geofisici della suddetta campagna sono resi in forma di report e tavole grafiche all'interno degli elaborati progettuali già allegati allo SIA con codice:

- Rapporto sulle indagini a mare - parte 1 di 6, cod. 1-C0421YR31GEOMAR00a;
- Rapporto sulle indagini a mare - parte 2 di 6, cod. 2-C0421YR31GEOMAR00a;
- Rapporto sulle indagini a mare - parte 3 di 6, cod. 3-C0421YR31GEOMAR00a;
- Rapporto sulle indagini a mare - parte 4 di 6, cod. 4-C0421YR31GEOMAR00a;
- Rapporto sulle indagini a mare - parte 5 di 6, cod. 5-C0421YR31GEOMAR00a;
- Rapporto sulle indagini a mare - parte 6 di 6, cod. 6-C0421YR31GEOMAR00a.

In relazione alla richiesta di *"[…] illustrare meglio le condizioni di stabilità del fondo marino in relazione alla presenza di situazioni di apparente instabilità dove ricadono alcune opere fondali […]"*, fermo restando che una esaustiva descrizione è già presente negli elaborati suddetti, si riporta a seguire un approfondimento sul tema.

SINTESI DELLE CONDIZIONI DI STABILITÀ DEL FONDALE MARINO NEL SITO DI INSTALLAZIONE OFFSHORE

Nel contesto dello sviluppo di una FOWF (Floating Offshore Wind Farm), un georischio (*geohazard*) è definito come una condizione geologica che può potenzialmente impattare negativamente sulle persone, sulle specie animali e vegetali, sull'ambiente, oltrechè sul sito della FOWF e sulle attività di sviluppo ad esso connesse.

Sebbene nell'ambito della realizzazione di un parco eolico offshore gli studi in ambito geofisico si concentrino sui rischi geologici superficiali, è necessario tenere in considerazione che la Terra è un sistema complesso ed

interconnesso in cui i rischi geologici superficiali sono spesso controllati, o almeno influenzati, da processi che avvengono a profondità anche molto superiori della crosta terrestre.

La previsione del rischio geologico avviene principalmente tramite la mappatura degli strati geologici nel sottosuolo e la caratterizzazione del fondale marino. Una volta mappate le caratteristiche sospette, è possibile effettuare l'analisi dei rischi tramite l'uso di analoghi geologici e l'applicazione del principio dell'attualismo (o uniformitarianismo) secondo il quale i processi fisici che possiamo osservare oggi si sono sempre verificati allo stesso modo nel corso della storia.

Lo studio dei dati preliminari del sito scelto per la realizzazione della FOWF utilizza un approccio standardizzato per determinare la probabilità, gravità e mitigazione dei rischi geologici ovvero:

- Probabilità: qual è la probabilità di incontrare un geohazard durante l'installazione?
- Gravità: se riscontrato, qual è l'impatto di tale incontro?
- Mitigazione: come si può evitare di incontrare il geohazard definito?

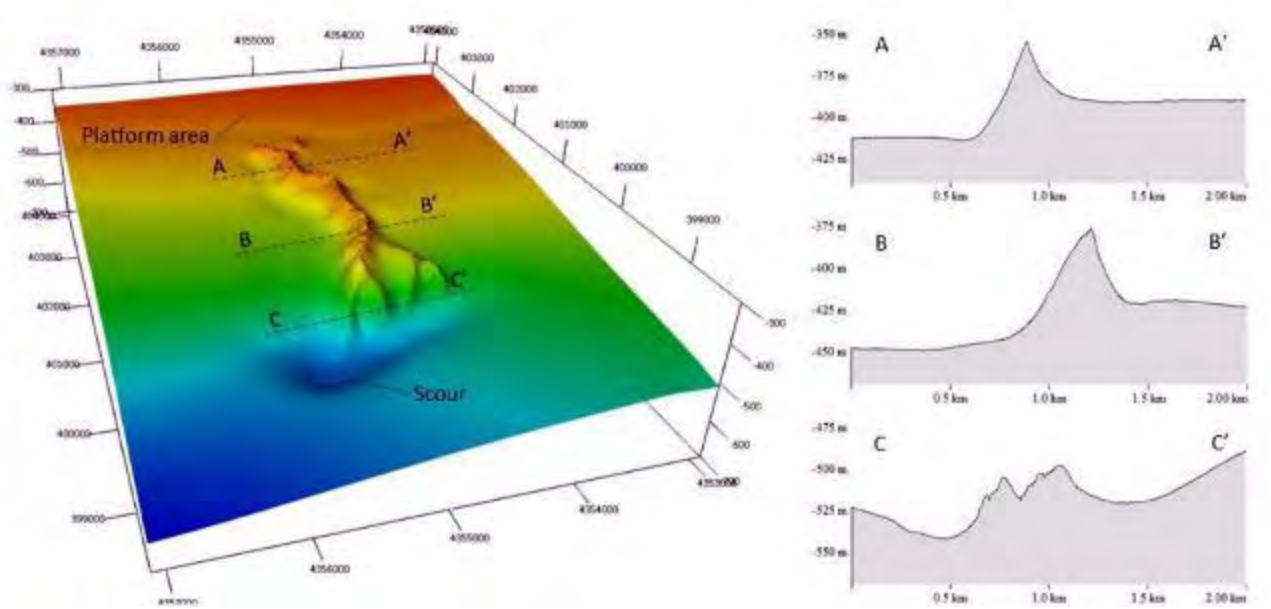
Ai fini di un inquadramento geologico e geomorfologico delle aree a mare interessate dal progetto i dati raccolti nel corso della campagna oceanografica svoltasi nelle aree marine di progetto tra ottobre 2021 e gennaio 2022 sono stati integrati e confrontati con i dati forniti dalla campagna oceanografica MAGIC IAMC 0511 realizzata dal CNR (le aree interessate dal progetto rientrano parzialmente nei fogli 63 e 64).

Bioermi e Carbonati

Al centro del sito della FOWF sono presenti due grandi cumuli (Unità 02) che si estendono verso Ovest dal ciglio della piattaforma continentale fino all'area esterna alla piattaforma stessa. Tali strutture hanno una lunghezza compresa tra 1 e 3 km e sono alte fino a 75 m sopra il fondale marino circostante (Figura 333).

I dati sismici raccolti dimostrano che tali cumuli si sviluppano dal riflettore H20. Sebbene secondo il Rapporto Ambientale Fugro i cumuli sono costituiti da una "roccia scura, probabilmente di origine vulcanica", data la posizione e la struttura degli elementi, si ritiene più probabile che si siano originati dall'accumulo di materiale carbonatico biogenico. I fianchi ripidi dei cumuli (con pendenze localmente superiori a 50°) sono probabilmente aree in cui potrebbe essersi verificato uno spargimento di rocce nel corso del tempo, che può portare all'accumulo di ciottoli o massi duri attorno alla base e lungo i pendii dei tumuli stessi.

I due cumuli carbonatici più grandi non sono isolati, ma fanno parte di un vasto complesso di strutture simili che si estendono a nord e a sud lungo la linea del bordo occidentale della piattaforma (Figura 335).



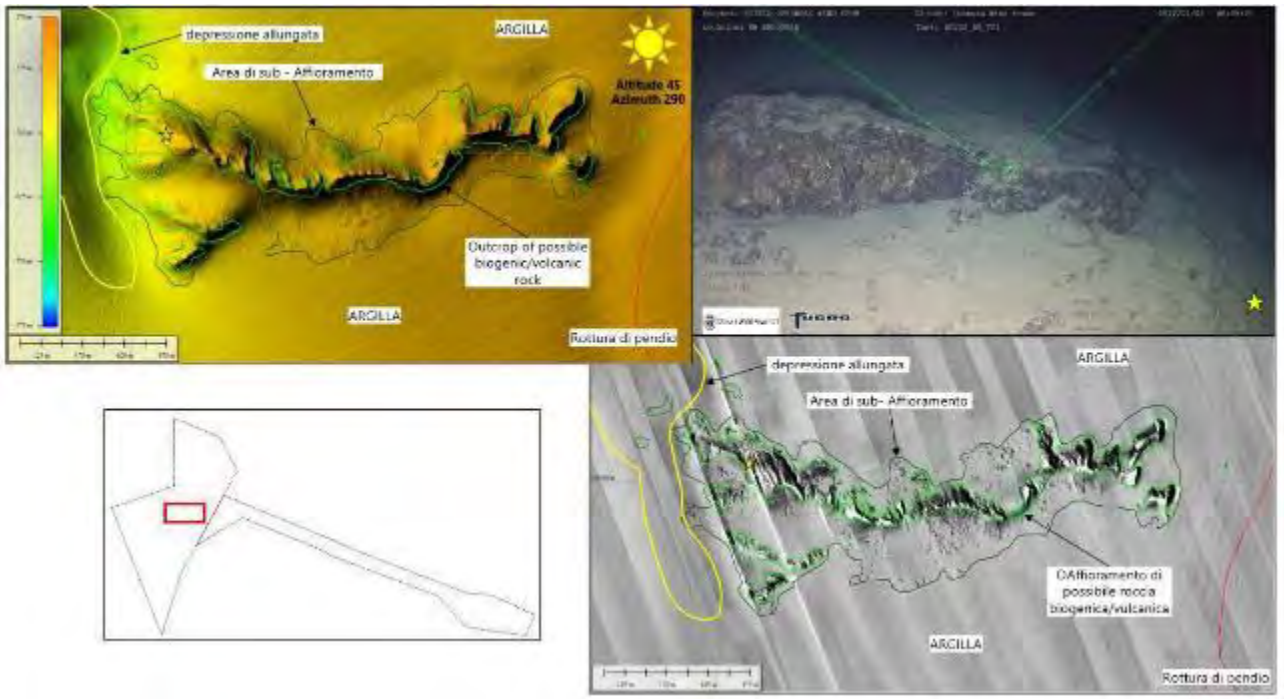


Figura 168 – Elaborazione batimetrica 3D del cumulo bioermico più grande, nell'area meridionale del sito.

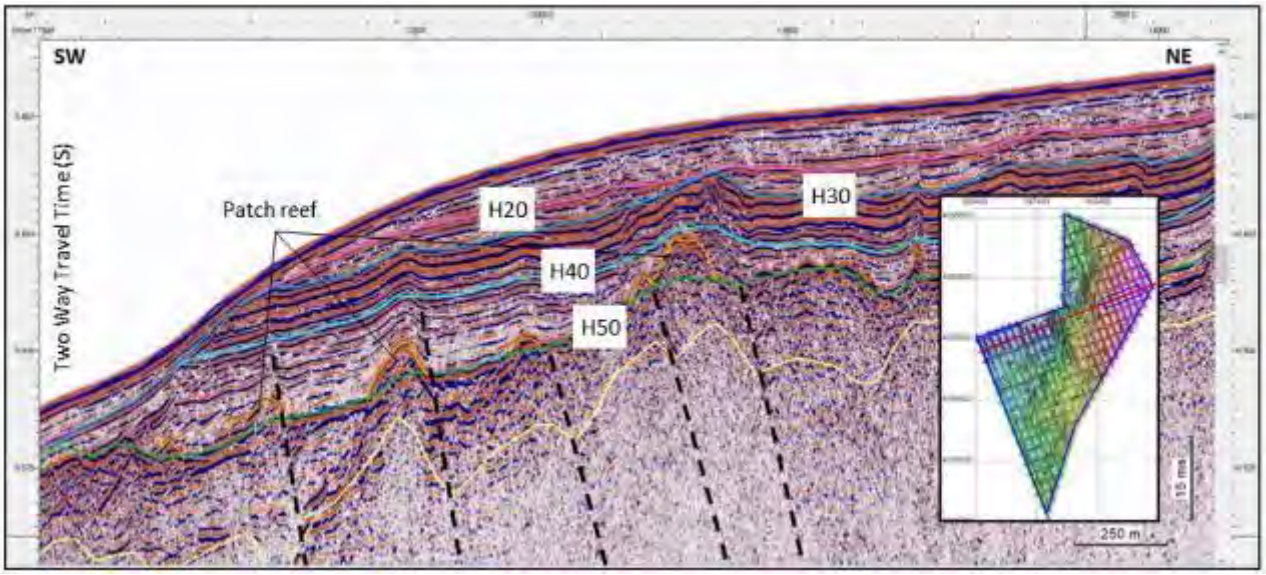


Figura 169 – Sezione sismica temporale orientata SW-NE dalla linea di rilievo SC121S-UX16 che mostra ciò che vengono interpretati come riflettori assemblati con sommità dura (arancioni) che si estendono dalla discordanza H050.

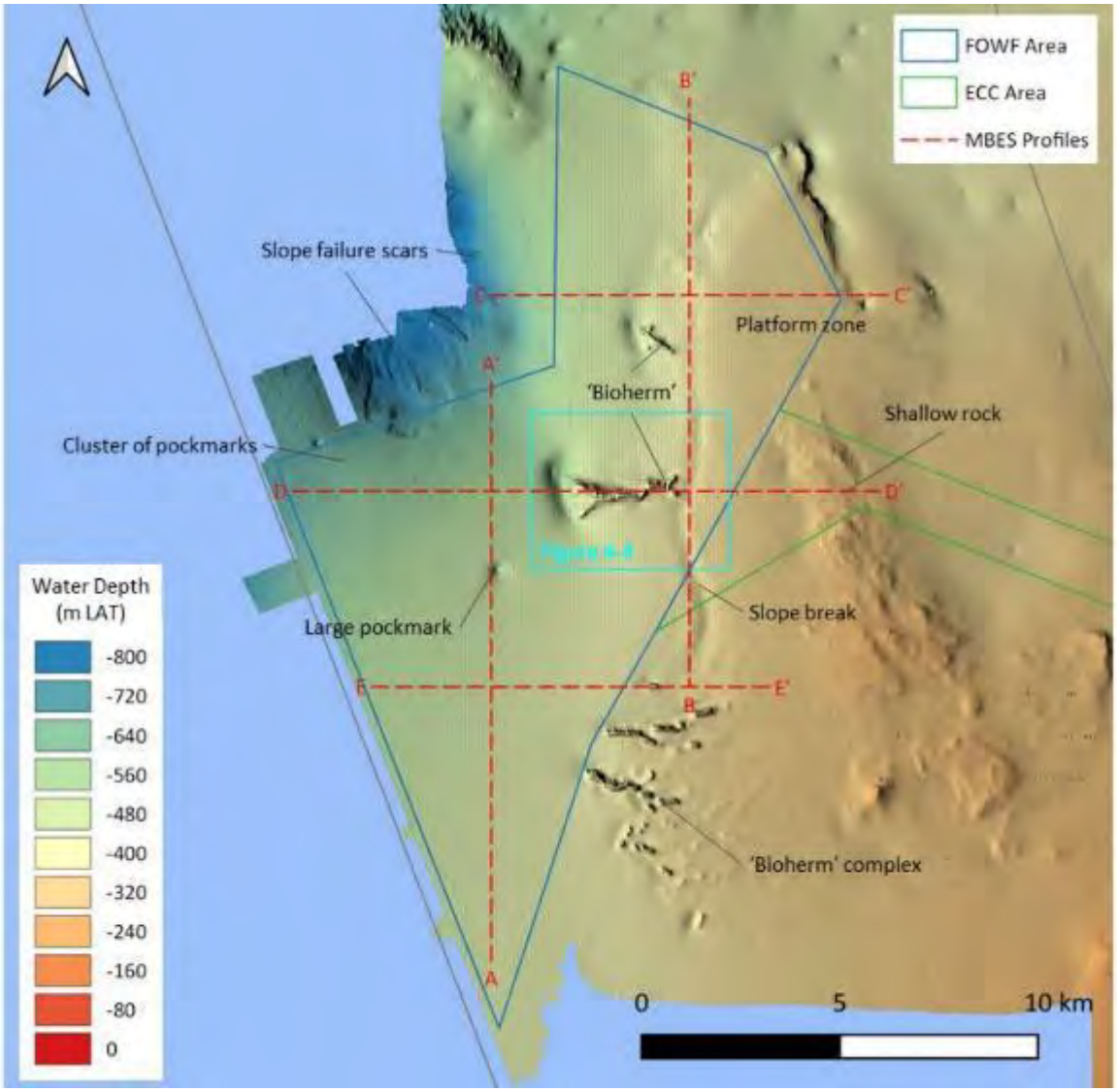


Figura 170 – Panoramica batimetrica dei rilievi ombreggiati del sito FOWF, con i profili batimetrici indicati in rosso.

Oltre ai cumuli visibili sulla batimetria del fondale marino, si ritiene che un numero significativo di tumuli siano sepolti a diversi intervalli di profondità all'interno dei sedimenti poco profondi che si sono accumulati sulla zona della piattaforma. Tale teoria è avvalorata dall'identificazione di tali strutture all'interno delle Unità 01 e 05, estendendosi principalmente dalle discordanze H20 (Figura 336, Figura 337) e H50 (Figura 334).

Queste strutture sepolte si estendono per una lunghezza compresa tra 50 e 250 m, ed hanno uno spessore massimo di 4 m. I cumuli H50 si trovano tipicamente sulla cresta sottostante delle faglie. È possibile che in seguito all'abbassamento eustatico del livello del mare e al successivo ri-allagamento della piattaforma, il fondale marino leggermente rialzato o più duro sotto affioramento topografico delle rocce sottostanti, fornisca un ambiente marino e una superficie adatta per la formazione locale di barriere coralline. Si ritiene inoltre possibile che il continuo allagamento della piattaforma abbia arenato e seppellito le forme locali della barriera corallina, racchiudendole in sedimenti relativamente più morbidi (Figura 337).

Sebbene allo stato attuale non sia possibile conoscere le caratteristiche e composizione precisa di questi cumuli sepolti, qualora essi siano di natura carbonatica, non è da escludere la possibilità che possano rappresentare un rischio geologico. La presenza di roccia carbonatica dura sepolta da sedimenti relativamente morbidi potrebbe costituire infatti un ostacolo alle future operazioni di installazione di ancoraggi e cavi così come l'eventuale distacco di ghiaie e massi da tali strutture.

Per tali motivi risulta fondamentale pianificare l'ubicazione dei punti di ancoraggio degli aerogeneratori, dei cavi e delle infrastrutture associate in modo tale che siano posizionate lontano da questi elementi di roccia dura. A tale scopo, preliminarmente alla costruzione, si procederà al campionamento geotecnico in prossimità dei cumuli sepolti così da determinarne la composizione litologica e meglio quantificare i potenziali rischi associati. In misura precauzionale, intorno ai cumuli di bioherma evidenziati dai dati batimetrici saranno applicate delle *buffer zone* di almeno 100 m al fine di evitare l'installazione dei sistemi di ancoraggio in corrispondenza dei versanti sepolti dei cumuli e di eventuali accumuli di materiale grossolano.

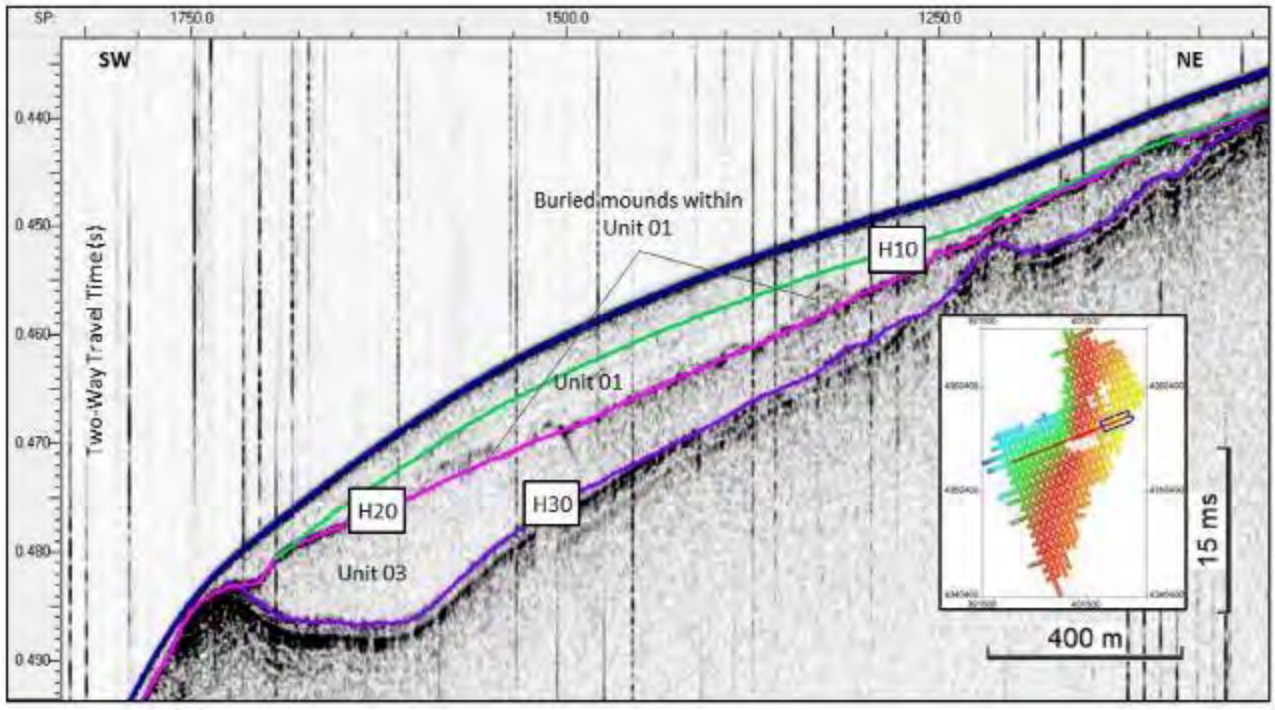


Figura 171 – Sezione sismica per la linea SC121S-UX14 che mostra il carattere sismico dei sedimenti dell'Unità 1 all'interno della zona della piattaforma.

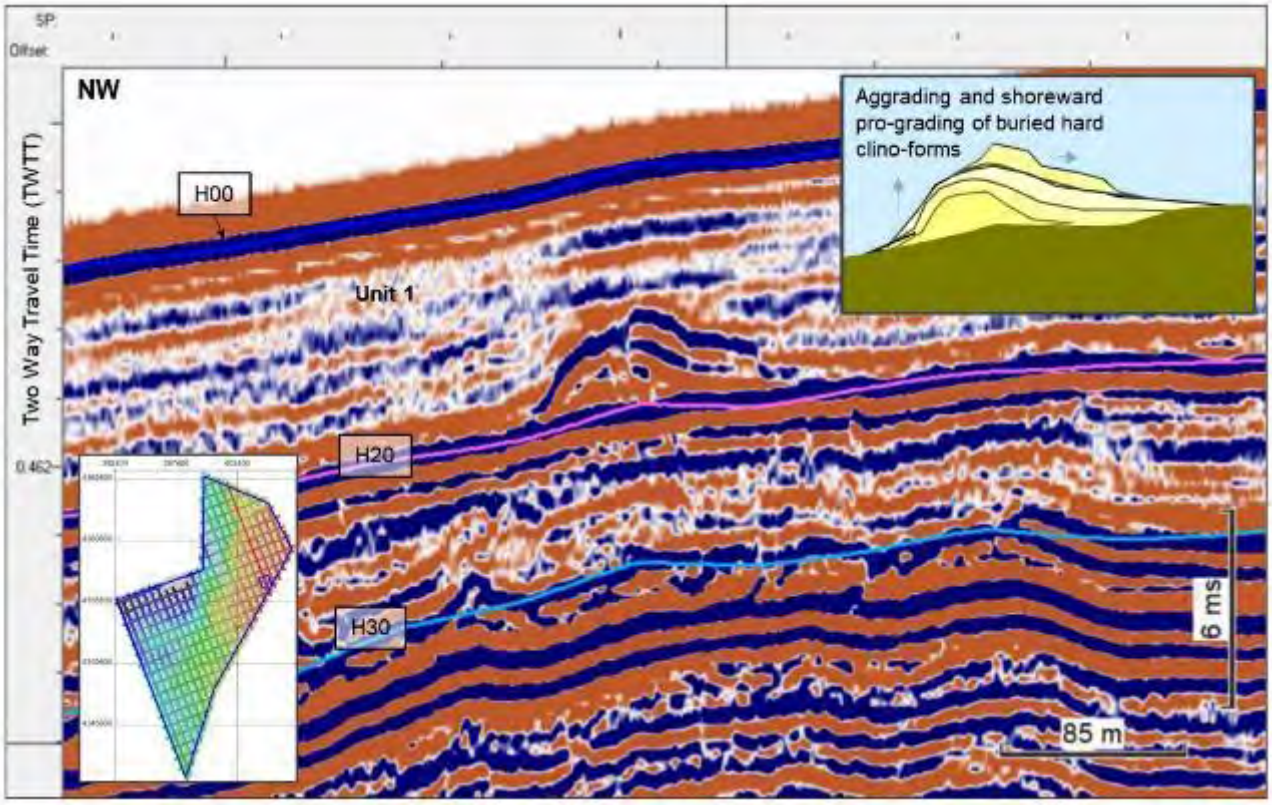


Figura 172 – Sezione temporale sismica dalla linea di rilievo U080-031 che mostra clinoformi fortemente aggradenti che migrano verso la costa man mano che si verifica l'innalzamento del livello del mare nel tempo. La barriera corallina viene successivamente arenata e sepolta sovrapponendo riflettori di sedimenti molli dell'Unità 01.

Faglie e Fratture

L'intero sito FOWF presenta deformazioni di taglio dovute ai normali processi di fagliazione. Durante lo studio preliminare dell'area, sono state identificate numerose faglie nei 100 metri superiori del fondale; tuttavia, i dati finora raccolti non sono sufficienti a mappare l'andamento delle faglie sull'area della piattaforma. Nella zona della piattaforma la fagliazione è generalmente associata ai depositi pre-H30 (Unità 03-07). Lungo alcune di queste faglie è stato osservato anche il movimento inverso con la formazione di pieghe anticlinali ad *hanging wall* (Figura 338); tali faglie si trovano tipicamente ad un angolo relativamente elevato ed è probabile che siano caratteristiche persistenti lateralmente. Lo spostamento è maggiore nei sedimenti delle Unità 06 e 07 e si riduce nelle Unità 03-05, dove è possibile che un elemento di movimento inverso della faglia possa aver ridotto lo spostamento totale.

In generale, i sedimenti quaternari dell'Unità 01 non mostrano segni di disturbo, il che indica che negli ultimi tempi queste faglie sono state interessate da movimenti limitati o che il cedimento dei suoli non si è ancora verificato. Ciò significa che le caratteristiche geotecniche dei sedimenti dell'Unità 01 potrebbero esser soggette a future variazioni per effetto della faglia sottostante; di tale variabile si è tenuto conto durante la fase di progettazione e particolare attenzione verrà riservata durante il posizionamento finale degli ancoraggi in prossimità delle faglie.

Al momento non sono state osservate faglie esposte sul fondale marino al centro della piattaforma, tuttavia non è da escludere che in futuro possano diventare visibili attorno al bordo esterno della zona della piattaforma, laddove i sedimenti dell'Unità 01 sono assenti.

Nelle aree al centro della zona della piattaforma, dove i sedimenti dell'Unità 01 sono più spessi, sono state individuate faglie ad una profondità di circa 10 m sotto il fondale marino (Figura 339); al di fuori della piattaforma continentale, le faglie sono invece localizzate a profondità superiori a 100 m dal fondale e sono generalmente orientate in direzione NW-SE, mostrando caratteristiche di spostamento quaternario.

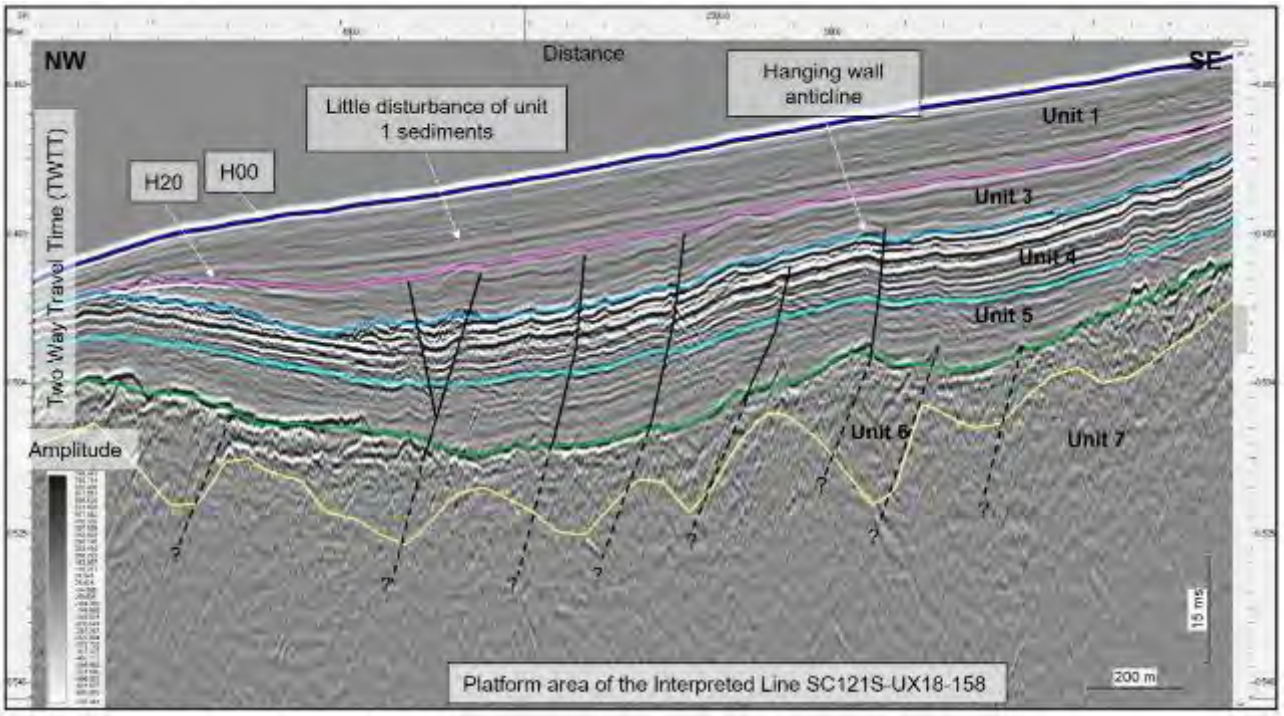


Figura 173 – La zona della piattaforma della sezione sismica temporale orientata NW-SE (scala di grigi per evidenziare la faglia) dalla linea di rilievo UX18-158 che mostra gli andamenti della faglia inversa ripida normale e riattivata. I sedimenti quaternari dell'Unità 01 generalmente non sono stati disturbati.

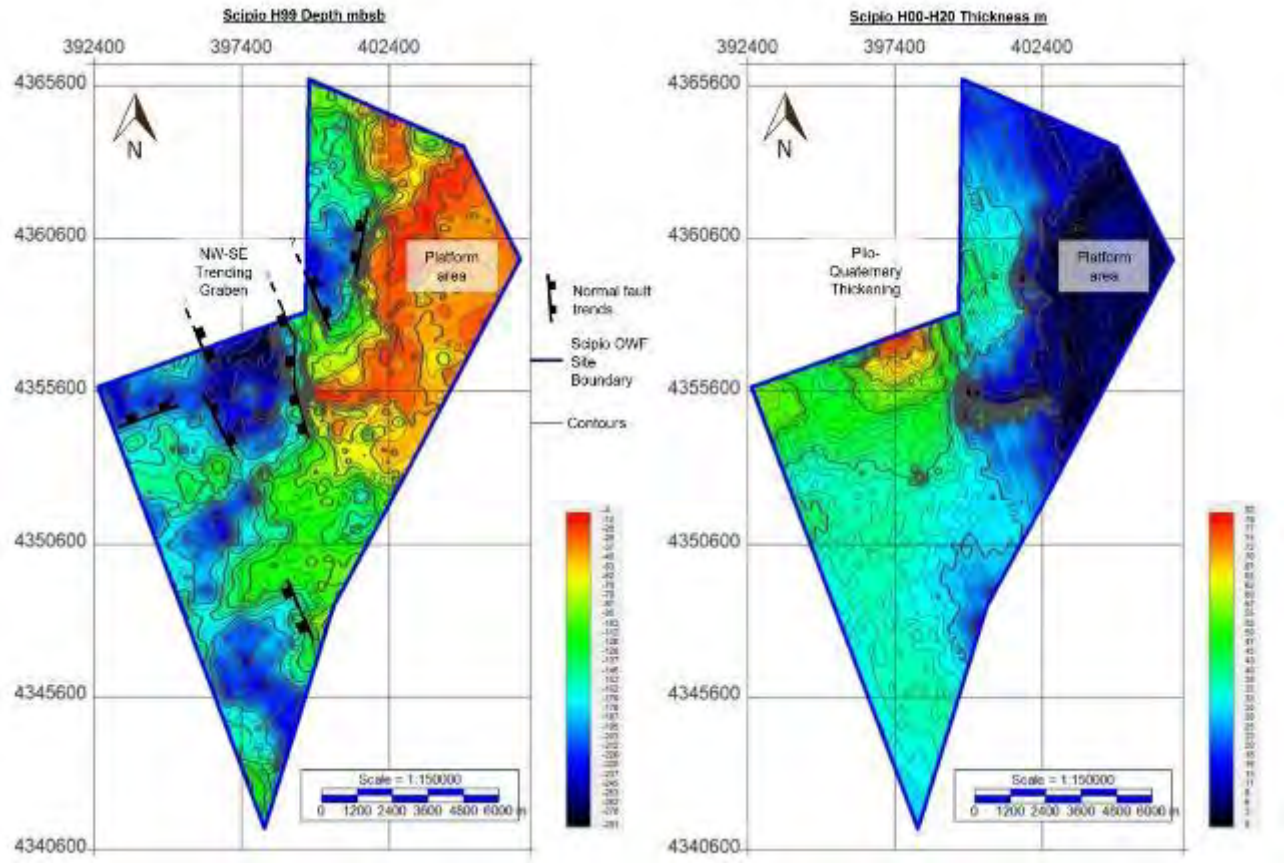


Figura 174 – (a sinistra) Faglie con andamento NW-SE mappate e dedotte sulla griglia H99, dove vengono interpretati gli spostamenti. (a destra) Le faglie dedotte sono mappate dove i sedimenti invecchiati del Quaternario (Unità 01) vengono interpretati come ispessiti. Gli schemi lineari di ispessimento supportano un sistema di faglie attive NW-SE durante la deposizione.

Un'ulteriore attivazione delle faglie con andamento NW-SE potrebbe generare attività sismica con conseguente impatto sull'integrità superficiale dei fondali circostanti ai punti di ancoraggio. L'attivazione di un simile trend strutturale nel graben del Campidano (~60 km N) ha provocato nel 2006 la generazione di diversi terremoti di magnitudo 4.5 (rif. successiva sezione "Terremoti"); data la presenza di simili graben nelle vicinanze del sito, esso è considerato a rischio sismico locale. Per tali motivi, particolare attenzione si è posta durante la fase di progettazione per pianificare accuratamente il posizionamento degli ancoraggi, mantenendo una adeguata distanza dalle faglie note della piattaforma.

Data la presenza di un trend di faglia attivo a livello regionale sia in sito che immediatamente al di fuori di esso, si rimanda alla successiva sezione "Terremoti" per quanto riguarda la progettazione della relativa mitigazione.

Terremoti

Sebbene il margine sud-occidentale della Sardegna sia stato caratterizzato strutturalmente come un margine divergente divenuto pressoché stabile (Deiana, et al., 2021), i dati raccolti dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia rivelano che vi sono stati diversi episodi di significativa attività sismica negli ultimi 45 anni; nel 1977 (38.21° -08.21°; 5.4 Mw), nel 1988 terremoto di magnitudo 5.5 nel sud della Sardegna presso la faglia attiva di Sant'Antioco e nel 2006, due terremoti di magnitudo 4.5 nel graben del Campidano orientato NW-SE, situato a circa 60 km a nord del sito (Deiana, et al., 2021) (De Falco, Giovanni; Conforti, Alessandro, 2021).

Sia l'area interna che quella esterna al sito è stata interessata da attività sismica nel recente passato a seguito dell'attivazione delle faglie con andamento NW-SE presenti nell'area; pertanto, non è da escludere la possibilità che tale fenomeno possa ripetersi in futuro, e possa potenzialmente compromettere l'integrità dei substrati superficiali intorno ai siti di ancoraggio.

