



**REGIONE SARDEGNA
COMUNE DI SASSARI**
Provincia di Sassari



Titolo del Progetto

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO
DENOMINATO "GREEN AND BLUE SERRA LONGA"
DELLA POTENZA DI 61.670,700 kW IN LOCALITÀ "SERRA LONGA" NEL COMUNE DI SASSARI

Identificativo Documento

REL_SP_01_GEO

ID Progetto	GBSL	Tipologia	R	Formato	A4	Disciplina	AMB
-------------	------	-----------	---	---------	----	------------	-----

Titolo

RELAZIONE GEOLOGICA

SCALA:

FILE: **REL_SP_01_GEO.pdf**

IL PROGETTISTA

Arch. Andrea Casula



GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Arch. Andrea Casula
Geom. Fernando Porcu
Dott. in Arch. J. Alessia Manunza
Geom. Vanessa Porcu
Dott. Agronomo Giuseppe Vacca
Archeologo Alberto Mossa
Geol. Marta Camba
Ing. Antonio Dedoni
Ing. Fabio Ledda
Green Island Energy SaS

COMMITTENTE

SF MADDALENA SRL

SF MADDALENA SRL
Via Pietro Triboldi 4 - 26015 Soresina
P. Iva 02349460564
pec: sfmaddalena@pec.it

Rev.	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
Rev.1	Integrazione Maggio2022	Seconda Emissione	Green Island Energy	Green Island Energy	SF Maddalena srl
Rev.	Settembre 2021	Prima Emissione	Green Island Energy	Green Island Energy	SF Maddalena srl

PROCEDURA

Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi dell'art.23 del D.Lgs.152/2006

GREEN ISLAND ENERGY SAS
Via S.Mele, N 12 - 09170 Oristano
tel&fax(+39) 0783 211692-3932619836
email: greenislandenergysas@gmail.com

NOTA LEGALE: Il presente documento non può tassativamente essere diffuso o copiato su qualsiasi formato e tramite qualsiasi mezzo senza preventiva autorizzazione formale da parte di Green Island Energy SaS





INDICE

1. Premessa	3
1.1 Normativa di riferimento	3
2.1 Studi ed indagini di riferimento	4
2. Inquadramento geografico generale	5
3. Caratteristiche dell'opera di progetto	9
4. Inquadramento geologico	10
4.1 Litologia e stratigrafica dell'area di progetto	13
4.2 Tettonica e caratteri geostrutturali	14
5. Inquadramento geomorfologico	15
5.1 Geomorfologia dell'area significativa al progetto	15
6. Inquadramento idrogeologico	16
6.1 Idrografia superficiale	17
6.2 Idrografia sotterranea	18
7. Inquadramento pedologico	20
8. Uso Del Suolo	21
9. Vincoli vigenti	22
9.1 PAI – Piano di Assetto Idrogeologico	22
9.2 PGRA – Piano di Gestione del Rischio Alluvioni	23
9.3 PSFF – Piano Stralcio delle Fasce Fluviali	23
10. Analisi e sismicità storica	24
10.1 Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento	24
11. Modello Geologico	27
12. Valutazione degli impatti sulle matrici ambientali: acque, suolo e sottosuolo	28
13. Indicazioni progettuali geologico – geotecniche	31





Indice delle figure

Figura 2-1 Inquadramento dell'area oggetto di studio	6
Figura 2-2 Inquadramento topografico su CTR n° 459050	7
Figura 2-3 Inquadramento topografico su IGM 1:25.000.....	8
Figura 4-1 Stralcio Carta Geologica d'Italia 1:100.000, foglio 179 Porto Torres	12
Figura 4-2 Carta Geologica dell'area di interesse.....	12
Figura 4-3 Sondaggi estrapolati dall'Archivio Nazionale delle Indagini del Sottosuolo e relative stratigrafie (ISPRA)	13
Figura 4-4 Caratteri geostrutturali dell'area vasta	14
Figura 6-1 Geomorfologia dell'area significativa (Google Earth)	16
Figura 7-1 Carta dei Suoli (Fonte RAS).....	20
Figura 8-1 Carta dell'Uso del Suolo (Fonte RAS).....	21
Figura 9-1 Stralcio Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)	22
Figura 9-2 Stralcio PSFF	23
Figura 10-1 Parametri sismici in funzione delle coordinate geografiche del sito	26
Figura 11-1 Modello Geologico (6.2.1 NTC18)	27





1. Premessa

In supporto al progetto per la realizzazione di un agro-fotovoltaico denominato "Green and blue Serra Longa" della potenza di 61 670.700 Kw in loc. "Serra Longa" nel Comune di Sassari, il committente **SF MADDALENA S.R.L.**, ha incaricato la Dott.ssa Geol. Marta Camba, iscritta all'Ordine dei Geologi della Sardegna sez.A n°827, sede legale in via delle fontane n°11, 09012 Capoterra (CA), P.Iva 03920410929, per la redazione della Relazione Geologica secondo quanto previsto dalle NTC 2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni), con l'obiettivo analizzare in via preliminare, le caratteristiche geologico-morfologiche e i possibili impatti sulle matrici ambientali dell'area interessata dal suddetto lavoro.

1.1 Normativa di riferimento

La presente è redatta in ottemperanza a quanto stabilito dalla vigente normativa in materia, con particolare riferimento a:

- D.M LL.PP. 11.03.1988 "Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii attuali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione in applicazione della Legge 02.02.1974 n°64.
- Circ. Min. LL.PP. n° 30483 del 24.09.1988 – Istruzioni per l'applicazione del D.M. LL.PP.11.03.1988.
- Raccomandazioni, programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche, 1975 – Associazione Geotecnica Italiana.
- D.M. Infrastrutture 17.01.2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni. (6.2.1 – Caratterizzazione e modellazione geologica del sito, 6.4.2 Fondazioni superficiali)
- D.lgs. n. 152/2006 Norme in materia ambientale
- DPR 59/2013 Regolamento recante la disciplina dell'autorizzazione unica ambientale e la semplificazione di adempimenti amministrativi in materia ambientale gravanti sulle piccole e medie imprese e sugli impianti non soggetti ad autorizzazione integrata ambientale
- Dgls 50/2016 Codice dei contratti pubblici
- Deliberazione n. 6/16 del 14 febbraio 2014- Direttive in materia di autorizzazione unica ambientale. Raccordo tra la L.R. n. 3/2008, art.1, commi 16-32 e il D.P.R. n. 59/2013.
- Norme Tecniche di Attuazione PAI approvate con Deliberazioni del Comitato Istituzionale n. 1 del 03/10/2019





2.1 Studi ed indagini di riferimento

Per il suddetto studio, le informazioni topografiche e geologiche dell'area sono state ricavate dalla cartografia tematica esistente:

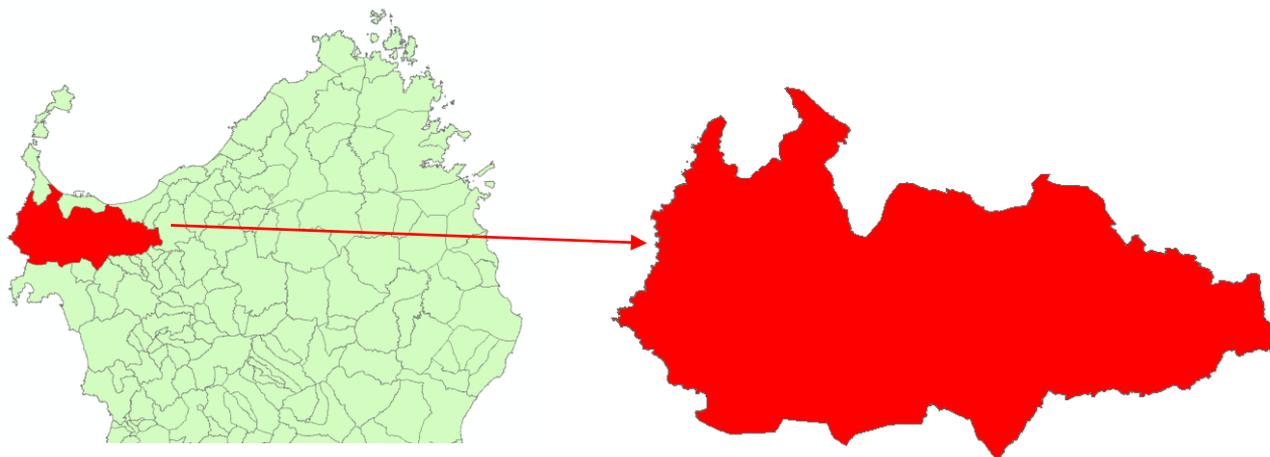
- Carta Topografica I.G.M. scala in 1:25000
- Carta Tecnica Regionale in scala 1:10000
- RAS - Modello digitale del Terreno con passo 1m
- Carta Geologica dell'Italia in scala 1:100000
- Cartografia Geologica di base della R.A.S. in scala 1:25000
- RAS - Carta dell'Uso del Suolo della Regione Sardegna, 2008
- RAS – ARPA – Dati meteorologici 1971-2000 e 2014
- I.S.P.R.A - Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (legge 464/84)
- RAS – Studio dell'Idrologia Superficiale della Sardegna, annali idrologici 1922-2009
- Analisi orto-fotogrammetrica
- RAS – Autorità di Bacino - Piano Stralcio d'Assetto Idrogeologico
- RAS – Autorità di Bacino - Piano di Tutela delle Acque
- RAS – Autorità di Bacino - Piano Stralcio delle Fasce Fluviali



2. Inquadramento geografico generale

Il Territorio del comune di Sassari è localizzato nel settore nord-occidentale della Sardegna e comprende la regione del Sassarese e, in parte la regione della Nurra. Ha un'estensione di circa 547 Km² ed è raggiungibile attraverso la SS 131 e le FDS.

