

**REGIONE SARDEGNA
COMUNE DI SANTA GIUSTA
E PALMAS ARBOREA**
Provincia di Oristano



Titolo del Progetto

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO FOTOVOLTAICO
DENOMINATO "GREEN AND BLUE SA TANCA MANNA"
DELLA POTENZA DI 56.904,120 kW IN LOCALITÀ "SA TANCA MANNA"
NEL COMUNE DI SANTA GIUSTA E PALMAS ARBOREA

Identificativo Documento

REL_SP_01_GEO

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

Titolo

RELAZIONE GEOLOGICA

SCALA: <i>Varie</i>	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 Cantorriovo, N 44/C - 01021 Viterbo
P.Iva 02349460564
pec: sfmaddalena@pec.it

Rev.	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
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. Studi ed indagini di riferimento.....	4
3. Inquadramento geografico generale.....	5
4. Caratteristiche progetto	9
5. Inquadramento geologico	10
5.1 Litologia e stratigrafica dell'area di progetto	12
5.2 Tettonica e caratteri geostrutturali	14
6. Inquadramento geomorfologico	15
6.1 Geomorfologia dell'area significativa al progetto	15
7. Inquadramento idrogeologico	16
7.1 Idrografia superficiale.....	17
7.2 Idrografia sotterranea	18
8. Inquadramento pedologico.....	20
9. Uso Del Suolo	21
10. Vincoli vigenti	22
10.1 PAI – Piano di Assetto Idrogeologico	22
10.2 PGRA – Piano di Gestione del Rischio Alluvioni.....	23
10.3 PSFF – Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.....	23
11. Analisi e sismicità storica	24
11.1 Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento	25
12. Modello Geologico	27
13. Valutazione degli impatti sulle matrici ambientali: acque, suolo e sottosuolo	28
14. Indicazioni progettuali geologico – geotecniche	29



Indice delle figure

Figura 3-1 Inquadramento dell'area oggetto di studio	6
Figura 3-2 Inquadramento topografico su CTR n° 529020	7
Figura 3-3 Inquadramento topografico su IGM 1:25.000.....	8
Figura 5-2 Carta Geologica dell'area di interesse.....	12
Figura 5-3 Sondaggi estrapolati dall'Archivio Nazionale delle Indagini del Sottosuolo e relative stratigrafie (ISPRA)	13
Figura 5-4 Principali caratteri geostrutturali dell'area vasta	14
Figura 6-1 Geomorfologia dell'area significativa (Google Earth)	16
Figura 7-1 Carta delle permeabilità dei suoli e dei substrati (Fonte RAS).....	19
Figura 8-1 Carta dei Suoli (Fonte RAS).....	20
Figura 9-1 Carta dell'Uso del Suolo (Fonte RAS).....	21
Figura 10-1 Stralcio Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)	23
Figura 10-2 Stralcio Piano Stralcio delle Fasce Fluviali	Errore. Il segnalibro non è definito.
Figura 11-1 Parametri sismici in funzione delle coordinate geografiche del sito	26
Figura 12-1 Modello Geologico (6.2.1 NTC18)	27
Figura 14-1 Infissione di un'asta senza asportazione di terreno in caso di materiale sciolto.....	29
Figura 14-2 Infissione di un'asta senza asportazione di terreno in argilla satura	29



1. Premessa

In supporto al progetto definitivo per la realizzazione di un impianto fotovoltaico denominato "Green and Blue Tanca Manna" della potenza complessiva di 56.904,120 kWp in loc. "**Tanca Manna**" e ricadente nel Comune di Santa Giusta e Palmas Arborea, 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, 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. Studi ed indagini di riferimento

Le informazioni topografiche e geologiche sono state ricavate dalla cartografia tematica esistente:

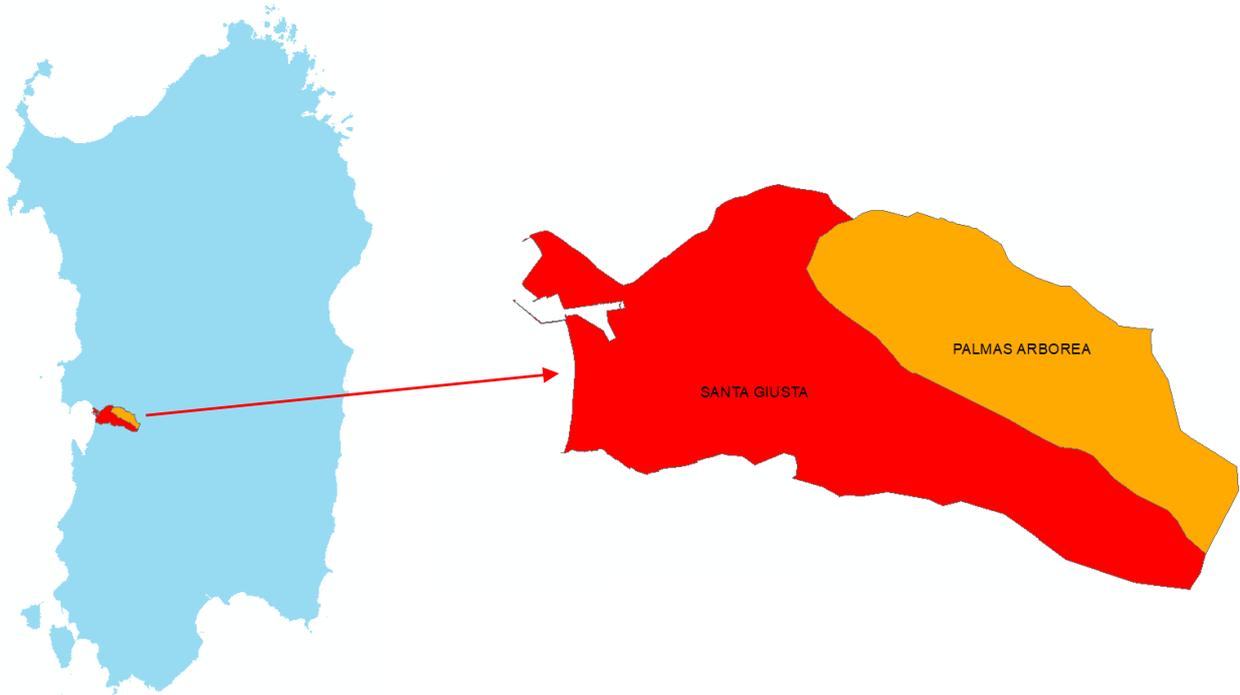
- Carta Topografica I.G.M. scala in 1:25000
- Carta Tecnica Regionale in scala 1:10000
- RAS - Modello digitale del Terreno con passo 1m
- Carta Geologica dell'Italia in scala 1:100000
- Cartografia Geologica di base della R.A.S. in scala 1:25000
- RAS - Carta dell'Uso del Suolo della Regione Sardegna, 2008
- 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
- RAS – ARPA – Dati meteoclimatici 1971-2000 e 2014
- 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
- Analisi orto-fotogrammetrica



3. Inquadramento geografico generale

Santa Giusta e Palmas Arborea sono comuni appartenenti alla provincia di Oristano. Santa Giusta confina col comune di Ales, Arborea, Marrubiu, Morgongiori, Oristano, Palmas Arborea, Pau. Palmas Arborea confina con i comuni di Ales, Oristano, Pau, Santa Giusta, Villa Verde, Villaurbana.

Le coordinate WGS 84 dell'area di intervento : $39^{\circ}50'28.97''N$ - $8^{\circ}40'13.75''E$



L'inquadramento cartografico:

- Cartografia ufficiale dell'Istituto Geografico Militare I.G.M. Serie 25 foglio **529 III "Villaurbana"**, **528 II "Oristano Sud"**
- Carta Tecnica Regionale della Sardegna – scala 1:10.000 – sez. **529130 "Tiria alta"**, **528160 "Sant'Anna"**
- Carta Geologica d'Italia – scala 1:100.000 – foglio **217 "Oristano"**