Le indagini geotecniche effettuate da Fugro mostrano che sul fondale marino del sito FOWF sono presenti sedimenti superficiali sabbiosi con un contenuto di acqua compreso tra il 40% e il 66%. In caso di attività sismica, tali sedimenti sabbiosi sono soggetti a liquefazione che, se non adeguatamente considerata, potrebbe determinare una perdita di resistenza e rigidità del terreno attorno a un'ancoraggio, facendola penetrare più in profondità. Per tale motivo, le fondazioni sono state progettate per essere sostenute da terreni a profondità superiori a quelle interessate dalla potenziale liquefazione durante un evento sismico.

L'attività sismica può inoltre esasperare ulteriormente l'instabilità del fondale marino all'interno dell'area centrale del graben (caratterizzata da un fondale marino con pendii più ripidi), aumentando ulteriormente il rischio di processi di trasferimento di massa che si verificano come risultato della regressione dei canyon di valle (rif. sezione "Instabilità dei pendii e trasferimento di massa dei sedimenti").

Nella fase di progettazione si è ovviamente tenuto conto del rischio di terremoti offshore e del loro potenziale impatto sui sedimenti del fondale marino.

Al fine di sviluppare un più accurato modello del fondale e identificare la posizione delle faglie potenzialmente attive, sarà comunque effettuata una valutazione probabilistica della pericolosità sismica (PSHA - Probabilistic Seismic Hazard Assessment). Inoltre, lo studio dei carotaggi previsti durante le indagini geotecniche ante operam e dei dati storici sugli eventi sismisi forniranno informazioni preziose per la modellazione della zona sorgente sismica.

Pockmark

Un grande cluster di pockmarks è presente sul fondale marino fuori piattaforma nella zona occidentale del sito FOWF, con diversi gruppi più piccoli situati al centro e a nord del sito. Tali pockmark hanno tipicamente un diametro compreso tra 50 e 100 m, con una profondità di 2-3 m, e possono essere generalmente classificati in base a caratteristiche correlate alla migrazione e allo scarico del fluido verso l'alto ed in modo più specifico in base a caratteristiche direttamente correlate allo sfiato del paleofluido.

Gli studi preliminari hanno evidenziato la presenza di numerosi pockmark sepolti dai sedimenti. Tali strutture sepolte sono caratterizzate da riflessi a forma di "piattino" localizzati in tutte le Unità Plio-Pleistoceniche 01 e

03, nella zona fuori piattaforma (Figura 341). Questi antichi pockmark sono maggiormente concentrati nel settore ovest del sito, dove sembrano aumentare di frequenza man mano che il basamento acustico (H99) diviene più profondo; al contrario, simili strutture sono rare all'interno della zona della piattaforma.

Le strutture sono approssimativamente circolari con diametri di 10-100 m, ma senza struttura interna distinguibile dalle registrazioni sismiche. Generalmente hanno un forte carattere sismico positivo (associato alla presenza di sedimenti relativamente duri), tagliano i riflettori adiacenti e sono spesso impilati verticalmente, con fratture di collegamento verticali del segnale attenuato. Spesso un segnale sismico fantasma proveniente da elementi simili situati al di fuori dal piano principale della sezione può essere visto come elementi di ampiezza più piccola o inferiore. Questo fenomeno è tipico dello "scorrimento laterale", che può verificarsi durante l'acquisizione di dati 2D e indica la presenza di caratteristiche aggiuntive tra le linee sismiche acquisite o che coprono un'ampia estensione laterale. All'interno dei pockmark sono possibili accumuli di materiale duro, solitamente di natura carbonatica.

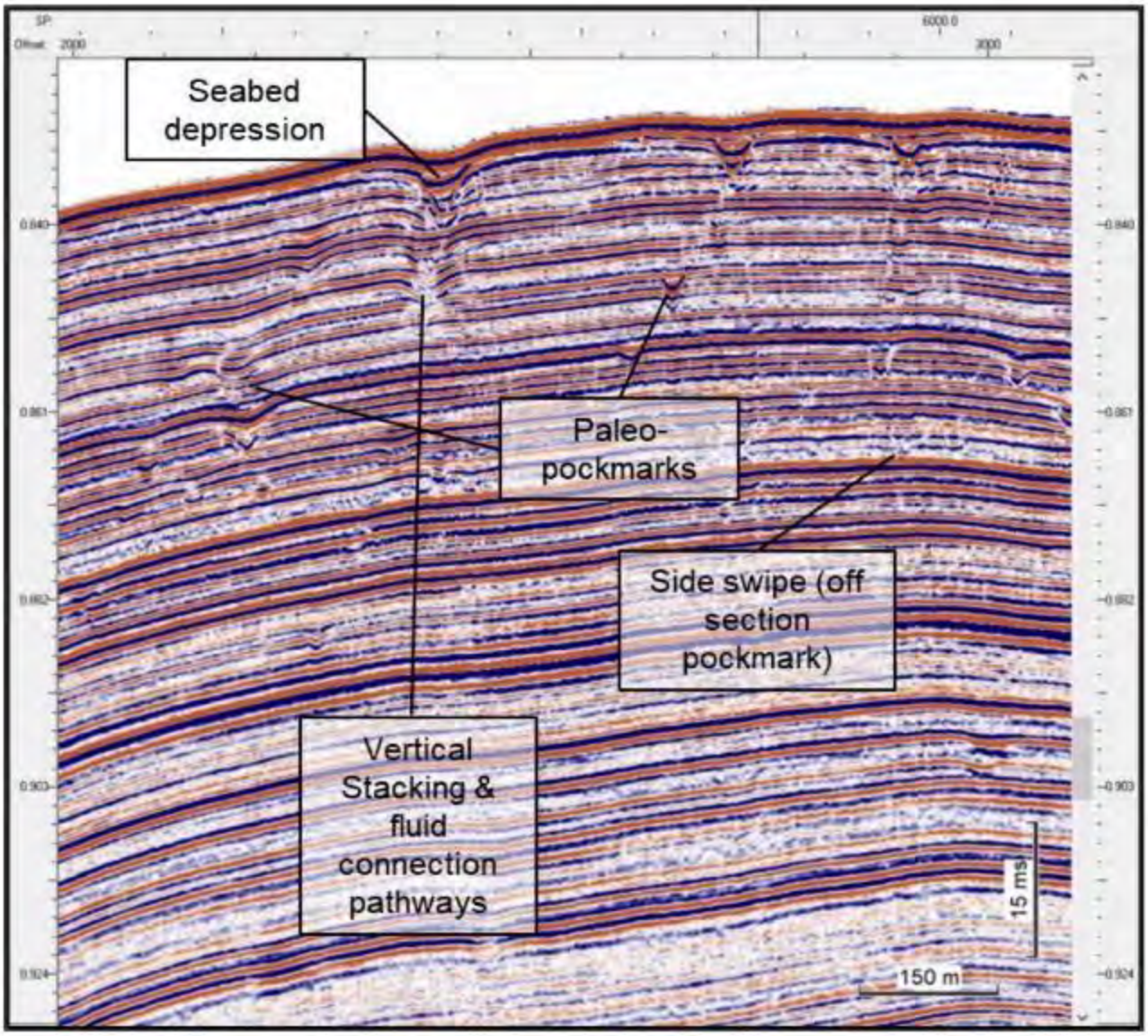


Figura 175 – (A) sezione temporale sismica interpretata che mostra pockmark paleo-moderni a forma di piattino, che evidenza uno schema di impilamento verticale in corrispondenza dei percorsi di migrazione dei fluidi. In realtà, tali pockmark appaiono di ampiezza e dimensioni inferiori.

Al centro e a ovest del sito FOWF sono presenti anche diversi pockmark di dimensioni molto superiori, larghi circa 600 m e profondi fino a 15 m (Figura 342). La depressione del fondale marino più grande al centro del sito FOWF si trova direttamente sopra ad un picco di struttura conica posto a livello H99 e H30. Le Unità 04-

06 e la parte inferiore dell'Unità 03 sono assenti sulla cresta della struttura, indicando che la deposizione non si è verificata in questa posizione nel periodo temporale associato alla deposizione di tali sedimenti nel resto dell'area. La sedimentazione riprende attraverso la sezione superiore delle Unità 03 e 01, depositandosi in un fondale marino notevolmente basso. La sedimentazione durante l'intervallo Pliocenico-Quaternario suggerisce che questa struttura abbia cessato di essere attiva durante il Pliocene e che i tassi di sedimentazione siano stati insufficienti a riempire il basso fondale marino.

Come già menzionato, il cumulo ha una caratteristica forma conica (Figura 343) e non sembrano esservi faglie nei sedimenti sovrastanti, tuttavia, sui fianchi della struttura si trovano riflettori di ampiezza notevolmente maggiore. Le unità 04-06 si sovrappongono sul lato della struttura suggerendo che si sia sviluppata all'inizio della storia del bacino.

Il posizionamento finale dei punti di ancoraggio sarà studiato in maniera tale da evitare i pockmark (sia attivi che sepolti) noti; i movimenti dei fluidi possono infatti influenzare la pressione dell'acqua interstiziale e la stabilità dei sedimenti compromettendo la stabilità degli ancoraggi.

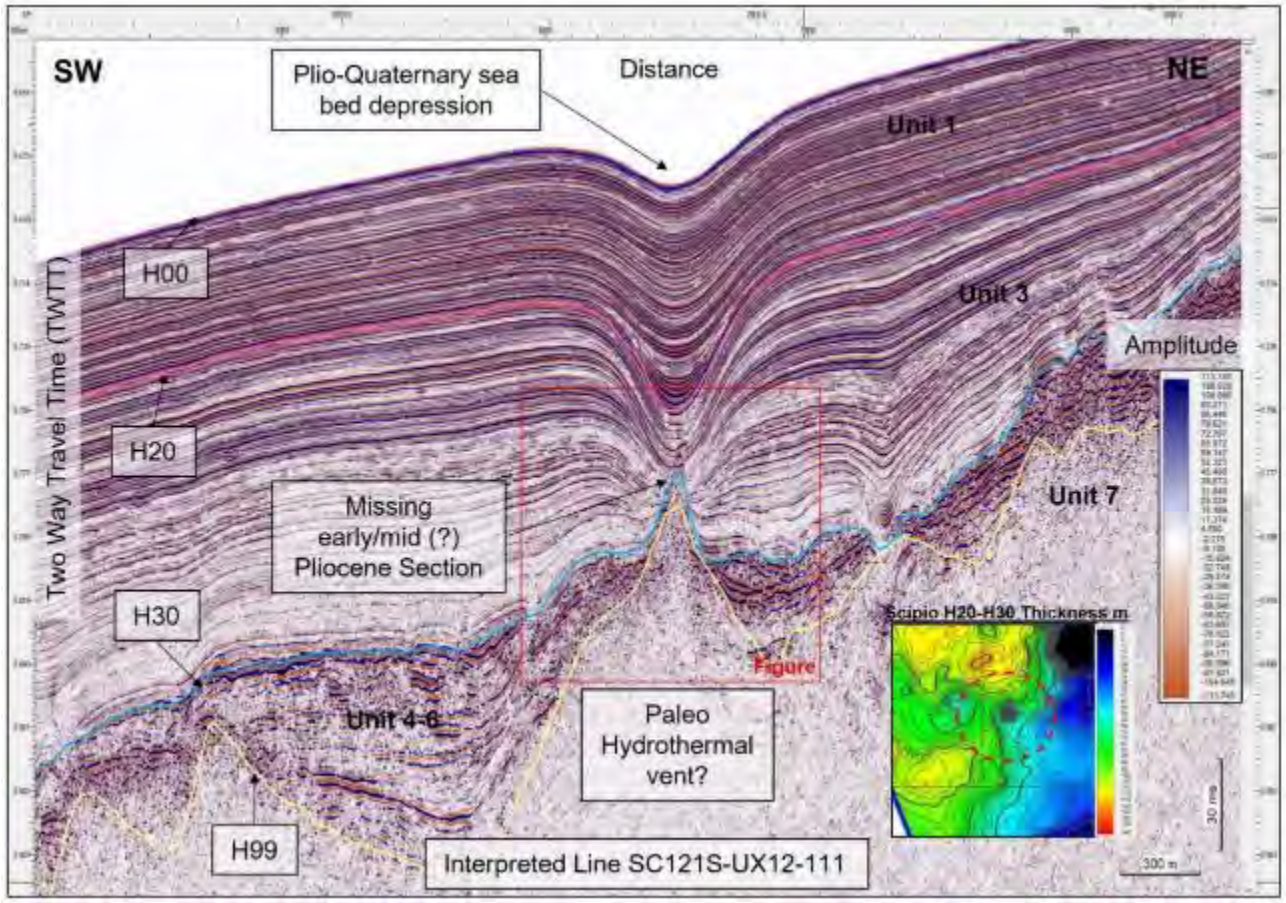


Figura 176 – Un ampio pockmark sul fondale marino viene interpretato come un significativo assottigliamento tra gli eventi H20 e H30 (Unità 03) sopra al picco conico H99, interpretato come una bocca attiva durante il periodo precedente al Pliocene. La figura di inserimento (rossa) è mostrata sotto la Figura 343.

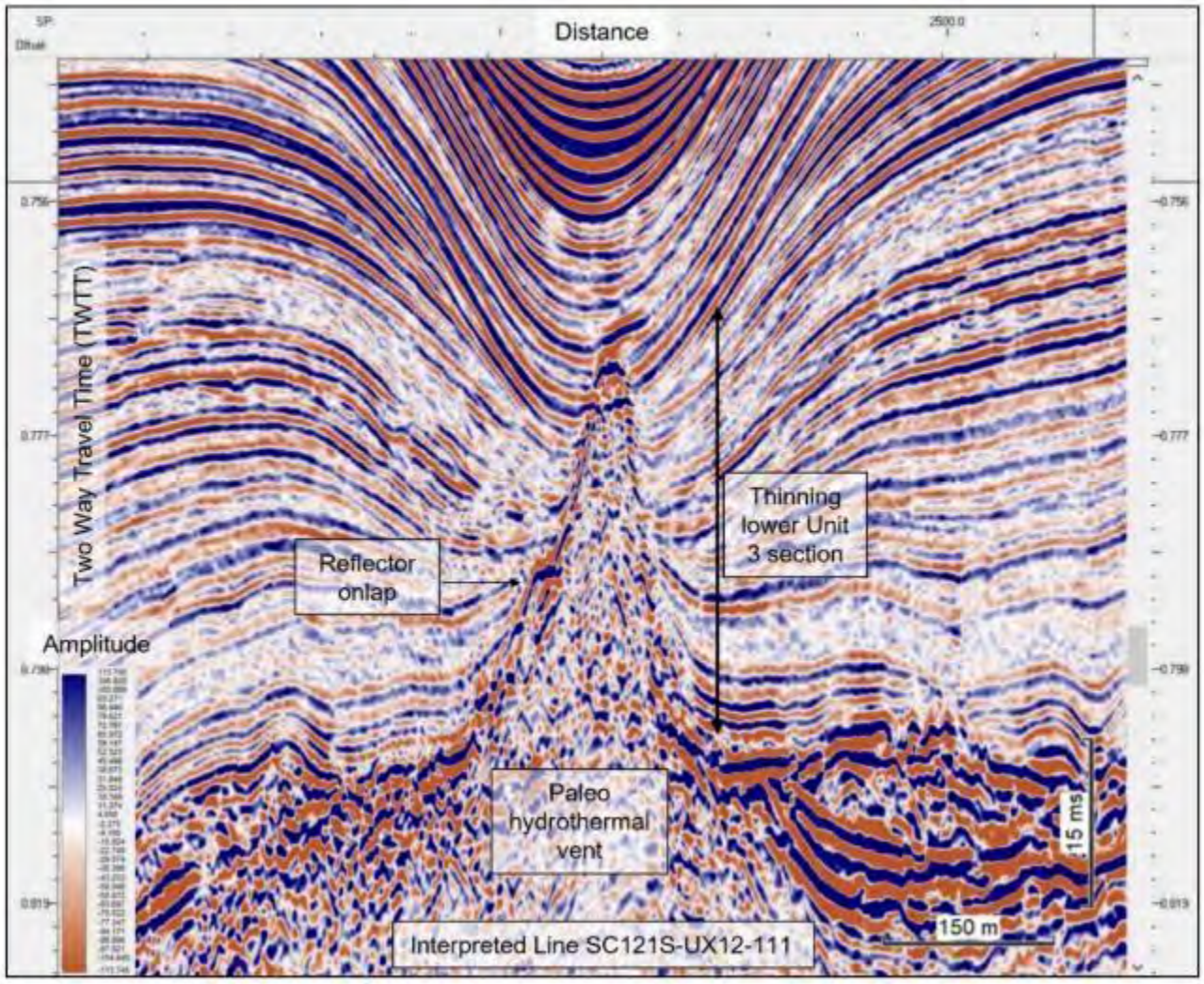


Figura 177 – Immagine ingrandita del picco conico e dei sedimenti associati, interpretati come una bocca attiva durante il Pre-Pliocene.

Shallow Gas/Gas superficiale

Ad oggi, un'indagine preliminare dei dati geofisici non ha rilevato indicatori che suggeriscano la presenza di gas superficiale (soft top, velocity push down e attenuated signal below) all'interno dell'area di studio, pertanto, il rischio di gas superficiale all'interno del sito FOWF viene valutato basso. Tali condizioni di rischio saranno comunque rivalutate ed eventualmente confermate a valle delle ulteriori indagini a farsi nelle successive fasi di progetto.

Instabilità dei pendii e trasferimento di massa dei sedimenti

La mappatura del fondale marino mediante tecniche MBES ha identificato un'area di rottura a taglio dei sedimenti del fondale marino dell'Unità 01, situata nella parte settentrionale dell'area FOWF. La scarpata principale è presente all'interno di un'area di incavo della piattaforma esterna dove si registrano angoli di pendenza fino a 15° (Figura 343).

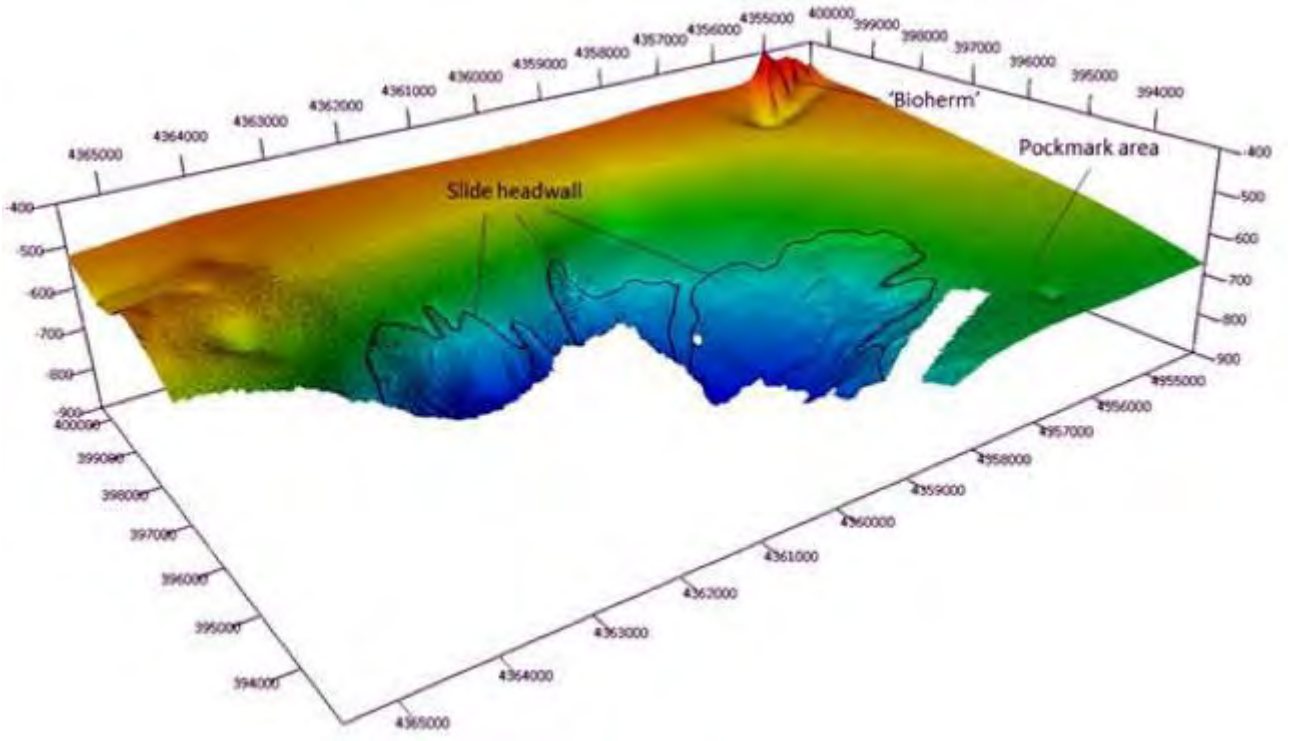


Figura 178 – Scansione batimetrico 3D delle scarpate del fondale marino, interpretate come cicatrici di cedimento del fondale marino

Data la presenza di sedimenti fini sul fondale marino, angoli di pendenza superiori a 2° potrebbero essere causa di futuri cedimenti in quanto eccessivamente ripidi; tale ipotesi è avvalorata dal fatto che il cedimento di tali depositi si è già verificato nella parte occidentale del sito dove sono presenti angoli di pendenza di 5°.

La sezione di immersione sismica attraverso l'area indica che si è verificata una rottura a taglio di spostamento variabile nei sedimenti della parete sospesa, nella direzione della rottura della piattaforma. Approssimativamente i 60-80 m superiori dei sedimenti dell'Unità 01 sembrano essere stati spostati (0.04-0.05 s a 1550 m/s). Sfortunatamente, il punto inferiore della frana non è stato documentato. L'appiattimento dell'immagine sulla superficie principale della rottura (evento verde nella Figura 344) mostra che la frana è di tipo traslazionale, per cui si sono verificati più cedimenti di taglio all'interno degli strati a bassa resistenza dei depositi superficiali dell'Unità 01.

Si nota la presenza di pockmark lungo la linea della scarpata principale, suggerendo che queste caratteristiche potrebbero rappresentare un indebolimento locale della resistenza dei sedimenti, e quindi contribuire al cedimento.

Una sezione trasversale della frana (Figura 345 e Figura 346) mostra che lo spostamento lungo la scarpata principale è maggiore a sud-ovest e si riduce verso nord-est. Lo spessore dei sedimenti attraverso la rottura varia anche con il maggiore spessore dei sedimenti recenti a nord-est, dove si trova il graben centrale con tendenza NW-SE. I percorsi di migrazione dei fluidi, originati dall'area profonda del graben, sembrano passare attraverso i sedimenti risalenti al Plio-Pleistocene e nell'area interessata dal cedimento del pendio.

Una combinazione di fattori, tra cui la posizione del ciglio della piattaforma, l'attività sismica, i segni di vaiolatura, gli strati di argilla saturi o deboli, gli angoli di pendenza ripidi e un graben profondo potenzialmente attivo possono congiuntamente esacerbare l'instabilità del fondale marino all'interno di questa parte del sito della FOWF, aumentando ulteriormente il rischio di processi di trasferimento di massa che si verificano a seguito della naturale regressione dei canyon.

La probabilità di un'ulteriore instabilità dei pendii a breve termine è da considerarsi bassa con il sistema nel suo stato naturale. Al fine di non destabilizzare il pendio caricando la cresta od agendo sulla base, effettuate

ulteriori indagini geotecniche saranno condotte in situ per le dovute verifiche di stabilità globale nell'area dell'interramento superficiale, insieme ad una valutazione probabilistica della pericolosità sismica.

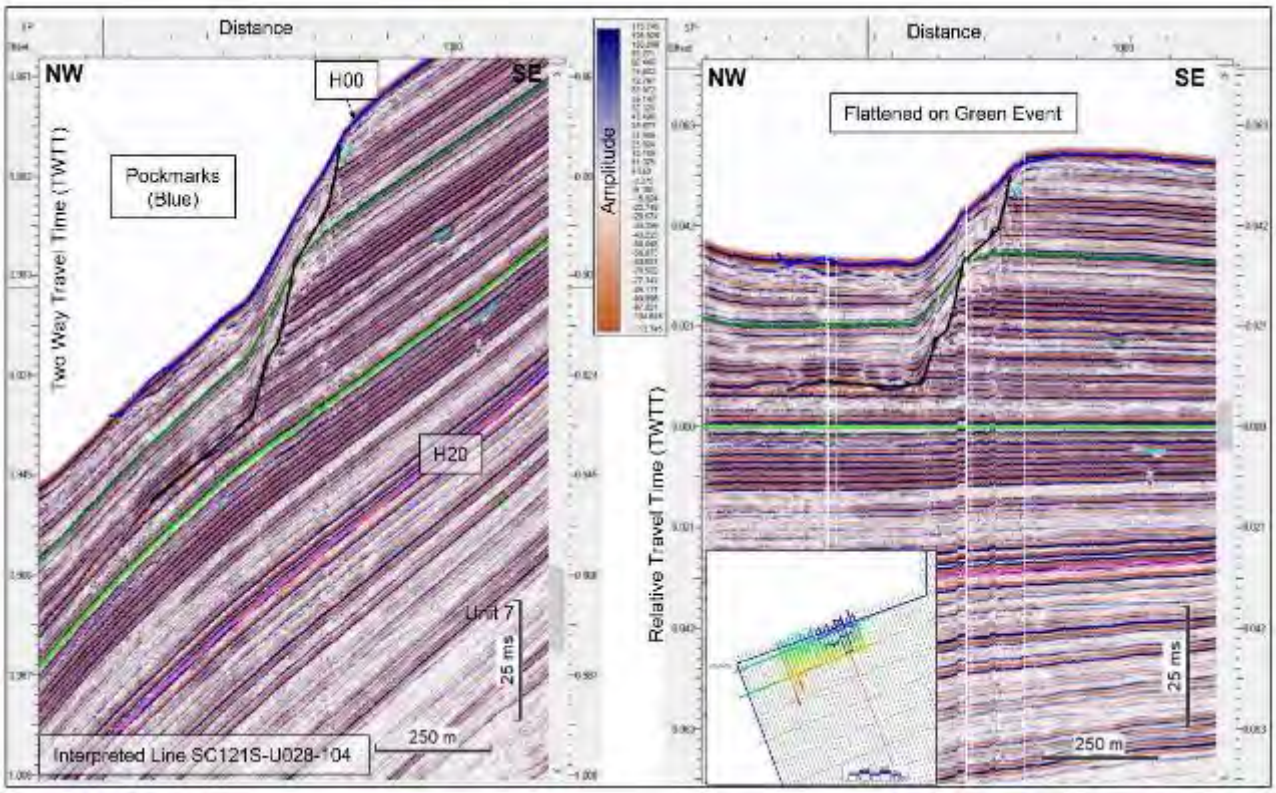


Figura 179 – Sezione del dip interpretata U028-104 che mostra la scarpata principale (nera) e il riflettore legato (verde scuro) nella parete sospesa e i sedimenti della parete di fondo (a sinistra) non appiattiti, (a destra) appiattiti sull'evento verde. I pockmark (blu) sono mappati vicino al fondale marino all'estremità della scarpata principale.

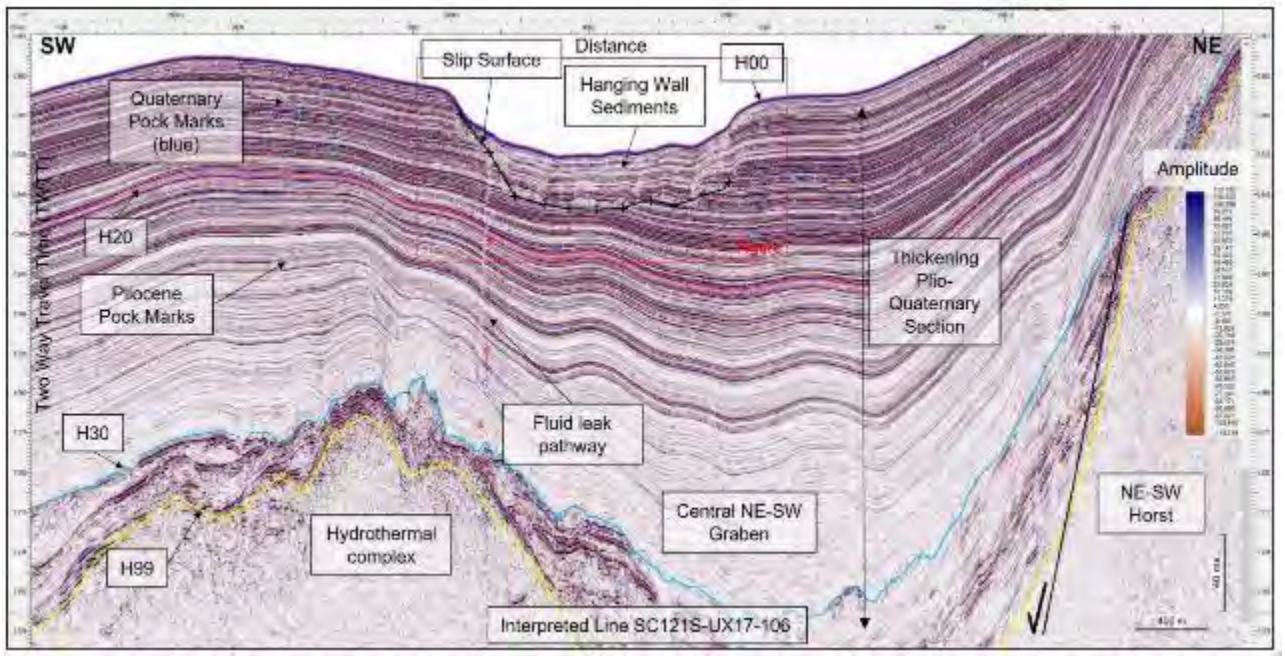


Figura 180 – Sezione temporale sismica orientata SW-NE dalla linea trasversale UX17-106 che mostra l'interpretazione TWTT a griglia attraverso l'area centrale del graben. Il cedimento del pendio nel fondale marino si verifica sopra il graben. Perdita di fluido (frecce rosse) e pockmark antichi risalenti al Pliocene-Quaternario (azzurro). La figura di inserimento (rossa) è mostrata in Figura 346.

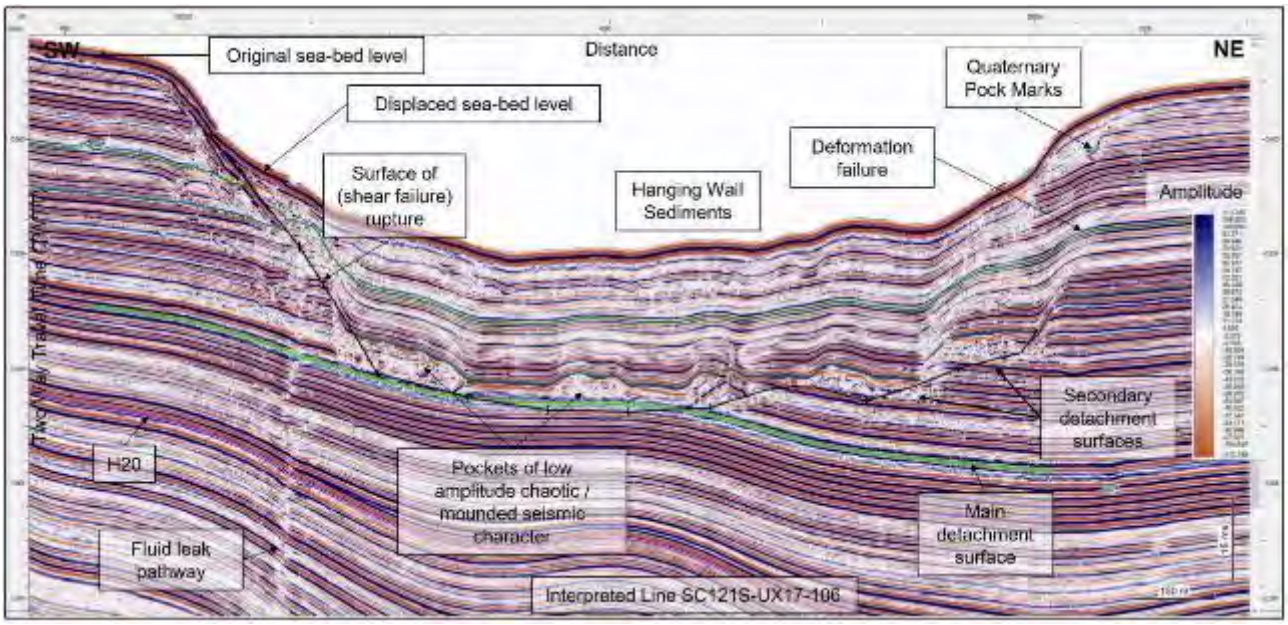


Figura 181 – Sezione temporale sismica ingrandita con orientamento SW-NE dalla linea trasversale UX17-106 che mostra l'interpretazione TWTT a griglia lungo il cedimento del pendio. Perdita di fluido (frecce rosse) e pockmark antichi del Pliocene-Quaternario (azzurro).

Conclusioni

Dallo studio del contesto geologico del sito è emerso che non vi sono agenti morfodinamici attivi che possano destabilizzare l'habitus geomorfologico dell'area in studio ed interferire con le opere di cui in progetto.

5.2.2 chiarire la profondità di infissione dei pali di ancoraggio e se questi agiranno per carico di punta, su roccia, o per attrito laterale, come sembra potersi dedurre dalla consistenza dei terreni carotati, rappresentati prevalentemente da limi argillosi e subordinatamente da sabbie argillose.

I pali sono sottoposti ai carichi verticali e orizzontali trasmessi dalle linee di ormeggio a cui si collegano. Essi reagiscono al carico verticale di sfilamento mediante azioni laterali di attrito e pressioni sviluppate all'interfaccia col terreno mentre la componente orizzontale della forzante è bilanciata da azioni normali alla superficie laterale del palo. In esercizio quindi non si determina mai un carico di punta (tipico di sistemi con azioni di compressione) ma potrebbe generarsi un effetto di suzione (*reverse end bearing*) per effetto del carico di sfilamento (*pull out*). In tal senso, le condizioni di drenaggio hanno grande influenza sul verificarsi del *reverse end bearing*: se il carico infatti è applicato rapidamente e la permeabilità del terreno è bassa, l'acqua dei pori non è in grado di drenare dal terreno e ciò determina lo sviluppo di variazioni negative della pressione (aspirazione passiva) che si oppongono alle forze di sollevamento. Nel caso in oggetto, tale effetto, a causa del diametro relativamente piccolo del palo, risulta pressochè trascurabile.

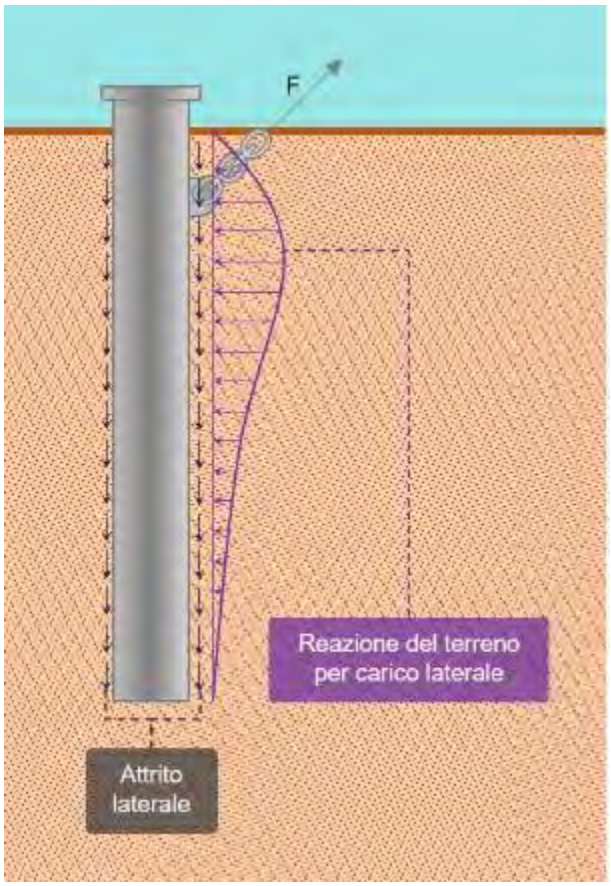


Figura 182 – Azioni di contatto sviluppate tra la superficie del palo e il terreno.
Elaborazione iLStudio

In funzione delle caratteristiche meccaniche e fisiche dei diversi strati di terreno e della presenza o meno di fondali rocciosi molto duri, per garantire un buon funzionamento, l'installazione richiederà il raggiungimento di profondità di infissione più o meno grandi. La resistenza del terreno, infatti, aumenta in genere con la profondità di infissione e i pali lunghi beneficiano dell'aumento della capacità di pull-out grazie all'azione della forza di attrito agente lungo la superficie esterna del palo: la capacità di pull-out dei pali di ancoraggio infissi deriva principalmente dagli strati di terreno portanti più profondi. In esercizio, considerando la consistenza dei terreni carotati (rappresentati prevalentemente da limi argillosi e da sabbie argillose) i pali avranno una profondità di infissione variabile tra 30 e 49 m.