Le coordinate WGS 84 dell'area di intervento : 40°43'49.91"N - 8°22'33.23"E



L'inquadramento cartografico:

- Cartografia ufficiale dell'Istituto Geografico Militare I.G.M. Serie 25 foglio 459 IV "La Crucca"
- Carta Tecnica Regionale della Sardegna – scala 1:10.000 – sez. 459050 "Monte Nurra"
- Carta Geologica d'Italia – scala 1:100.000 – foglio 179 "Porto Torres"

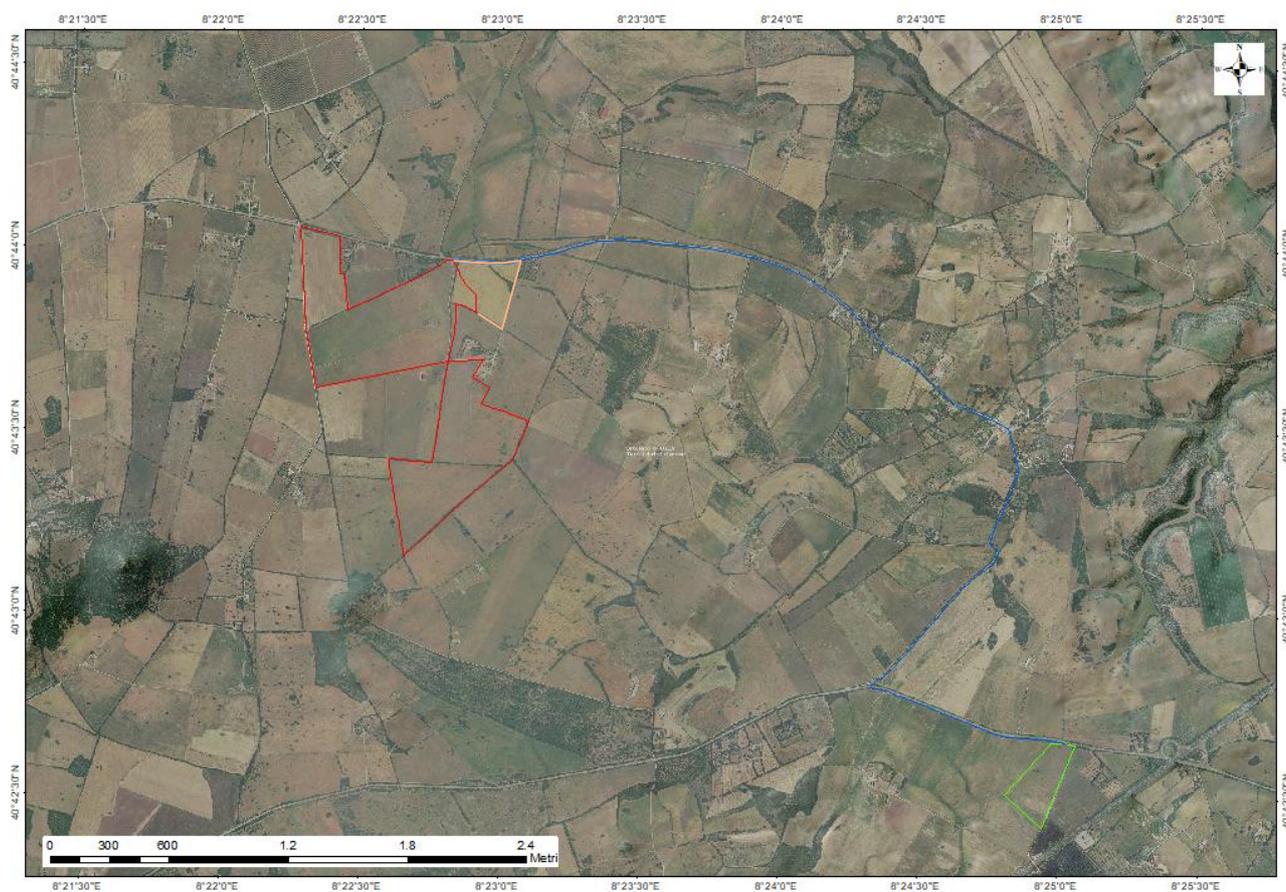


Figura 2-1 Inquadramento dell'area oggetto di studio



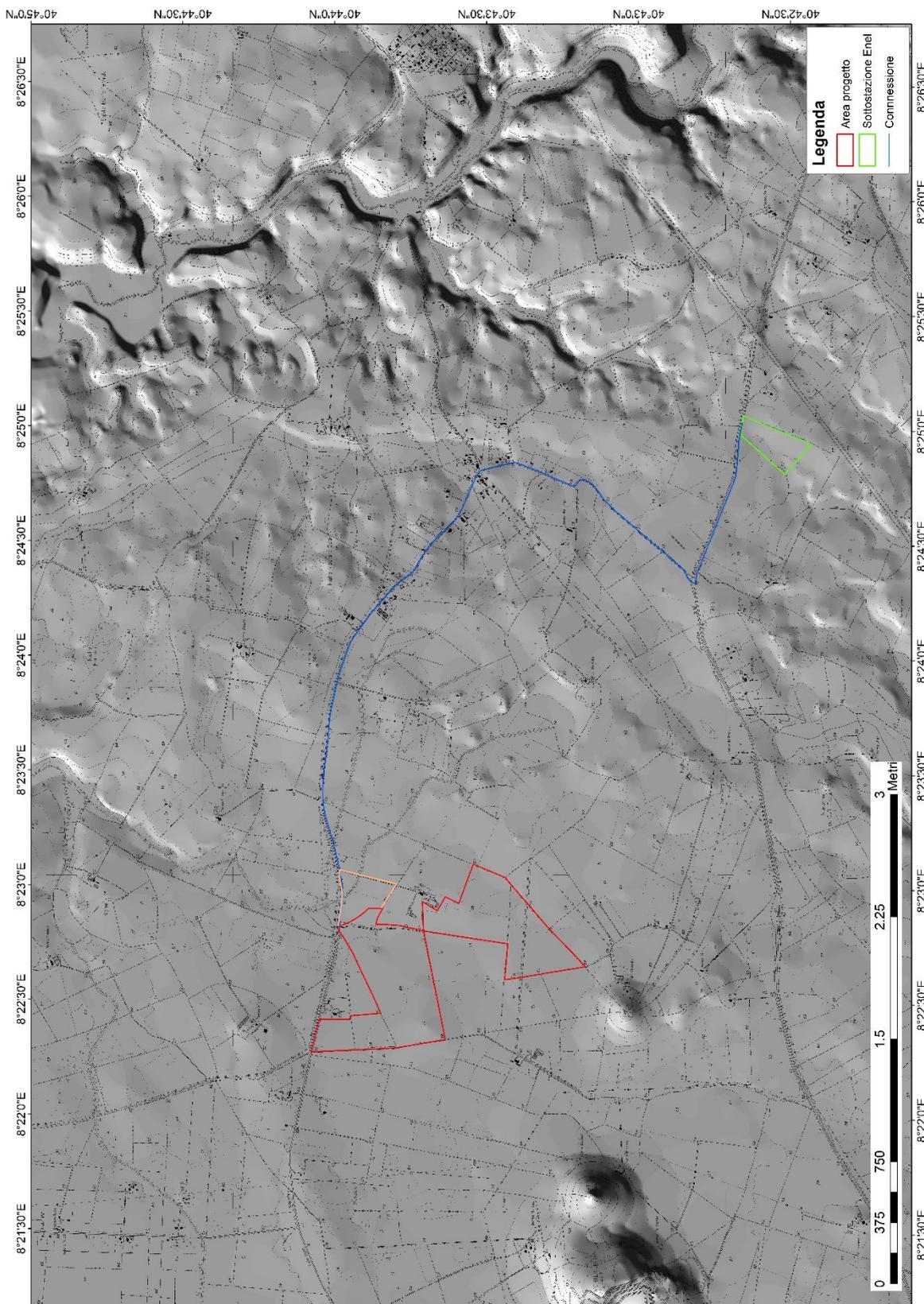


Figura 2-2 Inquadramento topografico su CTR n° 459050



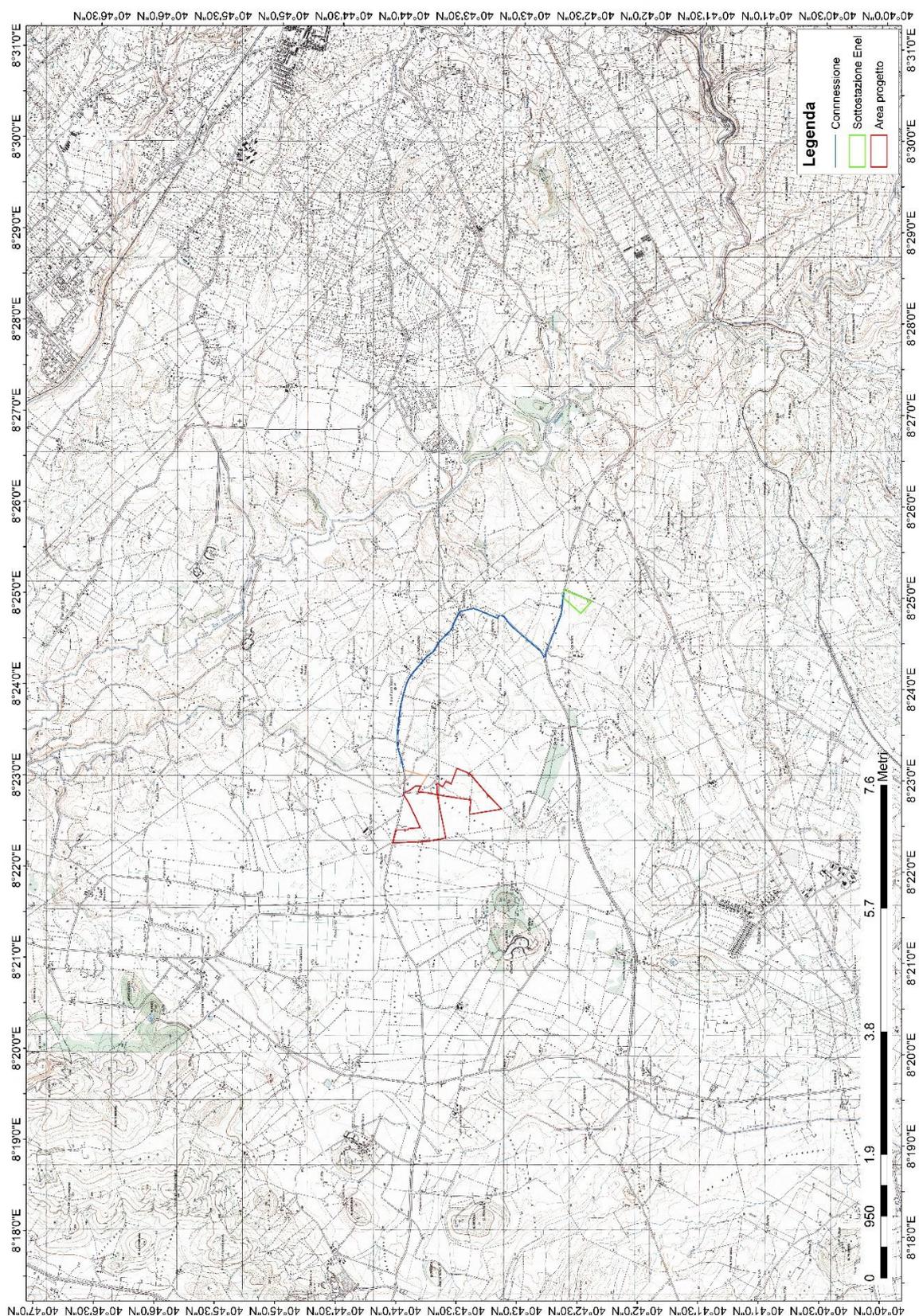


Figura 2-3 Inquadramento topografico su IGM 1:25.000



3. Caratteristiche dell'opera di progetto

La struttura del tracker TRJ è completamente adattabile in base alle dimensioni del pannello fotovoltaico, alle condizioni geotecniche del sito specifico e alla quantità di spazio di installazione disponibile.