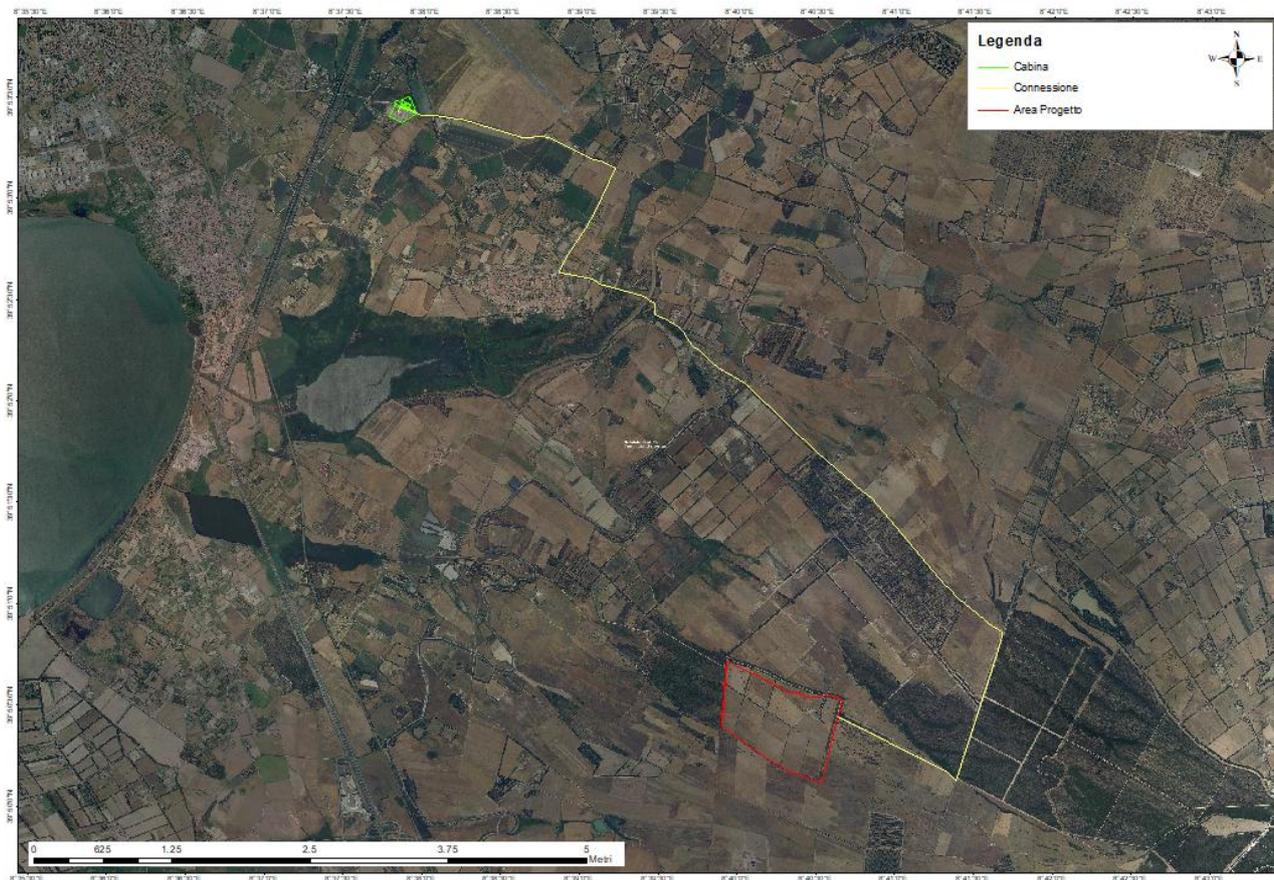


Figura 3-1 Inquadramento dell'area oggetto di studio



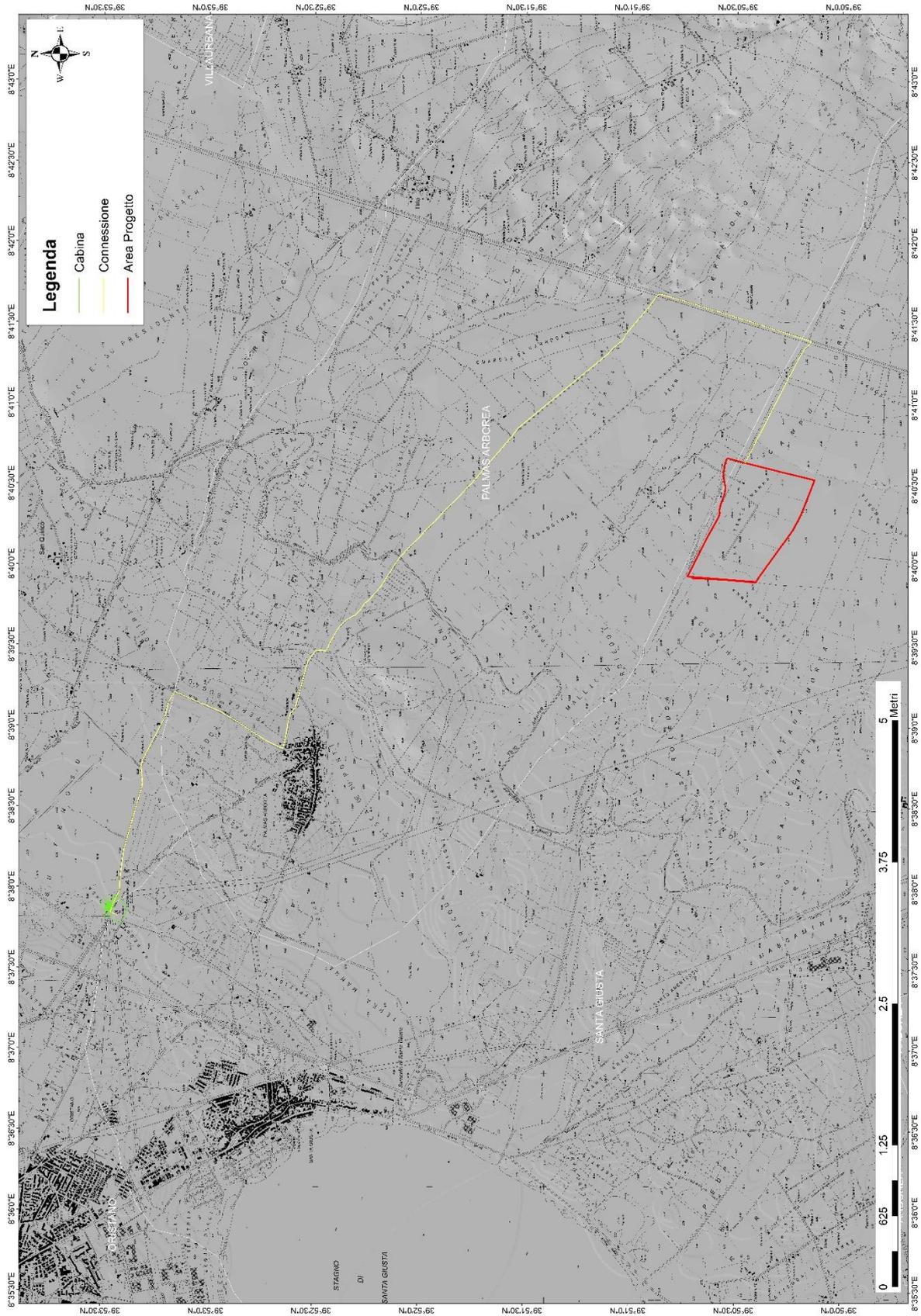


Figura 3-2 Inquadramento topografico su CTR n° 529130 "Tiria alta", 528160 "Sant'Anna"