6. per quanto riguarda le interferenze delle opere in progetto con il sistema della mobilità e dei trasporti si evidenzia che, come rilevato dal Servizio per le infrastrutture, la pianificazione strategica e gli investimenti nei trasporti, con nota prot. n. 13693 del 31.07.2023 (prot. D.G.A. n. 23081 del 01.08.2023), nello S.I.A, non è presente una analisi degli impatti delle opere in progetto con tale componente, che si reputa invece necessario introdurre, viste le consistenti interferenze relative sia alla fase di cantiere che di esercizio delle opere previste. In particolare, visto quanto dichiarato dalla Proponente nello S.I.A. in merito al fatto che, in relazione agli aspetti connessi alla sicurezza della navigazione, e al fatto che «Caratterizzato lo stato esistente del traffico marittimo è stato possibile prevedere eventuali spostamenti di rotte che attraversano l'area individuata per la realizzazione del parco eolico», si deve sottolineare che lo stesso Servizio non ritiene condivisibile lo spostamento di rotte per la realizzazione del parco eolico. Inoltre si rileva che, tra gli elaborati non disponibili per la consultazione, di cui si è riferito nella citata nota prot. n. 25593 del 17 luglio u.s., vi è quello denominato C0421LR20IMPNAV00a - RELAZIONE TECNICA VALUTAZIONE RISCHI DELLA NAVIGAZIONE, rendendo di fatto impossibile una valutazione adeguata dei relativi impatti.

Si sottolinea che «Come indicato negli elaborati progettuali, l'opera in progetto, durante il suo intero ciclo vita, implica la circolazione di mezzi terrestri e navali durante le fasi di costruzione, manutenzione e dismissione delle opere. Considerato che le attività previste sono svolte tra il porto di assemblaggio (Oristano), il porto che accoglie il personale addetto alla manutenzione (Portovesme) e l'area del parco eolico offshore, è necessario valutare l'impatto sull'eventuale incremento di traffico marittimo, e le possibili interferenze con le attività dei suddetti porti.
Nell'ambito della competenza dell'Assessorato dei Trasporti in materia di collegamenti di linea con le isole minori, si sottolinea in particolare che il porto di Portovesme, insieme al porto di Calasetta, garantisce il collegamento marittimo con il porto di Carloforte. A tal proposito, al fine di garantire la massima sicurezza, si evidenzia la necessità di valutare con attenzione gli effetti delle potenziali interferenze indotte dal progetto con le rotte dei traghetti in arrivo e in partenza dal porto di Portovesme, essendo previsto il punto di sbarco dei cavi marini in prossimità del porto di Portovesme. Si ritiene, quindi, necessario che siano effettuate maggiori indagini anche con le Autorità marittime competenti»;

In merito alla richiesta in oggetto, con particolare riferimento alla compatibilità dell'opera con gli aspetti connessi alla sicurezza della navigazione, si segnala che già in fase di scoping la Proponente ha presentato all'esame delle Autorità competenti (es. Capitaneria di Porto) uno studio finalizzato alla valutazione dei rischi indotti dalla presenza dell'impianto eolico sul traffico marittimo esistente. In esito alla procedura di scoping, la Capitaneria di Porto di Cagliari, con Nota n° prot. 0038518 del 11/09/2020, ha espresso parere positivo per l'alternativa presentata in fase di progetto preliminare, affermando che "*4. Sotto il profilo di sicurezza della navigazione marittima, non sono emerse, allo stato attuale, particolari criticità, in quanto la zona di posizionamento del parco, non parrebbe interessare rotte obbligate, pur essendo interessata dal transito di navi mercantili e da pesca […]*".

Si fa presente che, con invio a mezzo corriere (prot. trasm. n. F0219U.101123.R.1279 del 10/11/2023; prot. istanza n. F0219U.101123.R.1281), la proponente ha provveduto a trasmettere la documentazione richiesta in versione non secretata alla Regione Autonoma della Sardegna, includendo anche l'elaborato "Relazione tecnica – Valutazione rischi della navigazione" cod. C0421LR20IMPNAV00.

In riferimento alla richiesta di "*valutare l'impatto sull'eventuale incremento di traffico marittimo*", si rimanda alla consultazione del capitolo 7.7.8 ("Traffico mezzi") all'interno dell'elaborato di progetto "Studio di Impatto Ambientale" cod.C0421YR03RELSIA00.

Per quanto riguarda i collegamenti di linea tra Portovesme e le isole minori, si sottolinea che in fase di costruzione l'aspetto della sicurezza sarà gestito con gli enti preposti che provvederanno a fornire informazioni mirate ai vari utenti ("Avviso ai naviganti") con l'obiettivo di garantire un aggiornamento costante sulla posizione delle imbarcazioni occupate nei lavori di installazione, e dunque sulle zone temporaneamente interdette alla navigazione. In aggiunta si precisa che eventuali ulteriori ostacoli saranno opportunamente segnalati in

accordo con le prescrizioni emesse dal Comando Zona Fari della Marina Militare e secondo le raccomandazioni riportate dall'Associazione Internazionale delle Autorità per i Fari (International Association of Lighthouse Authorities – IALA). Le attività saranno coordinate al fine di arrecare il minor disagio possibile all'operatività del porto.

Protocollo RAS	Protocollo MASE	
RAS AOO 05-01-00 Prot. Uscita n. 24055 del 08/08/2023	m_amte.MASE.REGISTRO UFFICIALE.INGRESSO.0131123.09-08-2023	

7. per quanto concerne il fattore ambientale campi elettromagnetici, nel sottolineare che nessuna considerazione può essere effettuata, stante l'impossibilità di consultare l'elaborato C0421YR24EMFTER00a - RELAZIONE TECNICA EMISSIONI ELETTROMAGNETICHE A TERRA, (n.d.r. tra gli elaborati menzionati nella nota prot. D.G.A. 25593 del 17.07.2023) si sottolinea che tale elaborato risulta fondamentale anche al fine di valutare gli impatti sulla salute pubblica. In definitiva, ribadito il fatto che al fine di poter formulare un parere compiuto sull'intervento in questione, è necessario che codesto Ministero riscontri quanto rilevato da questa Direzione Generale con nota prot. n. 25593 del 17.07.2023, e che renda quindi disponibile integralmente la documentazione trasmessa dalla Proponente, per le analisi finora svolte, emergono criticità per l'intervento in esame non mitigabili né compensabili.

Si fa presente che, con invio a mezzo corriere (prot. trasm. n. F0219U.101123.R.1279 del 10/11/2023; prot. istanza n. F0219U.101123.R.1281), la proponente ha provveduto a trasmettere la documentazione richiesta in versione non secretata alla Regione Autonoma della Sardegna.

RICHIESTE DI INTEGRAZIONE REGIONE AUTONOMA SARDEGNA – ASSESSORATO DEGLI ENTI LOCALI, FINANZE E URBANISTICA

Protocollo RAS	Protocollo MASE	
RAS AOO 05-01-00 Prot. Uscita n. 25683 del 04/09/2023 RAS AOO 04-02-00 Prot. Uscita n. 38196 del 08/08/2023 POS. 2023-922	m_amte.MASE.REGISTRO UFFICIALE.INGRESSO.0139629.04-09-2023	

1. […] Il progetto, come proposto, prevede considerevoli opere sia a mare che a terra.

Per quanto attiene le parti a mare e la collocazione dei 42 aerogeneratori dalle caratteristiche di cui sopra vengono di seguito esposte alcune considerazioni.

Si precisa preliminarmente, che ai sensi dell'art. 152 del D.lgs. 42/2004, si ritiene necessario assicurare la conservazione dei valori espressi dai beni paesaggistici protetti in vista delle opere in progetto, con particolare riferimento alla tutela delle visuali panoramiche.

***PUNTO 1:** Dalla Relazione paesaggistica è facilmente desumibile che il progetto non assicura la non visibilità degli aerogeneratori dalle coste di Carloforte (più vicine al campo eolico flottante) e da quelle dei comuni costieri più lontani. Il fatto che la non visibilità sia poi associata a determinate condizioni metereologiche (presenza di foschia), giudicate più ricorrenti (secondo fonti di origine non rese note), non suscita naturalmente conforto. Anche per la necessità di doversi comunque misurare nei decenni a venire con i cambiamenti climatici, tale informazione potrebbe in ogni caso essere in un futuro prossimo non attendibile.*

Si ha che fare con un territorio costiero in equilibrio paesaggistico in cui natura e antropizzazione continuano la loro battaglia contemporanea ma in cui, salva la situazione di profondo degrado ambientale che caratterizza parte della costa in terraferma, dovuta perlopiù alle attività industriali, ancora non risulta un definitivo prevalere dell'una sull'altra.

La fascia costiera, cosi come definita dal Piano paesaggistico regionale (Art. 19 delle Norme tecniche di attuazione), è anche qui, seppur nelle contraddizioni suddette, la risorsa strategica per eccellenza, riconosciuta dalle popolazioni locali ma anche ricercata dai numerosi testimoni che ne fruiscono saltuariamente fornendo aspettative di sviluppo turistico. È quindi argomento di cui discutere se sia plausibile, cosi come mostrato in alcune simulazioni fotografiche (da pag. 518 in poi del Rapporto ambientale e dalla Relazione paesaggistica), adattarsi alla percezione del nuovo paesaggio proposto e se questa sia comunque la miglior soluzione possibile. Tale nuova percezione deve infatti essere orientata ad una qualità di paesaggio che sia diretta alla miglior soluzione qualitativa realizzabile.

A tal proposito si fanno due osservazioni:

***PUNTO 2:** Le Linee guida per l'inserimento paesaggistico degli interventi di trasformazione territoriale fornite dal Ministero per i beni e le attività culturali, Dipartimento per i beni culturali e paesaggistici, Direzione generale per i beni architettonici e paesaggistici, nell'analizzare la percezione dei campi eolici (anche off-shore) guidano verso una disposizione non casuale degli aerogeneratori, osservando che la percezione debba essere salvaguardata dal cosiddetto effetto selva generato da insiemi numerosi di aerogeneratori, arrivando a stabilire che orientativamente ci si allontana da tale effetto quando i compendi sono formati da circa 8 aerogeneratori. In progetto è previsto un compendio di 42 aerogeneratori. Si ritiene che per il raggiungimento dell'obiettivo di qualità tale assetto possa in ogni caso essere rivisto alla luce delle indicazioni fornite nelle Linee guida, anche sfruttando le nuove tecnologie che consentono campi flottanti in acque marine più profonde.*

***PUNTO 3:** È opportuno rilevare che, al fine di evitare conclusioni premature e avventate in sede di valutazione paesaggistica della proposta è utile e decisivo misurarsi con le altre iniziative simili che riguardano impianti off-shore di altre proponenti sullo stesso bacino marino, di cui è necessario avere una visione d'insieme.*

***PUNTO 4:** Si ritiene che occorra comunque implementare i casi di studio sulla percezione visiva fino a elaborare un numero di casi che ricomprenda almeno una simulazione di percezione del campo eolico per ogni tratto di litorale sabbioso o dalle caratteristiche morfologiche che ne agevolano la fruizione, con speciale non unico riferimento alla costa di Carloforte quale Comune di più prossima vicinanza agli aerogeneratori. Ciò*

che si ritiene utile è mappare tutti i tratti succitati del litorale del bacino interessato e restituire un reportage di simulazioni di attendibili osservazioni da ciascuno di essi.
***PUNTO 5:** Appare infatti scontato che tali osservazioni abbiano interesse anche con riguardo ai territori più compromessi che conservano tuttavia litorali di grande bellezza (si pensi alla Spiaggia di Porto Paglietto in Comune di Portoscuso che per quanto adiacente all'area industriale conserva i suoi caratteri fondamentali e di pregio). Gli obiettivi di qualità paesaggistica, come noto, devono interessare tutti i paesaggi, anche quelli degradati per i quali costruire nuovi paesaggi più apprezzabili.*

Nonostante il PNIEC (Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2030) abbia rimarcato l'obiettivo di raggiungere una quota di energia prodotta da FER (Fonti energetiche rinnovabili) nei consumi finali lordi di energia pari al 30%, in Italia le azioni tese alla transizione energetica sono spesso ostacolate; secondo l'Osservatorio Nimby, tra gli impianti di produzione di energia elettrica oggetto di controversia, il 73% utilizza fonti rinnovabili.

Eppure le regole per una corretta progettazione esistono e sono numerose; ad esempio, un parametro importante da rispettare nella progettazione di nuovi impianti eolici riguarda le distanze da oggetti e manufatti già presenti sul territorio. Ogni Regione stabilisce, attraverso piani territoriali e paesaggisitici (e relative linee guida), alcune distanze minime da rispettare fornendo indicazioni precise per tutelare i centri abitati, le aree archeologiche e la costa. Accanto ai regolamenti regionali ci sono anche indicazioni di buona norma da seguire per evitare o ridurre possibili impatti ambientali, ad esempio, legati al cosiddetto "effetto selva". Nonostante ciò, spesso a prevalere è un comprensibilie atteggiamento Nimby (Not In My Back Yard, "non nel mio cortile") sempre più spesso però pregiudiziale.

In merito alle osservazioni di cui all'oggetto, si procede alle controdeduzioni punto per punto.

PUNTO 1

Nell'analisi dei possibili impatti visivi delle opere offshore il Proponente ha analizzato la visibilità degli impianti dai potenziali ricettori sulla terraferma applicando un approccio quantitativo e allo stesso tempo conservativo. Come infatti desumibile dal report specialistico "Relazione tecnica – Valutazione impatto visivo" cod. C0421YR19IMPVIS00 disponibile alla consultazione da parte degli Enti Competenti (art. 27 D.lgs. 152/2006) e della Commissione PNRR-PNIEC, i cui contenuti sono ben sintetizzati anche nello Studio di Impatto Ambientale cod. C0421YR03RELSIA00 ai paragrafi 7.7 "Interazioni con l'Ambiente – Valutazione delle emissioni previste" sottoparagrafo 7.7.2 e sottoposti, e al paragrafo 11.2 "Impatti connessi alla visibilità delle opere" sottoparagrafo 11.2.1 e sottoposti, l'analisi è stata effettuata prendendo a riferimento condizioni cautelative di valutazione mutuate dalle più recenti linee guida nazionali, regionali e internazionali applicabili.

Nello specifico, preme sottolineare che l'estensione dell'area di valutazione è stata calcolata sulla base delle indicazioni delle *"Linee guida per la valutazione di impatto ambientale degli impianti eolici"* della Regione Toscana assumendo un'AIVAT (area di impatto visuale assoluto teorico) pari a 600 volte l'altezza hub degli aerogeneratori ottenendo un'areale di 93 km dall'inviluppo del parco offshore. Tale area di indagine è significativamente maggiore di quella desumibile applicando le indicazioni:

- del Decreto Interministeriale 10 settembre 2010 recante "Autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili" (G.U. 18 settembre 2010) nel quale si propone una distanza minima di 50 volte l'altezza massima del più vicino aerogeneratore (poco meno di 15 km in relazione alle dimensioni degli aerogeneratori analizzati);
- del "Vol. 2: Linee guida per i paesaggi della produzione di energia da fonti rinnovabili" della regione Sardegna che, alla sezione "Indirizzi" prescrive di "[…] distanziare gli impianti e i punti di vista (individuati dall'art. 136 del D.lgs. 42/2004) pari a 50 volte l'altezza massima dell'aerogeneratore più vicino […]" (ancora una volta poco meno di 15 km in relazione alle dimensioni degli aerogeneratori analizzati).

Le stesse "Linee guida per i paesaggi della produzione di energia da fonti rinnovabili", richiamando le indicazioni della linea guida toscana, indicano che "[…] componente prevalente dell'impatto sul paesaggio è l'intrusione visiva, che assume diverse valenze e pesi in relazione non solo agli elementi naturali del luogo, ma anche alle caratteristiche antropiche che lo strutturano, nonché agli aspetti meteorologici e climatici […]"

suggerendo quindi (correttamente) di tenere in conto, nelle analisi di visibilità, i fattori che influenzano la visione e tra questi il clima e la meteorologia.

Il proponente, sulla scorta di queste indicazioni, ha quindi provveduto ad approfondire le condizioni di visibilità affiancando alla classica valutazione in condizioni di perfetta visibilità una analisi di carattere meteo-climatico finalizzata a determinare gli effetti del clima, in primis della foschia marina, sulla effettiva visibilità delle strutture. Per il caso in esame, in base ad un'analisi statistica delle serie storiche METAR delle stazioni meteorologiche prospicienti l'area di progetto, si è quindi stimata una condizione di massima visibilità (superiore a 35km), in media, per meno di 10 giorni all'anno. Tale valutazione, seppur di carattere statistico, è fondamentale per inferire sulle effettive condizioni di visibilità delle opere così da supportare gli effetti di naturale mitigazione offerti dall'installazione a così grande distanza dalle coste e in ambiente marino. Le dedotte condizioni di foschia sono peraltro destinate ad acuirsi per effetto dei cambiamenti climatici e del riscaldamento globale nella misura in cui la foschia marina, compresa quella di avvezione, è anche correlata al tasso di evaporazione e al riscaldamento delle masse d'aria.

In merito poi alla plausibilità di adattamento alla percezione del nuovo paesaggio proposto è impossibile non pesare le valutazioni con le esigenze energetiche della moderna società; le stesse linee guida paesaggistiche integrano la necessità di adottare soluzioni per una transizione energetica finalizzata all'abbandono delle fonti fossili pur, ovviamente, secondo criteri di tutela del paesaggio. Il paesaggio vive un legame intrinseco con la storia e con le necessità dell'uomo e, in tal senso, i paesaggi eolici possono oggi declinare l'esigenza energetica della civiltà moderna in una nuova chiave ecosostenibile e integrata nel tessuto ambientale. Le nuove possibilità offerte dalla tecnologia galleggiante aprono infatti scenari di raccolta dell'energia ben lontani dal degrado industriale legato al carbone e le cui cicatrici ancora oggi caratterizzano la zona del Sulcis. Anche le associazioni ambientaliste sono d'accordo sul tema: "Il panorama non cambia. Il futuro sì" (Legambiente, 2024).

È indubbio inoltre che le nuove opere possano fornire all'osservatore nuovi elementi di attrattiva e interesse turistico compatibili con la fruizione degli splendidi paesaggi sardi. A conferma del nuovo paradigma, molti parchi eolici in Italia, per le loro peculiarità paesaggistiche, sono diventati veri e propri siti turistici. Proprio Legambiente infatti, con il progetto "Parchi del vento" ha realizzato una guida turistica con lo scopo di accompagnare il visitatore alla scoperta di "*[…] territori speciali, poco conosciuti e che rappresentano oggi uno dei laboratori più interessanti per la transizione energetica […] fuori dai circuiti turistici più frequentati […]*" (Legambiente, 2023).



Figura 183 – Una vista del parco eolico "Beleolico" di Taranto.
Il primo parco eolico offshore del mediterraneo è tra i 18 più suggestivi impianti in Italia secondo la guida "Parchi del vento" di Legambiente. Immagine da: Renexia.it

Tra i 18 parchi italiani proposti la guida Legambiente suggerisce anche la prima soluzione eolica offshore del Mediterraneo, l'impianto "Beleolico" di Taranto; dell'impianto scrive *"[…] (le turbine, ndr) danno un'idea di leggerezza e fanno pensare al futuro, quello prossimo. Più rinnovabili e meno combustibili fossili. È in questa splendida città del sud, spesso nominata solo per la questione dell'Ilva, che ha preso piede il primo parco eolico offshore non solo italiano ma dell'intero Mediterraneo. […]"*; è suggestivo, in tal senso, immaginare un nuovo rilancio anche per il Sulcis e Portoscuso, da tempo emblemi di un legame al carbone ormai al tramonto e che ora potrebbero cogliere nuove opportunità di sviluppo legate anche al turismo eolico.

PUNTO 2

In merito alle possibili mitigazioni dell'effetto selva suggerite dalle Linee guida, si fa osservare che le stesse sono pensate per impianti su terraferma aventi un bacino visivo con caratteristiche molto differenti rispetto a quello tipico di un impianto eolico offshore a grande distanza dalla costa. L'area di visibilità di impianti eolici a terra infatti interessa ambito che vanno dal primo piano, all'intermedio fino a quello di sfondo. Impianti offshore come quello proposto, con osservatori a non meno di 35 km di distanza dalle installazioni, rendono le opere meri elementi di sfondo. È pur vero che le dimensioni e la densità devono essere commisurate alla scala dimensionale del sito; un diffuso criterio guida, che trova giustificazione anche nella riduzione delle interferenze aerodinamiche, suggerisce di assumere una distanza minima tra le macchine di 3-5 diametri sulla stessa fila e 5-7 diametri su file parallele. Per il caso di studio la progettazione del layout ha preferito disposizioni regolari garantendo interdistanze tra 7 e 8 diametri di rotore sulle file sottovento prevalente e non meno di 4 tra i filari paralleli. Rispetto alla clusterizzazione si ritiene invece che, dato il contesto di sfondo delle opere, una disposizione non uniforme ma ripartita su cluster contribuirebbe solo (in caso di visibilità) a frammentare la vista (Figura 184). Tale approccio è peraltro ribadito dalle Linee Guida della Regione Puglia, richiamate dalle "Linee guida per i paesaggi della produzione di energia da fonti rinnovabili" della Regione Sardegna, secondo cui "gruppi omogenei di impianti sono da preferirsi a macchine individuali disseminate sul territorio". Sulla base di quanto detto non si ritiene che l'effetto visivo delle opere determini problematiche in merito a potenziali effetti selva come desumibile dal confronto di Figura 185.

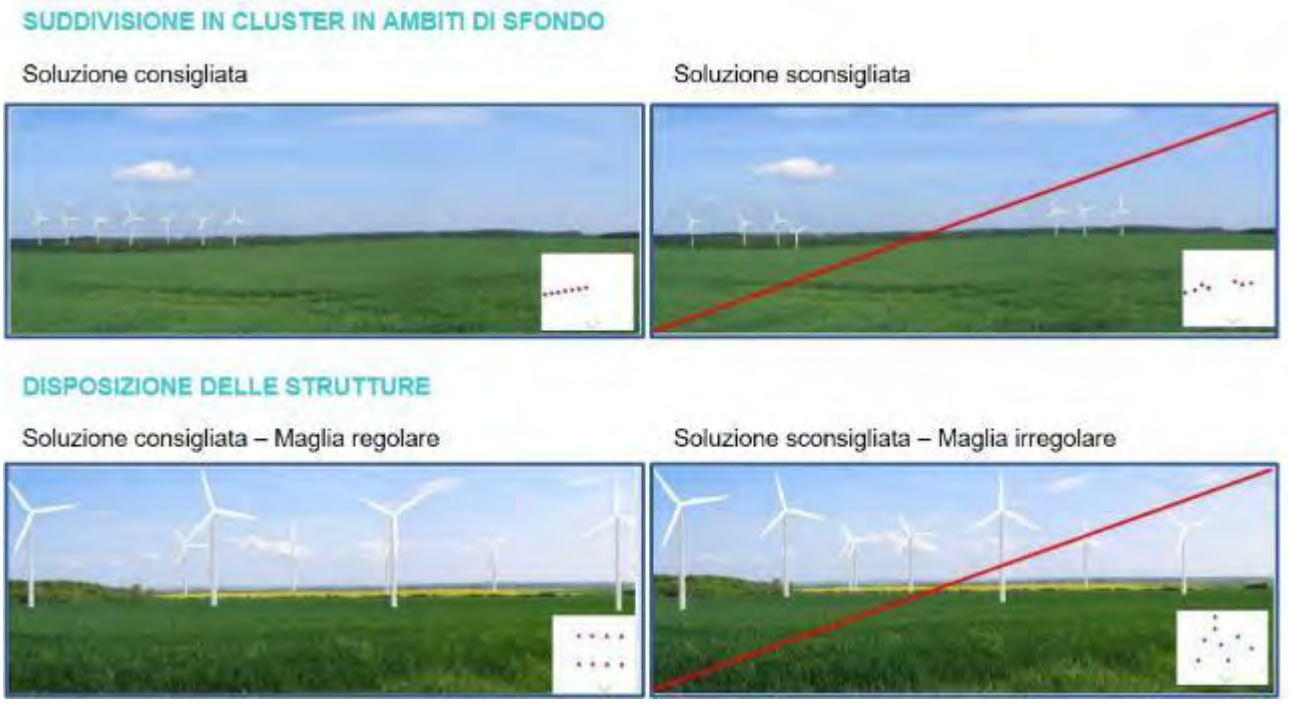


Figura 184 – Criteri guida per la mitigazione dell'effetto selva.
Fonte: http://paesaggio.regione.puglia.it.



Figura 185 – Effetto selva: confronto tra la soluzione di progetto Ichnusa Wind Power e una tipica condizione di cattivo inserimento paesaggistico per impianti a terra.

PUNTO 3

In merito alla valutazione degli effetti cumulativi con altre iniziative insistenti sul medesimo bacino acqueo si fa presente che le linee guida ufficiali per la stesura degli Studi di Impatto Ambientale redatte dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA 28/2020), costituiscono lo strumento per la redazione e la valutazione degli studi di impatto ambientale per le opere riportate negli allegati II e III della parte seconda del D.Lgs. 152/06 s.m.i. Esse integrano i contenuti minimi previsti dall'art. 22 e le indicazioni dell'Allegato VII del D.Lgs. 152/06 s.m.i. Le modifiche normative introdotte con il D.Lgs. 104/2017 alla parte seconda del Testo unico dell'ambiente prevedono che tali linee guida e norme tecniche per l'elaborazione della documentazione finalizzata allo svolgimento della valutazione di impatto ambientale siano adottate a livello nazionale.

In relazione alla valutazione degli impatti cumulativi, alla sezione 2.3.3 delle suddette linee guida si cita: *"[…] Sulla base delle valutazioni effettuate per ciascuna delle tematiche ambientali, tenuto conto anche delle interazioni tra gli stessi, deve essere effettuata la valutazione complessiva, qualitativa e quantitativa, degli impatti sull'intero contesto ambientale e della sua prevedibile evoluzione. Gli impatti, positivi/negativi, diretti/indiretti, reversibili/irreversibili, temporanei/permanenti, a breve/lungo termine, transfrontalieri, generati dalle azioni di progetto durante le fasi di cantiere e di esercizio, cumulativi rispetto ad altre opere esistenti e/o approvate, devono essere descritti mediante adeguati strumenti di rappresentazione, quali matrici, grafici e cartografie. […]"* recependo dunque le indicazioni del D.lgs. 152/2006 che, per quanto concerne tale valutazione, richiede: "*[…] 5. Una descrizione dei probabili impatti ambientali rilevanti del progetto proposto, dovuti, tra l'altro: […] e) al cumulo con gli effetti derivanti da altri progetti esistenti e/o approvati, tenendo conto di eventuali criticità ambientali esistenti, relative all'uso delle risorse naturali e/o ad aree di particolare sensibilità ambientale suscettibili di risentire degli effetti derivanti dal progetto; […]*".

Pur accogliendo la richiesta della Commissione Tecnica PNRR-PNIEC di cui alla lettera prot. m amte.CTVA.REGISTRO UFFICIALE.U.0002477.26-02-2024 secondo cui, al punto 16.2 si richiede di estendere la valutazione degli impatti cumulativi anche ai progetti che abbiano ricevuto almeno la compatibilità ambientale, si segnala che nell'area vasta di progetto nessuna iniziativa di terze parti verifica il requisito suddetto.

PUNTO 4

Fotoinserimenti dai ricettori costieri

Per dar riscontro ed evidenza dei livelli di impatto calcolati, Il Proponente ha realizzato dei fotoinserimenti in corrispondenza di alcune località scelte secondo criteri di particolare pregio paesaggistico (es. belvedere, spiagge, etc.) e livello dell'impatto previsto. Per le simulazioni, già disponibili negli elaborati grafici allegati allo SIA e codificati come indicato in Tabella 56, sono state considerate sia condizioni climatiche "rare", caratterizzate da perfetta trasparenza dell'aria, sia condizioni prevalenti simulando invece la presenza di foschia sulla linea d'orizzonte.

Gli scatti fotografici dai diversi punti di vista e i relativi fotomontaggi sono stati elaborati, in accordo alle indicazioni dello Scottish Natural Heritage in materia di fotoinserimenti di impianti eolici offshore (Scottish Natural Heritage, 2017), in ambiente software Matlab, Resoft WindFarm e GIMP. Una guida alla lettura dei fotoinserimenti è mostrata nelle successive Figura 271 e Figura 272.

L'analisi dei fotoinserimenti evidenzia che, pur considerando condizioni di perfetta trasparenza dell'aria, un osservatore medio percepirebbe gli aerogeneratori come elementi di altezza pari a circa mezzo centimetro (0.5 cm) sulla linea d'orizzonte, dimensione compatibile con un livello di magnitudo visiva "medio" secondo cui "*le strutture occupano una porzione di campo visivo e/o sono in condizioni di visibilità tali da risultare distinguibili sull'orizzonte dell'osservatore ma solo con una visione attenta"*. In condizioni climatiche prevalenti, caratterizzate invece dalla presenza di foschia sulla linea d'orizzonte, il livello di visibilità delle strutture decade fino a renderle praticamente indistinguibili ad una visione di tipo normale ciò che è coerente con un livello di magnitudo visiva "basso" secondo cui "*le strutture occupano una porzione di campo visivo e/o sono in condizioni di visibilità tali da risultare solo debolmente distinguibili sull'orizzonte dell'osservatore"*.

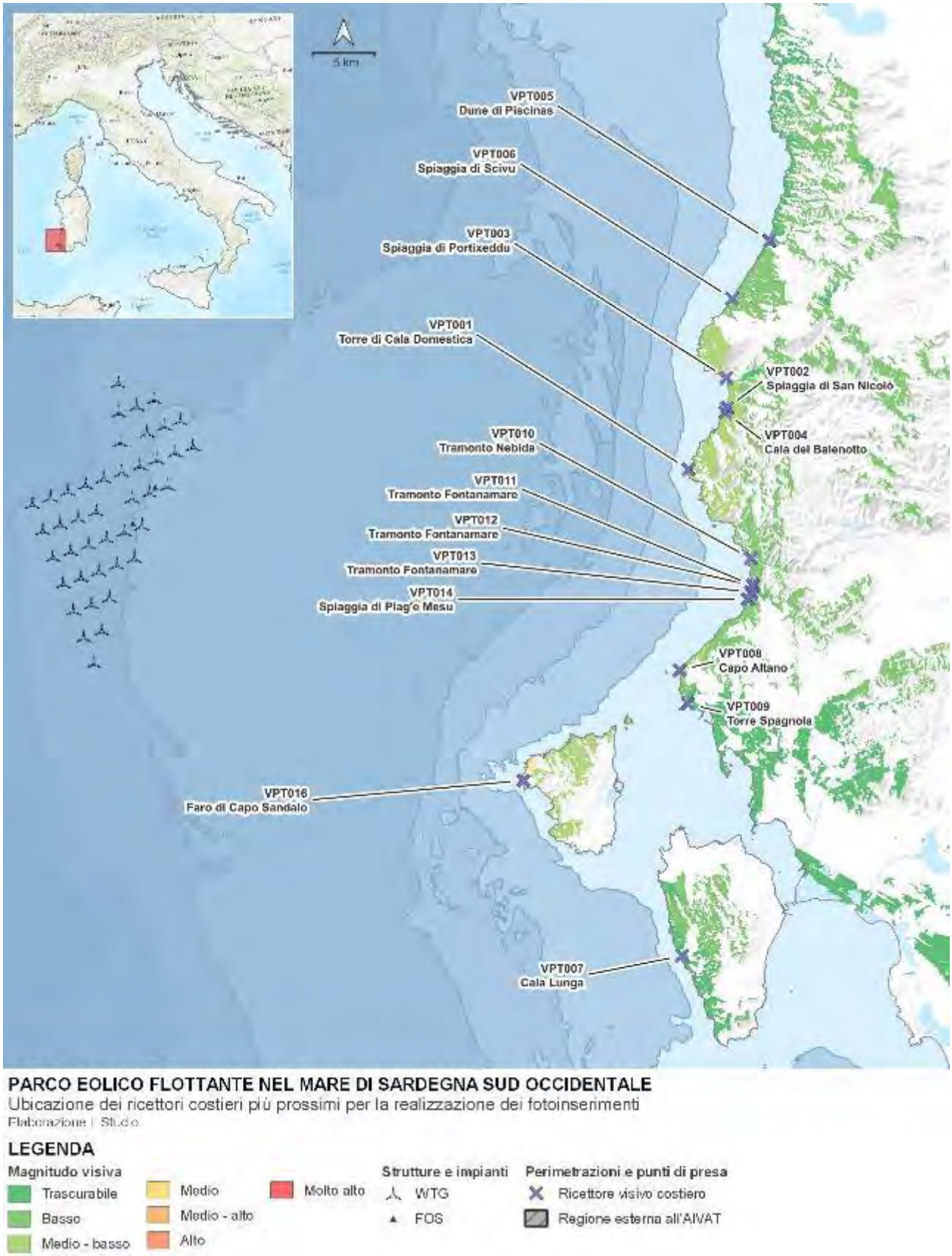


Figura 186 – Località fotoinserimenti su mappa della magnitudo visiva in condizioni di perfetta trasparenza dell'aria.

Elaborazione iLStudio.

Tabella 106 – Fotoinserimenti, località esaminate.

Coordinate secondo WGS84 EPSG32632 UTM32N. Elaborazione iLStudio.