La configurazione elettrica delle stringhe (x moduli per stringa) verrà raggiunta utilizzando la seguente configurazione di tabella dell'inseguitore con moduli fotovoltaici disponibile in verticale: per ogni x stringa PV, si propone x tracker TRJHT40PDP. Struttura 2x14 moduli fotovoltaici disponibili in verticale

- Dimensione (L) 16,40 m x 5,122 m x (H) max. 4,694 m.
- Componenti meccaniche della struttura in acciaio: 7 pali (di solito alti circa 2,5 m compresi ondatazioni) e 6 tubolari quadrati (le specifiche dimensionali variano a seconda del terreno e del vento e sono inclusi nelle specifiche tecniche stabilite durante la progettazione preliminare del progetto). Supporto del profilo Omega e ancoraggio del pannello.
- Componenti proprietari del movimento: 7 post-test (2 per i montanti, 4 per i montanti intermedi e 1 per il motore). Quadri elettronici di controllo per il movimento (1 scheda può servire 10 strutture). Motori (CA elettrico lineare - mandrino - attuatore).
- La distanza tra i tracker (l) verrà impostata in base alle specifiche del progetto al fine di ottenere il valore desiderato GCR e rispettare i limiti del progetto, poiché TRJ è un tracker indipendente di file, non ci sono limitazioni tecniche.
 - L'altezza minima da terra (D) è 0,36 m.
- Ciascuna struttura di tracciamento completa, comprese le fondazioni dei pali di

spinta, pesa circa 880 kg.

- Una media di 70 tracker sono necessari per ogni 1 MWp.

4. Inquadramento geologico

La Sardegna è classicamente divisa in tre grossi complessi geologici, che affiorano distintamente in tutta la regione per estensioni circa equivalenti: il basamento metamorfico ercinico, il complesso magmatico tardo-paleozoico e le successioni vulcano-sedimentarie tardo-paleozoiche, mesozoiche e cenozoiche.

La formazione della Sardegna (superficie di 24.098 km²) è strettamente legata ai movimenti compressivi tra Africa ed Europa. Questi due blocchi continentali si sono ripetutamente avvicinati, scontrati e allontanati negli ultimi 400 milioni di anni.

L'isola rappresenta una microplacca continentale con uno spessore crostale variabile dai 25 ai 35 km ed una litosfera spessa circa 80 km. Essa è posta tra due bacini con una struttura crostale di tipo oceanico (Bacino Ligure-Provenzale che cominciò ad aprirsi circa 30 Ma e Bacino Tirrenico) caratterizzati da uno spessore crostale inferiore ai 10 km.

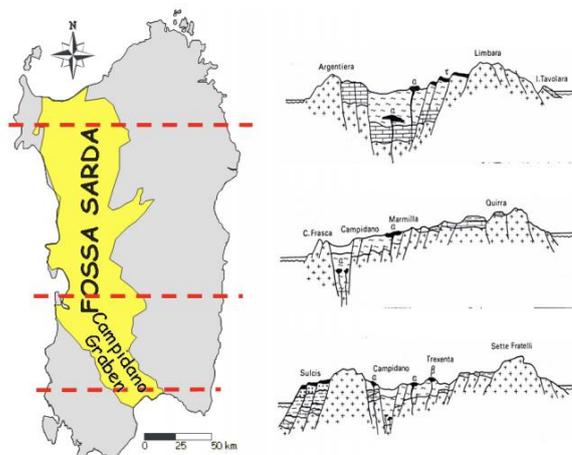
L'attuale posizione del blocco sardo-corso è frutto di una serie di progressivi movimenti di deriva e rotazione connessi alla progressiva subduzione di crosta oceanica chiamata Oceano Tetide al di sotto dell' Europa.

La storia collisionale Varisica ha prodotto tre differenti zone distinte dal punto di vista strutturale:

- **"Zona a falde Esterne"** a foreland "thrusts-and-folds" belt formata da rocce metasedimentarie con età variabile da Ediacarian superiore (550Ma) a Carbonifero inferiore (340Ma) che affiora nella zona sud occidentale dell'isola. Il metamorfismo è di grado molto basso Anchimetamorfismo al limite con la diagenesi.

- **"Zona a falde Interne"** un settore della Sardegna centrale con vergenza sud ovest costituito da metamorfiti paleozoiche in facies scisti verdi di origine sedimentaria e da una suite vulcanica di età ordoviciano anch'essa metamorfosata in condizioni di basso grado

- **"Zona Assiale"** (Northern Sardinia and Southern Corsica) caratterizzata da rocce metamorfiche di medio e alto grado con migmatiti e grandi intrusioni granitiche tardo varisiche (320- 280Ma)





Il comune di Sassari fa parte della fascia centrale della "zona a falde interne".

La Nurra mesozoica rappresenta un esempio di piattaforma carbonatica sottoposta ad oscillazioni eustatiche e a fasi tettoniche distensive, che hanno favorito l'ingressione di mari epicontinentali alternati a fasi subaeree. Il controllo tettonico, attivo in vari intervalli cronostratigrafici, unitamente al controllo eustatico, ha condizionato l'evoluzione sedimentaria della piattaforma, l'instaurarsi dei bacini estensionali e la loro colmata, innescando processi erosivi e la deposizione di flussi silicoclastici e depositi pedogenetici (bauxite).

Litologicamente il territorio si presenta particolarmente complesso e vasto.

Di seguito vengono descritte le singole unità presenti nell'area vasta:

b2- Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE

bb - Depositi alluvionali. Sabbie con subordinati limi e argille. OLOCENE

RESb - Litofacies nella FORMAZIONE DI MORES. Arenarie e conglomerati a cemento carbonatico, fossiliferi e bioturbati. Intercalazioni di depositi sabbioso-arenacei quarzoso-feldspatici a grana medio-grossa, localmente ricchi in ossidi di ferro (Ardara-Mores). Am

RESa - Litofacies nella FORMAZIONE DI MORES. Calcareniti, calcari bioclastici fossiliferi. Calcari nodulari a componente terrigena, variabile, con faune a gasteropodi (Turritellidi), ostreidi ed echinidi (Scutella, Amphiope) ("Calcari inferiori" Auct.). Ambient

OPN - FORMAZIONE DI OPPIA NUOVA. Sabbie quarzoso-feldspatiche e conglomerati eterometrici, ad elementi di basamento paleozoico, vulcaniti oligomioceniche e calcari mesozoici (Nurra). Ambiente da conoide alluvionale a fluvio-deltizio. BURDIGALIANO ?MEDIO-SUP.

CZS - UNITÀ DI CANDELAZZOS. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, pomiceo-cineritici, prevalentemente non saldati, di colore grigio-violaceo. BURDIGALIANO

PRJ - UNITÀ DI PUNTA RUJA. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, pomiceo-cineritici, da mediamente a fortemente saldati, di colore da rosato a nerastro, con pomici nerastre. BURDIGALIANO

GXL- FORMAZIONE DI GRAXIOLEDDU. Orizzonte bauxitico, con bauxite ed argille residuali in tasche carsiche. CENOMANIANO

MUC - FORMAZIONE DI MONTE UCCARI. Calcari micritici e bioclastici grigio biancastri ben stratificati; dolomie grigiastre e lenti di calcare oolitico con ciottoli a carofite. MALM