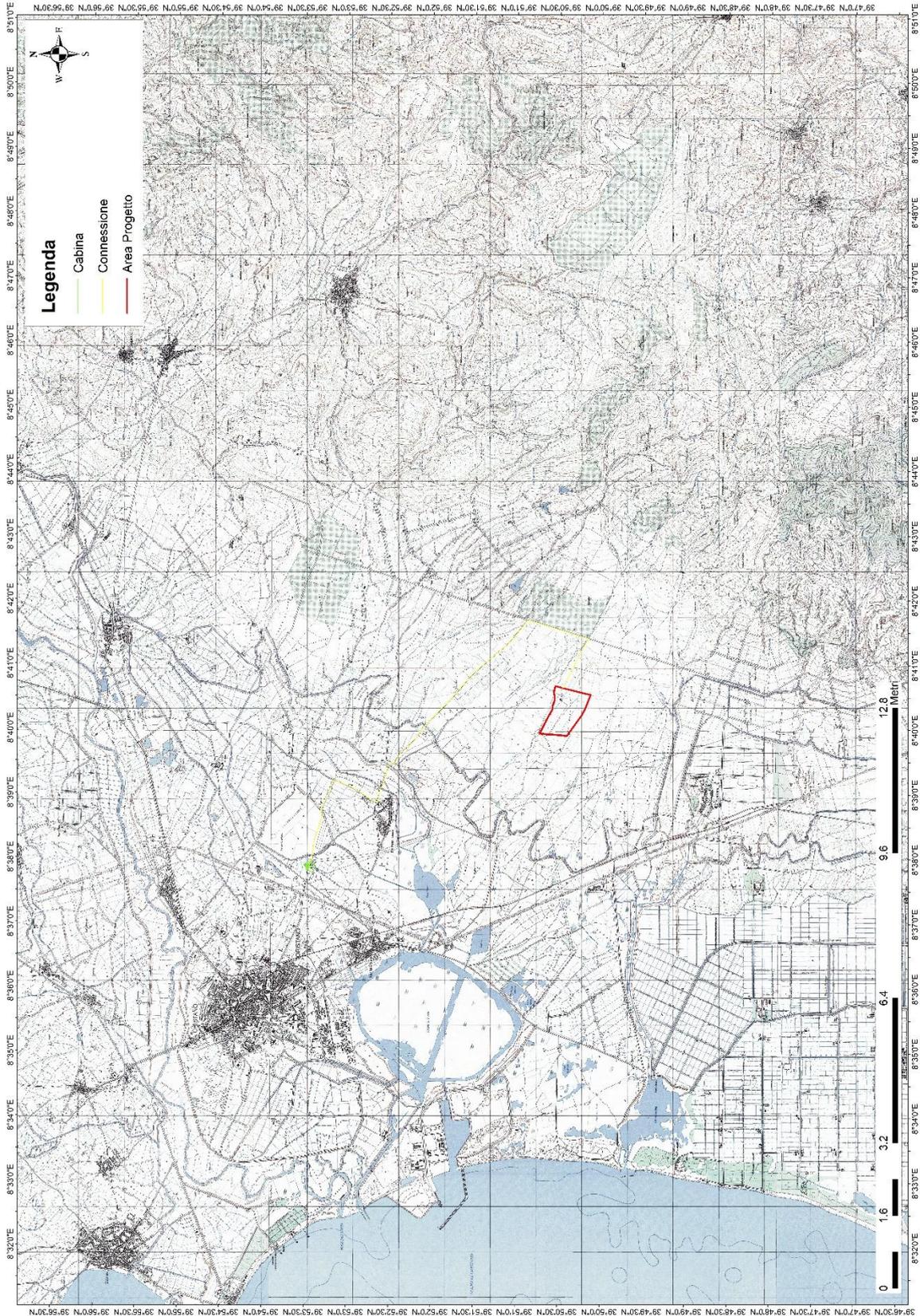
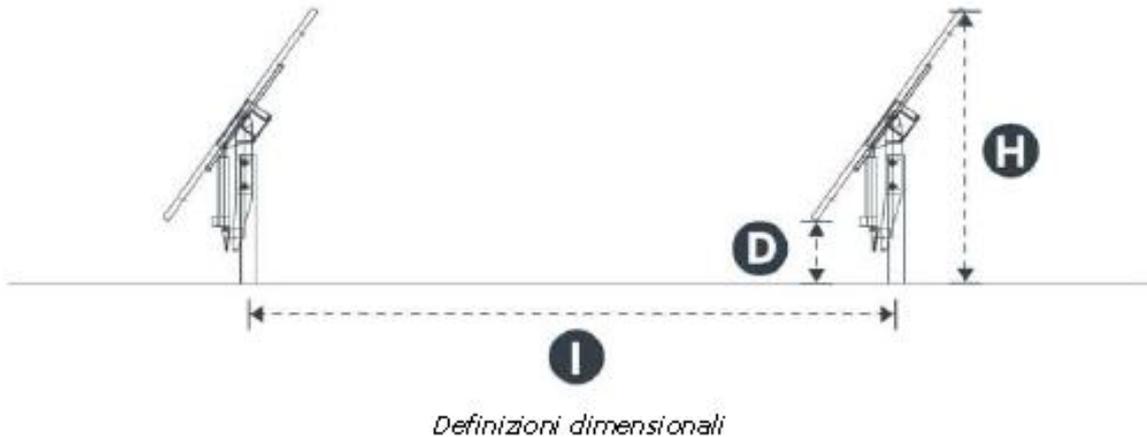


Figura 3-3 Inquadramento topografico su IGM 1:25.000



4. Caratteristiche 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.

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 (I) 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.

Per maggiori dettagli consultare gli elaborati tecnici progettuali

5. 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.

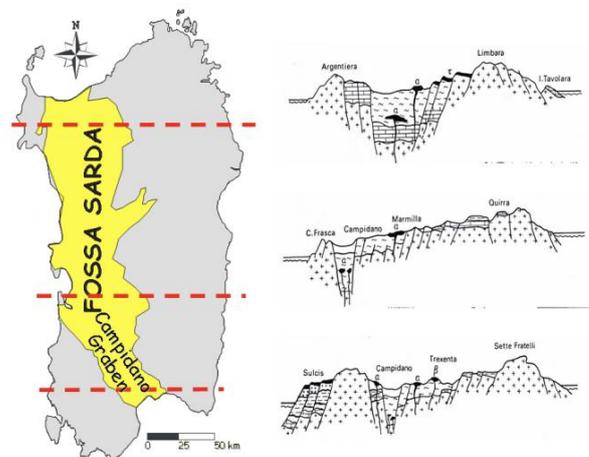
L'attuale posizione del blocco sardo-corso è frutto di una serie di progressivi movimenti di deriva e rotazione connessi alla progressiva subduzione di crosta oceanica chiamata Oceano Tetide al di sotto dell' Europa.

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 sudoccidentale 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 ordoviciana 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 territorio del Comune di Santa Giusta è caratterizzato dall'affioramento di rocce e sedimenti del Cenozoico. Il settore orientale è costituito essenzialmente da rocce tardo-plioceniche dell'apparato vulcanico del Monte Arci, mentre il settore centrale, che dalle falde del Monte Arci si spinge attraverso la pianura, fino quasi alla zona costiera, è caratterizzato dall'affioramento dei sedimenti di origine continentale della piana dell'alto Campidano del Plio-Quaternario: una fossa tettonica colmata dai materiali alluvionali legati in parte all'evoluzione della rete idrografica del Fiume Tirso, ubicato più a nord, ed in parte dai materiali trasportati dai corsi d'acqua che scendono dalle pendici del Monte Arci.

Queste rocce sfumano, verso la costa, in depositi limosi e argillosi palustri e in sedimenti sabbiosi e ciottolosi delle spiagge e delle dune litorali dell'Olocene.

Il territorio comunale di Palmas Arborea, che si inquadra anch'esso nel Campidano di Oristano, si caratterizza per la diffusa presenza di coperture alluvionali che raggiungono significative potenze e poggiano sulle vulcaniti Plioquaternarie dell'Apparato vulcanico del Monte Arci

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

h1r- Depositi antropici. Materiali di riporto e aree bonificate. OLOCENE

b - Depositi alluvionali. OLOCENE

ba - Depositi alluvionali. Ghiaie da grossolane a medie. OLOCENE

bc - Depositi alluvionali. Limi ed argille. OLOCENE

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

bna - Depositi alluvionali. Ghiaie da grossolane a medie. OLOCENE

bnb - Depositi alluvionali terrazzati. Sabbie con subordinati limi ed argille. OLOCENE

E5 - Depositi palustri. Limi ed argille limose talvolta ciottolose, fanghi torbosi con frammenti di molluschi. OLOCENE

g - Depositi di spiaggia antichi. Sabbie, arenarie, calciruditi, ghiaie con bivalvi, gasteropodi, con subordinati depositi sabbioso-limosi e calcilutiti di stagno costiero. Spessore: fino a 3-4 m. ?PLEISTOCENE SUP. - ?OLOCENE

PVM2a - Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. PLEISTOCENE SUP.

GPA – UNITÀ DI GENNA SPINA. Rioliti e riodaciti da afiriche a porfiriche per fenocristalli di Pl, Opx, Cpx, Bt, Sa e per fenocristalli di Sa, Bt e Pl; in potenti colate talora fortemente vescicolate con livelli perlitico-ossidianacei e con associati localmente



ULA - UNITÀ DI MONTE MOLA. Lave intermedie indifferenziate grigie e grigio-verdastre; porfiriche per fenocristalli di Pl, Opx, Cpx, Sa, Bt, talora con abbondanti inclusi