INFORMAZIONI PUNTO DI SCATTO	
ID: VPT002 Denominazione: Torre di Cala Domestica Località: Buggerru Coordinate: 446208E, 4358578N Elaborati di riferimento: C0421BT04SFT00100 C0421BT05SFT00100 C0421BT06SFT00100 C0421BT07SFT00100	
ID: VPT002 Denominazione: Spiaggia di San Nicolò Località: Buggerru Coordinate: 449349E, 4363544N Elaborati di riferimento: C0421BT08SFT00200 C0421BT09SFT00200 C0421BT10SFT00200 C0421BT11SFT00200	
ID: VPT003 Denominazione: Spiaggia di Portixeddu Località: Fluminimaggiore Coordinate: 449276E, 4365960N Elaborati di riferimento: C0421BT12SFT00300 C0421BT13SFT00300 C0421BT14SFT00300 C0421BT15SFT00300	
ID: VPT004 Denominazione: Cala del Balenottero Località: Buggerru Coordinate: 449751E, 4363134N Elaborati di riferimento: C0421BT16SFT00400 C0421BT17SFT00400 C0421BT18SFT00400 C0421BT19SFT00400	
ID: VPT005 Denominazione: Spiaggia e dune di Piscinas Località: Arbus Coordinate: 452767E, 4377059N Elaborati di riferimento: C0421BT20SFT00500 C0421BT21SFT00500 C0421BT22SFT00500 C0421BT23SFT00500	
ID: VPT006 Denominazione: Spiaggia di Scivu Località: Arbus Coordinate: 449740E, 4372378N Elaborati di riferimento: C0421BT24SFT00600 C0421BT25SFT00600 C0421BT26SFT00600 C0421BT27SFT00600	

INFORMAZIONI PUNTO DI SCATTO

ID: VPT007
Denominazione: Promontorio su Cala Lunga
Località: S. Antioco
Coordinate: 445678E, 4319307N

Elaborati di riferimento:
C0421BT28SFT00700
C0421BT29SFT00700
C0421BT30SFT00700
C0421BT31SFT00700



ID: VPT008
Denominazione: Capo Altano, Batteria SR310
Località: Portoscuso
Coordinate: 445504E, 4342335N

Elaborati di riferimento:
C0421BT32SFT00800
C0421BT33SFT00800
C0421BT34SFT00800
C0421BT35SFT00800



ID: VPT009
Denominazione: Torre spagnola di Portosc.
Località: Portoscuso
Coordinate: 446147E, 4339643N

Elaborati di riferimento:
C0421BT36SFT00900
C0421BT37SFT00900
C0421BT38SFT00900
C0421BT39SFT00900



ID: VPT010
Denominazione: Nebida (belvedere e tramonto)
Località: Iglesias
Coordinate: 451251E, 4351379N

Elaborati di riferimento:
C0421BT40SFT01000
C0421BT41SFT01000
C0421BT42SFT01000
C0421BT43SFT01000



ID: VPT011
Denominazione: Spiaggia di Fontanamare
Località: Gonnesa
Coordinate: 451416E, 4349190N

Elaborati di riferimento:
C0421BT44SFT01100
C0421BT45SFT01100
C0421BT46SFT01100
C0421BT47SFT01100



ID: VPT012
Denominazione: Spiaggia di Fontanamare
Località: Gonnesa
Coordinate: 451434E, 4349164N

Elaborati di riferimento:
C0421BT48SFT01200
C0421BT49SFT01200
C0421BT50SFT01200
C0421BT51SFT01200



INFORMAZIONI PUNTO DI SCATTO

ID: VPT013
Denominazione: Spiaggia di Fontanamare
Località: Gonnesa
Coordinate: 451293E, 4348649N

Elaborati di riferimento:
C0421BT52SFT01300
C0421BT53SFT01300
C0421BT54SFT01300
C0421BT55SFT01300



ID: VPT014
Denominazione: Spiaggia di Plag'e Mesu
Località: Gonnesa
Coordinate: 451001E, 4348068N

Elaborati di riferimento:
C0421BT56SFT01400
C0421BT57SFT01400
C0421BT58SFT01400
C0421BT59SFT01400



ID: VPT015
Denominazione: Tonnara di Porto Paglia
Località: Gonnesa
Coordinate: 450218E, 4346576N

Elaborati di riferimento:
C0421BT60SFT01500
C0421BT61SFT01500
C0421BT62SFT01500
C0421BT63SFT01500



ID: VPT016
Denominazione: Faro di Capo Sandalo
Località: Isola di S. Pietro
Coordinate: 432892E, 4333428N

Elaborati di riferimento:
C0421BT64SFT01600
C0421BT65SFT01600
C0421BT66SFT01600
C0421BT67SFT01600

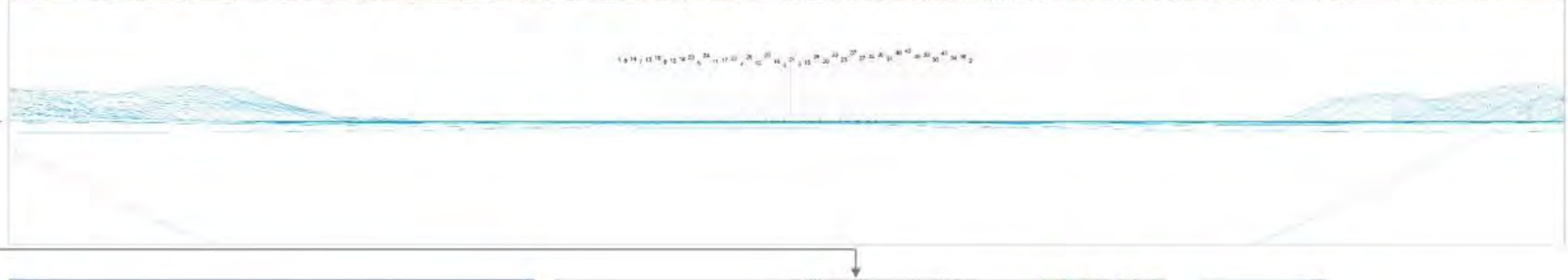


Lo schema di rappresentazione delle viste segue, come detto, le indicazioni dello Scottish Natural Heritage in materia di fotoinserimenti di impianti eolici offshore (Scottish Natural Heritage, 2017). Una guida alla lettura degli elaborati grafici è riportata nella figure seguenti.

Rendering del panorama 180°
È la fotosimulazione realistica del parco all'interno del campo visivo umano. In relazione alle dimensioni di stampa non è indicativa della reale dimensione degli oggetti ma solo del loro aspetto e della loro proporzione rispetto agli elementi di contesto.



Wireline del panorama 180°
Visualizzazione «a fil di ferro» che evidenzia le infrastrutture del parco rispetto al modello digitale del terreno.



Mappa di riferimento
Fornisce indicazioni sul posizionamento del punto di scatto rispetto al parco, l'ampiezza e la direzione del cono visivo inquadrato e il relativo livello di magnitudo visiva.

Foto equirettangolare a 360°
Fornisce la vista sull'intero contesto attorno all'osservatore con una vista equirettangolare a 360°.



Guida alla visualizzazione

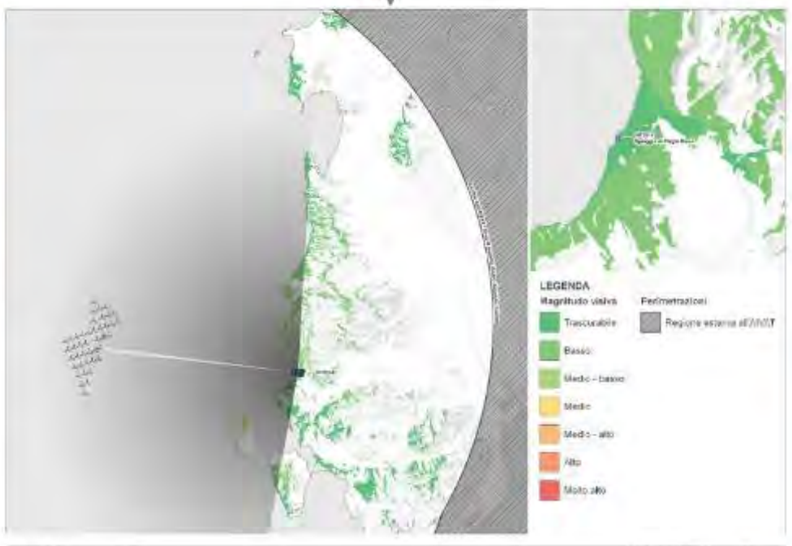
SCOPO DELLA RAPPRESENTAZIONE

Lo scopo del panorama di base e della wireline è quello di fornire un panorama e un contesto visivo più ampi per aiutare lo spettatore a capire dove si trova lo sviluppo all'interno del paesaggio più ampio. La wireline illustra anche gli effetti cumulativi e fornisce allo spettatore l'intero contesto cumulativo. Il panorama di base non ha lo scopo di rappresentare quanto grandi o piccole appariranno in realtà le turbine o quanto saranno vicine allo spettatore.

Informazioni sulla vista e sul punto di scatto

CARATTERISTICHE DELLA VISTA	
Codice	VPT014 - Spiaggia di Piaģe Mesu, Gtomesa, Sardegna, Italia
Coordinate geografiche del luogo di acquisizione	451001, 4348068 (WGS84 UTM32N)
Altitudine	0.2m.s.l.m.
Angolo di visione orizzontale HFOV	180°
Angolo di visione verticale VFOV	28.6°
Data di acquisizione	04/12/2015 - ore 14:33
Fonte acquisizione	© 2009-2015 - Paolo Mattiello - Carbonia (CI), Italia
Condizioni meteoclimatiche	RARA (CLEAR SKY)

Il presente elaborato grafico è protetto dalla legge italiana; ogni sua diffusione, copia o riproduzione non autorizzata dal progettista Ing. Luigi Severini, costituisce violazione penale.



SCALA:	varie	FORMATO:	A1
REV	DATA	DESCRIZIONE	
00	14/02/2023	EMESSO PER APPROVAZIONE	

Codice: C 0 4 2 1 B T 0 5 0 S F T 0 1 4 0 0 a



Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica
Ministero della Cultura
Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

PUNTO DI VISTA VPT014
RENDERING PANORAMA E WIRELINE
condizione climatica rara (clear sky)

Progettista
Dott. Ing. Luigi Severini

Gruppo di lavoro
iLStudio.

Figura 187 – Fotosimulazioni parco eolico. Guida alla consultazione degli elaborati grafici.
Elaborazione iLStudio.

Rendering del panorama 54°
È la fotosimulazione realistica del parco all'interno del campo visivo centrale orizzontale umano. In relazione alle dimensioni di stampa è indicativa della reale dimensione degli oggetti, del loro aspetto e della loro proporzione rispetto agli elementi di contesto.



Mappa di riferimento
Fornisce indicazioni sul posizionamento del punto di scatto rispetto al parco, l'ampiezza e la direzione del cono visivo inquadrato e il relativo livello di magnitudo visiva.

Foto equirettangolare a 360°
Fornisce la vista sull'intero contesto attorno all'osservatore con una vista equirettangolare a 360°.



Guida alla visualizzazione
Per una corretta resa del rendering è fondamentale la stampa sul formato carta nativo visualizzando l'elaborato «a braccia tese» o a circa 90 cm di distanza dagli occhi.

SCOPO DELLA RAPPRESENTAZIONE

Il panorama ha lo scopo di fornire la migliore rappresentazione delle dimensioni apparenti delle turbine e degli effetti della distanza dalla posizione del punto di vista.

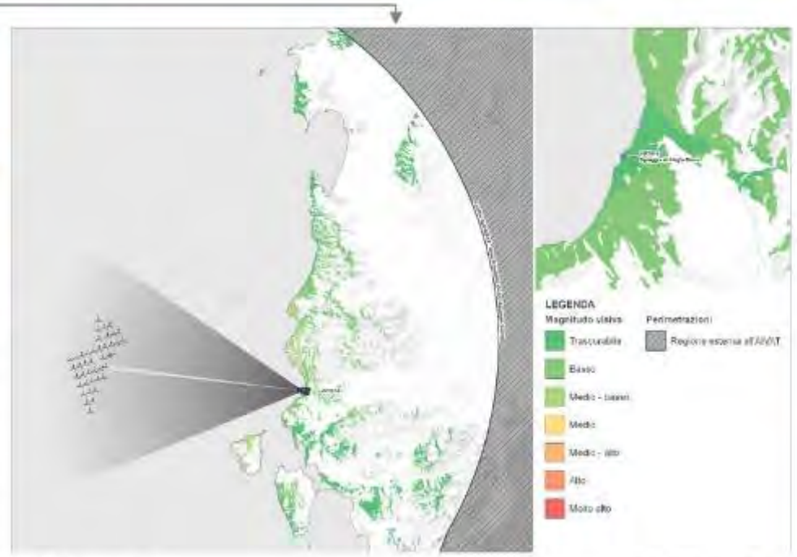
ISTRUZIONI PER LA VISUALIZZAZIONE

Per un effetto visivo ottimale guardare l'immagine ad una distanza di circa 90 cm.

Informazioni sulla vista e sul punto di scatto

CARATTERISTICHE DELLA VISTA	
Codice	VPT014 - Spiaggia di Piaglie Mesu, Gonnesa, Sardegna, Italia
Coordinate geografiche del luogo di acquisizione	451601, 4346068 (WGS84 UTM32N)
Altitudine	0.2m s.l.m.
Angolo di visione orizzontale HFOV	53.5°
Angolo di visione verticale VFOV	14°
Data di acquisizione	04/12/2015 - ore 14:33
Fonte acquisizione	© 2009-2019 - Paolo Mattiello - Carbonia (CI), Italia
Condizione meteoclimatica	RARA (CLEAR SKY)

Il presente elaborato grafico è protetto dalle leggi italiane in tema di attività professionali ed è vietata qualunque riproduzione non autorizzata dal progettista Ing. Luigi Severini.



SCALA:	varie	FORMATO:	A1
REV	DATA	DESCRIZIONE	
00	14/02/2023	EMESSO PER APPROVAZIONE	

Codice: C 0 4 2 1 B T 0 5 7 S F T 0 1 4 0 0 a



Ministero dell'Ambiente
e della Sicurezza Energetica
Ministero della Cultura
Ministero delle Infrastrutture
e dei Trasporti

PUNTO DI VISTA VPT014
RENDERING PANORAMA
condizione climatica rara (clear sky)

Dott. Ing. Luigi Severini

Redatto da:
iLStudio.

Figura 188 – Fotosimulazioni parco eolico. Guida alla consultazione degli elaborati grafici.
Elaborazione iLStudio.

La rappresentazione concreta degli effetti della foschia e della distanza sulla visibilità di oggetti sull'orizzonte marino è fornita nelle successive figure (dalla Figura 273 alla Figura 275) che mostrano le viste panoramiche dalle località VPT001, VPT007 e VPT014. L'effetto della foschia è ben visibile analizzando, nei panorami, la visibilità dell'Isola di San Pietro distante dai punti di scatto selezionati tra 10 e 20 km. La distanza del parco eolico dai punti di scatto è invece di 40, 55 e 50 km rispettivamente. Si osserva immediatamente che i dettagli e le trame superficiali dell'isola di San Pietro sono praticamente indistinguibili con i colori scuri delle terre che tendono ai toni del bianco/azzurro. Le turbine eoliche saranno collocate a distanze maggiori, in generale non inferiori a 35 km, e i toni prevalenti delle strutture, tendenti al bianco sporco, determineranno una condizione di contrasto visivo con lo sfondo di gran lunga inferiore rispetto a quella generata dai toni scuri (marrone/verde) delle terre emerse. Per quanto riguarda infine l'effetto della distanza, si fa osservare che l'altitudine massima dell'Isola di San Pietro è di 211 mMSL; rispetto ai punti di osservazione analizzati, le strutture del parco, qualora visibili, appariranno più basse, rispettivamente la metà, un terzo e un quarto, rispetto all'altezza visibile della sagoma dell'Isola di San Pietro.



SCOPO DELLA RAPPRESENTAZIONE

Lo scopo del panorama di base e della wireline è quello di fornire un panorama e un contesto visivo più ampi per aiutare lo spettatore a capire dove si trova lo sviluppo all'interno del paesaggio più ampio. La wireline illustra anche gli effetti cumulativi e fornisce allo spettatore l'intero contesto cumulativo. Il panorama di base non ha lo scopo di rappresentare quanto grandi o piccole appariranno in realtà le turbine o quanto saranno vicine allo spettatore.

EFFETTI DELLA DISTANZA E DELLA CLIMATOLOGIA LOCALE

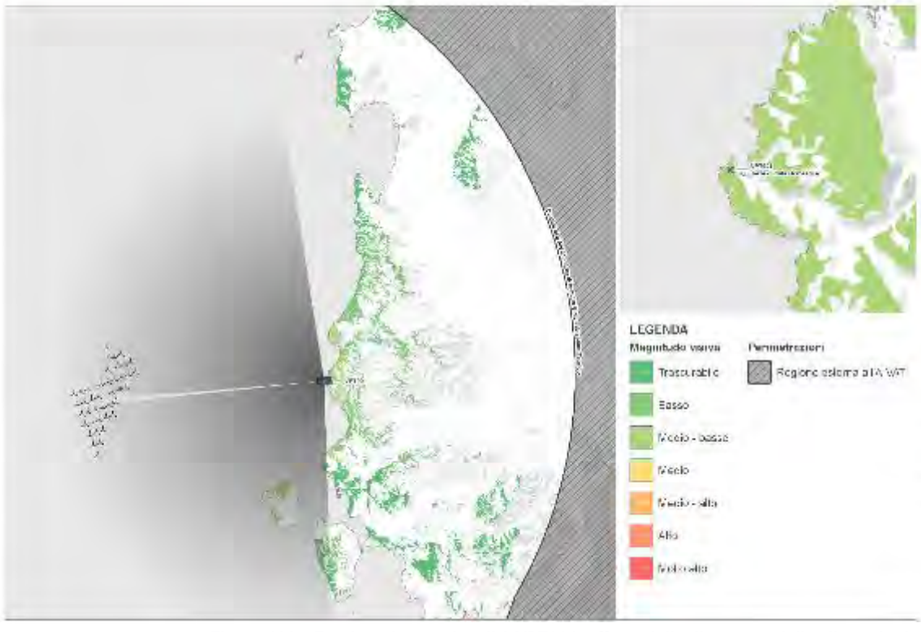
La rappresentazione proposta ha anche lo scopo di fornire dettagli utili all'osservatore per comprendere gli effetti della distanza e delle condizioni atmosferiche sulla visibilità all'orizzonte.

L'isola di San Pietro, indicata nel panorama in alto, dista circa 20 km dal punto di osservazione e i suoi rilievi hanno un'elevazione massima di 211 m.s.l.m.

È evidente l'effetto della foschia. L'isola appare percepibile solo nei contorni, i colori sono invece sbiaditi e tendenti al bianco.

Il parco eolico si trova a distanza doppia (circa 40 km) dal punto di osservazione. Le strutture, di colorazione prevalentemente ai toni del bianco sporco, si confonderanno pressoché totalmente con i colori della linea d'orizzonte. La dimensione percepita sarà meno della metà rispetto alla dimensione apparente dell'isola di San Pietro.

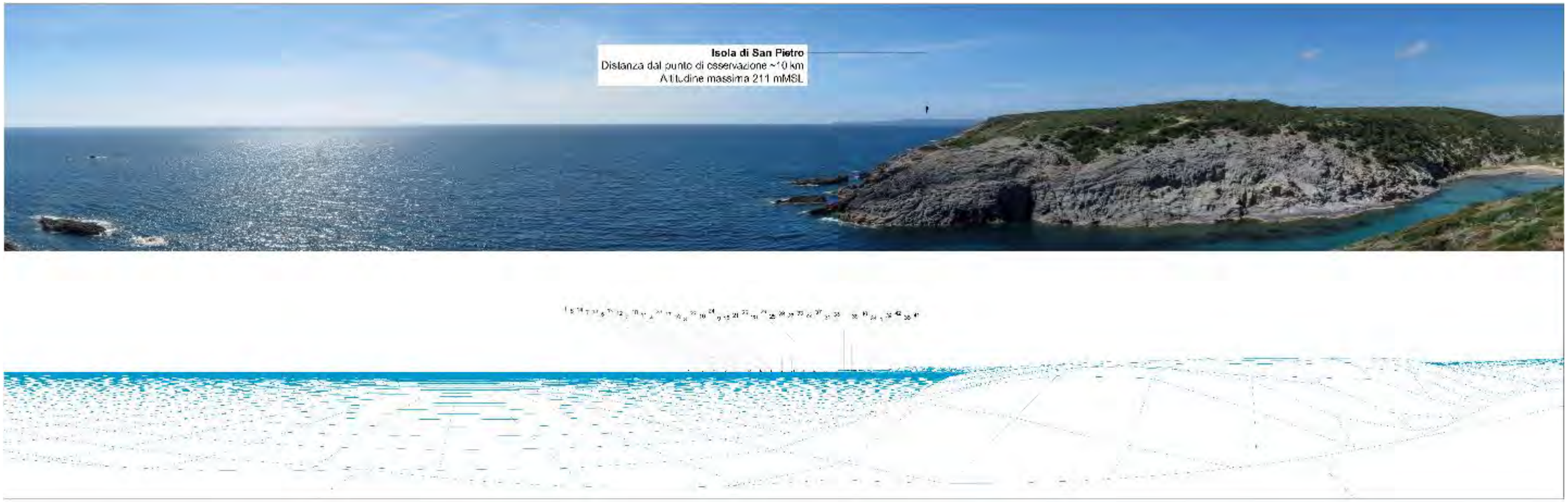
Il presente elaborato grafico è redatto dalle leggi italiane in tema di attività professionali ed è vietata qualunque riproduzione non autorizzata dal progettista ing. Luigi Severini





CARATTERISTICHE DELLA VISTA	
Codice	VPT001 - Torre di Cala Domestica, Buggerru, Sardegna, Italia
Coordinate geografiche del luogo di acquisizione	446238 4358858 (WGS84 UTM32N)
Altitudine	37.9m s.l.m.
Angolo di visione orizzontale HFOV	180°
Angolo di visione verticale VFOV	28.6°
Data di acquisizione	24/06/2016 - ore 12:18
Fonte acquisizione	© 2008-2019 - Paolo Vaffiato - Carbonia (CI), Italia
Condizioni metroclimatiche	RARA (CLEAR SKY)

Figura 189 – Fotoinserimento località VPT001, effetto della distanza e della climatologia.
Elaborazione iLStudio.



SCOPO DELLA RAPPRESENTAZIONE

Lo scopo del panorama di base e della wireline è quello di fornire un panorama e un contesto visivo più ampi per aiutare lo spettatore a capire dove si trova lo sviluppo all'interno del paesaggio più ampio. La wireline illustra anche gli effetti cumulativi e fornisce allo spettatore l'intero contesto cumulativo. Il panorama di base non ha lo scopo di rappresentare quanto grandi o piccole appariranno in realtà le turbine o quanto saranno vicine allo spettatore.

EFFETTI DELLA DISTANZA E DELLA CLIMATOLOGIA LOCALE

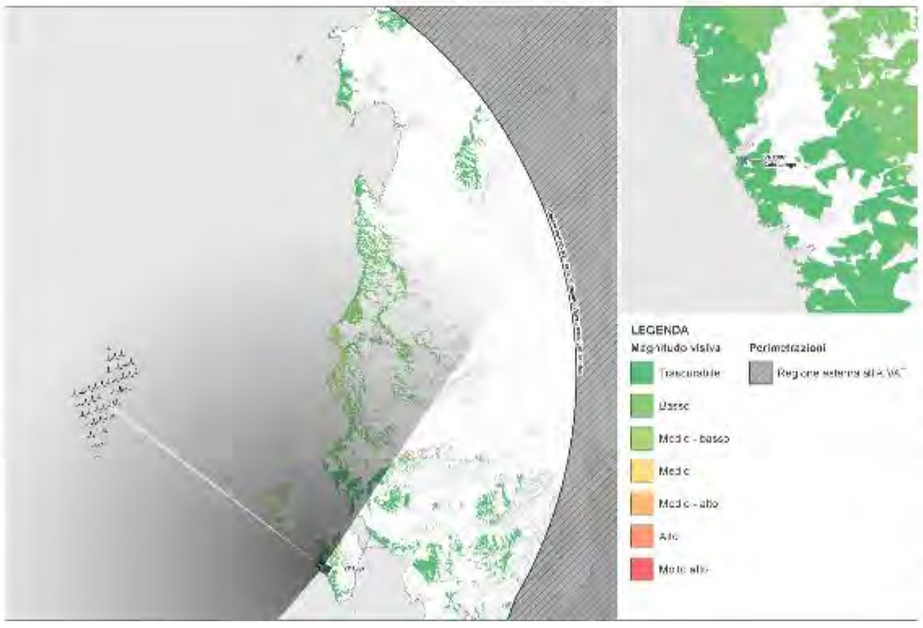
La rappresentazione proposta ha anche lo scopo di fornire dettagli utili all'osservatore per comprendere gli effetti della distanza e delle condizioni atmosferiche sulla visibilità all'orizzonte.

L'isola di San Pietro, indicata nel panorama in alto, dista circa 10 km dal punto di osservazione e i suoi rilievi hanno un'elevazione massima di 211 m.s.l.m.

È evidente l'effetto della foschia. L'isola appare percepibile solo nei contorni, i colori sono invece sbiaditi e tendenti al bianco.

Il parco eolico si trova a distanza cinque volta superiore (circa 56 km) dal punto di osservazione. Le strutture, di colorazione prevalentemente ai toni del bianco sporco, si confonderanno pressoché totalmente con i colori della linea d'orizzonte. La dimensione percepita sarà circa un terzo rispetto alla dimensione apparente dell'isola di San Pietro.

Il presente elaborato grafico è protetto dalle leggi italiane in tema di attività professionali ed è vietata qualunque riproduzione non autorizzata dal progettista ing. Luigi Severo.

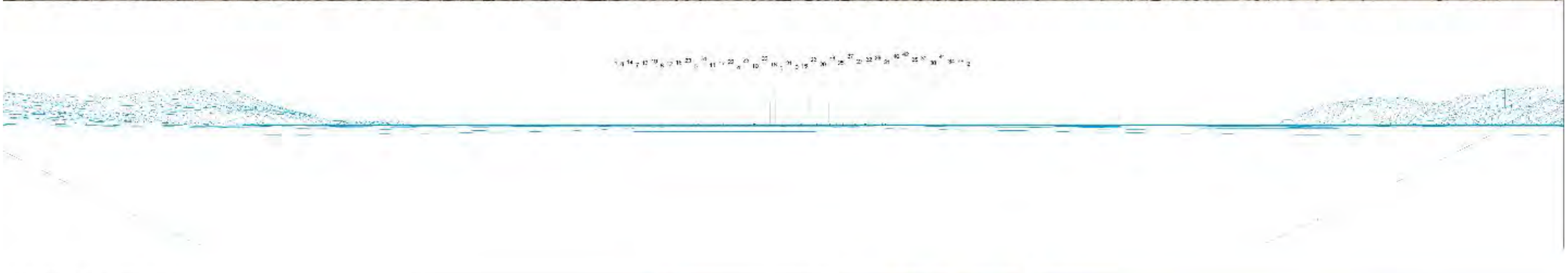




CARATTERISTICHE DELLA VISTA	
Codice	VPT007 - Promontorio su Cala Lunga, S. Antioco, Sardegna, Italia
Coordinate geografiche del luogo di acquisizione	445879, 4319307 (WGS84 UTM32N)
Altitudine	32.4m.s.l.m.
Angolo di visione orizzontale HFOV	180°
Angolo di visione verticale VFOV	26.6°
Data di acquisizione	30/09/2015 - ore 16.10
Fonte acquisizione	© 2003-2018 - Paolo Vallialla - Carbonia (CI), Italia
Condizioni meteoclimatiche	RARA (CLEAR SKY)

Figura 190 – Fotoinserimento località VPT007, effetto della distanza e della climatologia.
Elaborazione iLStudio.





SCOPO DELLA RAPPRESENTAZIONE

Lo scopo del panorama di base e della wireline è quello di fornire un panorama e un contesto visivo più ampi per aiutare lo spettatore a capire dove si trova lo sviluppo all'interno del paesaggio più ampio. La wireline illustra anche gli effetti cumulativi e fornisce allo spettatore l'intero contesto cumulativo. Il panorama di base non ha lo scopo di rappresentare quanto grandi o piccole appariranno in realtà le turbine o quanto saranno vicine allo spettatore.

EFFETTI DELLA DISTANZA E DELLA CLIMATOLOGIA LOCALE

La rappresentazione proposta ha anche lo scopo di fornire dettagli utili all'osservatore per comprendere gli effetti della distanza e delle condizioni atmosferiche sulla visibilità all'orizzonte.

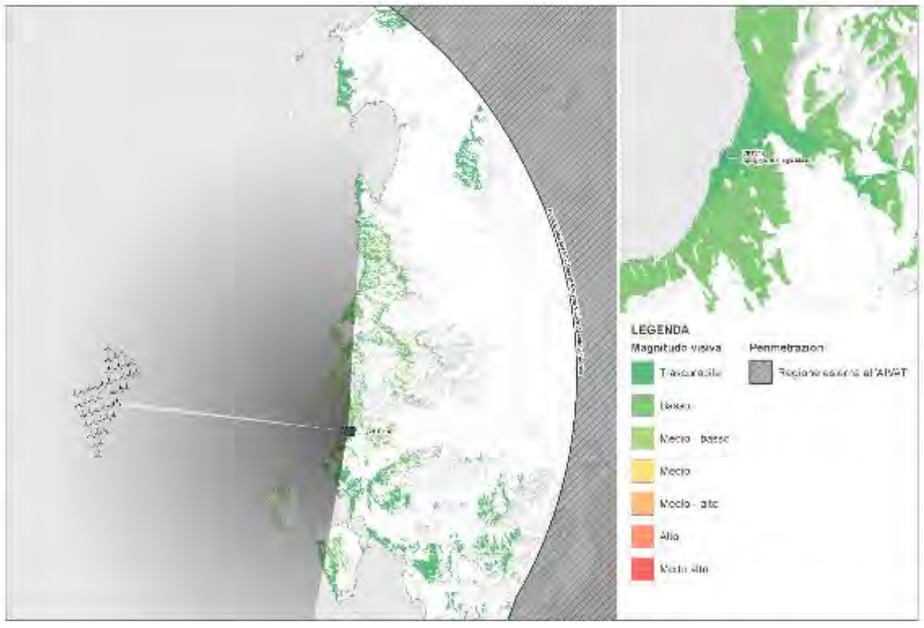
L'isola di San Pietro, indicata nel panorama in alto, dista circa 15 km dal punto di osservazione e i suoi rilievi hanno un'elevazione massima di 211 m.s.l.m.

È evidente l'effetto della foschia. L'isola appare percepibile solo nei contorni, i colori sono invece sbiaditi e tendenti al bianco.

Il parco eolico si trova a distanza più che triplа (circa 50 km) dal punto di osservazione. Le strutture, di colorazione prevalentemente ai toni del bianco sporco, si confonderanno pressoché totalmente con i colori della linea d'orizzonte.

La dimensione percepita sarà circa un quarto rispetto alla dimensione apparente dell'isola di San Pietro.

Il presente elaborato grafico è protetto dalle leggi italiane in tema di diritti d'autore ed è vietata qualunque riproduzione non autorizzata dal progettista ing. Luigi Severini.





CARATTERISTICHE DELLA VISTA	
Codice	VPT014 - Spiaggia di Plag'e Mesu, Guinness, Sardegna, Italia
Coordinate geografiche del luogo di acquisizione	451001, 4348066 (WGS84 UTM32N)
Altitudine	0.2m.s.l.m.
Angolo di visione orizzontale HFOV	180°
Angolo di visione verticale VFOV	28.8°
Data di acquisizione	04/12/2015 - ore 11.33
Fonte acquisizione	© 2008-2019 - Paolo Martello - Carbonia (CI), Italia
Condizioni meteoclimatiche	RARA (CLEAR SKY)

Figura 191 – Fotoinserimento località VPT014, effetto della distanza e della climatologia.
Elaborazione iLStudio.

FOTOINSERIMENTI IN CONDIZIONI DI SCARSA LUMINOSITÀ AMBIENTALE

A corredo delle valutazioni di visibilità sono stati anche analizzati gli effetti delle luci di segnalamento notturno sulla percezione del paesaggio in condizioni di bassa luminosità ambientale. Le valutazioni si basano su assunti finalizzati alla massima cautela e sottostimano gli effetti (benefici) di attenuazione inevitabilmente indotti dalla opacità del mezzo di propagazione (l'aria) sul livello di luminosità percepito dei segnalamenti. Le fotosimulazioni prodotte confermano le indicazioni della letteratura scientifica di settore evidenziando un livello di impatto pressoché trascurabile (per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati specifici di cui alla Tabella 57).

I fotoinserimenti sono stati realizzati mediante il software di calcolo Resoft Windfarm attraverso il plugin dedicato "Aviation lights". Sebbene il tool sia in grado di modellare in modo realistico gli effetti dei segnalamenti luminosi sulla scena visiva in condizioni di scarsa luminosità è opportuno sottolineare che la fotosimulazione di corpi luminosi su sfondi ad alto contrasto non può essere completamente accurata, in particolare nella rappresentazione della luminosità e del colore. La diffusione della luce, la dimensione apparente dei corpi luminosi e la luminosità percepita dell'oggetto sono infatti di difficile valutazione per cui, allo stato attuale, la rappresentazione delle luci di segnalamento mediante fotomontaggio non può che essere solo indicativa del loro reale aspetto.

A partire da questa consapevolezza, le analisi e le rappresentazioni che seguono sono ottenute in condizioni di ragionevole cautela; in particolare, in relazione a studi effettuati, le luci di segnalamento possono risultare visibili, seppur *come semplice scintillio* e con *basso impatto sull'osservatore*, a distanze superiori a 24 km dalla sorgente luminosa. Si può quindi cautelativamente assumere che a tale distanza (24 km) l'intensità luminosa dei segnalamenti si non abbia subito alcuna attenuazione nonostante, su base storica, a fronte di una distanza di massima visibilità generalmente non superiore a 12.5 km dalla costa, tale attenuazione sarà verosimilmente di gran lunga superiore.

Tabella 107 – Fotoinserimenti in condizioni di scarsa luminosità ambientale, località esaminate.
Coordinate secondo WGS84 EPSG32632 UTM32N. Elaborazione iLStudio.

INFO PUNTO DI SCATTO	
ID: VPT010 Denominazione: Nebida (belvedere e tramonto) Località: Iglesias Coordinate: 451251E, 4351379N Elaborati di riferimento: C0421BT40SFT01000 C0421BT41SFT01000 C0421BT42SFT01000 C0421BT43SFT01000	
ID: VPT011 Denominazione: Spiaggia di Fontanamare Località: Gonnesa Coordinate: 451416E, 4349190N Elaborati di riferimento: C0421BT44SFT01100 C0421BT45SFT01100 C0421BT46SFT01100 C0421BT47SFT01100	

INFO PUNTO DI SCATTO

ID: VPT012
Denominazione: Spiaggia di Fontanamare
Località: Gonnesa
Coordinate: 451434E, 4349164N

C0421BT48SFT01200
C0421BT49SFT01200
C0421BT50SFT01200
C0421BT51SFT01200



In relazione alle richieste di cui al PUNTO 4, per quanto sopra discusso, si ritiene che il materiale informativo fornito come allegato allo Studio di Impatto Ambientale (relazioni specialistiche e fotoinserimenti) sia esaustivo rispetto agli esiti della fase di scoping, comprenda tutti gli elementi oggetto di richiesta (punti di scatto a nord del parco eolico, indicazione dei coni visivi e delle mappe localizzative) e sia tale da caratterizzare in maniera completa ed esaustiva le implicazioni di carattere paesaggistico correlate alla realizzazione delle opere.

PUNTO 5

Fermo restando che in tema di fotoinserimenti l'area di Portoscuso è stata indagata, nelle aree di intervisibilità con il parco eolico, attraverso i punti di scatto VPT008 – Capo Altano e VPT009 – Torre Spagnola, si segnala che la citata spiaggia di Porto Paglietto, in relazione ai risultati dell'analisi di intervisibilità (binary viewshed) non è in condizioni di mutua visibilità rispetto alle installazioni del parco; i fruitori della spiaggia peraltro sono naturalmente indotti ad una visione secondo la direttrice nord-sud mentre il parco eolico giace nel settore nord-ovest. La Figura 192 mostra infatti che l'area parco giace al di là della scogliera che chiude la spiaggia sul suo versante occidentale. Peraltro per la stessa località è stato fornito il fotoinserimento dal punto di vista VPT009 – Torre Spagnola di Portoscuso la quale si erge a protezione della suddetta spiaggia come indicato nella successiva Figura 193. Si ritiene quindi che, anche in relazione alle conclusioni del punto 4, i fotoinserimenti già forniti siano esaustivi delle condizioni di visibilità



Figura 192 – Scorcio della spiaggia di Porto Paglietto con vista nella direzione del parco Ichnusa Wind Power.
Si osserva che, come indicato dall'analisi di intervisibilità binaria, il parco eolico non è intervisibile dalla spiaggia per effetto del mascheramento introdotto dalla scogliera sul versante ovest della spiaggia.



Figura 193 – Posizione reciproca tra la Torre Spagnola di Portoscuso e la spiaggia di Porto Paglietto.
In basso la mappa di intervisibilità binaria dell'impianto. La spiaggia di Porto paglietto appare in ombra rispetto al praco per effetto della scogliera sul suo versante ovest.

Protocollo RAS	Protocollo MASE	
RAS AOO 05-01-00 Prot. Uscita n. 25683 del 04/09/2023 RAS AOO 04-02-00 Prot. Uscita n. 38196 del 08/08/2023 POS. 2023-922	m_amte.MASE.REGISTRO UFFICIALE.INGRESSO.0139629.04-09-2023	

2. […] Per quanto attiene alle opere a terra, escludendo le stazioni e sottostazioni di trasformazione di cui si parlerà più approfonditamente successivamente, si rileva che si tratta di una linea elettrica ad altissima tensione (380 kV) di circa 56 km.