POC - FORMAZIONE DI CAPO CACCIA. Calcari a rudiste. CONIACIANO



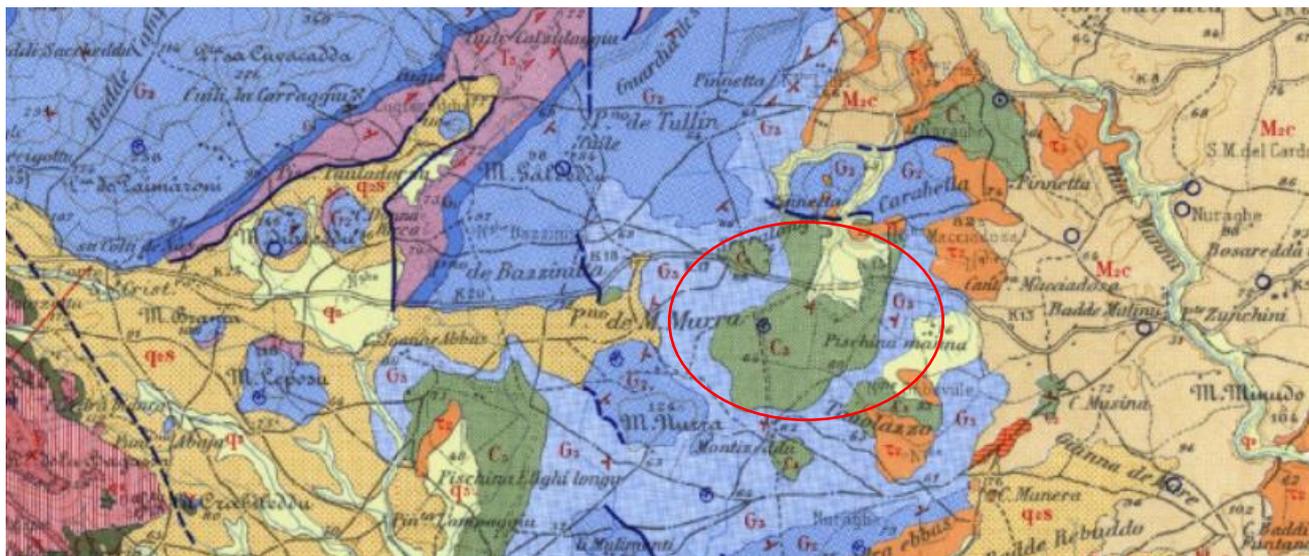


Figura 4-2 Stralcio Carta Geologica d'Italia 1:100.000, foglio 179 Porto Torres

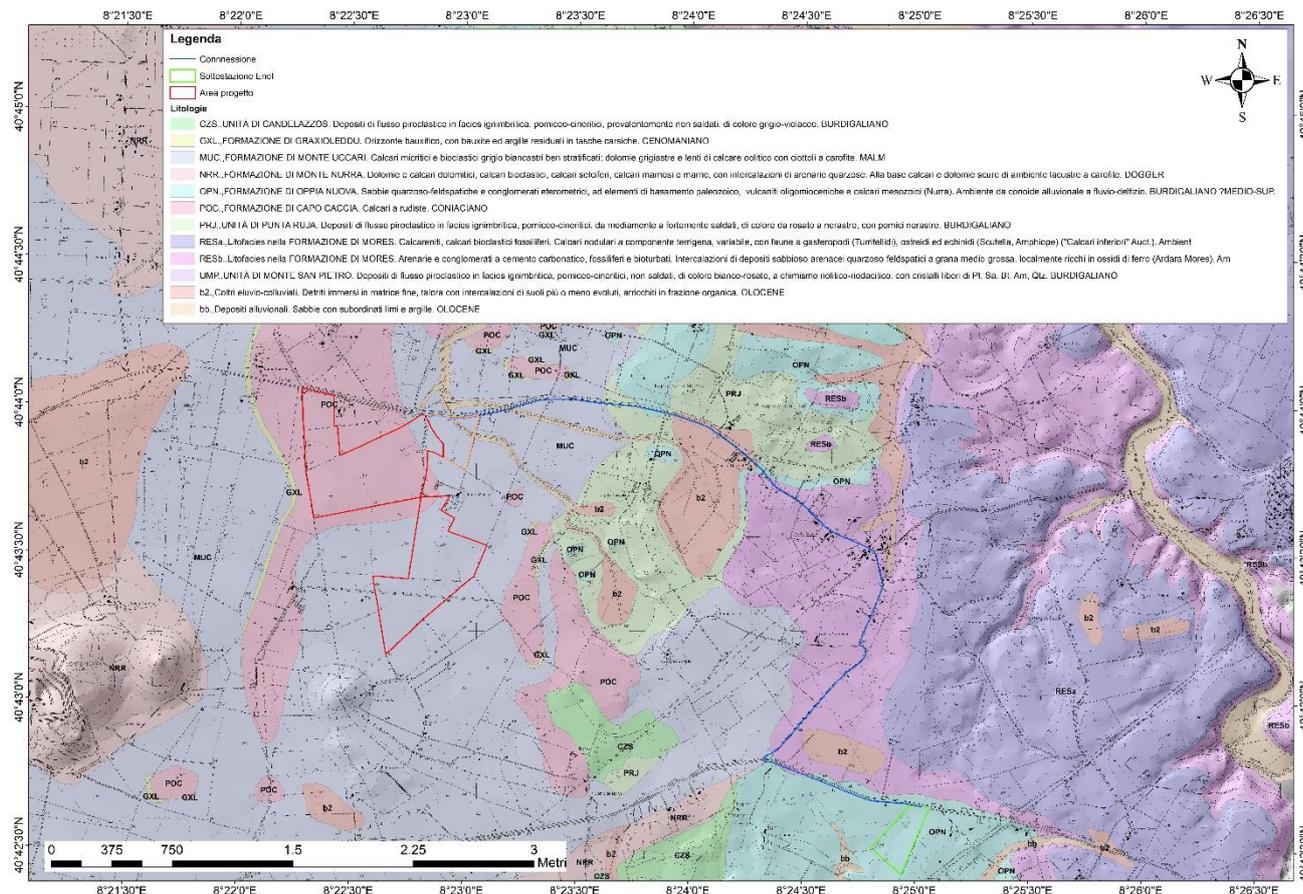


Figura 4-1 Carta Geologica dell'area di interesse



4.1 Litologia e stratigrafica dell'area di progetto

Nello specifico, il progetto interessa i calcari micritici appartenenti alla formazione di Monte Uccari (MUC) e i calcari a rudiste della formazione di Capo Caccia (POC).

MUC - FORMAZIONE DI MONTE UCCARI. Calcari micritici e bioclastici grigio biancastri ben stratificati; dolomie grigiastre e lenti di calcare oolitico con ciottoli a carofite. MALM

POC - FORMAZIONE DI CAPO CACCIA. Calcari a rudiste. CONIACIANO

In fig.4-3 si possono osservare i sondaggi (cod. 173121 – 173073 – 175134) più prossimi all'area di progetto, resi disponibile dall'Archivio Nazionale delle Indagini nel Sottosuolo - ISPRA (legge 464/84) e le relative stratigrafie.



Codice: 173073

Regione: SARDEGNA
Provincia: SASSARI
Comune: SASSARI
Tipologia: PERFORAZIONE
Opera: POZZO PER ACQUA
Profondità (m): 90,00
Quota pc slm (m): 70,00
Anno realizzazione: 2002
Numero diametri: 1
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 1,200
Portata esercizio (l/s): 1,000
Numero falde: 1

Stratigrafia

Da 0,00 a 90,00 Calcari arenacei bianchi debolmente fratturati

Codice: 173121

Regione: SARDEGNA
Provincia: SASSARI
Comune: SASSARI
Tipologia: PERFORAZIONE
Opera: POZZO PER ACQUA
Profondità (m): 100,00
Quota pc slm (m): 70,00
Anno realizzazione: 2001
Numero diametri: 1
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 0,750
Portata esercizio (l/s): 0,500
Numero falde: 1

Stratigrafia

Da 0,00 a 100,00 Depositi alluvionali limosi e argillosi sabbiosi di colore scuro con banchi prettamente argillosi soprastanti il substrato carbonatico

Codice: 175134

Regione: SARDEGNA
Provincia: SASSARI
Comune: SASSARI
Tipologia: PERFORAZIONE
Opera: POZZO PER ACQUA
Profondità (m): 97,00
Quota pc slm (m): 77,00
Anno realizzazione: 1993
Numero diametri: 1
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 0,800
Portata esercizio (l/s): 0,500
Numero falde: 2

Stratigrafia

Da 0,00 a 0,50 Suolo vegetale di origine autoctona derivato dalla degradazione delle rocce calcaree
 Da 0,50 a 97,00 Calcari compatti grigi-azzurrognoli-giallastri e rossastri del giurassico

Figura 4-3 Sondaggi estrapolati dall'Archivio Nazionale delle Indagini del Sottosuolo e relative stratigrafie (ISPRA)

4.2 Tettonica e caratteri geostrutturali

I principali lineamenti strutturali dell'area vasta derivano dall'evoluzione stratigrafica e tettonica oligo-miocenica, responsabile dello sviluppo dei bacini del Logudoro e di Porto Torres e dell'intenso vulcanismo calcoalcalino. Gran parte delle strutture tettoniche sono difficilmente rilevabili in campagna perché sigillate dalle coperture vulcaniche e soprattutto sedimentarie mioceniche.



Alla macroscala, le faglie rinvenute in quest'area sono faglie normali aventi orientazione NNE-SSW. Alla meso e micro-scala, non sono visibili lineazioni e/o caratteri geostrutturali significativi all'area di progetto.



Figura 4-4 Caratteri geostrutturali dell'area vasta

5. Inquadramento geomorfologico

Le morfologie di un territorio sono strettamente connesse, non solo agli agenti morfologici predominanti, ma dalle litologie presenti e la loro resistenza all'erosione e alterazione

Pertanto, vista la varietà di litologie presenti nel territorio di Sassari, nel complesso le morfologie si presentano alquanto varie.



L'area vasta è caratterizzata da una morfologia collinare articolata le cui quote più elevate si raggiungono nel settore nord-orientale ed in quello SE. La maggior parte di questi rilievi sono modellati sulle calcareniti e calciruditi della formazione di Mores o sui calcari bioclastici della formazione di Monte Santo, più resistenti delle formazioni circostanti.

Il settore interessato dall'area di progetto è caratterizzato da un'estesa pianura, che a S si presenta ricoperta dai depositi pleistocenici, in genere di ridotto spessore, mentre a N è modellata direttamente sui calcari più o meno marnosi delle formazioni di Mores, Gamba di Moro, M. Zirra e Capo Cacia. Peculiare è la presenza di rilievi più o meno elevati sulla pianura (M. Uccari a 123m, M. Nurra a 133 e M. Casteddu a 99 m), anch'essi modellati sui medesimi litotipi calcarei e dunque non originati dai processi di erosione selettiva.

5.1 Geomorfologia dell'area significativa al progetto

L'area geomorfologicamente significativa è quell'area all'interno della quale gli agenti morfodinamici vanno ad interessare indirettamente o direttamente l'opera oggetto di studio.

Nell'area interessata la morfologia si presenta del tutto pianeggiante, dominata prevalentemente dal ruscellamento delle acque superficiali. Oltre all'alterazione fisica e al trasporto dei detriti ad opera delle acque superficiali, essendo presenti litologie calcaree, anche l'alterazione di tipo chimico (carsismo) contribuisce all'alterazione dei suoli e substrato roccioso, il quale potrebbe manifestarsi con morfologie epigee o ipogee (inghiottitoi, doline).

Tuttavia, l'area si presenta alquanto pianeggiante e semplice dal punto di vista morfologico.



Figura 5-1 Geomorfologia dell'area significativa (Google Earth)

6. Inquadramento idrogeologico

Secondo la classificazione dei bacini sardi riportata nel Piano di Assetto Idrogeologico, l'area oggetto di studio, facente parte del comune di Sassari, è inclusa nel Sub – Bacino n° 3 Coghinas Mannu Temo.



Il riu Mannu di Porto Torres è compreso tra la diga del Bidighinzu e lo sbocco a mare, per una lunghezza complessiva di 59 km. L'alveo presenta tre tratti a pendenza media circa costante: nei primi 7 km di monte (tratto montano) è pari al 2,1%, nel tratto medio-vallivo, lungo circa 23,5 km, la pendenza media è pari allo 0,57% ed infine nel tratto vallivo, lungo 28 km, è circa lo 0,14%.

Il primo tratto del corso d'acqua prende il nome dalla diga da cui trae origine, riu Bidighinzu, e scorre in un fondovalle inciso naturale, con alta densità di vegetazione in prossimità dell'alveo.

Dopo circa 10 km, i versanti diventano meno acclivi e si allargano, permettendo la coltivazione dei pendii e delle strette aree golenali; il fondovalle rimane ben definito e si sviluppa con andamento sinuoso che aumenta progressivamente verso valle; in prossimità dell'alveo la densità di vegetazione rimane alta.

Il corso d'acqua scorre con queste caratteristiche in direzione nord-ovest, nel territorio compreso tra gli abitati di Usini ed Uri, fino all'altezza del ponte sulla S.S. 291 in prossimità di Bancalli. Da questa zona sino al centro abitato di Porto Torres, la valle si allarga ulteriormente ed il territorio è interamente interessato da coltivazioni agricole sino in prossimità dell'alveo di magra, che risulta ancora densamente vegetato.