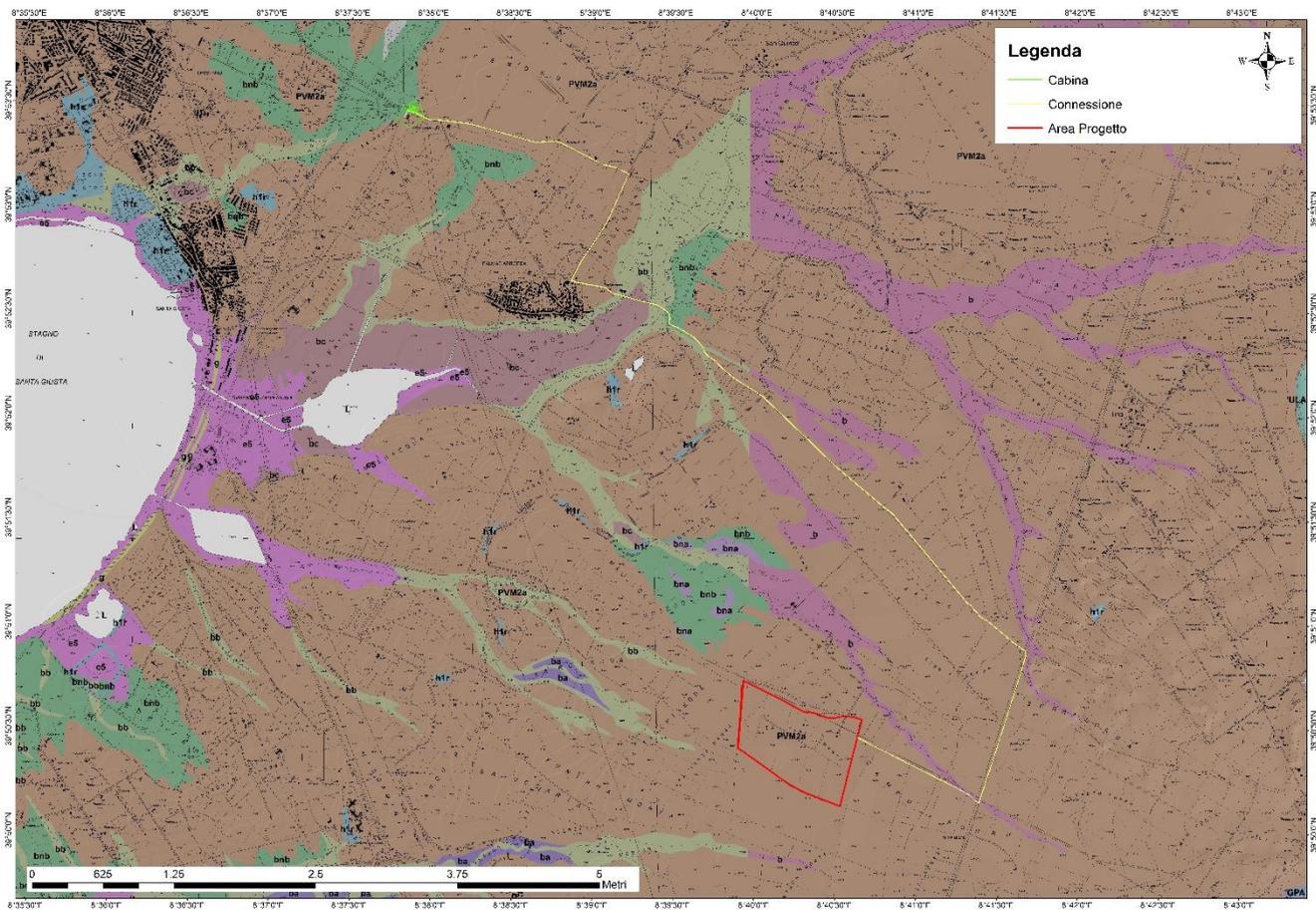


Figura 5-1 Carta Geologica dell'area di interesse

femici; in potenti colate con alla base locali livelli vitrofirici e ossidianacei. PLIO-PL

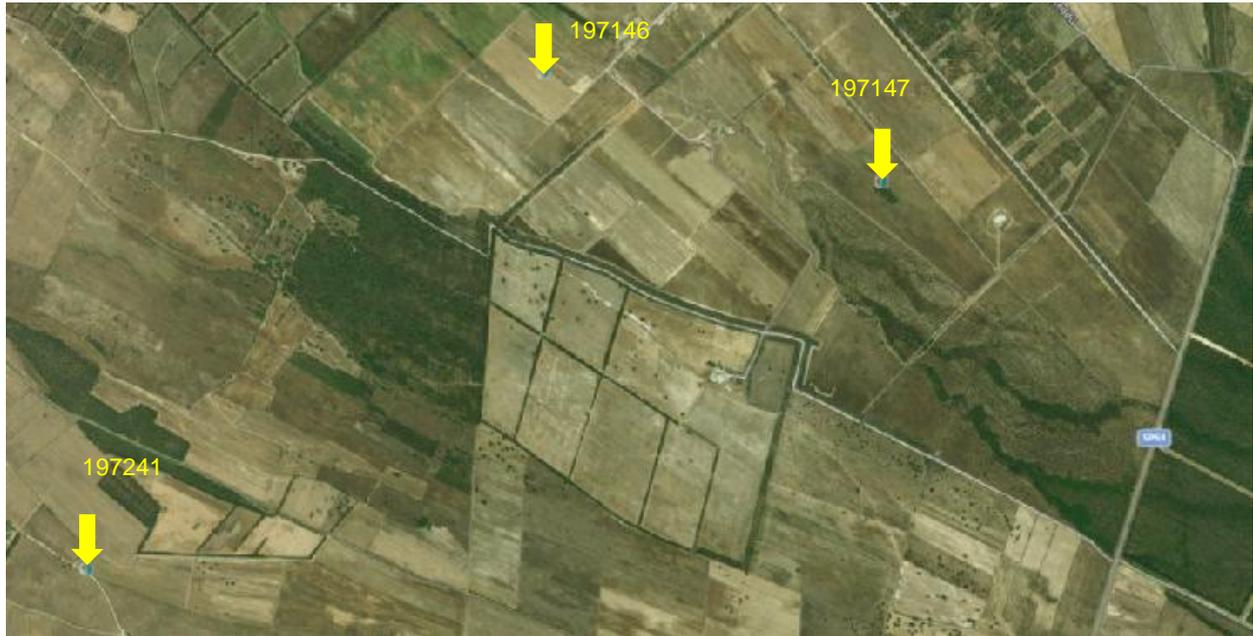
5.1 Litologia e stratigrafica dell'area di progetto

Nello specifico, la litologia interessata dal progetto riguarda i depositi alluvionali terrazzati appartenenti al Sintema di Portovesme (**PVM2a**).

PVM2a - Litofacies nel Subsintema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. PLEISTOCENE SUP.

In fig.5-3 si possono osservare i sondaggi (cod. 197147 – 197146 – 197241) più prossimi all'area di progetto, resi disponibile dall'Archivio Nazionale delle Indagini nel Sottosuolo - ISPRA (legge 464/84) e le relative stratigrafie.





Codice: 197147

Regione: SARDEGNA
 Provincia: ORISTANO
 Comune: PALMAS ARBOREA
 Tipologia: PERFORAZIONE
 Opera: POZZO PER ACQUA
 Profondità (m): 50,00
 Quota pc slm (m): ND
 Anno realizzazione: 1993
 Numero diametri: 2
 Presenza acqua: SI
 Portata massima (l/s): 3,000
 Portata esercizio (l/s): 3,000
 Numero falde: 1

Stratigrafia

Da 0,00 a 1,50 Terreno sabbioso
 Da 1,50 a 8,00 Argilla
 Da 8,00 a 18,00 Sabbia pressata
 Da 18,00 a 19,00 Sabbione
 Da 19,00 a 45,00 Argilla
 Da 45,00 a 50,00 Argilla Sabbiosa

Codice: 197146

Regione: SARDEGNA
 Provincia: ORISTANO
 Comune: PALMAS ARBOREA
 Tipologia: PERFORAZIONE
 Opera: POZZO PER ACQUA
 Profondità (m): 50,00
 Quota pc slm (m): ND
 Anno realizzazione: 1993
 Numero diametri: 2
 Presenza acqua: SI
 Portata massima (l/s): 4,000
 Portata esercizio (l/s): 4,000
 Numero falde: 2

Stratigrafia

Da 0,00 a 6,00 Argilla
 Da 6,00 a 10,00 Sabbia fine con ghiaia
 Da 10,00 a 14,00 Argilla
 Da 14,00 a 17,00 Sabbia con ghiaia
 Da 17,00 a 50,00 Argilla

Codice: 197241

Regione: SARDEGNA
 Provincia: ORISTANO
 Comune: SANTA GIUSTA
 Tipologia: PERFORAZIONE
 Opera: POZZO PER ACQUA
 Profondità (m): 50,00
 Quota pc slm (m): 19,00
 Anno realizzazione: 1999
 Numero diametri: 0
 Presenza acqua: SI
 Portata massima (l/s): 3,000
 Portata esercizio
 Numero falde: 2

Stratigrafia

Da 0,00 a 9,00 Sabbie
 Da 9,00 a 27,00 Argille
 Da 27,00 a 50,00 Sabbie e argille

Figura 5-2 Sondaggi estrapolati dall'Archivio Nazionale delle Indagini del Sottosuolo e relative stratigrafie (ISPRA)



5.2 Tettonica e caratteri geostrutturali

L'area del Comune di Santa Giusta e Palmas Arborea è stata interessata da varie fasi tettoniche che sono riconducibili essenzialmente al cosiddetto ciclo orogenetico Alpino. Le diverse fenomenologie tettoniche si sono evidenziate per mezzo di periodi alternati nei quali predominavano talora le componenti distensive (faglie dirette), talora quelle compressive (faglie inverse).



Figura 5-3 Principali caratteri geostrutturali dell'area vasta

Alla macroscala nel rilievo vulcanico, in particolare, si individuano almeno tre direzioni tettoniche principali, ossia NNW-SSE (direzione campidanese), N-S e NNE-SSW, rispetto alle quali concordano le direzione dei dicchi alimentatori delle colate tardo-pleioceniche; si tratta di associazioni di fratture e faglie distensive, a presumibile andamento crostale, che mettono in evidenza il carattere prevalentemente fissurale del vulcanismo tardo-pleiocenico del Monte Arci (Assorgia et al., 1976).