Essa andrà a sostituire l'attuale linea elettrica a 220 kV seguendo circa lo stesso percorso di quest'ultima. Si premette che si ritiene necessario la (ri)proposizione di carte dei vincoli paesaggistici alla scala/e opportune. Ciò detto, il territorio attraversato, che possiamo definire ad utilizzazione agroforestale in prevalente misura, è pressoché pianeggiante, percorso da tre corsi d'acqua e dagli affluenti del bacino idrografico di riferimento. Anche su queste opere si fanno una serie di considerazioni

***PUNTO 1** - La sostituzione della linea elettrica e dei relativi tralicci assume per buono che tale percorso sia il migliore dal punto di vista paesaggistico, ma ciò è da confermare anche alla luce del fatto che la linea esistente è nata in un periodo storico in cui ancora poco ci si curava di tali aspetti essendo altri i motivi di urgenza. Dalle simulazioni riportate in relazione, relativamente poche in verità, si può notare come alcuni tratti tra quelli rappresentati restituiscano un effetto percettivo di grande incoerenza visiva. Ci si riferisce in particolare al punto di partenza della linea aerea in prossimità dell'area industriale di Portoscuso. Il fatto che questa porzione di territorio possa essere annoverata tra i paesaggi degradati dovrebbe spingere a ricomporre un ordine anche solo percettivo e non ad aggravarlo. Bisogna anche tener presente che in prossimità, come evidenziato nelle foto e simulazioni, trovano posto anche compendi di aerogeneratori terrestri che contribuiscono a influenzare negativamente il paesaggio nella dimensione verticale. Occorre infatti ancora approfondire la compresenza di iniziative di realizzazioni di campi eolici terrestri che potrebbero confliggere con il posizionamento della linea elettrica e di cui non viene dato atto nei documenti di progetto. È possibile che, data la scarsità di immagini e simulazioni relativamente alla linea elettrica, uno studio più attento e vario dei casi possa suggerire un diverso tracciato che in verità potrebbe essere guidato anche dalle osservazioni di cui al punto seguente. Ciò che appare è che ci si sia affidati a ripercorrere il vecchio tracciato senza fornire evidenza che questo fosse effettivamente la migliore scelta possibile e che ancora oggi lo sia. Potrebbe infine doversi ritenere, o comunque valutare, che la migliore soluzione possa essere interrare la linea.*

***PUNTO 2** - Come detto la linea elettrica attraversa un territorio pianeggiante e nella Relazione paesaggistica si osserva che il Piano paesaggistico, nell'individuare i beni paesaggistici dell'assetto storico culturale, ha evidenziato un gran numero di elementi di interesse in prossimità delle aree costiere che va scemando verso la direzione dei territori interni. A tal proposito si fa notare che è ingannevole ritenere che negli ambiti più interni ci sia una concentrazione più bassa di beni paesaggistici in quanto potrebbe non essere affatto veritiero visto che il Piano paesaggistico ha curato soprattutto lo studio degli ambiti costieri, rimandando l'approfondimento dei territori interni. Va tuttavia ricordato che i siti archeologici anche non individuati dal Piano paesaggistico sono beni paesaggistici ex lege (art. 142, lett. m del D.lgs. 42/2004). Dunque l'esclusione di una simile evenienza necessita di un approfondimento. Ricordando infine che la Sardegna è un territorio ricco di resti archeologici e che la linea elettrica attraversa un territorio di fondo valle, da ambedue le parti, sarebbe opportuno verificare che eventuali siti di importanza archeologica non abbiano offesa dal posizionamento di tralicci, sia perché si trovano in posizione più elevata sui due massicci montagnosi dell'iglesiente e del Sulcis, sia perché non rilevati dal Piano paesaggistico regionale.*

***PUNTO 3** - Per quanto attiene alle sottostazioni di Portoscuso e Villasor si ritiene che tali opere possano essere meglio studiate nella parte che riguarda la mitigazione. In particolare si ritiene che, pur nella diversità delle situazioni presentate, la mitigazione possa essere meglio realizzata se si studiasse un intervento di forestazione, si circoscritto ma dalle linee più naturali, anziché strettamente limitato a pochi alberi lungo il perimetro interessato dalle componenti tecnologiche.*

PUNTO 1

In merito all'osservazione, la proponente ha esaminato, secondo quanto descritto nella sezione introduttiva "Breve descrizione delle opere", una nuova soluzione di elettrodotto aereo sviluppata secondo un percorso parzialmente interrato su sede stradale dalla stazione RTN TERNA Sulcis verso la stazione Villasor 380.

PUNTO 2

In risposta alle osservazioni di cui cui al punto 2, si evidenzia che, oltre alla Relazione Paesaggistica, il proponente ha allegato allo Studio di Impatto Ambientale gli esiti della Verifica Preventiva di Interesse Archeologico (VPIA), commissionata alla Società Cooperativa Novelune[33] per le dovute indagini sulle aree interessate dalle opere a terra. Il risultati sono in accordo al "template GNA" predisposto dal Ministero della Cultura, secondo lo standard dell'ICCD, in ambiente GIS e comprendono anche:

- Relazione "Verifica preventiva dell'interesse archeologico a terra" cod. C0421YR35ARCTPR00;
- Relazione "Verifica preventiva dell'interesse archeologico a terra – Catalogo dei siti" cod. C0421YR35aARCTPR00;
- Relazione "Verifica preventiva dell'interesse archeologico a terra – Schede unità di ricognizione" cod. C0421YR35bARCTPR00;
- Tavola I. L'opera a progetto. Carta tecnica regionale cod. C0421AT00VIAARC00;
- Tavola II. L'opera a progetto. Ortofoto satellitare cod. C0421AT01VIAARC00;
- Tavola IIa. L'opera a progetto. Ortofoto satellitare cod. C0421AT02VIAARC00;
- Tavola IIb. L'opera a progetto. Ortofoto satellitare cod. C0421AT03VIAARC00;
- Tavola IIc. L'opera a progetto. Ortofoto satellitare cod. C0421AT04VIAARC00;
- Tavola IIIa. Carta dei siti cod. C0421AT05VIAARC00;
- Tavola IIIb. Carta dei siti cod. C0421AT06VIAARC00;
- Tavola IVa. Le unità di ricognizione (UR) su cartografia IGM cod. C0421AT07VIAARC00;
- Tavola IVb. Le unità di ricognizione (UR) su cartografia IGM cod. C0421AT08VIAARC00;
- Tavola IVc. Le unità di ricognizione (UR) su cartografia IGM cod. C0421AT09VIAARC00;
- Tavola Va. Carta della visibilità, uso suolo, potenziale e rischio archeologico cod. C0421AT10VIAARC00;
- Tavola Vb. Carta della visibilità, uso suolo, potenziale e rischio archeologico cod. C0421AT11VIAARC00;
- Tavola Vc. Carta della visibilità, uso suolo, potenziale e rischio archeologico cod. C0421AT12VIAARC00;
- Tavola Vd. Carta della visibilità, uso suolo, potenziale e rischio archeologico cod. C0421AT13VIAARC00;
- Tavola Ve. Carta della visibilità, uso suolo, potenziale e rischio archeologico cod. C0421AT14VIAARC00;
- Tavola Vf. Carta della visibilità, uso suolo, potenziale e rischio archeologico cod. C0421AT15VIAARC00;
- Tavola Vg. Carta della visibilità, uso suolo, potenziale e rischio archeologico cod. C0421AT16VIAARC00;
- Tavola VIa. Carta dei siti e del rischio archeologico cod. C0421AT17VIAARC00;
- Tavola VIb. Carta dei siti e del rischio archeologico cod. C0421AT18VIAARC00.

Il documento di VPIA è stato redatto conformemente alle direttive e indicazioni della legge vigente, assumendo come fondamento procedurale l'art. 28 del Codice dei Beni Culturali (D.Lgs. 42/2005 che recepisce i principi introdotti dalla Direttiva Europea CE/97/11).

La ricerca ha analizzato le possibili emergenze archeologiche presenti all'interno di un buffer di 5 km dalle opere in progetto, ampiezza determinata sia da norme vigenti che dalla tipologia di impianti previsti, riferendosi ad un comparto territoriale di oltre 674 km^2. L'analisi ha riguardato il materiale edito, le informazioni di archivio e letteratura grigia, il confronto con i funzionari preposti alla tutela, siti istituzionali e di pubblicazione scientifica e la consultazione, ove possibile, dei Piani Urbanistici Comunali. In base ai dati raccolti, nella seguente tabella sono stati elencati il numero di siti di interesse archeologico ricadenti all'interno dell'area buffer prestabilita:

[33] La Società Novelune di Taranto è iscritta con numero 3092 all'Elenco degli Operatori Abilitati alla redazione del Documento di Valutazione Archeologica preventiva del Ministero della Cultura.

Tabella 108 – Distribuzione territoriale dei siti e delle emergenze archeologiche rinvenute dalla ricerca.

Territorio comunale	Numero siti individuati all'interno del buffer
Portoscuso	23
San Giovanni Suergiu	1
Gonnesa	33
Carbonia	29
Iglesias	22
Villamassargia	46
Domusnovas	11
Siliqua	17
Musei	8
Decimoputzu	17
Villasor	67
Serramanna	20
San Sperate	3
Serrenti	3
Nuraminis	27
Monastir	5

Ogni sito individuato è schedato all'interno del MOSI (Modulo sito/area archeologica) predisposto all'interno del Template GNA del Ministero della Cultura.

Sono state inoltre eseguite attività di ricognizione della superficie (*field survey)* che hanno interessato l'intero percorso dell'elettrodotto aereo considerando un buffer di 50 m dalla sede di ognuno dei tralicci previsti, dall'area delle due sottostazioni (a Portoscuso e Villasor) ed una fascia della larghezza di 50 m, per lato, lungo il percorso cavidotto interrato, nell'area industriale di Portovesme nel comune di Portoscuso. L'indagine è stata condotta a seguito dell'acquisizione di dati riguardanti le emergenze archeologiche precedenti, che includono siti indentificati attraverso fonti scientifiche e non convenzionali, ed è stata inoltre preceduta da un'analisi fotointerpretativa finalizzata all'individuazione di eventuali anomalie, le quali sono state successivamente verificate in sito. Dalle attività di ricognizione non sono emerse criticità.

A seguito delle modifiche al progetto intervenute in applicazione delle indicazioni ottenute durante la fase consultiva del procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale, nello specifico inerenti la sostituzione anche solo parziale delle linee aeree in favore di tracciati in cavo interrato, il proponente ha prontamente richiesto un aggiornamento dalle indagini archeologiche, con approfondimento specifico per quanto concerne non solo i nuovi percorsi degli elettrodotti ma anche per ciò che riguarda lo spostamento delle aree delle stazioni elettriche "Sulcis" e "Villasor 380" oltre alla realizzazione della nuova stazione di compensazione e transizione cavo/aereo. L'aggiornamento della VPIA viene allegato al presente documento di integrazioni.

PUNTO 3

La Proponente prevede la realizzazione di opere naturalistiche di mitigazione attorno alle stazioni elettriche mediante reimpianto di specie arboree, arbustive e rampicanti autoctone secondo le indicazioni già sviluppate all'interno delle risposte ai punti 14.5, 14.6 e 14.7 della sezione "Richieste di integrazione MASE".

RICHIESTE DI INTEGRAZIONE ISPRA

Protocollo ISPRA	Protocollo MASE
0003227/2024 del 19/01/2024	m_amte.MASE.REGISTRO UFFICIALE.ENTRATA.0010330.19-01-2024

1.5 Caratterizzazione chimico fisica, ecotossicologica e microbiologica dei sedimenti marini

[…] Nel documento RAPPORTO DI MONITORAGGIO E CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DELL'AREA MARINA COSTIERA E OFFSHORE sono riportati i risultati delle analisi chimiche effettuate sui campioni di sedimento in formato tabellare; non viene effettuato alcun confronto con valori limiti normativi (SQA del D.Lgs. 172/2015, Livelli chimici di riferimento del D.M. 173/2016). I parametri e gli analiti considerati coincidono con quelli richiesti dall'Allegato B/2 del D.M. 24/01/1996, ad eccezione dei pesticidi organo-clorurati, che risultano mancanti. Le analisi sono state condotte da un ente pubblico di ricerca (CNR-IAS) mediante metodi standardizzati. I rapporti di prova sono allegati alla documentazione.

Per quanto riguarda le analisi eseguite sui sedimenti marini, vengono inseriti in tabella i valori di concentrazione limite previsti da SQA del D.lgs. 172/2015 e D.M. 173/2016, sia per gli analiti inorganici che organici. Inoltre, si riportano, ad integrazione, i risultati delle analisi eseguite per la determinazione dei pesticidi organo-clorurati (OCP). Si faccia riferimento tabelle seguenti.

Tabella 109 – Concentrazioni dei metalli.

	Analita		As	Cd	Cr (Tot.)	Ni	Pb	Cu	Zn	Al	Hg
	U.M.		*mg/kg p.s.*	*mg/kg p.s.*	*mg/kg p.s.*	*mg/kg p.s.*	*mg/kg p.s.*	*mg/kg p.s.*	*mg/kg p.s.*	*mg/kg p.s.*	*mg/kg p.s.*
	SQA del D.Lgs. 172/2015		12	0.3	50	-	30	-	-	-	0.3
	Livelli chimici di riferimento del D.M. 173/2016	L1	12	0.3	50	30	30	40	100	-	0,3
		L2	20	0.80	150	75	70	52	150	-	0,80
ID. CAMPIONE	**01**		16.21	< valore del LOQ	3.91	2.36	31.83	1.52	46.41	4016	0.06
	02		17.15	< valore del LOQ	3.26	3.11	26.10	1.82	45.24	2595	0.04
	03		5.83	< valore del LOQ	4.03	2.72	19.26	1.41	63.71	3709	0.04
	04		6.41	< valore del LOQ	6.81	1.93	17.11	0.72	80.53	3687	0.05
	05		5.53	1.16	7.26	2.36	23.42	1.37	117.61	5742	0.06

Tabella 110 – Fosforo e Azoto Totale.

		P (Tot.)	N (Tot.)
		mg/kg p.s.	*g/kg p.s.*
ID. CAMPIONE	**01**	223.61	0.21
	02	117.93	0.28
	03	146.05	0.32
	04	187.51	0.25
	05	192.41	0.20

Tabella 111 – IPA – PCB – TPH C>12 – VOC C<12

PARAMETRO	Unità di misura.	SQA del D.Lgs. 172/2015	Livelli chimici di riferimento del D.M. 173/2016		ID. CAMPIONE				
			L1	L2	01	02	03	04	05
Naphtalene	µg/kg p.s	35	35	391	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
Acenaftilene	µg/kg p.s	-	-	-	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ

PARAMETRO	Unità di misura.	SQA del D.Lgs. 172/2015	Livelli chimici di riferimento del D.M. 173/2016		ID. CAMPIONE				
			L1	L2	01	02	03	04	05
Acenaphtene	µg/kg p.s	-	-	-	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
Fluorene	µg/kg p.s	-	21	144	2.0	2.0	< LOQ	< LOQ	< LOQ
Phenanthrene	µg/kg p.s	-	87	544	21.3	22.4	15.6	11.6	7.0
Anthracene	µg/kg p.s	24	24	245	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
Fluoranthene	µg/kg p.s	110	110	1494	45.1	58.3	19.6	21.4	15.3
Pyrene	µg/kg p.s	-	153	1398	95.2	130.9	43.3	46.3	34.6
Benzo(a)Antracene	µg/kg p.s	-	75	500	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
Chrysene	µg/kg p.s	-	108	846	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
Benzo(b)Fluoranthene	µg/kg p.s	40	40	500[7]	2.4	2.1	< LOQ	< LOQ	< LOQ
Benzo(k)Fluoranthene	µg/kg p.s	20	20	500[7]	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
Benzo(a)Pyrene	µg/kg p.s	30	30	100	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
Dibenzo(a,h)Anthracene	µg/kg p.s	-	-	-	2.8	2.8	< LOQ	< LOQ	< LOQ
Benzo(g,h,i)Perylene	µg/kg p.s	55	55	100[7]	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
Indeno(1,2,3)Perylene	µg/kg p.s	70	70	100[7]	2.3	2.3	< LOQ	< LOQ	< LOQ
ΣIPA	µg/kg p.s	-	900	4000	171.2	218.1	78.5	79.3	56.9
PCB 28	µg/kg p.s	-	-	-	0.656	< LOQ	0.081	< LOQ	0.038
PCB 52	µg/kg p.s	-	-	-	0.449	< LOQ	0.148	< LOQ	0.115
PCB 101	µg/kg p.s	-	-	-	0.238	< LOQ	0.884	< LOQ	0.515
PCB 81	µg/kg p.s	-	-	-	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
PCB 77	µg/kg p.s	-	-	-	< LOQ	0.095	0.058	0.044	0.033
PCB 114	µg/kg p.s	-	-	-	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
PCB 118	µg/kg p.s	-	-	-	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
PCB 123	µg/kg p.s	-	-	-	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
PCB 153	µg/kg p.s	-	-	-	< LOQ	< LOQ	0.040	< LOQ	0.039
PCB 105	µg/kg p.s	-	-	-	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
PCB 138	µg/kg p.s	-	-	-	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
PCB 126	µg/kg p.s	-	-	-	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
PCB 128	µg/kg p.s	-	-	-	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
PCB 157	µg/kg p.s	-	-	-	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
PCB 156	µg/kg p.s	-	-	-	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
PCB 167	µg/kg p.s	-	-	-	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
PCB 180	µg/kg p.s	-	-	-	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
PCB 170	µg/kg p.s	-	-	-	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
PCB 169	µg/kg p.s	-	-	-	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
PCB 189	µg/kg p.s	-	-	-	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
ΣPCB	µg/kg p.s	8	8	60	1.34	0.10	1.21	0.04	0.74
TPH C>12 (Idrocarburi alifatici totali)	µg/kg p.s	-	N.D.	50000	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
VOC C<12 (Idrocarburi alifatici volatili)	mg/kg	-	-	-	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ

Tabella 112 – Carbonio organico totale (TOC) – Tributilstagno (TBT).

	Analita	TOC	TBT
	U.M.	g/kg p.s	µg/g p.s.
SQA del D.Lgs. 172/2015		-	5
Livelli chimici di riferimento del D.M. 173/2016	L1	-	5
	L2	-	72
ID. CAMPIONE	01	1.36	< LOQ
	02	1.48	< LOQ
	03	1.78	< LOQ
	04	1.52	< LOQ
	05	1.31	< LOQ

Tabella 113 – Pesticidi.

Analita		Aldrin	Dieldrin	α - hexachlorocyclohexane	Hexachlorobutadiene	Alachlor	Chlorfenviphos	Chlorpyrofos	Endusolfan
U.M.		µg/kg p.s.	µg/kg p.s.	µg/kg p.s.	µg/kg p.s.	µg/kg p.s.	µg/kg p.s.	µg/kg p.s.	µg/kg p.s.
SQA del D.Lgs. 172/2015		0.2	0.2	0.2	-	-	-	-	-
Livelli chimici di riferimento del D.M. 173/2016	L1	0.2	0.7	0.2	-	-	-	-	
	L2	10^7	4.3	10^7	-	-	-	-	-
ID. CAMPIONE	01	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
	02	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
	03	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
	04	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
	05	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ

1.5 Caratterizzazione chimico fisica, ecotossicologica e microbiologica dei sedimenti marini

[...] Relativamente all'area SIN il proponente fornisce un inquadramento preliminare del sito facendo una sintesi dei dati disponibili raccolti nel corso di studi e campagne di caratterizzazione ambientali pregresse. Per quanto riguarda la caratterizzazione dei livelli di contaminazione dei fondali marini, l'inquadramento si rifà a dati del 1997 (Vacca, S. & Muntau, H., 2000. Valutazione preliminare dello stato di inquinamento dei suoli, delle acque e dei sedimenti marini nella zona ad alto rischio ambientale di Portoscuso. Definizione di un sistema di controllo permanente della contaminazione ambientale nell'ambito del Sistem, s.l.: JRC), e a quelli del Piano di caratterizzazione ambientale dell'area marina prospiciente il sito di bonifica di interesse nazionale del Sulcis [1] Iglesiente-Guspinese, redatto dall'ICRAM ed approvato dal MATTM in sede di conferenza dei servizi decisoria del 27 Marzo 2007, nel tratto compreso tra Capo Altana e Punta S'Aliga, nel Comune di Portoscuso (CI)". Relativamente alla prima fonte, non viene segnato il tracciato del cavidotto nelle mappe con i gradienti di contaminazione ricavati da tali dati.

In merito alle richieste in oggetto, le informazioni sono ora disponibili nel report "SIN - Piano di caratterizzazione ambientale" cod. C0421YR13SINCAR01 allegato alla presente documento cui si rimanda per i dettagli.

Protocollo ISPRA	Protocollo MASE
0003227/2024 del 19/01/2024	m_amte.MASE.REGISTRO UFFICIALE.ENTRATA.0010330.19-01-2024

In generale, si ritiene necessario che la relazione per la movimentazione del fondale marino per l'attività di posa di cavi e condotte sottomarine, ai sensi dei commi 5 e 5 bis dell'art. 109, sia "autoportante" e riporti nel dettaglio le risultanze delle indagini condotte dal proponente conformemente a quanto previsto dal D.M. del 24/01/1996. Nel caso in esame, le informazioni richieste dal D.M. del 24/01/1996 sono risultate parcellizzate in numerosi documenti, talvolta prive degli opportuni rimandi rendendo difficoltosa l'analisi e la valutazione della documentazione.

In relazione alle richieste di cui sopra, la relazione tecnica sulla movimentazione del fondale marino per l'attività di posa dei cavi elettrici dell'impianto di produzione eolica offshore in progetto, è stata resa "autoportante" ai sensi dei commi 5 e 5 bis dell'art. 109. Per ulteriori dettagli si faccia riferimento al documento «Relazione tecnica elettrodotto marino» cod. C0421BR00POSELE01 allegata al presente documento.

2.1 Finalità dell'opera e dei lavori e Tipologia del settore di intervento

[…] Pur non essendo prevista la movimentazione all'interno del SIN, si rimanda per tutte le valutazioni inerenti alla realizzazione dell'opera in area SIN a quanto di competenza alla Direzione generale Uso Sostenibile del Suolo e delle Risorse idriche (USSRI).

La proponente ha avviato il dialogo con la competente Direzione del MASE, Direzione Generale Uso Sostenibile Suolo e Risorse Idriche - Divisione VII - Bonifica dei Siti di Interesse Nazionale inoltrando, con lettera protocollo F0219U.050624.P.1623 richiesta di determinazioni in merito all'avvio dell'istruttoria di competenza per il rilascio del parere di cui all'art 242-ter del D.Lgs. 152/2006 smi. Alla richiesta è stata allegata la realzione "SIN - Piano di caratterizzazione ambientale" cod.C0421YR13SINCAR01.

La proponente si rimette dunque ai provvedimenti emanati dall'Autorità competente.

2.2 Modalità di esecuzione dei lavori di escavo e modalità di realizzazione dell'opera

[…] Pertanto si ritiene necessario che il proponente fornisca, in maniera dettagliata, le informazioni richieste dal p.to 3 del D.M. del 24/01/1996, ovvero: "i sistemi e ratei di escavazione ed i tempi di esecuzione dei lavori; le profondità di escavo, la larghezza e la lunghezza in metri della trincea da realizzare; le coordinate geografiche dei punti che individuano il tracciato; l'eventuale impiego, nel corso dei lavori di scavo, di lubrificanti, fluidi idraulici, additivi e le relative caratteristiche chimiche e tossicologiche".

In relazione alle richieste di cui sopra, la relazione tecnica sulla movimentazione del fondale marino per l'attività di posa dei cavi elettrici dell'impianto di produzione eolica offshore in progetto, è stata resa "autoportante" ai sensi dei commi 5 e 5 bis dell'art. 109. Per ulteriori dettagli si faccia riferimento al documento «Relazione tecnica elettrodotto marino» cod. C0421BR00POSELE01 allegata al presente documento.

2.2 Modalità di esecuzione dei lavori di escavo e modalità di realizzazione dell'opera

[…] In merito ai sistemi di protezione no burial, previsti "qualora le caratteristiche geotecniche o morfologiche del fondale o la presenza di altre infrastrutture sommerse (es. cavi marini, condotte sottomarine, etc.), non permettessero la realizzazione della trincea" si richiede di specificare le dimensioni delle aree di occupazione del fondo marino previste per le diverse tecniche proposte, con specifico riferimento alle aree interessate da fanerogame marine o altri habitat di pregio e/o protetti. In ogni caso si richiede che il proponente utilizzi metodi di installazione e protezioni dei cavi tali minimizzare l'impatto con il fondale marino.

In relazione alle richieste di cui sopra, la relazione tecnica sulla movimentazione del fondale marino per l'attività di posa dei cavi elettrici dell'impianto di produzione eolica offshore in progetto, è stata resa "autoportante" ai sensi dei commi 5 e 5 bis dell'art. 109. Per ulteriori dettagli si faccia riferimento al documento «Relazione tecnica elettrodotto marino» cod. C0421BR00POSELE01 allegata al presente documento.

2.2 Modalità di esecuzione dei lavori di escavo e modalità di realizzazione dell'opera

[…] In merito alla realizzazione dell'approdo ed alla prevista rimozione della massicciata frangiflutti posta a protezione del molo, oltre all'impiego di una "barriera antinquinamento galleggiante dotata di telo verticale anti–contaminazione esteso dalla superficie al fondale marino", si raccomanda di adottare ogni possibile precauzione atta a prevenire la dispersione dei sedimenti marini, incluso il fermo delle operazioni nel caso di condizioni meteo marine avverse o comunque non idonee.

Come già descritto nel documento "Studio di Impatto Ambientale" cod. C0421YR03RELSIA00 al paragrafo 7.2.10, il collegamento tra la Transition Joint Bay (TJB) e la parte near-shore dell'elettrodotto di esportazione marino 220 kV sarà effettuato mediante applicazione di controtubi in HDPE posati senza scavo al di sotto della massicciata della diga frangiflutti posta a protezione del porto di Portovesme. La posa sarà effettuata previa rimozione dei massi e loro successivo riposizionamento in loco effettuati con l'ausilio di mezzi sollevatori terrestri. In prossimità dell'approdo, escludendo ogni forma di scavo al fine di evitare risospensione di sedimenti eventualmente contaminati in area SIN, la protezione dell'elettrodotto marino sarà affidata o all'applicazione di rocce (rockdumping) o alla posa di speciali materassi reattivi che consentiranno sinergicamente l'adeguata protezione dei cavi, la bio-remediation delle aree contaminate e la messa a dimora delle talee di Posidonia Oceanica qualora danneggiate durante la procedura di posa.

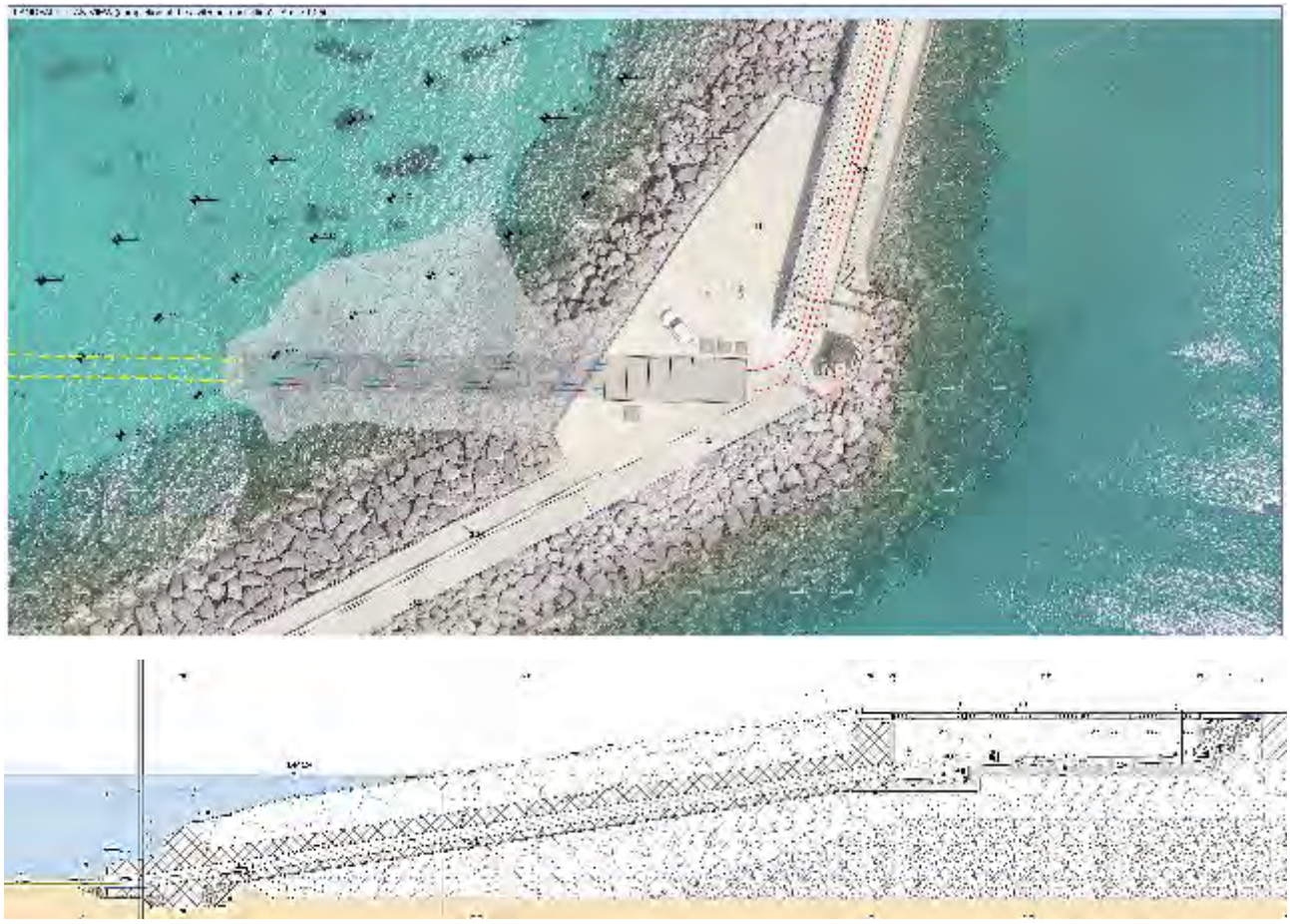


Figura 194 – Schema di posa del controtubi sotto la massicciata frangiflutti.

Elaborazione CEBAT.

Il salpamento dei massi in sostituzione delle operazioni scavo determinerà una trascurabile movimentazione di sedime riducendone al minimo l'eventuale sospensione/dispersione nella colonna d'acqua.

Pur con questi presupposti, a scopo cautelativo, durante le operazioni di posa saranno adottate tutte le idonee misure di mitigazione del rischio associato sia alla risospensione di contaminanti sia al potenziale disturbo su habitat di pregio quali eventualmente praterie di Posidonia. ad esempio:

- l'applicazione di barriere antinquinamento galleggianti dotate di telo verticale anti–contaminazione esteso dal pelo libero al fondale marino disposte secondo uno o più ordini secondo necessita;
- l'esecuzione degli interventi solo in idonee condizioni meteo-mare al fine di limitare il potenziale ambientale di dispersione;
- l'esecuzione di monitoraggi sulla torbidità durante le fasi operative e post operam così da individuare tempestivamente superamenti dei livelli di torbidità fissati come obiettivo di qualità determinati ad esempio da rottura o malfunzionamento della barriera alla torbidità o da condizioni meteorologiche avverse, e, se del caso, fermare le lavorazioni fino a messa in sicurezza.

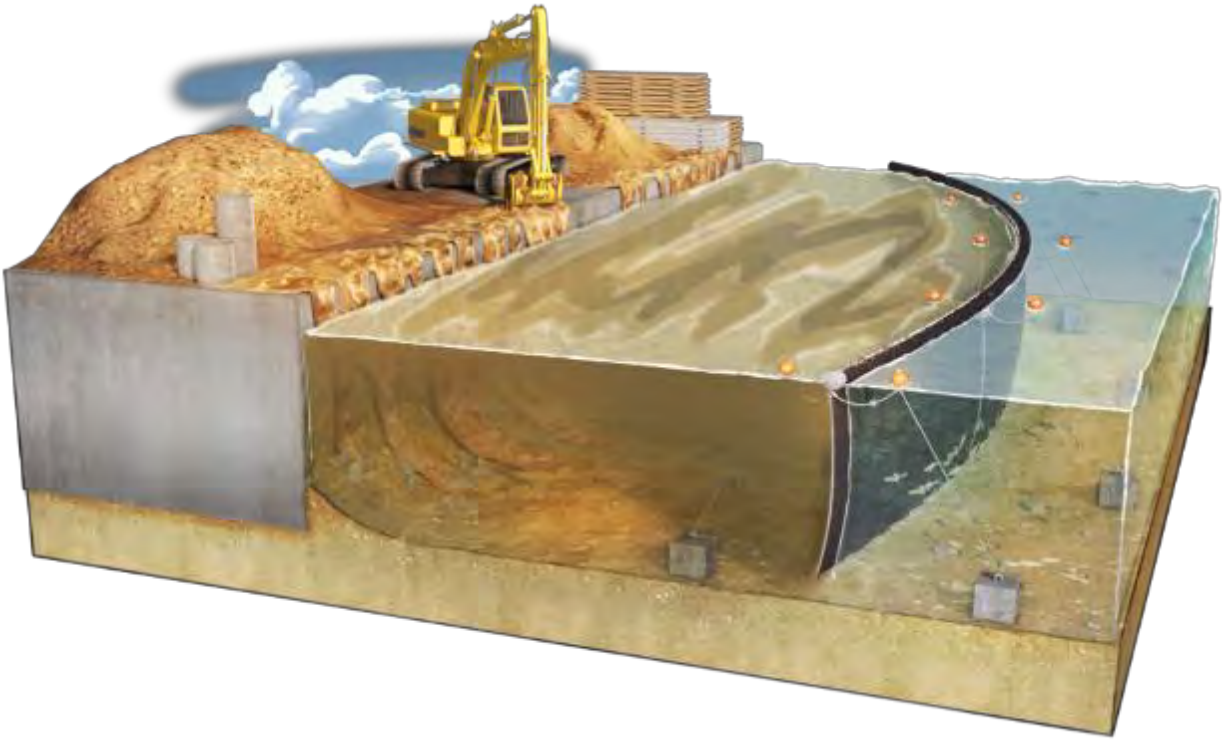


Figura 195 – Schema concettuale di funzionamento di una cortina anti-torbidità.
L'estensione della cortina dal pelo libero fino al fondale determina il confinamento delle aree soggette a risospensione/dispersione dei sedimenti impedendo l'incremento di torbidità all'esterno delle aree di cantiere.
Fonte: https://www.geoace.com/ng.



Figura 196 – Dispositivi anti-intorbidimento per il confinamento delle aree di lavoro a mare.

2.2 Modalità di esecuzione dei lavori di escavo e modalità di realizzazione dell'opera

[…] Infine, il proponente nei documenti esaminati ("Relazione tecnica. Elettrodotto marino" e "Studio di impatto ambientale") non riporta alcun riferimento alle attività di grappinaggio che di norma precedono la posa di cavi sottomarini. Al riguardo, si ritiene opportuno sottolineare come il materiale recuperato lungo il tracciato stesso e nelle sue immediate vicinanze debba essere smaltito secondo quanto riportato nella Legge n. 60/2022 (Disposizioni per il recupero dei rifiuti in mare e nelle acque interne e per la promozione dell'economia circolare (legge «Salva Mare»). […]

Le attività di posa dei cavi marini inter-array e di esportazione saranno precedute da puntuali e dettagliate indagini, anche mediante ROV, eseguite lungo l'intero tracciato dei cavi. Saranno in particolare effettuiate ulteriori indagini geofisiche dell'intero ECC (export cable corridor, comprese le aree nearshore) come parte della procedura di installazione dei cavi. L'indagine pre-posa del cavo sarà utile a rivalutare lo stato dei luoghi al momento effettivo della costruzione e fornità importanti informazioni per finalizzare il tracciato del cavo in relazione a idonee condizioni di tutela delle biocenosi presenti e sicurezza e affidabilità delliinstallazione. A valle, un'indagine post-posa confermerà il corretto posizionamento e configurazione di posa delle opere.

Il piano delle indagini comprenderà inoltre una serie di azioni di monitoraggio secondo quanto previsto dal PMA (Piano di Monitoraggio Ambientale) allegato allo SIA con cod. C0421YR05MONAMB01, sia durante la fase Ante-Operam sia in corso d'opera, al fine di ottemperare alle indicazioni delle norme di settore (MSFD 2008/56/CE, D.L. 190 del 03/10/10 e Decreto 15/02/19), attraverso campagne di analisi e, appunto, monitoraggio (nello specifico delle specie marine) anche mediante l'impiego di strumentazione ROV.