6.1 Idrografia superficiale

L'idrologia superficiale dell'area è caratterizzata dalla presenza del Riu Ertas affluente sinistro del Riu Mannu. Confluisce in tale corso nei pressi dell'attraversamento della S.P. "La Crucca". Il bacino drena un settore di territorio (geograficamente facente parte della piana della Nurra) caratterizzato da alternanze di aree pianeggianti e di deboli rilievi collinari, il tutto inciso dal reticolo idrografico secondario a formare fondovalle alluvionali piuttosto ampi in relazione al tipo di corso d'acqua.

Il substrato nella zona di testata è costituito da successioni carbonatiche cretacee, poi andando verso valle segue una fascia di vulcaniti acide, mentre nel tratto prossimo alla confluenza affiorano arenarie e marne mioceniche. La zona di affioramento delle formazioni carbonatiche costituisce una sorta di altipiano, poco o per nulla inciso del reticolo idrografico

Il riu Ertas nasce nei pressi della località Fatt.a Bossalino, circa 15 km ad Ovest del centro di Sassari, non lontano dai margini dell'altopiano calcareo, che raggiunge dopo un percorso di circa 3 km vagamente a semicerchio. Di qui, poi, la valle si fa stretta e incassata per circa 1,5 km, dopo di che il fondovalle si allarga notevolmente tra alte scarpate di terrazzo fino a raggiungere la valle del Mannu di Porto Torres. In tale settore l'Ertas è arginato e il drenaggio del fondovalle alluvionale è assicurato dai canali di bonifica fiume 356 (dotato di idrovora alla confluenza nell'Ertas) e fiume 361. Pertanto, questi ultimi due corsi d'acqua, per altro artificiali, si sviluppano interamente all'interno della fascia di naturale esondazione dell'Ertas.

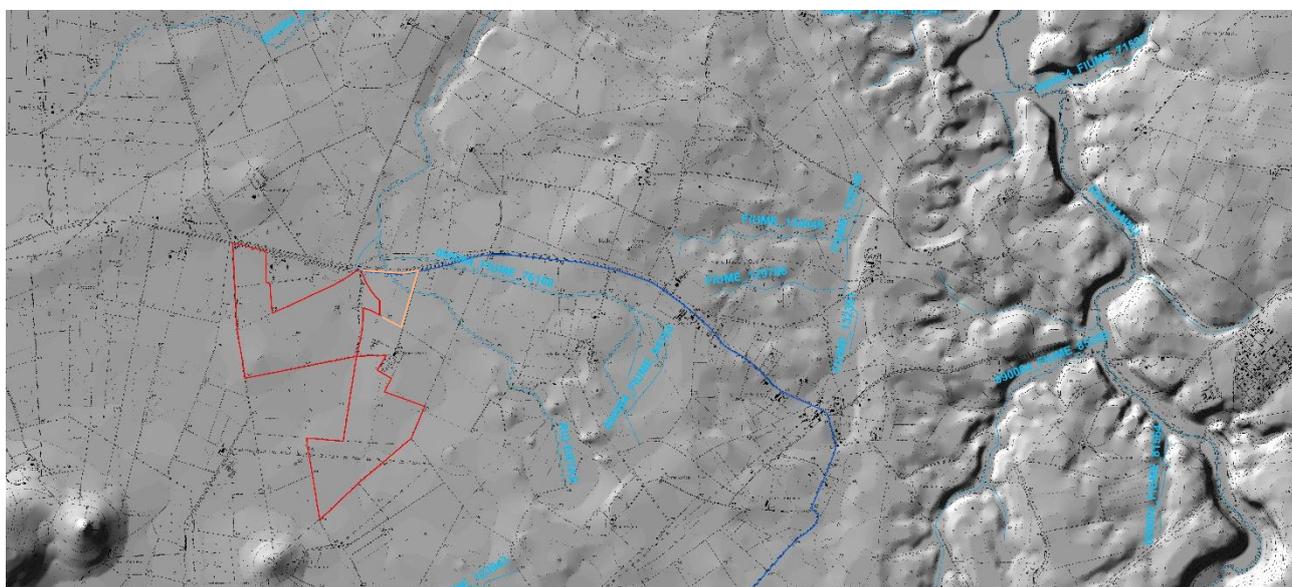


Figura 6-1 Fiumi caratterizzanti l'area di progetto



6.2 Idrografia sotterranea

L'idrografia sotterranea dell'area oggetto di studio si presenta alquanto articolata data la varietà di litologie presenti, le quali permettono la circolazione dell'acqua attraverso fratture nelle rocce compatte e porosità nei depositi detritici. La permeabilità ed il comportamento idrogeologico dei terreni affioranti nell'area in esame sono determinati prendendo in considerazione, sia la loro natura litologico- sedimentologica dei terreni, sia il loro assetto strutturale.

L'acquifero più importante è costituito dalla successione carbonatica mesozoica. Il suo spessore non è ben riconosciuto. Il serbatoio principale deve essere ricondotto alle zone in cui l'assetto e la storia strutturale della regione ha consentito la conservazione del massimo spessore. I Calcari possiedono una permeabilità secondaria per fessurazione o per carsismo.

Si evince dalla carta della permeabilità dei suoli e dei substrati (RAS) che la permeabilità dell'area in studio è media per fratturazione **MF** sui calcari micritici della formazione di Monte Uccari, mentre è alta per carsismo e fratturazione **ACF** sui calcari a rudiste della formazione di Capo Caccia.

Dai sondaggi (cod. 173121 – 173073 – 175134), resi disponibile dall'Archivio Nazionale delle Indagini nel Sottosuolo - ISPRA (ubicazione visibile in fig.4-3) sono resi noti, inoltre, i dati relativi alle falde acquifere e livelli piezometrici, dai quali si evince che nell'area sono presenti acquiferi molto profondi. Le falde rinvenute oscillano ad una profondità che sta tra i 45 ai 70 metri dal p.c, mentre i livelli piezometrici misurati risultano essere ad un livello statico che va dai 35 m dal p.c.

<p>Codice: 173073</p> <p>Falde acquifere</p> <p>Da 80,00 a 90,00</p> <p>Misure piezometriche</p> <p>Livello statico: 60,00 m Livello dinamico: 755,00 m</p> <p>Portata (l/s): ND</p>

<p>Codice: 173121</p> <p>Falde acquifere</p> <p>Da 70,00 a 76,00</p> <p>Misure piezometriche</p> <p>Livello statico: 70,50 m Livello dinamico: 76,50 m</p> <p>Portata (l/s): ND</p>
--

<p>Codice: 175134</p> <p>Falde acquifere</p> <p>Da 45,00 a 50,00 Da 72,00 a 80,00</p> <p>Misure piezometriche</p> <p>Livello statico: 35,00 m Livello dinamico: 47,00 m</p> <p>Portata (l/s): 0,800</p>
--



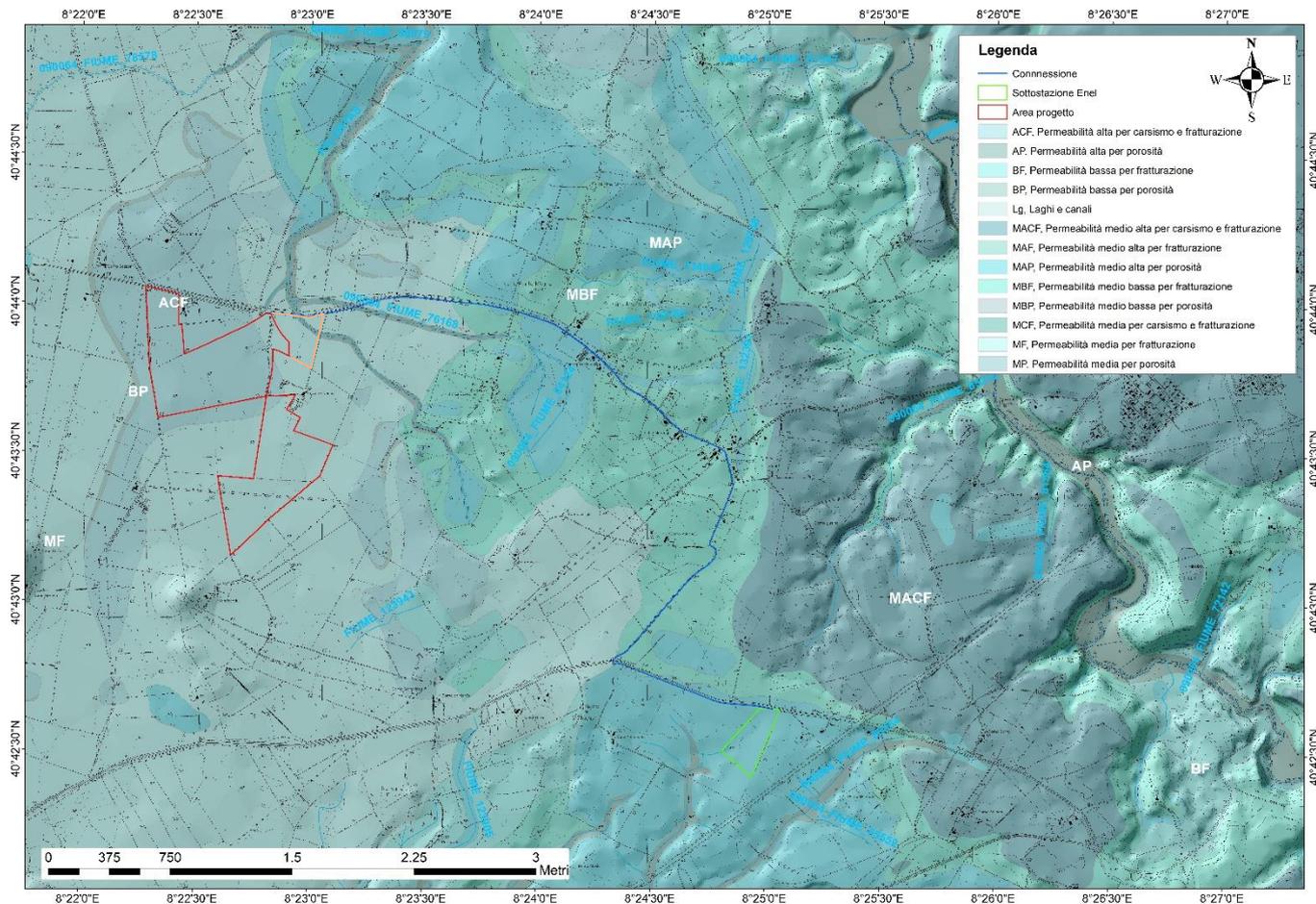


Figura 6-2 Carta delle permeabilità dei suoli e dei substrati (Fonte RAS)



7. Inquadramento pedologico

Le tipologie di suolo sono legate per genesi alle caratteristiche delle formazioni geolitologiche presenti e all'assetto idraulico di superficie nonché ai diversi aspetti morfologici, climatici e vegetazionali.