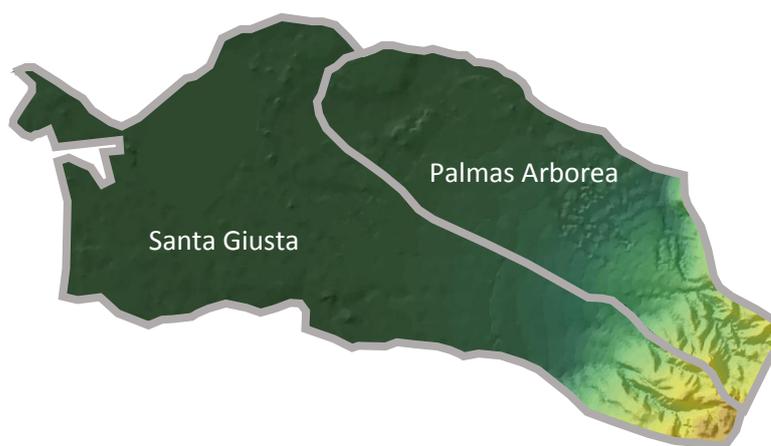
Alla meso e micro-scala, non sono visibili lineazioni e/o caratteri geostrutturali significativi all'area di progetto.

6. 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.

Nel territorio di Santa Giusta è possibile distinguere essenzialmente tre settori aventi caratteri geomorfologici nettamente differenti, fortemente condizionati dall'assetto tettonico-strutturale dell'area.

Il settore costiero e l'immediato entroterra sono caratterizzati da lineamenti morfologici essenzialmente piatti e depressi impostati in litologie sedimentarie oloceniche, marine e continentali, poco o debolmente cementate, con ambienti tipicamente litoranei, stagnali e palustri.



Verso le aree più interne la morfologia è leggermente movimentata dalle incisioni presenti nelle alluvioni terrazzate o meno del plio-quadernario, dalle superfici sub-pianeggianti delle conoidi alluvionali costituite dai depositi delle alluvioni antiche e recenti, prevalentemente ciottolose e sabbiose, in parte terrazzate e dei glacis.

Infine, il settore più orientale è caratterizzato dalle aree rilevate dell'apparato vulcanico plio-quadernario del Monte Arci.

Il detrito di versante, i depositi colluviali e quelli di frana, la cui origine è legata dai processi di disfacimento delle rocce e, successivamente, al trasporto e deposito ad opera delle acque dilavanti e della gravità, coprono i pendii e la base dei rilievi scoscesi essenzialmente nel settore del Monte Arci.

6.1 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.

L'area oggetto di studio è collocata in un settore che sta tra quello costiero e montano del Monte Arci. Le caratteristiche del deflusso idrico superficiale sono influenzate dalla tipologia del substrato e dalla configurazione tettonico-strutturale.

Pertanto, essendo presenti nel settore orientale rocce vulcaniche aventi bassa permeabilità, ciò favorisce il deflusso superficiale delle acque meteoriche e, conseguentemente, uno sviluppo del reticolo idrografico piuttosto marcato osservabile nella parte orientale del territorio comunale di Palmas Arborea e rispettivamente a NE dall'area interessata dall'impianto Fotovoltaico, la quale si presenta del tutto pianeggiante e priva di rilevanti morfologie.



Figura 6-1 Geomorfologia dell'area significativa (Google Earth)

7. Inquadramento idrogeologico



Secondo la classificazione dei bacini sardi riportata nel Piano di Assetto Idrogeologico, l'area oggetto di studio, facente parte del Comune di Santa Giusta, è inclusa nel Sub – Bacino n°2 Tirsu.

Il Tirsu, principale fiume della Sardegna, nasce circa una decina di chilometri ad est di Buddusò, dalla dorsale posta a circa 900 m di altitudine compresa tra i monti Madras d'Ingannu e sa Ianna Bassa. Presenta un corso con andamento prevalente da NE verso SW.

Nel complesso, pertanto, il Tirsu attraversa per gran parte del suo sviluppo un'ampia fascia della Sardegna centrale caratterizzata da bassi rilievi montuosi e altopiani impostati sul basamento cristallino o su sovrastanti lave terziarie. All'interno di tali strutture sono presenti alcune conche a minore acclività, in cui vi sono limitate porzioni di territorio sub-pianeggianti che possono essere allargate, permettendo al Tirsu di assumere una conformazione moderatamente più matura dal punto di vista geomorfologico.

La pendenza dell'asta fluviale è di circa lo 0,4% nel tratto a monte della conca di Ottana, ove scende allo 0,2%, risale allo 0,4 % , risale allo 0,3% nella zona di Fordongianus, tra il lago Omodeo e la "dighetta" di Santa Vittoria, riscende sotto lo



0,1% nella piana costiera.

7.1 Idrografia superficiale

L'Area interessata dal progetto ricade quasi totalmente all'interno del territorio comunale di Santa Giusta, mentre la connessione si estende per una lunghezza di circa 10 chilometri all'interno del comune di Palmas Arborea, il quale da un punto di vista idrografico può suddividersi in due parti: il reticolo idrografico che appartiene al bacino del Riu Merd'e Cani che confluisce presso Pauli Maiori e il reticolo idrografico che drena le aree a quota più alta e che confluisce nel Canali Abbadas in territorio di Santa Giusta.

Nel primo dei due settori, costituito dalle alluvioni Pleistoceniche e olocenica, in particolare nel settore della piana il reticolo idrografico appare influenzato dalle modificazioni antropiche, mentre nel settore di alto bacino è impostato sulle incisioni tardo pleistoceniche e oloceniche delle conoidi antiche;

Il secondo settore è conformato sulle vulcaniti Plio-pleistoceniche, il reticolo idrografico

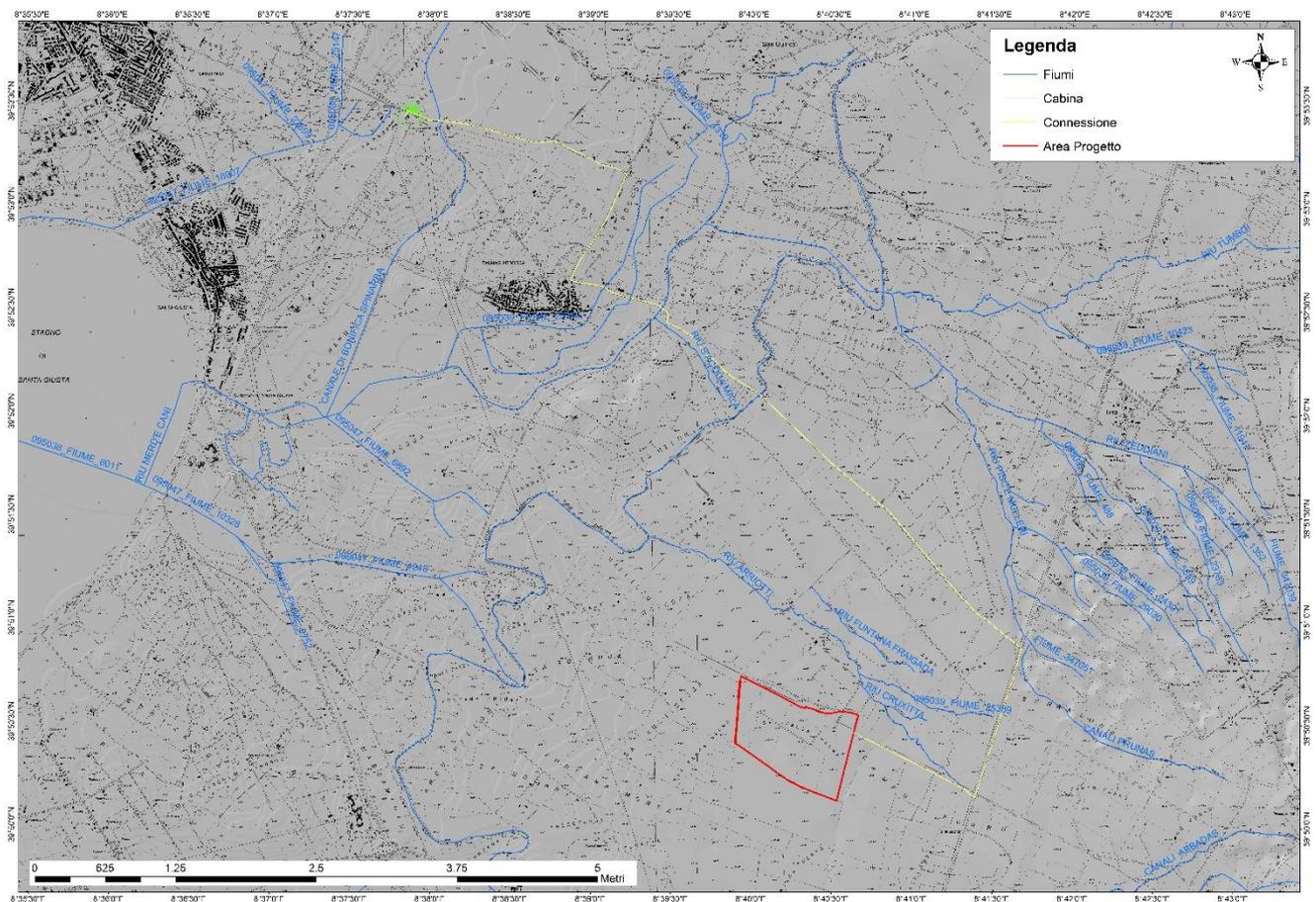


Figura 7-1 Fiumi d'ordine primario e secondario dell'area vasta

appare influenzato dalla struttura geologica e ben organizzato in piccoli corsi d'acqua che confluiscono nel Riu Braxiuergiu che scorre verso W in territorio di Santa Giusta.