Tali approfondimenti consentiranno da un lato di aggiornare la conoscenza degli habitat di fondo lungo le aree interessate dalle operazioni di posa consentendo ulteriori ottimizzazioni del tracciato finalizzate alla minimizzazione degli impatti sulle componenti di pregio ambientale, dall'altro fornirà gli strumenti essenziali per la pianificazione e il controllo delle attività di posa vera e propria. L'indagine preventiva permetterà infatti di rilevare l'eventuale presenza di materiali, detriti e rifiuti di origine antropica che potrebbero interferire con le attrezzature posa-cavo inficiando la bontà dell'installazione, e procedere, se del caso, con azioni di pulizia del fondale (grappinaggio). Le attrezzature impiegate per l'esecuzione del grappinaggio pre-posa avranno caratteristiche idonee e commisurate alle caratteristiche dei corridoi di posa con l'obiettivo di minimizzare il danneggiamento dei fondali. Tale attività verrà realizzata sull'intera lunghezza del tracciato di posa interrata ad eccezione delle zone a basso fondale e comunque all'esterno della perimetrazione marina del sito di interesse nazionale del Sulcis-Iglesiente-Guspinese o ovunque vi sia presenza di biocenosi di pregio quali praterie di fanerogame marine o habitat a coralligeno. In tali aree sarà preferito l'utilizzo di veicoli robot a controllo remoto (ROV) o, ove possibile, OTS (Operatori Tecnici Subacquei).

I rifiuti collezionati (cavi metallici, attrezzi da pesca o altri detriti abbandonati sul fondo) saranno raccolti sull'imbarcazione e smaltiti secondo la normativa vigente e in accordo alla Legge n. 60/2022 recante "Disposizioni per il recupero dei rifiuti in mare e nelle acque interne e per la promozione dell'economia circolare (legge «Salva Mare»)". Si tratta sostanzialmente di "*rifiuti volontariamente raccolti*" (Art.1 comma b) "*durante campagna di pulizia*" (Art.1 comma c). Secondo l'Art.3 comma 4, "*Ai rifiuti di cui al presente articolo si applicano le disposizioni dell'articolo 2*." (Art.2 "*Modalità di gestione dei rifiuti accidentalmente pescati*").

2.2 Modalità di esecuzione dei lavori di escavo e modalità di realizzazione dell'opera

[…] Si segnala che nel documento "Rapporto sulle indagini a mare" (suddiviso in n. 6 parti), per la descrizione dei risultati delle indagini geofisiche non è stata utilizzata una codifica dei KP univoca. Per l'area near-shore il "KP 0.000 coincide con l'approdo di Portoscuso, aumentando verso ovest, verso l'area offshore. Tutti i KP sono geodetici e si riferiscono alla RPL". Mentre per l'Export Cable Corridor il KP 0.000 è posizionato all'estremità orientale dell'area di rilievo a circa 60-65 m di profondità. I due KP 0.000 indicati dal proponente pertanto non coincidono. Si ritiene necessario l'utilizzo di KP univoci riferiti alla route position lists (RPL) e non all'area di rilievo. […]

Durante la stesura dello Studio di Impatto Ambientale, a supporto della progettazione, il proponente ha commissionato alla società Fugro l'esecuzione di una specifica campagna di rilievo geofisico delle aree potenzialmente interessate dalle opewre offshore di progetto comprendendo l'area del sito di installazione del parco eolico, l'area del corridoio di esportazione ECC (Export Cable Corridor) e l'area di approdo nearshore. Le indagini hanno caratterizzato un'area significativamente più grande di quella effettivamente richiesta dalle installazioni al fine di delineare un quadro conoscitivo sufficientemente ampio da consentire modifiche di layout compatibili con esigenze di carattere ambientale e tecnico. Nello specifico i rilievi stati effettuati da Fugro nell'area del sito principale e dell'ECC con attività svolte a partire dall'ottobre 2021 e da Next Geosolutions per l'area nearshore nel successivo maggio 2022. Vincoli di natura operativa e autorizzativa hanno determinato lo slittamento della campagna nearshore a valle dei sondaggi nel sito principale e lungo l'ECC. Inoltre la definizione dell'area nearshore è stata finalizzata solo dopo l'avvio del sondaggio geofisico dell'ECC, rendendo impossibile una modifica della numerazione dei KP compatibile con gli sviluppi del successivo sondaggio nearshore. Di conseguenza, si è preferito mantenere distinte le codifiche dei KP conservando il riferimento alla specifica campagna di indagine.

Preme sottolineare che, ai fini della valutazione di impatto ambientale, le informazioni raccolte sono comunque complete e consistenti sia dal punto di vista geomorfologico sia dal punto di vista biocenotico.

Ad ogni modo, le attività di posa dei cavi marini inter-array e di esportazione saranno precedute da nuove puntuali e dettagliate indagini, anche mediante ROV, eseguite lungo l'intero tracciato dei cavi. Saranno in particolare effettuate nuove indagini geofisiche sull'intero ECC (comprese le aree nearshore) come parte della procedura di installazione dei cavi. L'indagine pre-posa del cavo sarà utile a rivalutare lo stato dei luoghi al momento effettivo della costruzione e fornità importanti informazioni per finalizzare il tracciato del cavo in relazione a idonee condizioni di tutela delle biocenosi presenti e sicurezza e affidabilità dell'installazione. A valle, un'indagine post-posa confermerà il corretto posizionamento e configurazione di posa delle opere.

Tali approfondimenti consentiranno da un lato di aggiornare la conoscenza degli habitat di fondo lungo le aree interessate dalle operazioni di posa, consentendo ulteriori ottimizzazioni del tracciato finalizzate alla minimizzazione degli impatti sulle componenti di pregio ambientale, dall'altro fornirà gli strumenti essenziali per la pianificazione e il controllo delle attività di posa vera e propria.

In accoglimento di quanto segnalato, i risultati della nuova campagna geofisica saranno, a quel punto, forniti sulla base di una omogenea etichettatura KP dal punto di approdo fino all'area del parco.

2.3 Caratterizzazione delle comunità fito-zoobentoniche presenti nell'area di intervento

[…] Si ritiene necessario che il tracciato definitivo del cavo sia definito e fornito prima dell'avvio delle attività di posa e prima dell'avvio delle attività di monitoraggio, ovvero prima della fase ante operam; questo permetterà di valutare adeguatamente gli eventuali impatti della realizzazione dell'opera sugli habitat sensibili presenti e di quantificarne l'impatto. Infatti, il Proponente, pur dichiarando che la proposta di tracciato è orientata alla minimizzazione degli impatti, non riporta alcun riferimento certo sulla tecnologia adottata di interro e/o protezione del cavo e alcuna quantificazione degli impatti sugli habitat protetti individuati.

2.3 Caratterizzazione delle comunità fito-zoobentoniche presenti nell'area di intervento

[…] considerata la mancanza di una cartografia biocenotica per aree oltre il near-shore, si ritiene necessario che il proponente fornisca una mappatura aggiornata anche del tracciato dell'elettrodotto di esportazione sottomarino, oltre l'area near-shore, e dell'area del parco eolico (dove è prevista la posa dei cavi inter-array).

Fermo restando che la soluzione tecnica definitiva per il tracciato e la posa dei cavi sarà disponibile solo a valle della nuova campagna di indagini di dettaglio (anche con ROV), per i dettagli legati alla soluzione attuale si rimanda alla lettura dell'elaborato «Relazione tecnica elettrodotto marino» cod. C0421BR00POSELE01 allegata al presente documento.

2.3 Caratterizzazione delle comunità fito-zoobentoniche presenti nell'area di intervento

[…] La presenza di habitat protetti, quali praterie di Posidonia oceanica (codice habitat 1120) e Coralligeno (codice habitat 1170), rende indispensabile l'esecuzione di puntuali e dettagliate indagini, mediante ROV, video e immagini georeferenziate, che dovranno essere eseguite lungo l'intero tracciato dei cavi, compresa l'area del parco eolico (dove è prevista la posa dei cavi inter array) e quella prossima alla costa, che il Proponente dichiara di indagare solo successivamente.

Il proponente prende atto della richiesta in oggetto.

2.4 Caratterizzazione chimico fisica, ecotossicologica e microbiologica dei sedimenti marini

PUNTO 1: *[…] La caratterizzazione fisico-chimica dei sedimenti marini non rispetta alcune importanti indicazioni del D.M. 24/01/1996, pertanto quando svolto dal proponente non risulta idoneo. La caratterizzazione ha infatti riguardato solo una parte limitata dell'area interessata dall'opera (fascia near-shore, esterna al SIN) e la collocazione delle stazioni non risponde alle indicazioni del D.M. 24/01/1996, risultando inoltre posizionate nell'intorno di una porzione di tracciato e non lungo la direttrice dello stesso.*

PUNTO 2: *Rimane dunque "non caratterizzata": i) l'intera area del parco eolico (dove il Proponente non esclude che alcuni tratti della rete dei cavi inter-array verranno interrati e ii) la maggior parte dei 52 km di tracciato dell'elettrodotto di esportazione sottomarino.*

PUNTO 3: *Relativamente al metodo di campionamento, effettuato mediante benna, non viene indicato lo strato di sedimento che è stato utilizzato per le analisi (il D.M. 24/01/1996 richiede che venga analizzato lo strato superficiale, di prassi 0-3 cm).*

PUNTO 4: *Tra gli analiti richiesti dal D.M. 24/01/1996 non sono stati analizzati i pesticidi organoclorurati.*

PUNTO 5: *Riguardo all'analisi del TBT, si sottolinea che è ormai prassi consolidata analizzare i composti organostannici quali tributilstagno (TBT) e i suoi prodotti di degradazione: dibutilstagno (DBT) e monobutilstagno (MBT).*

PUNTO 6: *Per facilitare la pronta valutazione dei risultati si invita il Proponente a confrontare i dati con appropriati standard di qualità ambientale (ad oggi è prassi far riferimento al D. Lgs. 172/2015, Tabella 2/A, Tabella 3/A, Tabella 3/B e, per gli analiti non compresi nella precedente norma, al D. Lgs. 173/2016, Tabella 2.5). Infatti, un primo confronto con i dati prodotti evidenzia superamenti per il cadmio (1 campione su 5), il piombo (1 campione) e l'arsenico (2 campioni).*

PUNTO 7: *Inoltre si evidenzia l'importanza di riportare con maggiore dettaglio i dati e le specifiche dei metodi utilizzati, ovvero di: i) specificare le unità di misura (prediligendo l'uso di quelle utilizzate nei riferimenti normativi), ii) evidenziare se le concentrazioni sono riferite al peso secco o al peso umido del campione, iii) indicare se i dati riferiti a composti metallorganici (es. TBT) sono espressi come concentrazione del metallo o del catione, iv) riportare le concentrazioni inferiori ai limiti di quantificazione come "< valore del LOQ" (es. < 0.01), e vi) specificare il LOQ dei metodi utilizzati.*

PUNTO 8: *Per quanto concerne i saggi ecotossicologici la descrizione è molto dettagliata e la scelta della batteria testata è idonea. Si ritiene maggiormente corretto fare riferimento direttamente al Decreto Ambiente 15 Luglio 2016 n 173 invece che all' Allegato Tecnico del Decreto attuativo dell'art. 109, comma 2 lettera a) del D.lgs. 152/2006 (G.U. del 06/09/2016).*

PUNTO 9: *Per quanto riguarda i saggi in fase liquida, la preparazione dell'elutriato (pag 14 del documento C0421UR30ENVMAR00a) viene fatta secondo la metodologia EPA 2001, utilizzando il rapporto diluizione 1:4; sarebbe opportuno preparare l'elutriato secondo il Quaderno ISPRA 16/2021, che contiene il protocollo operativo aggiornato rispetto alle Metodologia sopra indicata, soprattutto per quanto riguarda la tipologia 3 di saggi. Tale quaderno è stato applicato in parte misurando la concentrazione di ammonio nell'elutriato 1:4.*
Per il saggio su P. tricornutum nel paragrafo 3.1.2 del documento C0421UR30ENVMAR00a viene riportato che l'elutriato è stato testato in 4 diluizioni (100-50-25-12.5%), mentre nel rapporto di prova e nella descrizione dei risultati (pag. 44), si riporta che l'elutriato è stato saggiato alla massima concentrazione (100%). Sarebbe opportuno indicare in modo univoco le concentrazioni testate.

PUNTO 10: *Per quanto riguarda i risultati non è chiaro come vengono elaborati i dati ottenuti: per il A. fischeri vengono confrontati con i valori tabellari basati sul sediment toxicity index (STI) riportati nel "Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini" (ICRAM-APAT-MATTM, 2007); per le altre due specie viene riportata una classificazione del pericolo ecotossicologico su base tabellare considerando unicamente il valore di EC50,*

senza citare la fonte da cui è stata ricavata. Pertanto, sarebbe opportuno elaborare i risultati ottenuti secondo i criteri di integrazione ponderata di cui al DM 173/16.

PUNTO 1 e 2

Il Proponente procederà alle indagini secondo le indicazioni del D.M. 24/01/1996 in fase ante-operam.

PUNTO 3

Relativamente al metodo di campionamento, effettuato mediante benna, si conferma che lo strato di sedimento analizzato risulta essere quello superficiale (primi 3 cm).

PUNTO 4

Si riportano nel seguito la metodologia applicata e i risultati delle analisi condotte sui sedimenti relative alla presenza di pesticidi organo-clorurati.

La determinazione dei Pesticidi Organo-clorurati (OCP) nei sedimenti è avvenuta attraverso tre passaggi fondamentali:

- Estrazione degli OCP (metodo EPA 3546);
- Purificazione (metodo EPA 3620);
- Determinazione con GC/MSMS (metodo EPA8270);
- Quantificazione.

Estrazione degli OCP (metodo EPA 3546)

L'estrazione dai sedimenti è stata effettuata in conformità al metodo EPA 3546. Questo metodo prevede l'uso di una apparecchiatura di microvibrazione per mezzo di ultrasuoni. A tale scopo è stata utilizzata una sonda ad ultrasuoni tipo BANDELIN direttamente immersa nella miscela sedimento solvente per 10 min. A tale scopo sono stati pesati 3 g di campione direttamente in una vial di circa 40 ml con 10 ml di Esano:Acetone (80:20). La vial è stata posta in una centrifuga a circa 3000 giri/min per 10 min e il surnatante è stato prelevato e purificato secondo la metodica EPA 3620.

Purificazione (metodo EPA 3620)

La purificazione è avvenuta in conformità al metodo EPA 3620. L'estratto, circa 10 ml di soluzione è stato concentrato sino a circa 2 ml con l'ausilio di un rotavapor e purificato usando una colonna pre-impaccata tipo cartuccia SPE SIL da 6 ml per 1000 mg precaricata con 1 grammo circa di sodio solfato anidro, per anidrificare l'estratto. Infine, la stessa cartuccia SPE è stata eluita con 5 ml di Esano. La soluzione così purificata è stata portata a secchezza per mezzo di un multi-vapor e, successivamente, aggiunta una soluzione di 1 ml di esano. Una aliquota di 0.2 ml è stata usata per la determinazione degli OCP. A questa aliquota, posta in una vial con micro-insert per GC, è stato aggiunto lo standard interno per gli OCP. In seguito, la vial è stata posta nell'auto-campionatore per l'analisi in GC/MSMS.

Determinazione con GC/MSMS (metodo EPA8270)

La determinazione degli OCP è avvenuta per mezzo di un GC/MSMS con gascromatografo TRACE 1310 accoppiato ad uno spettrometro di massa triplo quadrupolo (tipo TSQ 8000). Le condizioni gascromatografiche usate sono state: iniettore in modalità splitless; temperatura dell'iniettore 280 °C; volume di iniezione 2 µl; il programma di temperatura del forno prevede una temperatura iniziale di 60 °C per 4 minuti, un rampa di 10 °C/min sino 270 °C e mantenuta per 5 minuti, una rampa di temperatura 20 °C/min sino a 340 °C e mantenuta per 5 min. La colonna cromatografica usata è stata del tipo capillare DB5-MS di 30 m x 0.25 mm x 0.25 um. Lo spettrometro di massa per la determinazione degli OCP è stata impostata in modalità SRM.

Quantificazione

La quantificazione degli OCP è avvenuta per confronto tra l'area sottesa al picco dell'analita, normalizzato con l'area dello standard interno, e la curva di calibrazione dello stesso analita. I valori di concentrazione dei pesticidi organo-clorurati misurati nei sedimenti in oggetto sono riportati nella successiva Tabella 114.

Tabella 114 – Pesticidi.

Analita		Aldrin	Dieldrin	α - hexachlorocyclohexane	Hexachlorobutadiene	Alachlor	Chlorfenviphos	Chlorpyrofos	Endusolfan
U.M.		*µg/kg p.s.*	*µg/kg p.s.*	*µg/kg p.s.*	*µg/kg p.s.*	*µg/kg p.s.*	*µg/kg p.s.*	*µg/kg p.s.*	*µg/kg p.s.*
SQA del D.Lgs. 172/2015		0.2	0.2	0.2	-	-	-	-	-
Livelli chimici di riferimento del D.M. 173/2016	**L1**	0.2	0.7	0.2	-	-	-	-	
	L2	10^7	4.3	10^7	-	-	-	-	-
ID. CAMPIONE	**01**	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
	02	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
	03	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
	04	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
	05	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ

PUNTO 5

Per la determinazione dei TBT si è fatto riferimento alla metodica richiamata nel Manuale ICRAM - Metodologie analitiche di riferimento - Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003). Tale metodo prevede infatti la determinazione del Tributiltstagno senza la distinzione dei suoi prodotti di degradazione: dibutilstagno (DBT) e monobutilstagno (MBT).

PUNTO 6

Nelle tabelle vengono riportati i valori di concentrazione limite previsti nelle normative di riferimento, ovvero, D. Lgs. 172/2015, Tabella 2/A, Tabella 3/A, Tabella 3/B e, per gli analiti non compresi nella precedente norma, il D. Lgs. 173/2016, Tabella 2.5.

PUNTO 7

Per quanto riguarda la richiesta *"[…] si evidenzia l'importanza di riportare con maggiore dettaglio i dati e le specifiche dei metodi utilizzati, ovvero di: i) specificare le unità di misura (prediligendo l'uso di quelle utilizzate nei riferimenti normativi), ii) evidenziare se le concentrazioni sono riferite al peso secco o al peso umido del campione, iii) indicare se i dati riferiti a composti metallorganici (es. TBT) sono espressi come concentrazione del metallo o del catione, iv) riportare le concentrazioni inferiori ai limiti di quantificazione come "< valore del LOQ" (es. < 0.01), e vi) specificare il LOQ dei metodi utilizzati. […]"* in merito al punto iii) i valori di concentrazione dei TBT sono espressi come concentrazione del catione; per ciò che riguarda invece il punto vi) si riporta quanto segue:

- il valore LOQ relativo al metodo per la determinazione del cadmio (Cd), riferito al peso secco, è pari a 0.01 mg/kg;
- il valore LOQ relativo al metodo per la determinazione di Naphtalene, Acenaftilene e Acenaphtene,

riferito al peso secco, è pari a 0.005 mg/kg;
- il valore LOQ relativo a Fluorene, Anthracene, Benzo(a)Antracene, Chrysene, Benzo(b)Fluoranthene, Benzo(k)Fluoranthene, Benzo(a)Pyrene, Dibenzo(a,h)Anthracene, Benzo(g,h,i) Perylene e Indeno(1,2,3)Perylene, riferito al peso secco, è pari a 0.002 mg/kg;
- il valore LOQ relativo ai congeneri PCB determinati, riferito al peso secco, è pari a 0.03 µg/kg; il valore LOQ per la determinazione dei TPH C>12 (Idrocarburi alifatici totali), riferito al peso secco, è pari a 10 mg/kg;
- il valore LOQ relativo alla misura dei VOC C<12 (Idrocarburi alifatici volatili), riferito al peso secco, è 0.005 µg/kg;
- il valore LOQ utilizzato nel metodo per la misurazione dei pesticidi organo-clorurati (OCP), riferito al peso secco, è 10 µg/kg.

PUNTO 8

OK: sostituire nel paragrafo 3.1 (pagina 10, sesta riga) riferimento al DM 173/2016 invece che all'Allegato Tecnico del Decreto attuativo dell'art. 109, comma 2 lettera a) del D.lgs. 152/2006 (G.U. del 06/09/2016).

PUNTO 9

La metodica di preparazione dell'elutriato riportata nella relazione tecnica (pagina 14) non riporta sostanziali differenze rispetto a quella descritta nel Quaderno ISPRA 16/2021 (nel capitolo 2, par. 2.1.3, pagina 21). Per quanto riguarda il saggio di tipologia 3 (embriotossicità su *P. lividus*), questo è stato effettuato utilizzando elutriato preparato con rapporto di diluizione 1:4, mentre nel Quaderno ISPRA 16/2021 viene suggerito (per i saggi a lungo termine/cronici indicati nella "terza tipologia" dell'Allegato tecnico al D.M. 173/2016) di effettuare tale tipologia di saggio utilizzando elutriato con rapporto di diluizione 1:10. Tuttavia, nella nota 1 riportata a piè di pagina 8 del Quaderno ISPRA 16/2021 è riportato che "*Ai fini delle attività di monitoraggio (che non coinvolge sedimenti da dragare), la preparazione dell'elutriato relativa alla terza tipologia di saggio biologico sarà ordinariamente effettuata con rapporto 1:4*". Dal momento che lo studio oggetto del Contratto di consulenza era riferito ad una attività di consulenza scientifica per "*servizi di Caratterizzazione Ambientale delle aree marine nel Mare di Sardegna Sud Occidentale propedeutiche al progetto per la realizzazione di un impianto eolico di tipo offshore galleggiante*" quindi non strettamente legato ad attività di dragaggio, è stato ritenuto maggiormente cautelativo effettuare tutte le prove ecotossicologiche utilizzando l'elutriato 1:4.

Sebbene nei saggi su *P. lividus* eseguiti in questo studio sia stato utilizzato l'elutriato 1:4, per 3 campioni su 5 saggiati (campioni 01, 03 e 04) a seguito dell' elaborazione dei risultati secondo i criteri di integrazione ponderata di cui al DM 173/2016 tramite il software Sediqualsoft® (vedere risposta n.4 a seguito), il valore di HQ batteria (Hazard Quotient ovvero livello di pericolo ecotossicologico) è risultato essere inferiore ad 1, indicando per tali campioni (01, 03 e 04) l'appartenenza alla classe di pericolo ecotossicologico "assente". Per i campioni 02 e 05 è stato invece ottenuto un valore di HQ batteria pari a 1.8 e 2 rispettivamente, con classe di pericolo ecotossicologico "media". È possibile ipotizzare che l'esecuzione del saggio su *P. lividus* con elutriato 1:10 determinerebbe una riduzione del valore di HQ specifico per entrambe i campioni, di conseguenza un valore inferiore dell'HQ batteria ed una "riduzione" della classe di gravità del pericolo ecotossicologico, che si suppone diventerebbe "basso" o "assente".

Va infine sottolineato che la misurazione delle concentrazioni di ammonio nei campioni (vedere tabella 21 a pag. 45 del documento C0421UR30ENVMAR00) ha indicato per tutti i campioni valori inferiori a 2 mg/L (soglia indicata nel Quaderno ISPRA 16/2021), pertanto è stato possibile escludere un effetto di tossicità su *P .lividus* imputabile alla elevata presenza di ammonio.

PUNTO 10

Il saggio su *P. tricornutum* è stato eseguito sull'elutriato nel range di diluizioni indicato al paragrafo 3.1.2 del documento C0421UR30ENVMAR00a (100-50-25-12.5%). A seguito, nei rapporti di prova (tabelle da 8 a 12), è stata riportata solo la percentuale di effetto ottenuta per la minor diluizione di elutriato saggiata (ovvero

l'elutriato non diluito, 100%), che è risultata essere sempre inferiore al 50% di effetto. Nella sezione 4.1.5 (sintesi dei risultati, pagina 43) è stato erroneamente riportato che l'elutriato è stato saggiato alla massima concentrazione. La frase (pag. 44, da riga 13 a 17) va corretta con *"l'elutriato è stato saggiato nel seguente range di diluzioni: 100-50-25-12.5% e la percentuale di effetto ottenuta per l'elutriato non diluito (100%) è risultata essere sempre inferiore al 50% (sia in termini di incremento che di inibizione della crescita algale). Tuttavia, si evidenzia un effetto di tossicità significativo per i campioni 04 (25% di aumento della crescita algale rispetto al controllo) e 05 (42,6% di aumento della crescita algale rispetto al controllo) dopo 72 ore di esposizione all'elutriato tal quale (non diluito)".*

2.4 Caratterizzazione chimico fisica, ecotossicologica e microbiologica dei sedimenti marini

[…] In conclusione, si ritiene necessario che il proponente esegua una adeguata caratterizzazione chimico, fisica ed ecotossicologica dei sedimenti sia nell'intera area del parco eolico (dove il Proponente non esclude che alcuni tratti della rete dei cavi inter-array verranno interrati) sia lungo il tracciato dell'elettrodotto di esportazione sottomarino.

La Proponente prende atto della richiesta; idonee caratterizzazioni chimiche fisiche ed ecotossicologiche saranno eseguire in fase successiva, così come riportato all'interno dell'elaborato di progetto "Piano di monitoraggio ambientale" cod. C0421YR05MONAMB01 e relativi allegati.

2.5 Piano di Monitoraggio Ambientale

[…] Nella revisione del PMA dovranno essere forniti dettagli circa la scala spaziale di indagine (numero di stazioni di campionamento, transetti ROV, etc.) per le diverse componenti ambientali, i parametri da analizzare, le metodiche tecniche ed analitiche previste ed ogni altra informazione utile alla definizione puntuale del PMA, ivi incluso il cronoprogramma delle attività di monitoraggio. Si raccomanda, di corredare il PMA con adeguate rappresentazioni cartografiche che permettano di visualizzare chiaramente la sovrapposizione dei tracciati dei cavi con il layout di campionamento ed eventuali criticità ambientali.

Il Piano di Monitoraggio Ambientale è stato aggiornato sulla base delle migliori informazioni attualmente disponibili; il piano così strutturato mira a definire la strategia di monitoraggio da un punto di vista metodico, ma per alcuni aspetti non quantitativo. La piena definizione della scala spaziale e del cronoprogramma potranno essere effettuate solo a valle della campagna di indagine ante-operam e conseguenti azioni di micro-siting delle opere in progetto, recependo inoltre eventuali indicazioni da parte degli enti competenti.

Si rimanda per ulteriori dettagli alla lettura del report “Piano di monitoraggio ambientale” cod. C0421YR05MONAMB01 e relativi allegati.

RICHIESTE DI INTEGRAZIONE COMUNE DI CARLOFORTE

Protocollo	Protocollo MASE	
Prot. N. 3788/2024 del 29 marzo 2024		

[…] nelle fasi relative allo screening sono state presentate dal Comune di Carloforte le seguenti osservazioni:

- Possibile impatto negativo sulla pesca del tonno rosso causato dalla posa del cavidotto principale che collega le sottostazioni off-shore flottanti alla sottostazione terrestre di consegna. Si ricorda che nel territorio comunale persiste una tonnara fissa e che la pesca del tonno rosso ha una forte tradizione nella cultura carlofortina. La sospensione di tale attività produttiva durante la fase di realizzazione dell'impianto potrebbe avere importanti impatti economici. Risulta necessario conoscere quale sia l'impatto dei campi sonori, elettrici ed elettromagnetici prodotti dalle pale e dai cavidotti, nei confronti dell'avifauna marina e in particolar modo rispetto alla consueta rotta di migrazione dei tonni.

- Possibile impatto negativo sulla rotta del tonno rosso legato alle emissioni EMF del cavidotto principale che lega le sottostazioni off-shore flottanti alla sottostazione terrestre di consegna. Tale potenziale impatto perdurerebbe per tutta la vita utile dell'impianto e pertanto necessita di una approfondita analisi.

- Possibile impatto economico negativo sul settore ittico legato all'area di interdizione alla pesca. È necessario definire in maniera chiara l'area che sarà interdetta alla pesca per motivi legati alla sicurezza delle persone. Si ricorda che il settore ittico è una delle principali attività economiche presenti nel Comune di Carloforte.

- Risulta necessario approfondire quale sia l'impatto in termini economici ed occupazionali o comunque quali riflessi e benefici concreti possano trarne le Comunità limitrofe alla zona interessata dal progetto.

Effetti generati sulla pesca

Il Proponente già nell'ambito dello SIA ha affrontato il tema degli impatti sulla pesca (paragrafo 11.10) elaborando apposito report tecnico "Caratterizzazione degli impatti sulla pesca" cod. C0421YR27CARPES00, nel quale ha affrontato il tema delle interazioni parco eolico – attività ittiche pervenendo ad una stima della potenziale perdita economica imputabile all'interdizione delle aree di pesca determinata dalla presenza del parco. Premettendo che la presenza di impianti eolici offshore è ad oggi riconosciuta come determinante nella costituzione di riserve marine de facto nelle quali sono possibili effetti di ripopolamento associati al ripristino ecosistemico di fondali già erosi dall'azione di metodi di pesca invasivi (reti a strascico), l'aumento delle popolazioni ittiche nei pressi degli impianti offshore attira inevitabilmente specie ai livelli più alti della catena alimentare, non solo pesci ossei predatori ma anche squali, diverse specie di uccelli e mammiferi marini.

A conferma di questi effetti benefici, il programma di monitoraggio svolto in Belgio sulle aree occupate dagli impianti eolici offshore ha rilevato la presenza, all'interno di tali aree, di pesci di più grandi dimensioni rispetto alle zone circostanti. Studi condotti sull'aragosta e certe specie di bivalvi e pesci, sembrano indicare effettivamente la presenza di esemplari di taglia maggiore nelle aree escluse alla pesca. Pur consapevoli che si tratti di studi di monitoraggio condotti in tempi brevi e che alcune specie abbiano tempi di recupero più lenti, i segnali di un effetto positivo anche a lungo termine sono già visibili; sempre in Belgio infatti, dove è in corso un programma di monitoraggio a lungo termine, sono evidenti i primi segnali di un effetto refugium per alcune specie ittiche (ad es. passera di mare, tonno, …) emersi dopo nove anni di monitoraggio.

È quindi evidente che i siti di realizzazione di parchi eolici offshore abbiano il concreto potenziale di costituire aree protette, vere e proprie riserve marine *de facto,* che contribuiranno a promuovere la biodiversità e la salvaguardia degli stock ittici commerciali.

Fatto salvo quanto sopra, nella valutazione di impatto sulla pesca tale positvo effetto riserva è stato cautelativamente trascurato calcolando la perdita economica potenziale parametrandola all'occupazione di area marina lorda del parco, al fatturato legato al mercato delle specie di pesca per la stessa area di riferimento sulla base anche di un'analisi storica dei prezzi di vendita.

Si è calcolato che in tali condizioni di cautela la perdita imputabile all'interdizioni dell'area marina sarebbe limitata a poco meno di 99 mila euro all'anno da ripartire sulle 7 marinerie operanti nella macroarea di progetto.

Ad ogni modo, ai fini di valutare ipotetiche misure di compensazione per poter fare delle proposte, in tal senso, l'impatto sulle attività di pesca sarà approfondito non solo a livello aggregato ma a livello di singole marinerie/barche/attrezzature. Questa attività verrà svolta nei prossimi mesi con le associazioni di categoria.

Focus sulla pesca del tonno

In merito agli impatti sulla pesca del tonno, il Proponente è ben consapevole della sua importanza non solo economica ma anche culturale; le Tonnare di Carloforte e Portoscuso sono infatti le ultime rimaste attive in Italia tra le molte esistenti nei tempi passati. E' proprio per questo scopo che grande attenzione è stata posta alla valutazione delle possibili ripercussioni determinate da interferenze di carattere acustico e/o elettromagnetico sugli individui della specie. Tali aspetti sono stati approfonditi nei report specialistici "Valutazione impatto acustico marino" cod. C0421YR23ACUMAR00 e "Valutazione impatto elettromagnetico sulla fauna marina" cod. C0421YR23EMFMAR00, concludendo che, in relazione alle più recenti conoscenze scientifiche in merito, non sono ipotizzabili effetti significativi di alcun tipo.

Per altro l'individuazione delle rotte migratorie effettuata sulla base dei dati di marcatura desumibili dagli archivi ICCAT evidenziano movimenti in aree diverse da quelle del parco e secondo flussi lungo la linea di costa nella direttrice Nord-Sud compatibili per altro con il posizionamento effettivo delle due tonnare di Portoscuso e Carloforte.

La trascurabilità degli effetti potenziali e la topologia dei flussi migratori consente di affermare che impatti significativi sulla pesca del tonno siano poco probabili. Ad ogni modo, riconoscendo riconoscendo la funzione della Tonnara Su Pranu di Portoscuso come anello di congiunzione tra la terraferma e il mare e l'importanza di quest'ultimo per il sostentamento degli abitanti di Portoscuso, come potrà essere il parco eolico negli anni a venire, si propone una collaborazione per una ulteriore riqualificazione della Tonnara, che possa rinforzare il suo ruolo centrale all'interno del paese di Portoscuso come punto di aggregazione e identità. La tonnara potrà quindi ospitare, ad esempio, un centro di informazione relativamente al parco eolico e a tematiche di economia circolare oppure offrire degli spazi per attività culturali temporanee.





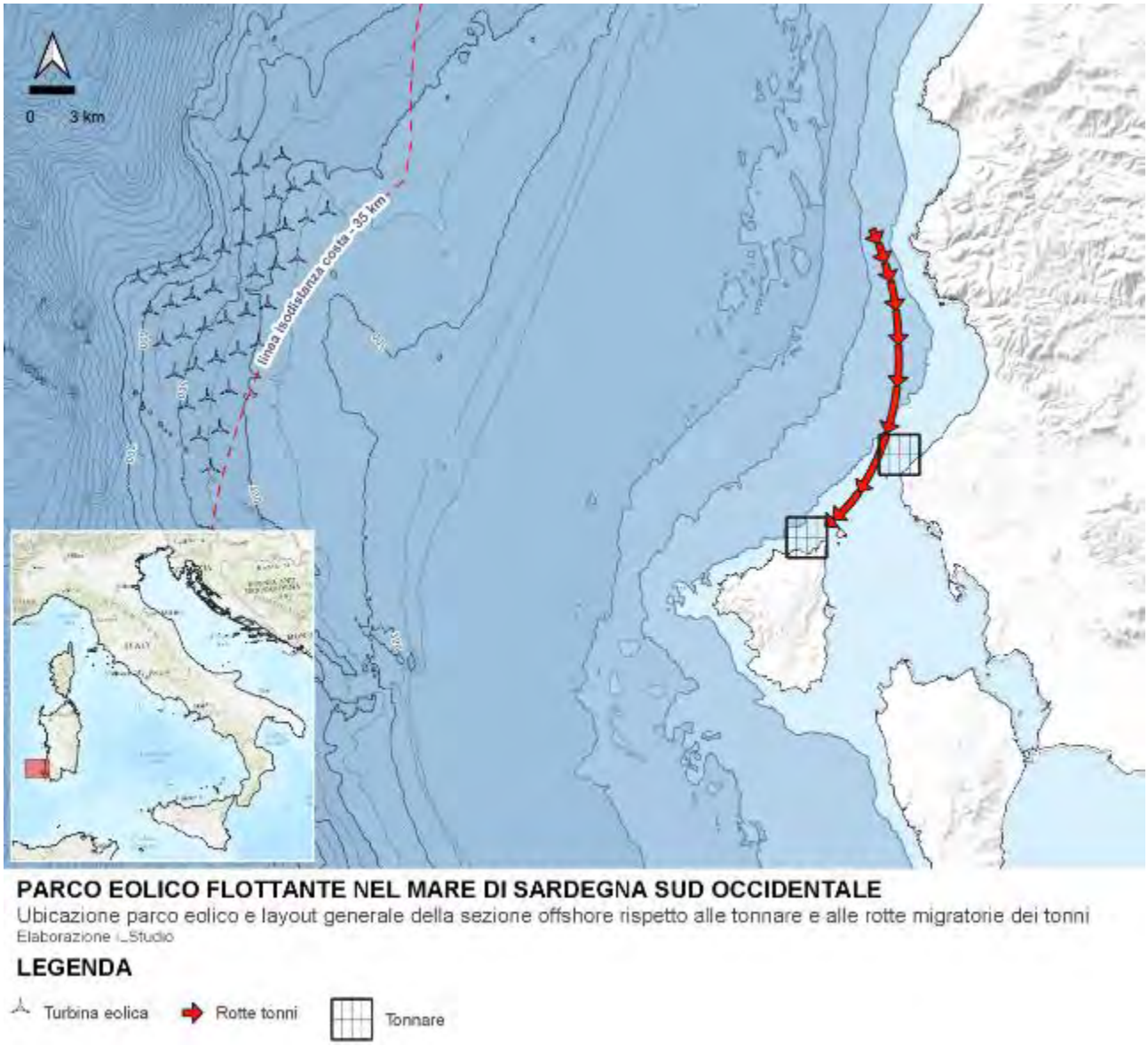


Figura 197 – Tonnare e rotte migratorie del tonno rosso. Regione sud occidentale della Sardegna.