Nella Carta dei Suoli della Sardegna in scala 1:250000 (2008), l'area di interesse ricade nell'unità **A1 e A2**.

A1 Roccia affiorante e suoli a profondità variabile nelle anfrattuosità della roccia, con profili A-R e subordinatamente A-Bt-R, argillosi, poco permeabili, neutri, saturi,

A2 Profili A-R, A-Bt-R e A-Bw-R e roccia affiorante, da poco profondi a profondi, da

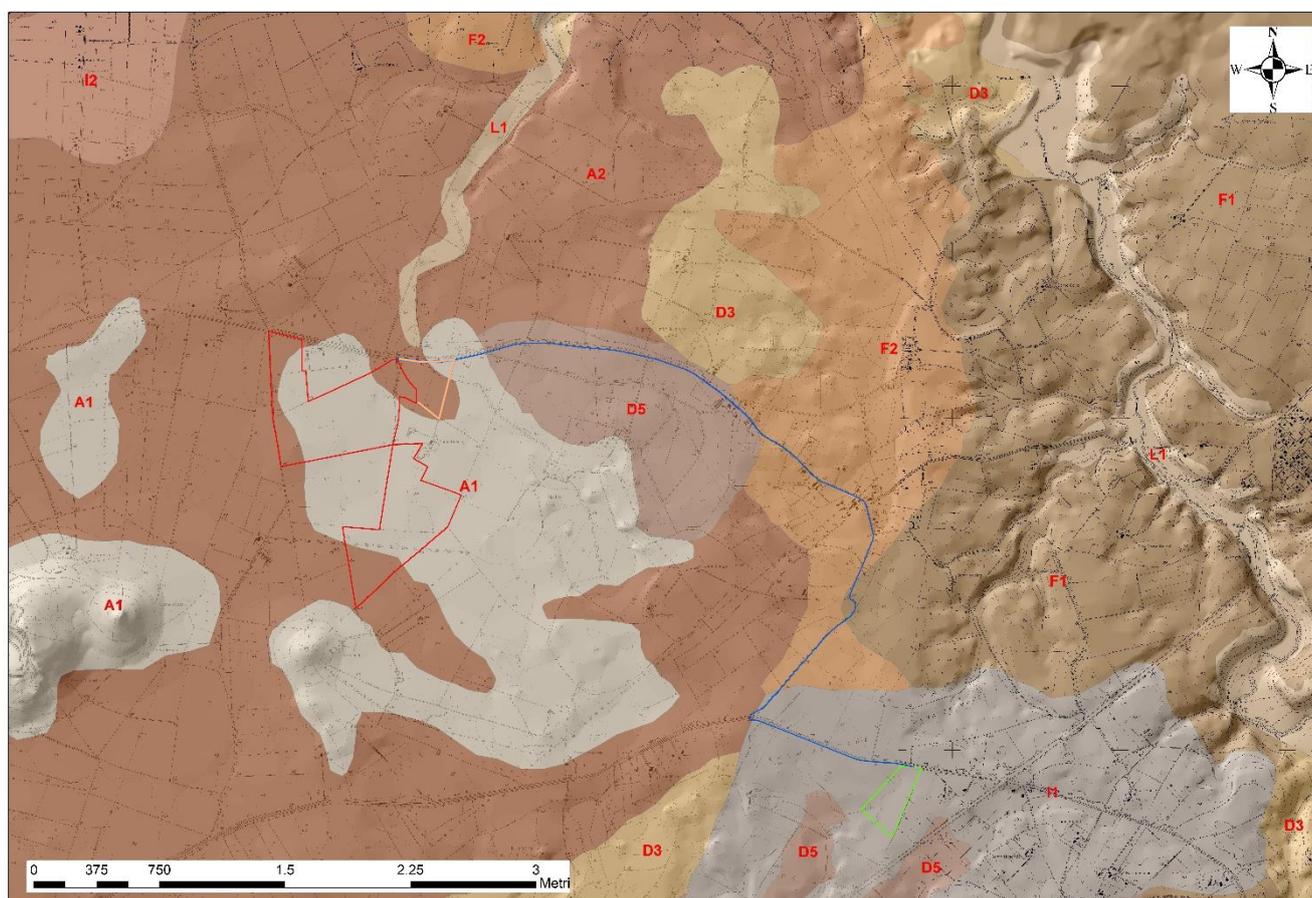


Figura 7-1 Carta dei Suoli (Fonte RAS)

franco sabbioso argillosi ad argillosi, da mediamente a poco permeabili, neutri, saturi.

8. Uso Del Suolo

Dalla carta dell'Uso del Suolo, resa disponibile dal sito Geoportale, si evince che l'ambito di progetto si inserisce principalmente in un contesto in cui il suolo ricade nel livello delle Territori Agricoli "Seminativi semplici e colture a pieno campo" – (2121).

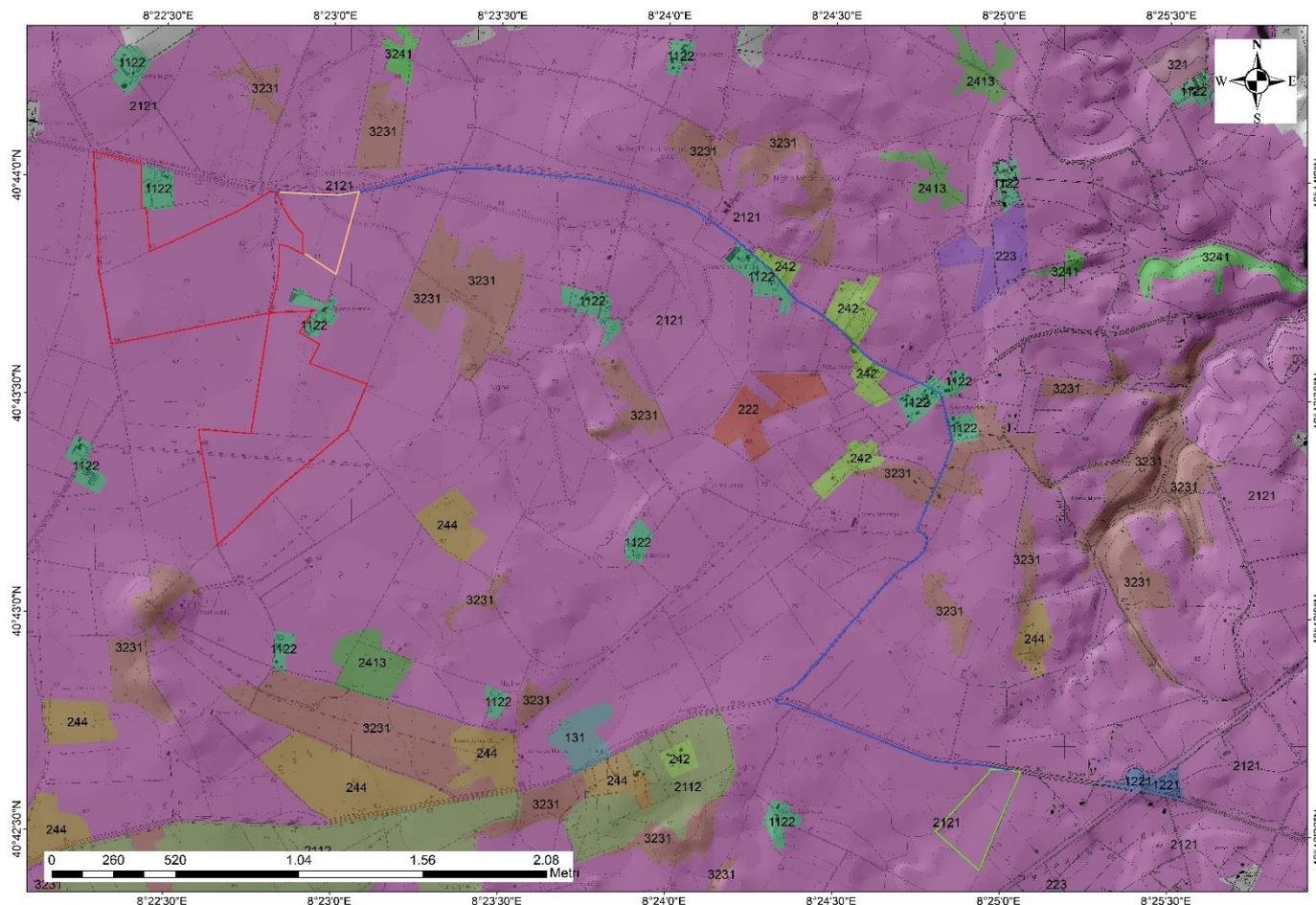


Figura 8-1 Carta dell'Uso del Suolo (Fonte RAS)

9. Vincoli vigenti

9.1 PAI – Piano di Assetto Idrogeologico

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) ha valore di piano territoriale di settore e, in quanto dispone con finalità di salvaguardia di persone, beni, ed attività dai pericoli e dai rischi idrogeologici, prevale sui piani e programmi di settore di livello regionale (Art. 4 comma 4 delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI). Inoltre (art. 6 comma 2 lettera c delle NTA), "le previsioni del PAI [...] prevalgono: [...] su quelle degli altri strumenti regionali di settore con effetti sugli usi del territorio e delle risorse naturali, tra cui i [...] piani per le infrastrutture, il piano regionale di utilizzo delle aree del demanio marittimo per finalità turistico-ricreative

È stato redatto dalla Regione Sardegna ai sensi del comma 6 ter dell'art. 17 della Legge 18 maggio 1989 n. 183 e ss.mm.ii., adottato con Delibera della Giunta Regionale n. 2246 del 21 luglio 2003, approvato con Delibera n. 54/33 del 30 dicembre 2004 e reso esecutivo dal Decreto dell'Assessore dei Lavori Pubblici n. 3 del 21 febbraio 2005