Il regime idraulico dei corsi d'acqua è di tipo torrentizio con massimi deflussi che si manifestano nel periodo tardo invernale.

Le aste fluviali più prossime all'area di progetto riguardano il Riu Arriotti e il Riu Cruxitta i quali, in base allo studio di compatibilità del comune di Palmas Arborea, non risultano creare alcun tipo di interferenza alla suddetta area.

7.2 Idrografia sotterranea

In base alle caratteristiche litologiche strutturali e morfologiche, vengono individuate le unità idrogeologiche presenti nell'area vasta con descrizione qualitativa della permeabilità:

- **Unità Detritico-Carbonatica quaternaria**

Sabbie marine di spiaggia e dunari, arenarie eoliche, sabbie derivanti dall'arenizzazione dei graniti.

Permeabilità alta per porosità e, nelle facies carbonatiche, anche per fessurazione

- **Unità delle alluvioni Plio quaternarie**

Depositi alluvionali conglomeratici, arenacei, argillosi; depositi lacustropalustri, discariche minerarie

Permeabilità per porosità complessiva medio-bassa; localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana

- **Unità delle Vulcaniti Plio Quaternarie**

Basalti, basaniti, trachibasalti, hawaiiiti, andesiti basaltiche, trachiti, fonoliti e tefriti

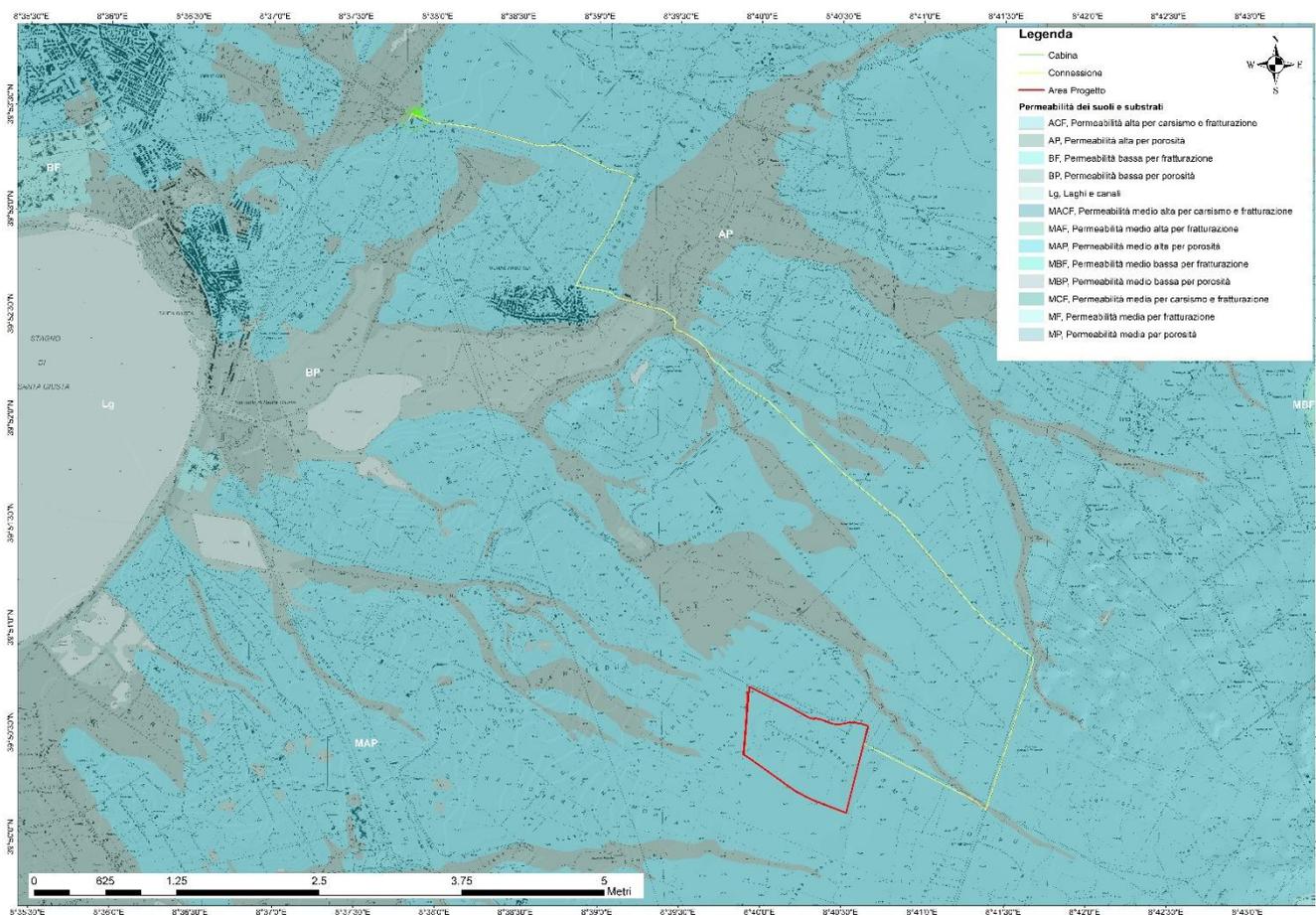
Permeabilità complessiva per fessurazione da medio bassa a bassa; localmente, in corrispondenza di facies fessurate, vescicolari e cavernose, permeabilità per fessurazione e subordinata mente per porosità medioalta

Si evince dalla carta della permeabilità dei suoli e dei substrati (RAS) che la permeabilità dell'area in studio, costituita dall'unità delle Alluvioni Plio Quaternarie, è medio alta per porosità **MAP**.

Dai sondaggi (cod. 197147 – 197146 – 197241), resi disponibile dall'Archivio Nazionale delle Indagini nel Sottosuolo - ISPRA (ubicazione visibile in fig.5-3) sono resi noti, inoltre, i dati relativi alle falde acquifere e livelli piezometrici, dai quali si evince che nell'area è presente un acquifero multifalda con piezometriche che variano da 4,6 a

pag. 18





14,30 metri dal p.c.

Figura 7-2 Carta delle permeabilità dei suoli e dei substrati (Fonte RAS)



8. 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 **I1** costituita da suoli a profilo A-Bt-C, A-Btg-Cg e subordinatamente A-C, profondi, da FS a FSA in superficie, da FSA ad A in profondità, da permeabili a poco permeabili, da subacidi ad acidi, da saturi a desaturati.