Effetti cumulativi

Si riporta quando definito nelle Linee Guida SNPA 28/2020 "Valutazione di impatto ambientale. Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale" per le interazioni opera ambiente:

"*Sulla base delle valutazioni effettuate per ciascuna delle tematiche ambientali, tenuto conto anche delle interazioni tra gli stessi, deve essere effettuata la valutazione complessiva, qualitativa e quantitativa, degli impatti sull'intero contesto ambientale e della sua prevedibile evoluzione. Gli impatti, positivi/negativi, diretti/indiretti, reversibili/irreversibili, temporanei/permanenti, a breve/lungo termine, transfrontalieri, generati dalle azioni di progetto durante le fasi di cantiere e di esercizio,* ***cumulativi rispetto ad altre opere esistenti e/o approvate****, devono essere descritti mediante adeguati strumenti di rappresentazione, quali matrici, grafici e cartografie*".

Ciò nonostante è stata effettuata, come da osservazione della Commissione Tecnica PNRR-PNIEC (prot. m_amte.CTVA.Registro Ufficiale.U.0002477.26-02-2024) nel punto 16.1, una valutazione dell'impatto cumulativo potenziale con altri impianti FER, considerando impianti già esistenti, autorizzati ma non ancora realizzati e che abbiano avuta una Valutazione d'Impatto Ambientale Positiva, sia Nazionale che Regionale.

È stata effettuata un'analisi per individuare gli impianti FER nelle vicinanze dell'opera in progetto che potrebbero provocare dei potenziali effetti cumulati o interferenze. Tale indagine ha constatato l'assenza di impianti del tipo offshore fino ad un raggio di 100 km dal parco.

In conclusione, data l'indagine svolta a carattere conservativo, si prescinde dal valutare impatti cumulativi con impianti collocati a distanze superiori a 100 km.

Ricadute occupazionali

In merito alle potenziali ricadute occupazionali sul territorio si rimanda alla consultazione dei punti 3.2 e 13.1 delle "Richieste integrazione MASE".

RICHIESTE DI INTEGRAZIONE ITALIA NOSTRA

Protocollo MASE	
m_amte.MASE.REGISTRO UFFICIALE.ENTRATA.0212299.27-12-2023	

E) Presenza di aree protette

PUNTO 1: *[…] Nel caso in esame il tratto di mare richiesto in concessione è ubicato in prossimità del Parco Geominerario della Sardegna e dell'area marina di reperimento denominata "Isola di San Pietro", che interessa l'intero arcipelago del Sulcis e i tratti costieri limitrofi. All'interno di tale area dovrà essere inserita l'istituenda Area Marina Protetta del sud ovest della Sardegna.*

L'autorizzazione di tale impianto rappresenterebbe un forte condizionamento per l'istituzione dell'AMP impedendo quindi la possibilità di attivare una iniziativa utile per garantire la tutela del mare, dell'ambiente e della biodiversità presente nel tratto di mare del sud-ovest sardo.

PUNTO 2: *Si evidenzia che l'ubicazione delle turbine, il percorso dell'elettrodotto di collegamento offshore e il percorso di collegamento interrato pur non interessando direttamente aree della rete Natura 2000 per alcune parti risulta abbastanza prossima ad alcune aree protette ZSC: "Isola di San Pietro – ITB040027"; "Punta S. Aliga – ITB040028"; "Costa di Nebida – ITB040029".*

Per l'isola di San Pietro, la distanza minima delle opere a mare in progetto (elettrodotto marino) è di circa 1,5 km, mentre le opere a terra distano circa 4,5 km nel punto di sbarco a terra dell'elettrodotto.

Per la Punta de S'Aliga, le opere in progetto distano per la parte a mare circa 3 km (elettrodotto marino), mentre la parte a terra dista circa 2,3 km (punto di sbarco a terra dell'elettrodotto).

Per la costa di Nebida, le opere in progetto distano per la parte a terra circa 2.5 km.

PUNTO 3: *Vi è ancora da osservare che alla profondità indicata le biocenosi non sono adeguatamente indagate e scarsi sono gli studi in materia. Il sistema di ancoraggio delle piattaforme potrebbe comunque interferire con le stesse, ma soprattutto l'eventuale scelta di "affondare" i sistemi flottanti nella fase di decommissioning dell'impianto comporterebbe gravi e irreversibili alterazioni ai biomi sottomarini pregiudicandone gli equilibri.*

Vanno evidenziati inoltre i danni che questo tipo di impianto potrebbe arrecare al sistema marino e in particolare alle praterie di posidonia presenti in relazione alle superfici interessate dal passaggio dei cavi sottomarini di collegamento con la terraferma. Nonostante l'importanza ecologica ed economica delle praterie di posidonia sia riconosciuta a livello internazionale e conseguentemente le stesse siano protette da diverse norme nazionali ed europee, assistiamo ad una forte regressione della loro presenza in quanto sono rese sempre più vulnerabili agli impatti antropici.

Lo stesso Rapporto sullo stato di salute delle specie viventi, sui principali fattori di rischio e sulle strategie da adottare per far fronte alla perdita della diversità biologica "Biodiversità a rischio 2022", evidenzia tutta una serie di criticità presenti nei nostri mari derivanti dalle attività antropiche e da una corretta gestione del mare.

È d'obbligo interrogarsi sulla compatibilità delle invasive strutture impiantistiche con la biodiversità che popola il mare in quello specifico contesto.

I parchi, i santuari e le aree marine protette sono stati istituiti proprio a difesa di questi ecosistemi sensibili, fortemente minacciati e sottoposti a una pressione elevata determinata dalle numerose attività umane, creando così seri problemi alla biodiversità ivi tutelata e alla stessa popolazione dei mammiferi marini. Questi impatti sono dovuti, tra l'altro, ad alcune tecniche di pesca, all'inquinamento, all'urbanizzazione, alle collisioni con i natanti e alle attività di osservazione dei cetacei. A queste turbative antropiche si aggiungono poi elementi naturali di disturbo (fluttuazioni climatiche, epidemie, ecc.).

PUNTO 4: *Appare dunque evidente come gli impatti offshore con i molteplici sistemi di ancoraggio, le invasive piattaforme in cls, le gigantesche torri, le enormi aree spazzate dalle pale non possono che costituire un ulteriore fattore di condizionante disturbo all'interno di un ambiente mare-terra-aria complesso e in delicato equilibrio, inducendo alterazioni irreversibili aggravate dall'incremento esponenziale dei mezzi di trasporto e dalla presenza di mostruosi aerogeneratori.*

Considerata questa criticità esprimiamo una forte preoccupazione per i danni, probabilmente irreversibili che l'impianto apporterebbero all'ecosistema marino presente nelle aree interessate al progetto.

PUNTO 1

Aree protette

Per quanto riguarda le citate interferenze con il Parco Geominerario, come dettagliato nel report specialistico "Relazione paesaggistica" cod. C0421YR18RELPAE01, allegato al presente documento di integrazione, l'area di progetto interessa aree del vincolo di Assetto Storico Culturale, in particolare, l'Area dell'Organizzazione Mineraria e del Parco Geominerario Ambientale e Storico. Le opere proposte, in relazione anche alle diverse configurazioni impiantistiche analizzate sono tuttavia, come deducibile dalla lettura del report, pienamente compatibili con i disposti attuativi del Piano Paesaggistico Regionale della Regione Sardegna.

Considerando, invece, le aree marine protette (AMP), come già esposto nello Studio di Impatto Ambientale cod. C0421YR03RELSIA00, le opere in progetto non ricadono in nessuna delle perimetrazioni attualmente istituite e, in relazione ai diversi impatti valutati sulla fauna marina (tra cui quelli acustici ed elettromagnetici), non determinano effetti di disturbo significativi sugli organismi marini. Tale conclusione è peraltro già ribadita nella "Valutazione di Incidenza Ambientale" cod. C0421YR04VALINC00.

L'area marina protetta (AMP) Isola di San Pietro (L. 394/91) di cui all'oggetto, rientra tra le 17 aree marine protette italiane di prossima istituzione (ovvero le aree di reperimento per le quali è in corso l'iter istruttorio); gli studi conoscitivi e i procedimenti per la sua istituzione sono in fase di avvio (MASE) pertanto, visti anche i trascurabili effetti ambientali imputabili alla presenza delle opere di progetto, l'autorizzazione dell'impianto eolico non influenzerebbe in alcun modo l'istituzione di tale AMP.

PUNTO 2

Distanze minime da aree Natura2000

In relazione a quanto indicato, si segnala che il Proponente ha valutato l'incidenza ambientale delle opere attraverso la preparazione del documento "Valutazione di Incidenza Ambientale" cod. C0421YR04VALINC00. Il parco eolico non ricade direttamente in un'area Rete Natura 2000, tuttavia, vista l'importanza strategica dell'opera e dell'area in esame, è stato condotto uno studio sui possibili effetti che, anche se generati da sorgenti esterne alla Rete Natura 2000, possono costituire una incidenza negativa. A tal proposito sono stati considerati tutti i siti potenzialmente soggetti ad impatto che ricadono all'interno dell'area vasta. Per tali siti sono stati analizzati differenti temi, attenzionando maggiormente gli aspetti legati ai fenomeni migratori dell'avifauna, poiché ritenuti più sensibili. In base alle analisi condotte, non risultano incidenze tali da causare una riduzione della funzionalità ecosistemica/ecologica dei singoli siti appartenenti alla Rete Natura 2000 o tali da influenzare le relazioni esistenti tra di essi.

La procedura di Valutazione di Incidenza, al secondo livello (Valutazione appropriata), si conclude definendo che l'intervento oggetto di tale studio è compatibile con la condizione ambientale dell'area. Pertanto, si ritiene che le analisi ed i risultati dello studio conducano ad una valutazione di incidenza **positiva**, in quanto il progetto non causerà effetti negativi irreversibili sia di breve che di lungo termine.

In conclusione, alla luce di quanto sopra esposto, si ritiene che la realizzazione dell'opera sia compatibile con gli indirizzi di tutela e conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatica per i siti di interesse comunitario inseriti nella rete europea Natura 2000, ai sensi delle direttive 92/43/CEE (Direttiva "Habitat") e 2009/147/CEE (Direttiva "Uccelli").

PUNTO 3

La Proponente ha commissionato alla società FUGRO Italy Spa un approfondito rilievo geofisico eseguito nel periodo dal 13 ottobre 2021 al 7 gennaio 2022 lavorando sulle 24 ore, su un'area di quasi 144 km² (ben superiore agli areali effettivamente occupabili dalle opere di progetto) utilizzando la nave RV Kobi Ruegg

equipaggiata con DGPS (Differential GPS), MBES (MultiBeam Echo Sounder), SSS (Side Scan Sonar), SBP (Sub Bottom Profiler), MAG (MAGnetometro), UHR (Ultra High Resolution SBP). La campagna ha analizzato sia il sito del parco, sia il corridoio di esportazione (Export Cable Corridor, ECC), indagando tutte le batimetrie fino ad oltre 700 m di profondità.

I dati geofisici e batimetrici sono stati acquisiti con l'obiettivo di:

- definire accuratamente la batimetria nel sito principale e lungo l'ECC;
- localizzare e identificare elementi morfo-batimetrici come sand waves, massi, scarpate, canali, substrato esposto, faglie in superficie, pockmark e depositi di movimento di massa;
- localizzare e identificare elementi antropici come detriti e relitti;
- fornire gli elementi per la valutazione dell'interesse archeologico;
- collezionare dati sub-bottom di alta qualità, in grado di identificare, ove possibile, affioramenti rocciosi ed altri rischi dal punto di vista geologico;
- localizzare e identificare la presenza di eventuali infrastrutture preesistenti, come cavi e condutture sottomarine;
- localizzare e identificare situazioni di danno indotte da altre attività umane (es. pesca a strascico);
- condurre il campionamento dei sedimenti per verificare il tipo del terreno;
- condurre una survey ROV su specifici punti selezionati sulla base di indagine preliminare dei dati provenienti dalla survey geofisica;
- identificare i diversi tipi di habitat, specialmente quelli con particolari caratteristiche di conservazione.

Le elaborazioni sono state effettuate con l'ulteriore collaborazione del CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche), CoNISMa (Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Scienze del Mare), NextGeo Solutions e RINA e hanno consentito di delineare un quadro preliminare adeguato a istruire la fase progettuale. Nello specifico della richiesta, la Caratterizzazione Ambientale delle aree marine del Mar di Sardegna sud-occidentale è stata eseguita dal CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche), che ha effettuato le seguenti attività:

- analisi preliminare dei dati disponibili per l'area di intervento e ricerca bibliografica sulle biocenosi del mare di Sardegna sud-occidentale;
- analisi ecotossicologiche su campioni di sedimento;
- analisi fisico-chimiche su campioni di sedimento;
- analisi del macrozoobenthos di fondo mobile;
- interpretazione di linee Side Scan Sonar (SSS) e multibeam (MBES) finalizzate alla cartografia dei fondali.

Gli esiti delle analisi ambientali, sono riportati nell'elaborato di progetto "Rapporto di monitoraggio e caratterizzazione ambientale dell'area marina costiera e offshore" cod. C0421UR30ENVMAR00. La mappatura delle praterie di fanerogame effettuata dal Ministero dell'Ambiente (2001), è stata rivalutata attraverso l'utilizzo di rilievi Side Scan Sonar, verità-mare in immersione e analisi di foto aeree, ed ha consentito di ottenere una cartografia in scala 1:25.000 (1:10.000 per le aree marine protette) in cui sono stati identificati e cartografati i morfotipi associati alle biocenosi bentoniche presenti tra 0 e circa 50 m di profondità.

Sono stati individuati 4 morfotipi:

- aree a fondi duri, caratterizzate dalla presenza in affioramento del substrato roccioso;
- aree a *Posidonia oceanica* su matte;
- aree a sabbie grossolane e ghiaie;
- aree a sabbie medio-fini;

e 7 tipologie di habitat:

- coralligeno su fondo duro, presenti nel settore più profondo;
- coralligeno e *Posidonia oceanica* su fondo duro;
- coralligeno su fondi mobili;
- coralligeno su fondi mobili con *Posidonia oceanica;*

- *Posidonia oceanica* su substrato roccioso;
- *Posidonia oceanica* su matte;
- Posidonia degradata-matte morta.

Le informazioni così ricavate hanno permesso di ottimizzare il tracciato dell'elettrodotto marino di esportazione al fine di minimizzare l'interferenza con le biocenosi di pregio. Inoltre, per salvaguardarle, la scelta progettuale prevede di utilizzare le "*best practices*" per le modalità di posa e protezione dei cavi, ad esempio trenching chirurgico e, in area SIN, applicazione di materassi reattivi. Nello specifico dell'area SIN del Sulcis-Iglesiente-Guspinese, già in fase di Studio di Impatto Ambientale, il Proponente, al fine di ridurre al minimo la dispersione di inquinanti nella colonna d'acqua, favorire la decontaminazione delle aree e non impedire eventuali interventi di bonifica futuri, ha ipotizzato la posa e la protezione dei cavi in prossimità dell'approdo e all'interno della perimetrazione SIN senza scavo adottando soluzioni di posa in semplice appoggio e prevedendo, ove necessario, una protezione con materassi zavorrati. Tale tecnica, infatti, può essere utilizzata in combinazione con elementi reattivi per interventi di *remediation* localizzati in aree contaminate offrendo nel contempo strutture di supporto per il reimpianto di Posidonia in situ compatibile con quanto indicato nel Parete Tecnico n. 133 del 11 dicembre 2020 della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS, al cui punto 10 – Misure di compensazione, si propone un'attività di restauro ecologico nei tratti interessati da collegamenti a terra sulle aree di *matte* degradate da passaggio del cavo.

In relazione alla dichiarazione "*il sistema di ancoraggio delle piattaforme potrebbe comunque interferire con le stesse, ma soprattutto l'eventuale scelta di "affondare" i sistemi flottanti nella fase di decommissioning dell'impianto comporterebbe gravi e irreversibili alterazioni ai biomi sottomarini pregiudicandone gli equilibri"* il Proponente non ha mai dichiarato, in maniera semplicistica, di voler affondare le strutture del parco ma, al contrario, come indicato nello SIA, ha affermato di rimandare le valutazioni sul ripristino dello stato dei luoghi alla data di effettiva dismissione. In tal modo, a seguito della campagna di monitoraggio predismissione (descritta anche nel Piano di Monitoraggio Ambientale), sarà possibile valutare, in relazione alle condizioni di sviluppo delle biocenosi sugli elementi a contatto con il fondale e, comunque solo cavi e ancoraggi, la convenienza ambientale di rimuovere tali infrastrutture o lasciarle in posizione come substrato artificiale.

PUNTO 4

Al di la dello scenario apocalittico descritto, vale la pena sottolineare che lo sfruttamento delle risorse di vento di largo attraverso gli impianti eolici galleggianti è riconosciuto come strumento cardine per innescare la transizione energetica, decarbonizzare i sistemi energetici e favorire il raggiungimento degli obiettivi climatici fino al 2030-2050.

Anche le associazioni ambientaliste, tra cui Legambiente, spingono verso una sensibilizzazione della collettività alla sostenibilità ambientale di questi impianti spesso oscurata da atteggiamenti pregiudiziali e fake news (Legambiente, 2023).

E' ovvio che l'effettiva sostenibilità ambientale dipende da scelte progettuali, in primis localizzative, ponderate e che non possano tener conto delle interazioni degli impianti, ad esempio, con la fauna marina o l'avifauna. E' per tale motivo che il Proponente ha basato le sue scelte in relazione agli esiti di ricerche bibliografiche e monitoraggi in situ dei principali abitanti del mare (mammiferi marini, avifauna, biocenosi).

Gli esiti di tali indagini sono per altro resi disponibili alla consultazione da parte degli Enti Competenti (art. 27 D.lgs. 152/2006) e della Commissione PNRR-PNIEC.

Infine, si fa osservare che in merito "*all'incremento esponenziale dei mezzi di trasporto"* si rimanda alla consultazione del paragrafo 7.7.8 "Traffico mezzi" dello SIA cod. C0421YR03RELSIA00 nel quale, per la fase di costruzione, viene indicato un numero di mezzi coinvolti pari a 6 (Main MPSV, Support AHTS, Tug 70t, Tug 40t, CTV), che si ritiene non poter modificare in maniera sostanziale l'entità del traffico normalmente caratterizzante la macroarea di progetto.

Protocollo MASE

m_amte.MASE.REGISTRO UFFICIALE.ENTRATA.0212299.27-12-2023

F) Compatibilità dell'impianto con l'attività di pesca

PUNTO 1: *Dal progetto presentato non risultano chiariti gli aspetti e le eventuali limitazioni che il progetto potrebbe arrecare alle attività di pesca, anche in relazione alla contemporanea presenza degli altri impianti eolici previsti più a sud.*

Le principali zone di pesca che si trovano nella parte sud occidentale del Mare di Sardegna sono principalmente sfruttate da diversi pescherecci da traino di Cagliari e Sant'Antioco le cui attività di pesca sono costituite essenzialmente da strascico e, solo limitatamente, da attrezzi da pesca passivi.

È necessario dover escludere qualsiasi possibile interferenza di tali impianti con le rotte di migrazione del tonno rosso che rappresenta un'attività di primaria importanza per l'Isola di San Pietro e per la cittadina di Portoscuso. Un'attenta analisi deve essere svolta sull'impatto acustico degli aerogeneratori, sulla rumorosità delle pale, eventuali vibrazioni trasmesse alla parte sommersa, barriere create dai cavi di collegamento tra i corpi morti e gli aerogeneratori, interferenze derivanti dall'attività di cantiere per il montaggio degli aerogeneratori e nelle attività di manutenzione.

PUNTO 2: *Va inoltre considerata l'enormità degli spazi marini occupati da questi impianti, in pratica dell'Arcipelago de La Maddalena passando per Capo Figari fino a Capo Coda Cavallo ("Zefiro Vento" e Nurax Wind Power), scendendo lungo la costa Orientale ("Tibula"), proseguendo nel Golfo degli Angeli ("Nora Ventu") fino a Capo Teulada ("Sardegna 1 e 2")", risalendo dall'arcipelago sulcitano (Talassa Wind e Icnusa Wind) fino a Capo Mannu e Capo Marrargiu (Acciona Energia), non vi è tratto di mare dell'Isola che non risulti "invaso" da un continuum ininterrotto di torri eoliche, ciascuna con le loro 15.000 tn di fondazioni galleggianti, le catenarie di ancoraggio e gli oltre 262 mt di altezza. Come tale sistema di infrastrutture nel suo insieme non abbia ad interferire con le rotte seguite dai cetacei di ogni specie e dai tonni per raggiungere i siti di riproduzione e di alimentazione, con gli ecosistemi marini in genere e con le rotte migratorie dell'avifauna, come l'intera fascia perimetrale isolana posta a una distanza di circa 20 km dalla costa non abbia a subire profonde alterazioni a seguito di questa improvvisa proliferazione impiantistica, è quanto meno un'ipotesi tutta da dimostrare. In ogni caso, emerge in tutta la preoccupante evidenza una insensata sottovalutazione degli effetti indotti in tutti i progetti presentati che in genere si limitato ad un'analisi localizzata degli impatti, evitando ogni approccio sistemico ad un problema che andrebbe esaminato sulla scala vasta e nella sua articolata complessità.*

Le osservazioni in negativo non scaturiscono solo da considerazioni di carattere ecologico. Se si prende in esame la figura precedente nella quale sono riportati i perimetri degli specchi acquei già sottoposti a limitazioni in quanto ricadenti nell'ambito delle servitù militari e la si integra idealmente con le superficie marine che verrebbero ad essere occupate dai parchi eolici sopra elencati, può aversi un'idea, anche se solo approssimata, delle pesanti limitazioni ed interferenze nel diritto alla fruizione del mare sardo. Si dovrebbero tra queste esaminare le pesanti inibizioni che verrebbero imposte alle attività di pesca ed alla navigazione, oltre i condizionamenti alla libera navigazione, fattori esiziali per l'economia isolana la cui evoluzione appare già storicamente segnata dalla condizione di insularità.

PUNTO 1

Effetti generati sulla pesca

Il Proponente già nell'ambito dello SIA ha affrontato il tema degli impatti sulla pesca (paragrafo 11.10) elaborando apposito report tecnico "Caratterizzazione degli impatti sulla pesca" cod. C0421YR27CARPES00, nel quale ha affrontato il tema delle interazioni parco eolico – attività ittiche pervenendo ad una stima della potenziale perdita economica imputabile all'interdizione delle aree di pesca determinata dalla presenza del parco. Premettendo che la presenza di impianti eolici offshore è ad oggi riconosciuta come determinante nella costituzione di riserve marine de facto nelle quali sono possibili effetti di ripopolamento associati al ripristino ecosistemico di fondali già erosi dall'azione di metodi di pesca invasivi (reti a strascico), l'aumento delle popolazioni ittiche nei pressi degli impianti offshore attira inevitabilmente specie ai livelli più alti della catena alimentare, non solo pesci ossei predatori ma anche squali, diverse specie di uccelli e mammiferi marini.

A conferma di questi effetti benefici, il programma di monitoraggio svolto in Belgio sulle aree occupate dagli impianti eolici offshore ha rilevato la presenza, all'interno di tali aree, di pesci di più grandi dimensioni rispetto alle zone circostanti. Studi condotti sull'aragosta e certe specie di bivalvi e pesci, sembrano indicare effettivamente la presenza di esemplari di taglia maggiore nelle aree escluse alla pesca. Pur consapevoli che si tratti di studi di monitoraggio condotti in tempi brevi e che alcune specie abbiano tempi di recupero più lenti, i segnali di un effetto positivo anche a lungo termine sono già visibili; sempre in Belgio infatti, dove è in corso un programma di monitoraggio a lungo termine, sono evidenti i primi segnali di un effetto refugium per alcune specie ittiche (ad es. passera di mare, tonno, …) emersi dopo nove anni di monitoraggio.

È quindi evidente che i siti di realizzazione di parchi eolici offshore abbiano il concreto potenziale di costituire aree protette, vere e proprie riserve marine *de facto,* che contribuiranno a promuovere la biodiversità e la salvaguardia degli stock ittici commerciali.

Fatto salvo quanto sopra, nella valutazione di impatto sulla pesca tale positvo effetto riserva è stato cautelativamente trascurato calcolando la perdita economica potenziale parametrandola all'occupazione di area marina lorda del parco, al fatturato legato al mercato delle specie di pesca per la stessa area di riferimento sulla base anche di un'analisi storica dei prezzi di vendita.

Si è calcolato che in tali condizioni di cautela la perdita imputabile all'interdizioni dell'area marina sarebbe limitata a poco meno di 99 mila euro all'anno da ripartire sulle 7 marinerie operanti nella macroarea di progetto.

Ad ogni modo, ai fini di valutare ipotetiche misure di compensazione per poter fare delle proposte, in tal senso, l'impatto sulle attività di pesca sarà approfondito non solo a livello aggregato ma a livello di singole marinerie/barche/attrezzature. Questa attività verrà svolta nei prossimi mesi con le associazioni di categoria.

Focus sulla pesca del tonno

In merito agli impatti sulla pesca del tonno, il Proponente è ben consapevole della sua importanza non solo economica ma anche culturale; le Tonnare di Carloforte e Portoscuso sono infatti le ultime rimaste attive in Italia tra le molte esistenti nei tempi passati. E' proprio per questo scopo che grande attenzione è stata posta alla valutazione delle possibili ripercussioni determinate da interferenze di carattere acustico e/o elettromagnetico sugli individui della specie. Tali aspetti sono stati approfonditi nei report specialistici "Valutazione impatto acustico marino" cod. C0421YR23ACUMAR00 e "Valutazione impatto elettromagnetico sulla fauna marina" cod. C0421YR23EMFMAR00, concludendo che, in relazione alle più recenti conoscenze scientifiche in merito, non sono ipotizzabili effetti significativi di alcun tipo.

Per altro l'individuazione delle rotte migratorie effettuata sulla base dei dati di marcatura desumibili dagli archivi ICCAT evidenziano movimenti in aree diverse da quelle del parco e secondo flussi lungo la linea di costa nella direttrice Nord-Sud compatibili per altro con il posizionamento effettivo delle due tonnare di Portoscuso e Carloforte.





La trascurabilità degli effetti potenziali e la topologia dei flussi migratori consente di affermare che impatti significativi sulla pesca del tonno siano poco probabili. Ad ogni modo, riconoscendo riconoscendo la funzione della Tonnara Su Pranu di Portoscuso come anello di congiunzione tra la terraferma e il mare e l'importanza di quest'ultimo per il sostentamento degli abitanti di Portoscuso, come potrà essere il parco eolico negli anni a venire, si propone una collaborazione per una ulteriore riqualificazione della Tonnara, che possa rinforzare il suo ruolo centrale all'interno del paese di Portoscuso come punto di aggregazione e identità. La tonnara potrà quindi ospitare, ad esempio, un centro di informazione relativamente al parco eolico e a tematiche di economia circolare oppure offrire degli spazi per attività culturali temporanee.

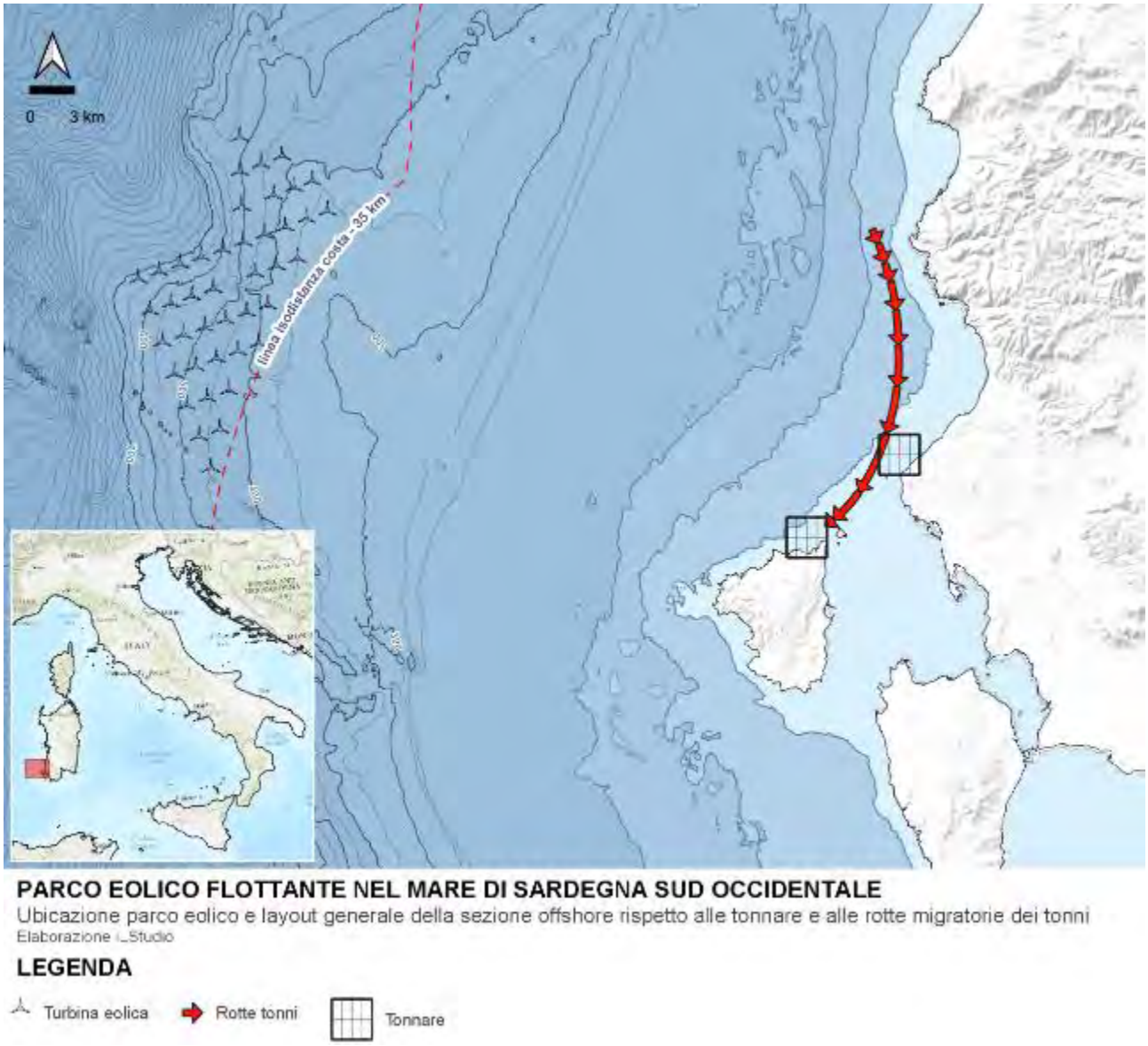


Figura 198 – Tonnare e rotte migratorie del tonno rosso. Regione sud occidentale della Sardegna.

PUNTO 2

Effetti comulativi

Si riporta quando definito nelle Linee Guida SNPA 28/2020 "Valutazione di impatto ambientale. Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale" per le interazioni opera ambiente:

"*Sulla base delle valutazioni effettuate per ciascuna delle tematiche ambientali, tenuto conto anche delle interazioni tra gli stessi, deve essere effettuata la valutazione complessiva, qualitativa e quantitativa, degli impatti sull'intero contesto ambientale e della sua prevedibile evoluzione. Gli impatti, positivi/negativi, diretti/indiretti, reversibili/irreversibili, temporanei/permanenti, a breve/lungo termine, transfrontalieri, generati dalle azioni di progetto durante le fasi di cantiere e di esercizio,* ***cumulativi rispetto ad altre opere esistenti e/o approvate****, devono essere descritti mediante adeguati strumenti di rappresentazione, quali matrici, grafici e cartografie*".

Ciò nonostante è stata effettuata, come da osservazione della Commissione Tecnica PNRR-PNIEC (prot. m_amte.CTVA.Registro Ufficiale.U.0002477.26-02-2024) nel punto 16.1, una valutazione dell'impatto cumulativo potenziale con altri impianti FER, considerando impianti già esistenti, autorizzati ma non ancora realizzati e che abbiano avuta una Valutazione d'Impatto Ambientale Positiva, sia Nazionale che Regionale.

È stata effettuata un'analisi per individuare gli impianti FER nelle vicinanze dell'opera in progetto che potrebbero provocare dei potenziali effetti cumulati o interferenze. Tale indagine ha constatato l'assenza di impianti del tipo offshore fino ad un raggio di 100 km dal parco.

In conclusione, data l'indagine svolta a carattere conservativo, si prescinde dal valutare impatti cumulativi con impianti collocati a distanze superiori a 100 km.

RIFERIMENTI

Aalto, E. A. et al., 2023. Evidence of bluefin tuna (Thunnus thynnus) spawning in the Slope Sea region of the Northwest Atlantic from electronic tags. *ICES Journal of Marine Science,* 80(4), pp. 861-877.

Addis, P. et al., 2016. Reproductive status of Atlantic bluefin tuna, Thunnus thynnus, duringmigration off the coast of Sardinia (western Mediterranean).. *Fisheries Research,* Volume 181, pp. 137-147.

Adedipe, O., Brennan, F. & Kolios, A., 2016. Review of corrosion fatigue in offshore structures: present status and challenges in the offshore wind sector.. *Renew. Sust. Energ. Rev.*, Issue 61, pp. 141-154.

Aderson, S., 2002. *Identifying Important Plant Areas: a site selection manual for Europe.,* s.l.: Plantlife International.

Agenzia europea per le sostanze chimiche (ECHA), s.d. *ECHA.* [Online]
Available at: https://chemicalsinourlife.echa.europa.eu/it/bisphenol-a

Agenzia Europea per le sostanze chimiche, s.d. *ECHA.* [Online]
Available at: https://echa.europa.eu/fr/-/seven-new-substances-added-to-the-candidate-list-entry-for-bisphenol-a-updated-to-reflect-its-endocrine-disrupting-properties-for-the-environment

Aguilar de Soto, N., 2015. Peer-Reviewed Studies on the Effects of Anthropogenic Noise on Marine Invertebrates: From Scallop Larvae to Giant Squid. *Advances in experimental medicine and biology,* Issue 875, pp. 17-26.

Ahlén, I., Baagøe, H. J. & Bach, L., 2009. Behavior of Scandinavian Bats during Migration and Foraging at Sea.. *Journal of Mammalogy,* 90(6), pp. 1318-1323.

Ahlén, I., Bach, L., Baagøe, H. J. & Pettersson, J., 2007. Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia.. *Report by Vindval. Report for Swedish Environmental Protection Agency (EPA).,* Issue 5571, p. 37.

Akindoyo, J. et al., 2016. Polyurethane types, synthesis and applications - a review. *RSC Advances,* 6(115), pp. 114453-114482.

Andaloro, F. et al., 2009. *Verso la Strategia Nazionale per la Biodiversità. Esiti del tavolo tecnico. Tutela delle specie migratrici e dei processi migratori.,* s.l.: s.n.

André, M. et al., 2011. Low-frequency sounds induce acoustic trauma in cephalopods. *Front Ecol Environ,* 9(9), p. 489–493.

Anon., 1998. Appendix A: Atmospheric stability classification schemes. In: *Estimating the Flammable Mass of a Vapor Cloud.* s.l.:American Institute of Chemical Engineers.

Arrigoni, P. V., 2006-2014. *Flora dell'Isola di Sardegna, vol. 1-6.,* Sassari: Carlo Delfino Editore.

Ashrafi, K. & Hoshyaripour, G. A., 2008. A Model to Determine Atmospheric Stability. *International Journal of Environmental and Ecological Engineering,* Issue 8.

Azzurro, E., Smeraldo, S. & D'Amen, M., 2022. Spatio-temporal dynamics of exotic fish species in the Mediterranean Sea: Over a century of invasion reconstructed. *Global Change Biology,* 28(21), pp. 6115-6481.