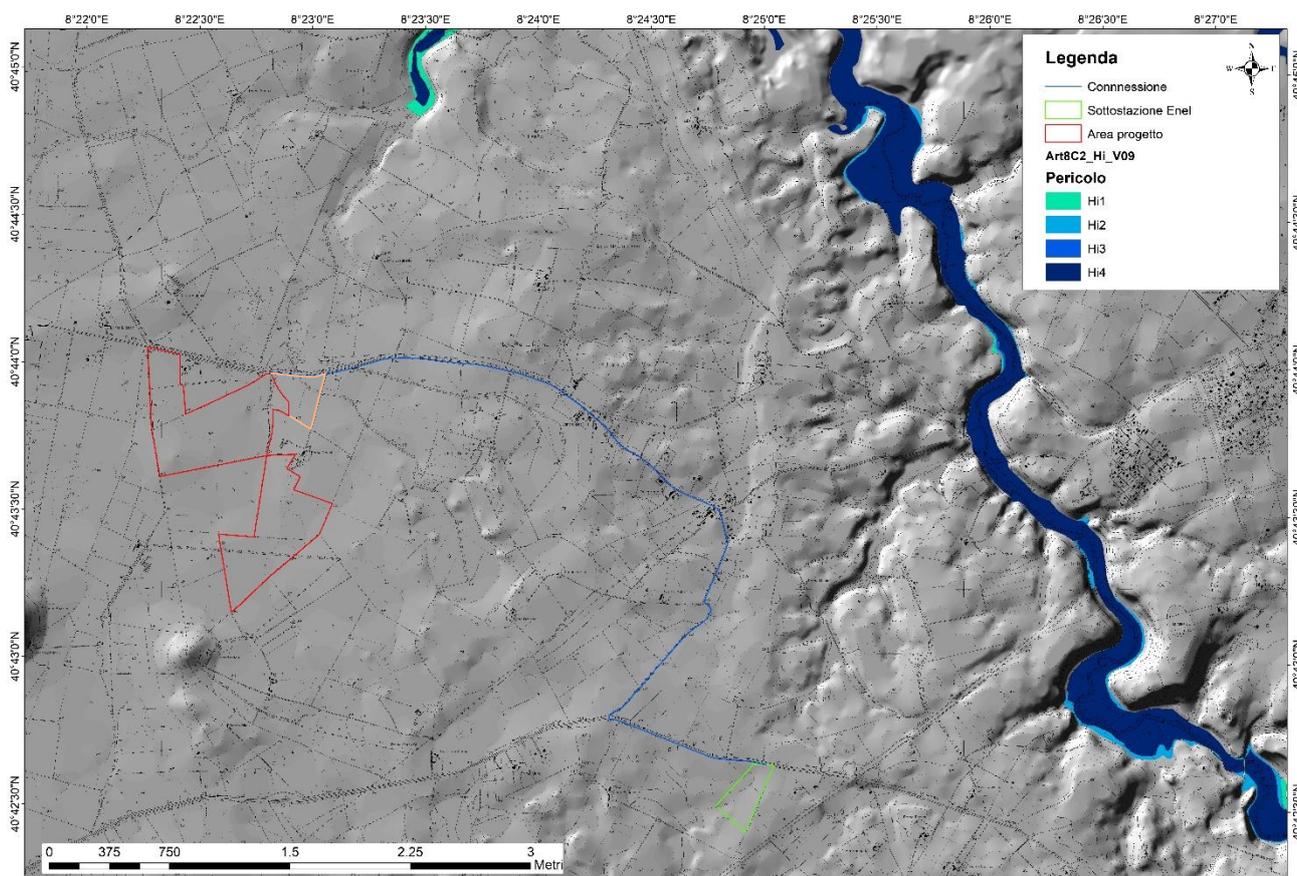


Figura 9-1 Stralcio Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)

L'area in esame non ricade in aree perimetrata da pericolosità idraulica e geomorfologica



9.2 PGRA – Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

Il PGRA della Sardegna è stato approvato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 del 15/03/2016 e con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27/10/2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale serie generale n. 30 del 06/02/2017.

Il PGRA comprende le modalità di gestione del sistema di allertamento regionale per i rischio idraulico ai fini di protezione civile, di cui alla Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27/02/2004, con particolare riferimento al governo delle piene.

L'opera in studio non ricade in aree perimetrate dal PGRA

9.3 PSFF – Piano Stralcio delle Fasce Fluviali

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali è redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 della legge 19 maggio 1989 n. 183, quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale relativo ai settori funzionali individuati dall'art. 17, comma 3 della L. 18 maggio 1989, n. 183.

Ha valore di Piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso

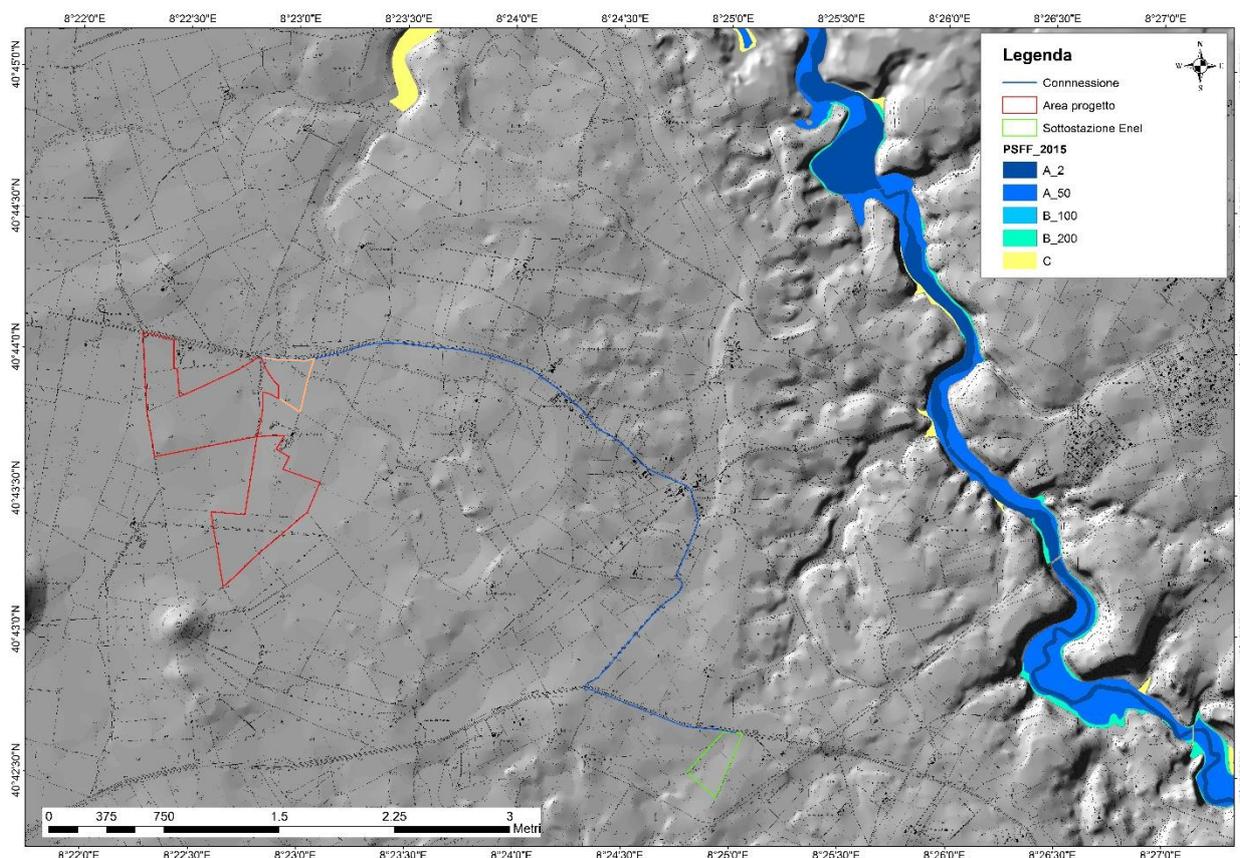


Figura 9-2 Stralcio PSFF





riguardanti le fasce fluviali.

Con Delibera n. 2 del 17.12.2015, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino della Regione Sardegna, ha approvato in via definitiva, per l'intero territorio regionale, ai sensi dell'art. 9 delle L.R. 19/2006 come da ultimo modificato con L.R. 28/2015, il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.

L'opera in studio non ricade in aree perimetrate dal PSFF

10. Analisi e sismicità storica

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

Dalla normativa vigente NTC2018 si evince che la pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa A_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A come definita al § 3.2.2), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR come definite nel § 3.2.1, nel periodo di riferimento VR, come definito nel § 2.4. Inoltre, in alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purchè correttamente commisurati alla pericolosità sismica locale dell'area della costruzione.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento PVR nel periodo di riferimento VR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

A_g accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

TC^* valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per i valori di A_g , F_0 e TC^* necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n.29, ed eventuali successivi aggiornamenti.

10.1 Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento

pag. 24





La tipologia di costruzioni previste in progetto (NTC2018 - par.2.4) ha vita nominale ≥ 50 anni (opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni...) appartiene alla classe d'uso II.

Tabella 2.4.I – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale VN per il coefficiente d'uso CU :

$$VR = VN \times CU$$

Il valore del coefficiente d'uso CU è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 2.4.II. Nel Caso specifico $Cu = 2$.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Il valore del periodo di riferimento è $Vr = 50$

Amplificazione stratigrafica e topografica: Nel caso di pendii con inclinazione maggiore di 15° e altezza maggiore di 30 m, l'azione sismica di progetto deve essere opportunamente incrementata o attraverso un coefficiente di amplificazione topografica o in base ai risultati di una specifica analisi bidimensionale della risposta sismica locale, con la quale si valutano anche gli effetti di amplificazione stratigrafica

La categoria topografica è la T1 a cui corrisponde un valore del fattore di amplificazione pari a 1.0.

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

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

Al fine di definire l'azione sismica di progetto, basata sull'identificazione della categoria del sottosuolo di riferimento, si è voluto definire il parametro fondamentale per





la "classificazione sismica dei terreni", e quindi per la determinazione della categoria, corrispondente alla velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio VS 30, valutata entro i primi 30 m di profondità dal piano campagna.

Tale parametro andrà stimato direttamente in sito mediante l'esecuzione di una prova penetrometrica dinamica o di un profilo MASW.

Categorie di sottosuolo: ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel § 7.11.3. Per questa tipologia di substrato, salvo diverso esito da prove dirette in sito si stima che essi appartengano alla categoria C.