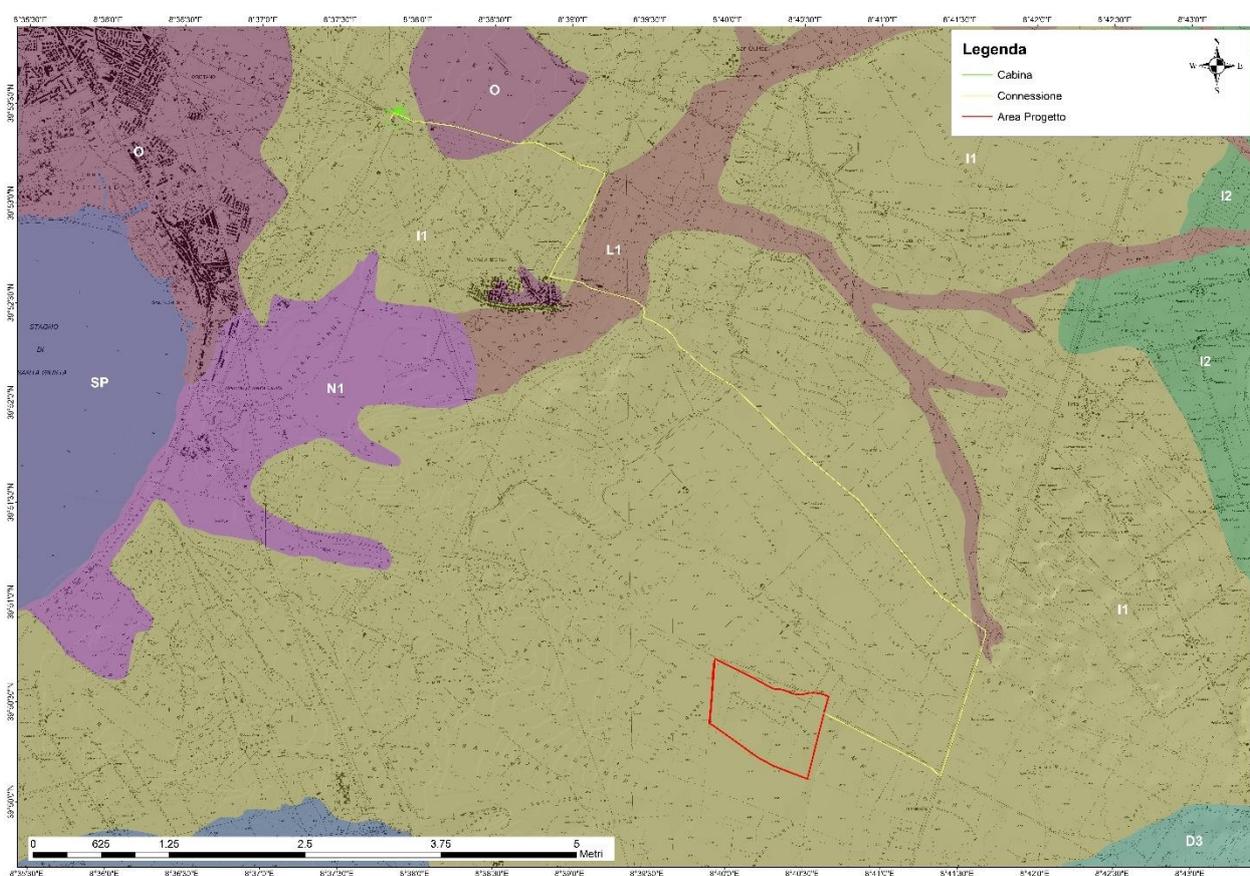


Figura 8-1 Carta dei Suoli (Fonte RAS)

9. 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 dei:

Territori agricoli – (2112) “Prati artificiali”

Territori modellati artificialmente - (1122)“Fabbricati rurali”, (1212) “Insediamiento di grandi impianti di servizi”

Territori boscati ed altri ambienti seminaturali – (3232) “Gariga”

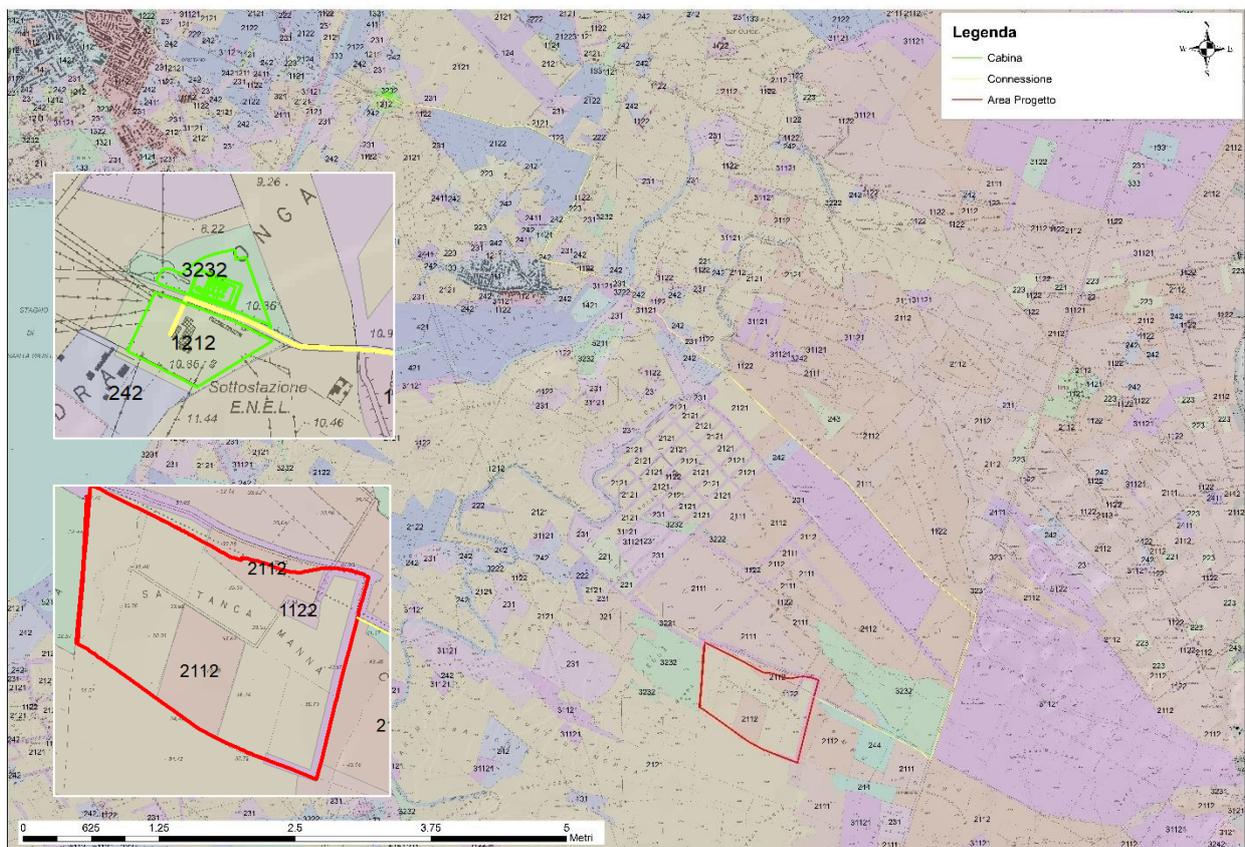


Figura 9-1 Carta dell'Uso del Suolo (Fonte RAS)

10. Vincoli vigenti

10.1 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.

La Regione Sardegna, con deliberazione n°6 dell' 11/12/2018, ha adottato in via definitiva, ai sensi dell'art. 31 della L.R. 19/2006, in conformità all'art. 37, comma 3 – lett. b, delle Norme di Attuazione del P.A.I., la variante al PAI, così come proposta dall'Amministrazione Comunale di Palmas Arborea, relativa alle aree a pericolosità e rischio idraulico e da frana dell'intero territorio comunale.

Dalla carta della pericolosità idraulica del territorio, si evince che **l'area di progetto non ricade in aree a pericolosità idraulica**, mentre **la connessione** lungo il tragitto verso la sottostazione **incontra aree caratterizzate da pericolosità Hi4**.



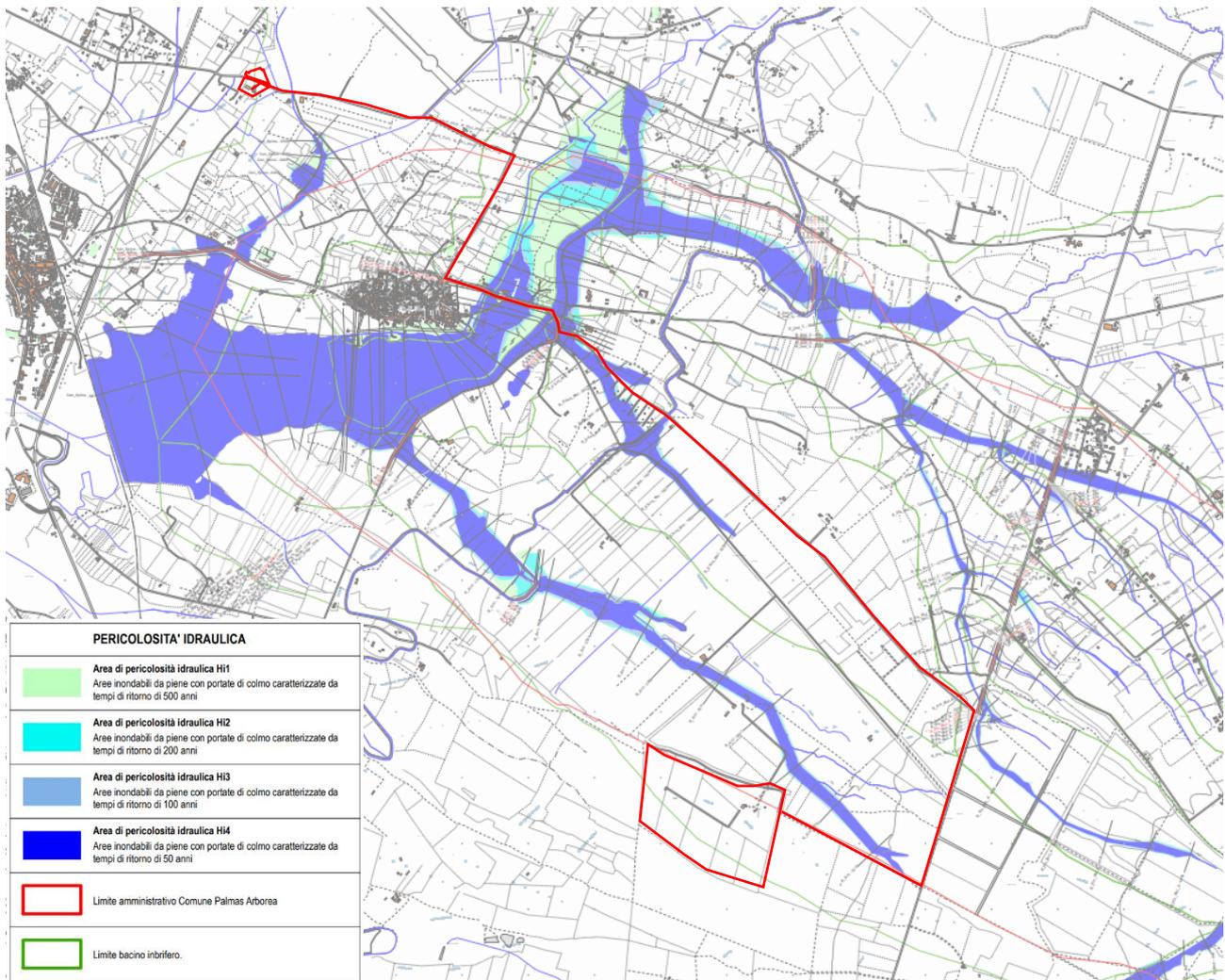


Figura 10-1 Stralcio Piano di Assetto Idrogeologico Art.8 (PAI)