Bacci, T. et al., marzo 2022. *Azione A.3/B.2. Report di ulteriori casi studio relativamente all'attività di trapianto di Posidonia oceanica.,* s.l.: s.n.

Bacci, T. & La Porta, B., gennaio 2022. *Manuale delle tecniche e delle procedure operative per il trapianto di Posidonia oceanica.,* Roma: LIFE SEPOSSO (LIFE 16 GIE/IT/000761).

Bacci, T. et al., 2019. *Azione A3. Final report on Posidonia oceanica transplanting case studies analysis,* s.l.: s.n.

Bachetta, G. et al., 2009. Vegetazione forestale e serie di vegetazione della Sardegna (con rappresentazione cartografica allas cala 1:350.000).. *Fitosociologia,* Volume 46.

Band, B., 2012. *Using a collision risk model to assess bird collision risks for offshore windfarms,* s.l.: s.n.

Batley, G. & Campbell, P., 2022. Metal contaminants of emerging concern in aquatic systems. *Environmental chemistry,* 19(1), pp. 23-40.

Bird, P., Comber, S., Gardner, M. & Ravenscroft, J., 1996. Zinc inputs to coastal waters from sacrificial anodes. *Science of The Total Environment,* 181(3), pp. 257-264.

Blasi, C. & Biondi, E., 2017. *La flora in Italia. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare..* Roma: Sapienza Università Editrice.

Blasi, C. et al., 2014. Classification and mapping of the ecoregions of Italy.. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology,* 148(6), pp. 1255-1345.

Blasi, C. et al., 2010. *Contributo tematico alla Strategia Nazionale per la Biodiversità. Le Ecoregioni d'Italia.,* s.l.: s.n.

Blasi, C. et al., 2008. *Carta delle aree importanti per le piante (IPAs) in Italia.,* s.l.: s.n.

Bohnenstengel, T. et al., 2014. Lista Rossa Pipistrelli. Specie minacciate in Svizzera, stato 2011.. Issue 1412, p. 95.

Bo, M. et al., 2015. Persistence of Pristine Deep-Sea Coral Gardens in the Mediterranean Sea (SW Sardinia).. *PLoS ONE,* 10(3).

Bosso, L., Mucedda, M., Fichera, G. & Kiefer, A., 2016. A gap analysis for threatened bat populations on Sardinia. *Hystrix,* 27(2).

Boström-Einarsson, L.-.et al., 2020. Coral restoration – A systematic review of current methods, successes, failures and future directions.. *PLoS ONE,* 15(1).

Brabant, R., Laurent, Y., Poerink, B. J. & Degraer, S., 2021. The Relation between Migratory Activity of Pipistrellus Bats at Sea and Weather Conditions Offers Possibilities to Reduce Offshore Wind Farm Effects.. *Animals,* 12(11), p. 3457.

Bruchet, A., Elyasmino, N., Decottignies, V. & Noyon, N., 2014. Leaching of bisphenol A and F from new and old epoxy coatings: Laboratory and field studies. *Water Science & Technology Water Supply,* 14(3), p. 383.

BSH, 2022. *OffChEm – Chemical Emissions from Offshore Wind Farms.* [Online]
Available at:
https://www.hereon.de/institutes/coastal_environmental_chemistry/inorganic_environmental_chemistry/projects/OffChEm/index.php.en
[Consultato il giorno 2023].

Buonocore, J. J. et al., 2016. Health and climate benefits of offshore wind facilities in the Mid-Atlantic United States.. *Environmental Research Letters,* 11(7).

Calumpong, H. P. & Fonseca, M. S., 2001. Seagrass transplantation and other seagrass restoration methods.. *Global Seagrass Research Methods,* pp. 425-442.

Caplat, C. et al., 2012. Impact of a sacrificial anode as assessed by zinc accumulation in different organs of the oyster Crassostrea gigas: results from long- and short-term laboratory tests. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology,* Volume 62, pp. 638-649.

Caplat, C. et al., 2010. Comparative toxicities of aluminum and zinc from sacrificial anodes or from sulfate salt in sea urchin embryos and sperm. *Ecotoxicol. Environ. Saf.,* 73(6), pp. 1138-1143.

Carugati, L. et al., 2022. Deep-Dwelling Populations of Mediterranean Corallium rubrum and Eunicella

cavolini: Distribution, Demography, and Co-Occurrence.. *Biology,* Volume 11.

Cau, A. et al., 2013. Leiopathes glaberrima forest from South west Sardinia: A thousand years old nursery area for the small spotted catshark.. *Rapport de la Commission Internationale pour la Mer Méditerranée,* 40(717).

Cau, A. et al., 2015. Deepwater corals biodiversity along roche du large ecosystems with different habitat complexity along the south Sardinia continental margin (CW Mediterranean Sea).. *Mar Biol,* Volume 162, pp. 1865-1878.

Cau, A. et al., 2017. Leiopathes glaberrima millennial forest from SW Sardinia as nursery ground for the small spotted catshark Scyliorhinus canicula.. *Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst.,* Volume 27, pp. 731-735.

Cau, A. et al., 2017. Leiopathes glaberrima millennial forest from SW Sardinia as nursery ground for the small spotted catshark Scyliorhinus canicula.. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems,* Volume 27, pp. 731-735.

Cau, A. et al., 2017. Coral forests diversity in the outer shelf of the south Sardinian continental margin.. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers,* Volume 122, pp. 60-70.

Cau, A. et al., 2015. Preliminary data on habitat characterization relevance for red coral conservation and management. *Ital. J. Geosci., Vol,* 134(1), pp. 60-68.

Cau, A., Sanna, E. & Cannas, R., 2013-2014. *DEEP CORAL FORESTS FROM THE ISLAND OF SARDINIA.,* s.l.: s.n.

Cimini, A., De Fioravante, P., Dichicco, P. & Munafò, M., 2023. *Atlante Nazionale del Consumo di Suolo,* s.l.: Edizione 2023. ISPRA.

CMEMS Copernicus Marine Service Information, s.d. *«Mediterranean Sea Physics Reanalysis.* [Online]
Available at: https://doi.org/10.25423/CMCC/MEDSEA_MULTIYEAR_PHY_006_004_E3R1

CNR, 2023. *Consiglio Nazionale delle Ricerche.* [Online]
Available at: https://www.cnr.it/it/news/12052/life-dream-deep-reef-restoration-and-litter-removal-in-the-mediterranean-sea

Commissione della Comunità Europea, 2018. *COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL CONSIGLIO, AL PARLAMENTO EUROPEO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E AL COMITATO DELLE REGIONI. VERSO UNA STRATEGIA COMUNITARIA PER LE SPECIE INVASIVE.,* s.l.: s.n.

Conway, T. M. & John, S. G., 2014. The biogeochemical cycling of Zn and Zn isotopes in the North Atlantic Ocean. *Glob. Biogeochem. Cycles Res. ,* 28(10), pp. 1111-1128.

Coolen, J. et al., 2020. Marine stepping-stones: Connectivity of Mytilus edulis populations between offshore energy installations.. *Mol Ecol.,* Volume 29, pp. 686-703.

Copernicus, 2021. *Marine Copernicus Services.* [Online]
Available at: https://www.copernicus.eu/en/copernicus-services/marine

Costantini, E. A. C. et al., 2007. *Atlante nazionale delle aree a rischio di desertificazione.,* s.l.: s.n.

Da Ros, Z. et al., 2019. The deep sea: The new frontier for ecological restoration.. *Marine Policy,* Volume 108.

Danovaro, R. et al., 2024. Making eco-sustainable floating offshore wind farms: Siting, mitigations, and compensations. *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* Volume 197.

Deborde, J. et al., 2015. Impact of Galvanic Anode Dissolution on Metal Trace Element Concentrations in Marine Waters. *Water, Air, & Soil Pollution,* 226(12).

Deutsches Institut für Normung, 2013. *DIN 81249-2:2013-05 - Corrosion of metals in sea water and sea atmosphere - Part 2: Free corrosion in sea water,* s.l.: s.n.

DHI, 1995-2000. *Feedback Monitoring, Environmental Monitoring and Management,* Øresund: s.n.

DHI, 1999-2000. *Øresund Link Environmental Impact Assessment,* s.l.: s.n.

Di Natale, A., 2017. SCIENTIFIC NEEDS FOR A BETTER UNDERSTANDING OF THE ATLANTIC BLUEFIN TUNA (THUNNUS THYNNUS) SPAWNING AREAS USING LARVAL SURVEYS. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT,* 73(7), pp. 2255-2279.

Dinh H.T., K. J. M. M. H. A. S. M. W. F., 2004. Iron corrosion by novel anaerobic microorganisms. *Nature,* 427(6977), pp. 829-832.

Direzione generale dell'Ambiente - Commissione europea, 2020. Documento di orientamento sugli impianti eolici e sulla normativa dell'UE in materia ambientale.

DNV, 2017. *DNV-RP-B401 Cathodic protection design,* s.l.: DNV.

Dornbusch, M., Christ, U. & Rasing, R., 2016. *Epoxy Resins.* Hanover: Vincentz Network GmbH & Co..

Duarte, C. et al., 2013. Is global ocean sprawl a cause of jellyfish blooms?. Volume 11, pp. 91-97.

ECHA, s.d. [Online]
Available at: https://echa.europa.eu/it/restrictions-under-consideration

Edwards, E. C. et al., 2023. Evolution of floating offshore wind platforms: A review of at-sea devices. *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* Volume 183.

EFSA, 2023. Re-evaluation of the risks to public health related to the presence of bisphenol A (BPA) in foodstuffs.. *efsa Journal.*

EMODnet, 2022. *EMODnet Human Activities.* [Online]
Available at: http://www.emodnet-humanactivities.eu/view-data.php

Erbe, C. et al., 2019. The Effects of Ship Noise on Marine Mammals—A Review. *Front. Mar. Sci.,* 6(606).

European Commission, 2020. *Study on the offshore grid potential in the Mediterranean region,* Luxembourg: European Union.

FAO, 2019. *GENERAL FISHERIES COMMISSION FOR THE MEDITERRANEAN. REPORT OF THE FORTY-SECOND SESSION,* s.l.: s.n.

Ferri, V., 2016. Le migrazioni dei chirotteri europei. Migrazione e dispersione nel mondo animale e vegetale.. *GAZZETTA ambiente.,* Issue 5, pp. 87-97.

Finneran, J. J. et al., 2017. *Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis. Technical report by Space and Naval Warfare Systems Center Pacific (SSC Pacific).,* s.l.: s.n.

Fox, A. D. & Petersen, I. K., 2019. *Offshore wind farms and their effects on birds,* s.l.: s.n.

Fox, A. & Petersen, 2019. Offshore wind farms and their effects on birds.

Fromentin, J. M. & Lopuszanski, D., 2014. Migration, residency, and homing of bluefin tuna in the western Mediterranean Sea.. *ICES Journal of Marine Science,* 71(3), pp. 510-518.

FWHG, 2008. *Agreement in Principle for Interim Criteria for Injury to Fish from Pile Driving Activities. Memorandum to Applicable Agency Staff..* s.l., s.n.

GEBCO, 2021. *The GEBCO_2021 Grid.* [Online]
Available at: https://www.gebco.net
[Consultato il giorno 2022].

Gensemer, R. W. & Playle, R. C., 2010. The Bioavailability and Toxicity of Aluminum in Aquatic Environments. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, pp. 315-450.

Giangreco, R., Amato, E., Borsani, J. F. & Di Muccio, S., 2021. VI Rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun - anno 2021.

Giannoulaki, M. et al., 2013. *Mediterranean Sensitive Habitats.,* s.l.: DG MARE Specific Contract SI2.600741, Final Report.

Giannoulaki, M. et al., 2013. *Mediterranean Sensitive Habitats.,* s.l.: DG MARE Specific Contract SI2.600741, Final Report, 557 p..

Gittenberger, A. et al., 2023. Marine Non-Indigenous Species Dynamics in Time and Space within the Coastal Waters of the Republic of Ireland. *Diversity,* 15(9), p. 1019.

Golding, L., Angel, B. & Batley, G., 2015. Derivation of a water quality guideline for aluminium in marine waters: Derivation of a marine water quality guideline for aluminium. *Environmental Toxicology and Chemistry,* 34(1).

Gooding, S., Black, K., Boyde, P. & Boyes, S., 2021. *Environmental impact of subsea trenching,* s.l.: s.n.

Griffith, J. J. et al., 2013. SER International Primer on Ecological Restoration.. *Environmental Science.*

Guerra, A., Gonzalez, A. F., Pascual, S. & Dawe, E. G., 2011. The giant squid Architeuthis : an emblematic invertebrate that can represent concern for the conservation of marine biodiversity. *Biol Conserv 1989-1997,* Issue 144.

Hawkins, A. D., Hazelwood, R. A., Popper, A. N. & Macey, P. C., 2021. Substrate vibrations and their potential effects upon fishes and invertebrates. *JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA,* 149(4), pp. 2782-2790.

Hidas, E., 2010. *On the Med tuna trail: linking science with conservation.,* s.l.: Gemma Parkes.

HTG, 2009. *Kathodischer Korrosionsschutz im Wasserbau,* s.l.: s.n.

Hutterer, R., Ivanova, T., Meyer-Cords, C. & Rodrigues, L., 2005. *Bat migration in europe. A review of banding data and literature.,* s.l.: s.n.

Iannetta, M., 2006. *La desertificazione in Italia e il progetto RIADE.* s.l.:s.n.

IMO, 2001. *The International Convention on the Control of Harmful Anti-fouling Systems on Ships (AFS Convention),* s.l.: IMO.

ISPRA, 2012. *Interventi di rivegetazione e ingegneria naturalistica nel settore delle infrastrutture di trasporto elettrico.,* s.l.: s.n.

ISPRA, 2014. Conservazione e gestione della naturalità negli ecosistemi marino-costieri. Il trapianto delle praterie di Posidonia oceanica.. *Manuali e Linee Guida 106/2014.*

IUCN, 2019. *Thematic Report – Conservation Overview of Mediterranean Deep-Sea Biodiversity: A Strategic Assessment.,* s.l.: s.n.

Jensen, A. S. & Silber, G. K., 2004. *Large whale ship strike database. Large whale ship strike database..* s.l., U.S. Department of Commerce.

Jeppesen Marine, 2024. *CM-93, Global Electronic Chart Database Professional+,* s.l.: Jeppesen Marine.

Jin, F., Park, S. & Li, X., 2015. Synthesis and application of epoxy resins: a review. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry,* 29(25), pp. 1-11.

Jones, I. & Street, K., 2009. *Final Technical Guidance for Assessment and Mitigation of the Hydroacoustic Effects of Pile Driving on Fish.,* s.l.: California Department of Transportation.

Keenleyside, K. A. et al., 2012. *Ecological Restoration for Protected Areas: Principles, Guidelines and Best Practices.,* Gland, Switzerland: s.n.

Knopper, L. D. & Ollson, C. A., 2011. Health effects and wind turbines: A review of the literature.. *Environmental Health,* 10(78).

Knopper, L. D. et al., 2014. Wind Turbines and Human Health. *Front Public Health,* 2(63), p. 20.

Koido, T. et al., 2022. Transplantation Tests of Precious Coral Fragments Using Small-sized Artificial Substratum.. *Zool Stud.,* Volume 61.

La Porta, B. & Bacci, T., 2022. *Manuale per la pianificazione, realizzazione e monitoraggio dei trapianti di Posidonia oceanica,* Roma: LIFE SEPOSSO (LIFE16 GIE/IT/000761).

La Porta, B. & Bacci, T., marzo 2022. *Manuale per la pianificazione, realizzazione e monitoraggio dei trapianti di Posidonia oceanica.,* Roma: LIFE SEPOSSO (LIFE16 GIE/IT/000761) .

La Porta, B. et al., 2023. IL TRAPIANTO DI POSIDONIA OCEANICA: QUALE COMPENSAZIONE?. *Biol. Mar. Mediterr. ,* 27(1), pp. 157-160.

Lagerveld, S., Poerink, B. J. & Geelhoed, S. C. V., 2021. Offshore Occurrence of a Migratory Bat, Pipistrellus nathusii, Depends on Seasonality and Weather Conditions.. *Animals,* 11(2), p. 3442.

Laist, D. W. et al., 2001. Collisions between ships and great whales. *Marine Mammal Science*, pp. 35-75.

Lasram, F. B. R. et al., 2019. *Does the colonisation of offshore renewable energy farms facilitate the introduction and spread of non-indigenous species?,* s.l.: s.n.

Lasram, F. B. R. et al., 2019. *Does the colonisation of offshore renewable energy farms facilitate the introduction and spread of non-indigenous species?,* s.l.: s.n.

Legambiente, 2023. *Parchi del vento.* [Online]
Available at: https://parchidelvento.it/
[Consultato il giorno 2023].

Legambiente, 2024. *Eolico off-shore. Il panorama non cambia. Il futuro sì..* [Online]
Available at: https://www.legambiente.it/campagna/eolico-off-shore-il-panorama-non-cambia-il-futuro-si/
[Consultato il giorno 2024].

Lehnert, L. S. et al., 2014. Wind Farm Facilities in Germany Kill Noctule Bats from Near and Far.. *PLOS ONE,* 8(9).

Lisi, I. et al., 2017. *La modellistica matematica nella valutazione degli aspetti fisici legati alla movimentazione dei sedimenti in aree marino-costiere. Manuali e Linee Guida ISPRA, 169/2017,* s.l.: ISPRA.

Lovari, S. & Sforzi, A., 2000. *Progetto di monitoraggio dello stato di conservazione di alcuni Mammiferi particolarmente a rischio in Italia - secondo rapporto tecnico,* s.l.: s.n.

Luft, A. et al., 2017. Nontarget analysis via LC-QTOF-MS to assess the release of organic substances from polyurethane coating. *Environmental Science & Technology,* 51(17), pp. 9979-9988.

Lyon, S. B., Bingham, R. & Mills, D. J., 2017. Advances in corrosion protection by organic coatings: what we know and what we would like to know.. *Progress in Organic Coatings*, pp. 2-7.

Machin, J., 2000. Recent research on cable jet burial. *Marine Technology Society Journal,* Volume 34, pp. 5-10.

Mancusi, C. et al., 2024. *Collana ambiente. Scheda informativa 29. Posidonia oceanica: polo di biodiversità.,* s.l.: s.n.

Mao, A. et al., 2011. Assessment of sacrificial anode impact by aluminum accumulation in mussel Mytilus edulis: A large-scale laboratory test. *Marine Pollution Bulletin,* 62(12), pp. 2707-2713.

Marin, P., Perry, A. & Aguilar, R., 2017. *Defining Mediterranean VMEs (II). DRAFT LIST REVIEW & KEY CONCEPTS,* s.l.: s.n.

Massi, D. et al., 2018. Spatial distribution of the black coral Leiopathes glaberrima (Esper, 1788) (Antipatharia: Leiopathidae) in the Mediterranean: a prerequisite for protection of Vulnerable Marine Ecosystems (VMEs). *The European Zoological Journal,* 1(85), pp. 170-179.

Massi, D. et al., 2018. Spatial distribution of the black coral Leiopathes glaberrima (Esper, 1788) (Antipatharia: Leiopathidae) in the Mediterranean: a prerequisite for protection of Vulnerable Marine Ecosystems (VMEs). *The European Zoological Journal,* 85(1), pp. 170-179.

MATTM, 2019. Rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun.

McCunney, R. J. et al., 2014. Wind Turbines and Health. A Critical Review of the Scientific Literature. *JOEM,* 56(11).

McLeod, I. M. et al., 2020. *National Environmental Science Program. Reef and Rainforest Research Centre Limited, Best practice coral restoration for the Great Barrier Reef: Synthesis of results. Report to,* s.l.: s.n.

McLeod, I. M. et al., 2020. *the National Environmental Science Program. Reef and Rainforest Research Centre Limited, Best practice coral restoration for the Great Barrier Reef: Synthesis of results. Report to,* s.l.: s.n.

MiPAAF, 2022. *Valutazione ambientale strategica programma operativo nazionale FEAMPA 2021-2027 Fondo europeo per gli affari marittimi, la pesca e l'acquacoltura,* s.l.: s.n.

Moccia, D. et al., 2022. Environmental Status and Geomorphological Characterisation of Seven Black Coral Forests on the Sardinian Continental Shelf (NW Mediterranean Sea).. *Biology,* Volume 11, p. 792.

Moccia, D., Sanna, E. & Deiana, A. M., 2015-2016. *DEEP CORAL COMMUNITIES ALONG SARDINIAN SUBMARINE CANYONS,* s.l.: s.n.

Momber, A. W. & Marquardt, T., 2017. Protective coatings for offshore wind energy devices (OWEAs): a review.. *Journal of Coatings Technology and Research,* Volume 15, pp. 13-40.

Mooney, T. et al., 2010. Sound detection by the longfin squid (Loligo pealeii) studied with auditory evoked potentials: sensitivity to low-frequency particle motion and not pressure.. *The Journal of Experimental Biology,* pp. 3748-3759.

Mooney, T. et al., 2012. Potential for Sound Sensitivity in Cephalopods..

Mottin, E. et al., 2012. Effect of zinc sacrificial anode degradation on the defence system of the Pacific oyster, Crassostrea gigas: chronic and acute exposures. *Marine Pollution Bulletin,* 64(9), pp. 1911-1920.

Mucedda, M., Bertelli, M. L. & Pidinchedda, E., 1997. Primi risultati di un censimento di pipistrelli mediante catture notturne in Sardegna.. *Bollettino della Società sarda di scienze naturali.,* Volume 31, pp. 75-82.

Mucedda, M., Fichera, G. & Pidinchedda, E., 2015. III Convegno Italiano sui Chirotteri: Note sui pipistrelli nelle piccole isole della Sardegna..

Mucedda, M., Kiefer, A., Pidinchedda, E. & Veith, M., 2002. A New Species of Long-Eared Bat (Chiroptera, Vespertilionidae) from Sardinia (Italy).. *Acta Chiropterologica,* 4(2), pp. 121-135.

Mucedda, M., Murittu, G., Oppes, A. & Pidinchedda, E., 1995. Osservazioni sui Chirotteri troglofili della Sardegna. *Bollettino della Società sarda di scienze naturali,* Volume 30, pp. 97-129.

Mucedda, M. & Pidinchedda, E., 2010. *Pipistrelli in Sardegna. Conoscere e tutelare i mammiferi volanti.,* s.l.: s.n.

Mucedda, M., Pidinchedda, E. & Bertelli, M. L., 2018. OSSERVAZIONI SUI CHIROTTERI (Mammalia Chiroptera)DEL SULCIS-IGLESIENTE (SARDEGNA SUD-OCCIDENTALE).. *Naturalista Siciliano,* S. IV, XLII(1), pp. 31-46.

Mucedda, M., Pidinchedda, E., Kiefer, A. & Bertelli, M., 2020. Prima segnalazione in Sardegna (Italia)

dell'Orecchione meridionale Plecotus austriacus (Chiroptera, Vespertilionidae) e conferma della presenza nell'isola dell'Orecchione comune Plecotus auritus.. *emorie del Museo della Riserva Naturale Orientata di Onferno.*

Muhling, B. A. et al., 2017. Reproduction and larval biology in tunas, and the importance of restricted area spawning grounds.. *Rev Fish Biol Fisheries,* Volume 27, pp. 697-732.

Munafò, M., 2022. *Consumo di suolo, dinami-che territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2022.,* s.l.: Report SNPA 32/22.

Munafò, M., 2023. *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2023. Report SNPA 37/23,* s.l.: s.n.

Murchy, K. A. et al., 2019. Impacts of noise on the behavior and physiology of marine invertebrates: A meta-analysis. *Proceedings of Meetings on Acoustics. ,* Issue 37.

NACE, 1996. *A Consumer's Perspective on Aluminum Anode Quality Test Design,* s.l.: NACE.

NOAA - World Ocean Atlas, 2018. *World Ocean Atlas.* [Online]
Available at: https://www.ncei.noaa.gov/products/world-ocean-atlas
[Consultato il giorno 2022].

NOAA, 2019. *ESA Section 7 Consultation Tools for Marine Mammals on the West Coast.* [Online]
Available at: https://www.fisheries.noaa.gov/

Normandeau Associates, 2012. *Effects of noise on fish, fisheries and invertebrates in the U.S. Atlantic and Artic from energy industry sound-generating activities. A literature synthesis for the U.S. Department of Interior, Bureau of Ocean Energy Management.,* s.l.: s.n.

Nowak, P., Kucharska, K. & Kaminski, M., 2019. Ecological and Health Effects of Lubricant Oils Emitted into the Environment. *Int J Environ Res Public Health. ,* 16(16), p. 3002.

OCEANA, 2018. *20th session of the Scientifi c Advisory Committee on Fisheries. Towards a Mediterranean network of EFH.* Tangier, Morocco, s.n.

OCSE, 1973. *Decisione del Consiglio sulla protezione dell' ambiente mediante il controllo dei policlorodifenili,* s.l.: OCSE.

Paluvai, N., Mohanty, S. & Nayak, S., 2014. Synthesis and modifications of epoxy resins and their composites: a review. *Polymer-Plastics Technology and Engineering,* 53(16), pp. 1723-1758.

Pasolini, B., Alessi, E. & De Medici, D., 2005. *Workshop di aggiornamento su problematiche emergenti nel settore dei prodotti ittici. Rapporti ISTISAN 05/24 ,* s.l.: s.n.

Poerink, B. J., Lagerveld, S. & Verdaat, H., 2013. *Pilot study Bat activity in the dutch offshore wind farm OWEZ and PAWP,* s.l.: s.n.

Popper, A. N. et al., 2014. *Sound exposure guidelinesfor fishes and sea turtles,* Cham, Switzerland: Springer & ASA.

Popper, A. et al., 2005. Effects of exposure to seismic airgun use on hearing of three fish species.. *Journal of the Acoustical Society of America,* pp. 3958-3971.

Price, S. & Figueira, R., 2017. Corrosion protection systems and fatigue corrosion in off shore wind structures: current status and future perspectives.. *Coatings,* 7(25).

QBIS, 2020. *Socio-economic impact study of offshore wind,* s.l.: s.n.

Rajasärkkä, J. et al., 2016. Drinking water contaminants from epoxy resin-coated pipes: a field study. *Water Research,* Volume 103, pp. 133-140.

Reimann, K. & Grabe, J., 2014. *Soil vibration due to offshore pile driving and induced underwater noise.*

Hamburg, Hamburg University of Technology, Institute of Geotechnical Engineering and Construction Management.

Reubens, J., Degraer, S. & Vincx, M., 2010. Chapter 6. The importance of marine wind farms, as artificial hard substrata, for the ecology of the ichthyofauna.. *Environmental Science, Biology.*

Rodrigues, L. et al., 2014. *EUROBATS. Guidelines for consideration of bats in wind farm projects Revision 2014.,* s.l.: s.n.

Roemer, C., 2018. Bat movement ecology at the local scale and anthropogenic collision risks.. *Thesis for: PhDAdvisor: Aurélie Coulon & Yves Bas.*

Rondinini, C., Battistoni, A. & Teofili, C., 2022. *Lista Rossa IUCN dei vertebrati italiani 2022. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica.,* Roma: s.n.

Roscioni, F. et al., 2019. *IV Convegno Italiano sui Chirotteri: Aggiornamento sulla presenza di Myotis punicus in Sardegna.* Padova, Gruppo Italiano Ricerca Chirotteri – Associazione Teriologica Italiana..

Rossi, G. et al., 2013. Lista Rossa della Flora Italiana. 1. Policy Species e altre specie minacciate. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare..

Rossi, G. et al., 2020. Lista Rossa della Flora Italiana. 2 Endemiti e altre specie minacciate. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare..

Rousseau, C., Baraud, F., Leleyter, L. & Gil, O., 2009. Cathodic protection by zinc sacrificial anodes: impact on marine sediment metallic contamination. *Journal of Hazardous Materials,* 167(1-3), pp. 953-958.

Rueda-Bayona, J. G., Cabello Eras, J. J. & Chaparro, T. R., 2022. Impacts generated by the materials used in offshore wind technology on Human Health, Natural Environment and Resources. *Energy,* 261(Part A).

Russo, D. et al., 2014. What Story Does Geographic Separation of Insular Bats Tell? A Case Study on Sardinian Rhinolophids.. *PLoS ONE,* 9(10).

Russo, D. & Jones, G., 2000. The two cryptic species of Pipistrellus pipistrellus (Chiroptera : Vespertilionidae) occur in Italy : evidence from echolocation and social calls.. *Mammalia,* 64(2), pp. 187-197.

Sarà, G. et al., 2007. Effects of boat noise on the behaviour of Bluefin tuna Thunnus thynnus in the Mediterranean Sea.. *Marine Ecology Progress Series*, pp. 243-253.

Sardegna Flora, s.d. [Online]
Available at: https://www.sardegnaflora.it/linkarbusti

Sardegna Foreste, s.d. [Online]
Available at: https://www.sardegnaforeste.it/flora
[Consultato il giorno 2024].

Sardegna Natura, s.d. [Online]
Available at: https://www.sardegnanatura.com/flora-sardegna

Sardegna rinnovabile, 2020. *I cittadini sardi per la transizione energetica sondaggio di opinioni, novembre 2020.* [Online]
Available at: https://sardegnarinnovabile.org/sondaggio-cittadini/
[Consultato il giorno 2024].

Sato, N., 2011. Basics of corrosion chemistry. In: *Green corrosion chemistry and engineering.* Weinheim: Wiley-VCH, pp. 1-32.

Scardi, M., 2017. *Tecniche di trapianto di Posidonia oceanica e monitoraggio dei casi studio in Italia,* s.l.: s.n.

Scoppola, A., Gruppo di Lavoro per la Floristica & Società Botanica Italiana, 2005. *Aggiornamento dello stato delle conoscenze floristiche in Italia.,* s.l.: s.n.

Scottish Natural Heritage, 2017. *Visual Representation of Wind Farms,* s.l.: SNH.

Shaver, E. C. et al., 2020. Manager's Guide to Coral Reef Restoration Planning and Design. NOAA Coral Reef Conservation Program. NOAA Technical Memorandum CRCP. p. 128.

Shi, Y. et al., 2014. Boundary and elastohydrodynamic lubrication studies of glycerol aqueous solutions as green lubricants.. *Tribology International,* Volume 69, pp. 39-45.

SINAnet, 2023. *SINAnet.* [Online]
Available at: https://groupware.sinanet.isprambiente.it/uso-copertura-e-consumo-di-suolo/library/copertura-del-suolo/carta-di-copertura-del-suolo

Smirnova, O., Glazkov, A., Yarosh, A. & Sakharov, A., 2016. Fluorinated polyurethanes, synthesis and properties. *Molecules,* 21(7), p. 10.

Spaling, H., 1994. Cumulative effects assessment: concepts and principles. Volume Impact Assessment, 12:3, 231-251.

Spina, F. B. S. R. B. F. F. W. a. T. K., 2022. *The Eurasian African Bird Migration Atlas. EURING/CMS..* [Online]
Available at: https://migrationatlas.org.

Tanaka, A. et al., 2010. Review of pulmonary toxicity of indium compounds to animals and humans. *Thin Solid Films,* 518(11), pp. 2934-2936.

Taub, M. et al., 2023. Sensing the world: What determines the information update rate in echolocating bats.. *Communications Biology,* Volume 6.

Teeling, E. et al., 2005. A molecular phylogeny for bats illuminates biogeography and the fossil record.. *Science,* 307(5709), pp. 580-584.

Teneler, A. A. & Hassoy, H., 2023. Health effects of wind turbines: a review of the literature between 2010-2020.. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL HEALTH RESEARCH ,* 33(2), pp. 143-157.

Thomas, S., Datta, J., Haponiuk, J. & Reghunadhan, A., 2017. *Polyurethane Polymers: Composites and Nanocomposites.* s.l.:Elsevier.

Toma, M. et al., 2022. Structure and status of the Italian red coral forests: What can a large-scale study tell?. *Front. Mar. Sci.,* Volume 9.

Tsiami, K. et al., 2020. Prioritizing marine invasive alien species in the European Union through. *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems.*

Tsimplis, M. & Proctor, R. e. F. R., 1995. A two-dimensional tidal model for the Mediterranean Sea. *Journal of Geophysical Research,* Volume 100.

Turner, D. B., 1964. A Diffusion Model for an Urban Area. *Journal of Applied Meteorology,* Volume 3.

Tuxen, R., 1956. Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung.. Volume 13, pp. 5-42.

Valbonesi, P. et al., 2021. *Una valutazione socio-economica dello scenario rinnovabili per la Sardegna,* s.l.: Sardegna Rinnovabile.

van Daalen, K. R. et al., 2024. Lancet Countdown on health and climate change: unprecedented warming demands unprecedented action.. *COUNTDOWN|.*

Van Hoey, G. et al., 2021. *Overview of the effects of offshore wind farms on fisheries and aquaculture.* Luxembourg, Publications Office of the European Union, p. 99.

Veith, M., Mucedda, M., Kiefer, A. & Pidinchedda, E., 2011. On the Presence of Pipistrelle Bats (Pipistrellus and Hypsugo; Chiroptera: Vespertilionidae) in Sardinia.. *Acta Chiropterologica,* 13(1), pp. 89-99.

Vermeirssen, E., Dietschweiler, C., Werner, I. & Burkhardt, M., 2017. Corrosion protection products as a source of bisphenol A and toxicity to the aquatic environment. *Water Research,* Volume 123, pp. 586-593.

Villechanoux, J., Bierwith, J., Pulido Mantas, T. & Cerrano, C., 2022. Testing Transplantation Techniques for the Red Coral Corallium rubrum.. *Water,* 14(7).

Wagner, P. et al., 1996. Environmental fate of sacrificial zinc anodes and influence of a biofilm. *International Biodeterioration & Biodegradation,* 37(3-4), pp. 151-157.

Wale, M., Simpson, S. & Radford, A., 2013. Size dependent physiological responses of shore crabs to single and repeated playback of ship noise..

Wang, L. et al., 2024. Ecological impacts of the expansion of offshore wind farms on trophic level species of marine food chain.. *ScienceDirect,* Volume 139, pp. 226-244.

Weilgart, L., 2018. THE IMPACT OF OCEAN NOISE POLLUTION ON FISH AND INVERTEBRATES.

WESTHOFF V., V. D. M. E., 1973. *The Braun-Blanquet approach. In: Whittaker, R.H. (ed.), Handbook of vegetation science, part 5, Classification and ordination of communities,* s.l.: s.n.

Whale and Dolphin Conservation Society, WDCS, 2018. *Vessel collisions and cetaceans: What happens when they don't miss the boat,* s.l.: WDCS.

Wilber, D. H. et al., 2022. Demersal fish and invertebrate catches relative to construction and operation of North America's first offshore wind farm.. *ICES Journal of Marine Science ,* 79(4), pp. 1274-1288.

Williamson, M. & Fitter, A., 1996. The varying success of invaders.. *Ecology,* 6(1661-1666), p. 77.

Wright, S. et al., 2018. Structure in a sea of sand: fish abundance in relation to man-made structures in the North Sea.. *ICES Journal of Marine Science,* 77(3).

Yang, J., 2014. Comparative acute toxicity of gallium(III), antimony(III), indium(III), cadmium(II), and copper(II) on freshwater swamp shrimp (Macrobrachium nipponense). *Biological Research,* Volume 47, p. 13.

Zava, B., Fiore, M., Fornasari, L. & Violani, C., 1996. Note sui Chirotteri dell'Isola di San Pietro con cenni storici sulle ricerche chirotterologiche in Sardegna.. *Biogeographia – The Journal of Integrative Biogeography,* Volume 18.

Zava, B. & Violani, C., 1993. Nuovi dati sulla Chirotterofauna italiana.. *Boll. Mus. reg. Sci. nat. Torino,* 10(2), pp. 261-264.

Zaynab, M. et al., 2022. Health and environmental effects of heavy metals.. *Journal of King Saud University - Science,* Volume 34.

Zenetos, A. et al., 2022. Status and Trends in the Rate of Introduction of Marine Non-Indigenous Species in European Seas. *Diversity ,* 14(12), p. 1077.

Il presente documento, composto da n. 403 fogli è protetto dalle leggi nazionali e comunitarie in tema di proprietà intellettuali delle opere professionali e non può essere riprodotto o copiato senza specifica autorizzazione del Progettista.

Taranto, Giugno 2024 *Dott. Ing. Luigi Severini*