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

In base ai dati di localizzazione, tipologia dell'opera e classe d'uso si sono calcolati i parametri sismici relativi alle verifiche SLO, SLD, SLV e SLC. (GEOSTRU-Parametrisismici2018):

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0.019	2.610	0.273
Danno (SLD)	50	0.024	2.670	0.296
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.050	2.880	0.340
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.060	2.980	0.372
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Figura 10-1 Parametri sismici in funzione delle coordinate geografiche del sito

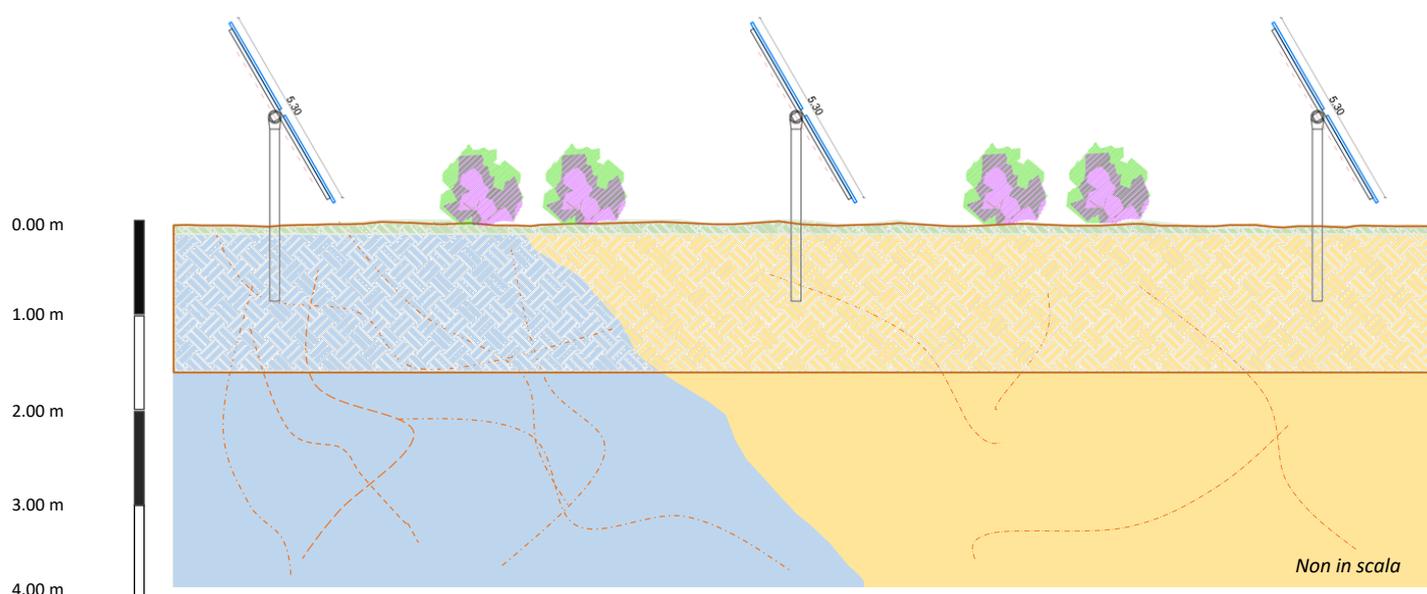


11. Modello Geologico

Le analisi condotte all'interno del presente studio geologico, basate in parte su dati bibliografici e in parte su dati provenienti da studi geologici realizzati su aree limitrofe, lascia spazio a differenti scenari stratigrafici

La progettazione delle opere di fondazione prescinde dalla conoscenza delle caratteristiche litostratigrafiche dell'area oggetto di intervento.

Pertanto, si è deciso di validare un modello geologico, in questa fase progettuale, che sintetizza e descrive i caratteri litologici, strutturali, idrogeologici e geomorfologici trattati nei capitoli precedenti:



- Suolo – Terreno vegetale**
- Formazione di MUC-** Calcari micritici e bioclastici grigio biancastri ben stratificati; dolomie grigiastre e lenti di calcare oolitico con ciottoli a carofite
- Formazione di POC-** Calcari a rudiste

Figura 11-1 Modello Geologico (6.2.1 NTC18)



12. Valutazione degli impatti sulle matrici ambientali: acque, suolo e sottosuolo

In fase provvisoria di cantiere sono attesi effetti transitori, circoscritti al sito, mentre risultano praticamente nulli se estesi al di fuori dell'area di impianto.

In fase di esercizio non sono attesi effetti di alcun tipo sull'ambiente circostante, né locale né generale.

Le misure di mitigazione, in particolare, sono misure volte a ridurre o contenere gli impatti ambientali previsti, affinché l'entità di tali impatti si mantenga sempre al di sotto di determinate soglie di accettabilità e in modo da garantire il rispetto delle condizioni che rendono il progetto accettabile dal punto di vista del suo impatto ambientale

Pertanto, la valutazione degli impatti sulle matrici ambientali sono state compilate per la fase riguardante la realizzazione dell'impianto fotovoltaico:

Fase di cantiere	Impatti	Mitigazione
Acque	Superficiali Possibile interferenza, purchè lieve, sul deflusso delle acque superficiali durante la fase di cantiere. <u>Impatto:</u> Moderato – non significativo	Regimazione momentanea delle acque superficiali che assicuri il normale ruscellamento delle acque.
	Sotterranee Non si rilevano impatti sulle acque sotterranee, poiché la profondità di infissione dei pali non è tale da intercettare le falde sottostanti <u>Impatto:</u> Nullo	/
Suolo	Asportazione di suolo perdita di substrato protettivo <u>Impatto:</u> Compatibile non significativo	Evitare accumuli di materiale di riporto, eccessivi scorticamenti, e ampie e prolungate occupazioni temporanee di suolo
Sottosuolo	In relazione alla situazione litostratigrafica evidenziata nel suddetto studio non si rilevano impatti relativi al sottosuolo. <u>Impatto:</u> Nullo	/





Acque superficiali e sotterranee

Ai fini della completa valutazione degli impatti sulle acque superficiali e sotterranee si richiede di fornire per ciascuna delle fasi di vita del Progetto (cantierizzazione, esercizio e dismissione):

2.a. la specificazione delle aree soggette a impermeabilizzazione (cabine elettriche, sistema di accumulo e opere di connessione) e la valutazione degli impatti previsti sul regime delle acque piovane dovuti alla presenza dei moduli fotovoltaici;

Cantierizzazione

Acque superficiali

Il posizionamento delle attrezzature e il passaggio dei mezzi, nei mesi in cui l'area è soggetta ad una maggiore piovosità, potrebbero essere d'ostacolo al normale deflusso delle acque superficiali.

Durante la fase di cantiere è prevista, pertanto, l'individuazione di un'area circoscritta da adibire alla posa delle attrezzature e materiali e la realizzazione di momentanee trincee drenanti appositamente studiate e dimensionate al fine di una corretta regimazione delle acque superficiali. Ricorrendo alle suddette misure mitigative, l'impatto è considerato non significativo per la fase di cantierizzazione.

Acque sotterranee

Per quanto riguarda le acque sotterranee, nell'area in questione l'acquifero costituito da rocce carbonatiche è caratterizzato da permeabilità medio alta per carsismo e fratturazione e la falda è collocata ad una profondità (circa 50 metri), tale da non risentire delle attività caratterizzanti questa fase di progetto. Non sono previste, pertanto, opere di mitigazione in quanto l'impatto sulle acque sotterranee è di base Nullo.

Esercizio

Acque superficiali

Un'opera costituisce un impatto sul regime delle acque piovane nel momento in cui la sua presenza determina una riduzione della superficie del bacino idrografico su cui esse scorrono, provocando un conseguente innalzamento del livello di piena. Riguardo la presenza dei moduli fotovoltaici l'ingombro del tracker infisso nel terreno è considerato irrilevante e non di intralcio nei confronti del normale ruscellamento.

Inoltre, l'attività agricola prevista conferisce al suolo un incremento di permeabilità e un certo aumento del tempo di corruzione dato dalla presenza delle coltivazioni poste tra i filari dei moduli fotovoltaici. Ciò comporta un minor potere erosivo da parte delle acque ruscellanti e miglior contenimento delle portate di piena nella sezione di chiusura del bacino idrografico.

Si specifica inoltre, che il sistema di accumulo non verrà realizzato. Le opere di connessione saranno interrato e non costituiscono pertanto motivo di alterazione nei confronti del regime delle acque superficiali. Le cabine elettriche verranno sopraelevate con un'altezza di circa 1,2 metri dal piano campagna, non creando ostacolo e quindi lasciando possibile il normale ruscellamento delle acque.

Alla luce di quanto sopra descritto, si può asserire che durante la fase di esercizio, l'impatto sulle acque superficiali è da considerarsi compatibile.

Acque sotterranee

Per quanto riguarda le acque sotterranee, la falda si trova ad una profondità tale da non risentire delle attività caratterizzanti questa fase di progetto.

Impatto Nullo





Dismissione

Acque superficiali

Il posizionamento delle attrezzature e il passaggio dei mezzi, nei mesi in cui l'area è soggetta ad una maggiore piovosità, potrebbero essere d'ostacolo al normale deflusso delle acque superficiali.

Durante la fase di dismissione è prevista, pertanto, l'individuazione di un'area circoscritta da adibire alla posa delle attrezzature e materiali e la realizzazione di momentanee trincee drenanti appositamente studiate e dimensionate al fine di una corretta regimazione delle acque superficiali. Ricorrendo alle suddette misure mitigative, l'impatto è considerato non significativo per la fase di dismissione.

Acque sotterranee

Per quanto riguarda le acque sotterranee, la falda si trova ad una profondità tale da non risentire delle attività caratterizzanti questa fase di progetto.

Impatto Nullo

2.c. la descrizione dei livelli di inquinamento nelle acque di falda superficiale e profonda e gli eventuali danni ambientali attualmente presenti nell'area:

Da un'attenta ricerca storico/bibliografica nell'area interessata dal progetto non sono stati riscontrati livelli di inquinamento nelle acque di falda, sia superficiale che profonda. Non sono pertanto attualmente presenti nell'area danni di tipo ambientale.

Suolo e sottosuolo

4.a. Si chiede la descrizione dei livelli di inquinamento del suolo e del sottosuolo e gli eventuali danni ambientali attualmente presenti nell'area

Da un'attenta ricerca storico/bibliografica nell'area interessata dal progetto non sono stati riscontrati livelli di inquinamento nel suolo e sottosuolo. Non sono pertanto attualmente presenti nell'area danni di tipo ambientale.





13. Indicazioni progettuali geologico – geotecniche

In relazione a quanto appreso nel presente studio, vengono rese note una serie indicazioni progettuali geologico - geotecniche le quali potrebbero essere utili al fine di una corretta e fluida installazione dei Trakers.

Data la litologia presente nell'area di progetto, costituita da calcari micritici e calcari a rudiste i quali si presentano piuttosto compatti, superato il superficiale livello di suolo, per l'infissione delle aste potrebbe essere necessario l'utilizzo di metodi di scavo più vigorosi.

Dott.ssa Geol. Marta Camba