10.2 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

10.3 PSFF – Piano Stralcio delle Fasce Fluviali

pag. 23



Dott.ssa Geol. **Marta Camba**

ORDINE DEI GEOLOGI DELLA SARDEGNA
Sezione A n°827

Via delle fontane n°11 09012, Capoterra
(CA)

marta.camba@gmail.com

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 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 perimetrata dal PSFF

11. 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_o 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_o 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

pag. 24



successivi aggiornamenti.

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

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 $V_r = 50$

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 $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$



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</i> 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.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> 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).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> 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).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , 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).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

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]	F_0	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 11-1 Parametri sismici in funzione delle coordinate geografiche del sito



12. 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:

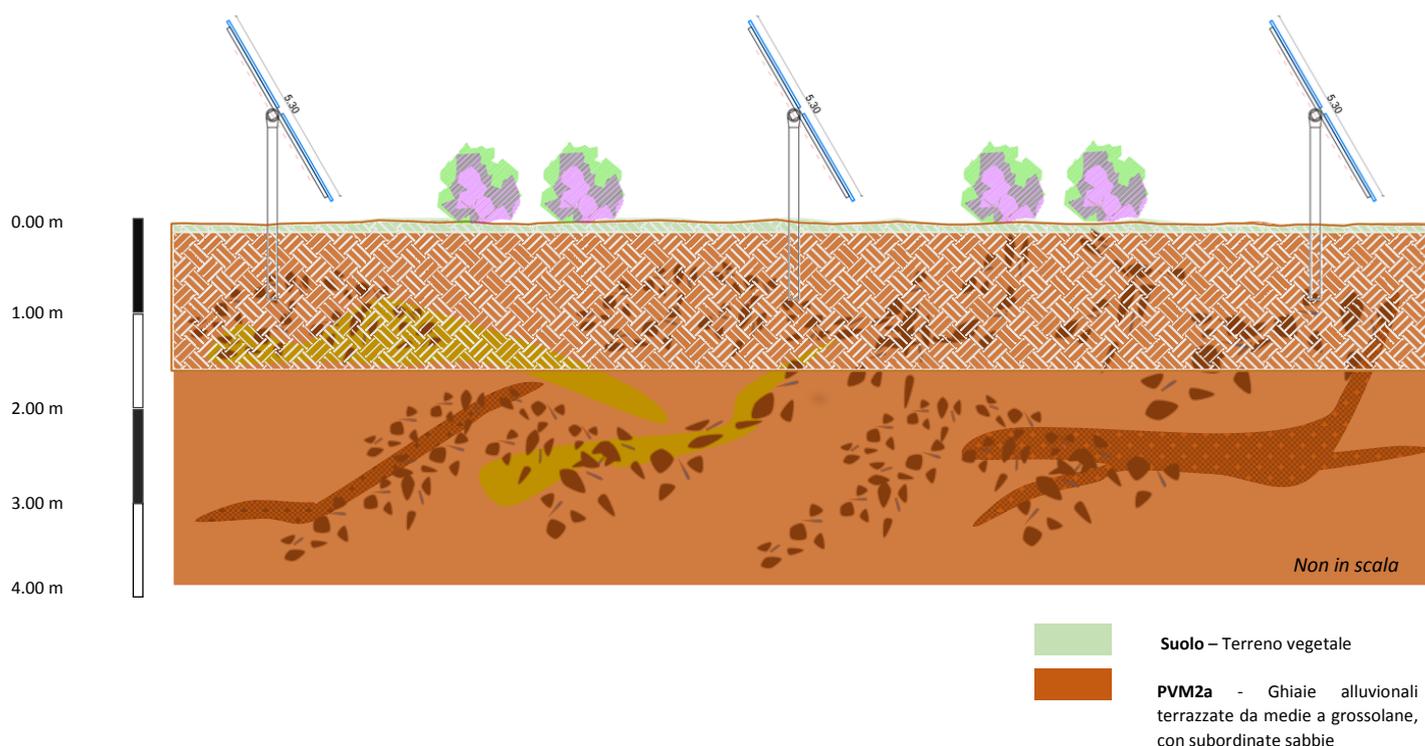


Figura 12-1 Modello Geologico (6.2.1 NTC18)

13. 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	/
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.

/

14. Indicazioni progettuali geologico – geotecniche

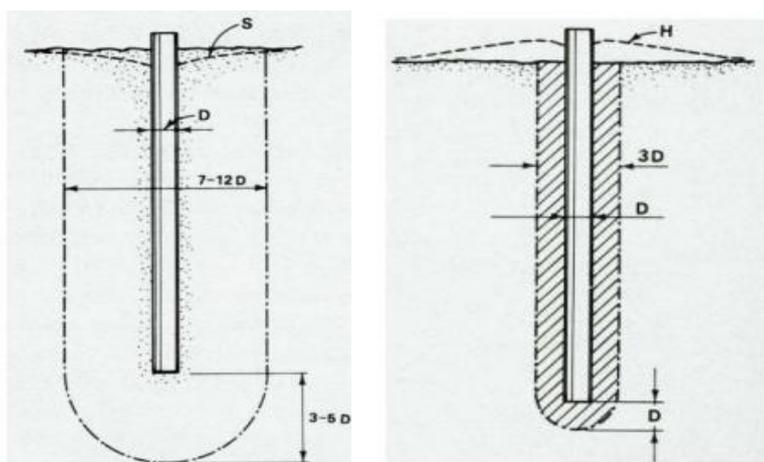
In relazione a quanto appreso nel presente studio, vengono rese note una serie indicazioni progettuali geologico - geotecniche le quali potrebbero essere utili al fine di una corretta e fluida installazione dei Trakers.

Il comportamento meccanico del sistema palo - terreno, dipende fortemente oltre che dal tipo di terreno, anche dalle modalità di messa in opera del palo e dalle conseguenti modifiche dello stato tensionale preesistente nel terreno.

L'infissione dell'asta previa asportazione di terreno, crea disturbo nel terreno circostante alterandone lo stato di tensione e resistenza al taglio, perciò si consiglia, ove possibile ricorrere all'installazione dei trakers per infissione.

Data la litologia presente nell'area di progetto, costituita da Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie, potrebbe essere necessario pertanto ricorrere ad asportazione di materiale.

Per ripristinare le caratteristiche geotecniche, in questo caso è consigliato successivamente costipare meccanicamente il terreno attorno all'asta, per un maggiore addensamento e conseguente miglioramento delle caratteristiche geotecniche.



L'infissione dell'asta senza l'asportazione di terreno in caso di materiale sciolto produce addensamento, ovvero una riduzione dell'indice dei vuoti, del terreno circostante che si manifesta con la formazione di un cratere nell'intorno della testa del palo (14-2). Per effetto dell'addensamento la resistenza al taglio aumenta.

Figura 14-1 Infissione di un'asta con asportazione di terreno in argilla in condizioni saturate. Figura 14-2 Infissione di un'asta senza asportazione di terreno in caso di materiale sciolto.

Al contrario l'infissione del palo senza asportazione di terreno in argilla in condizioni saturate avviene in condizioni non drenate a volume costante, con la formazione di rigonfiamento nell'intorno della testa del palo (14-1).

La pressione interstiziale nell'intorno dell'asta aumenta con conseguente caduta di resistenza al taglio.

pag. 29



Dott.ssa Geol. **Marta Camba**

ORDINE DEI GEOLOGI DELLA SARDEGNA
Sezione A n°827

Via delle fontane n°11 09012, Capoterra
(CA)

marta.camba@gmail.com

Data l'eteropia di facies della litologia in questione, potrebbe essere necessario ricorrere a diverse modalita di messa in opera del palo.

Dott.ssa Geol. Marta Camba



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Marta Camba".

