



COMUNE DI PORTOSCUSO

Provincia del Sud Sardegna



allegato

I

PROGETTO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA
Potenza Nominale 111,2 MWp - Potenza in immissione 110 MW

-progetto definitivo-

RELAZIONE GEOLOGICA

scala

data: *Giugno 2023*

rev00

collaboratori:

*ing. Carmine Falconi
ing. Cristian Cannaos
ing. Giuseppe Onni
ing. Valerio Parducci
ing. Enzo Battaglia
dr geolog. Marcello Miscali
dr agr. Francesco Casu
dr archeol. Pietro Francesco Serreli*

committente



MYT SARDINIA 2 S.r.l.
Piazza Fontana, 6
20122 Milano (MI)

progettisti

ing. Giovanni A. Saraceno

dr agr. Francesco Saverio Mameli

arch. Giovanni Soru

consulenze:

geom. Paolo Nieddu

ATP: studio LAAB srl - arch. G.Soru - c.so V. Veneto, 61 - Bitti (NU) tel: 0784414406 3288287712- e-mail: drfran13@gmail.com archsoru@gmail.com

3E INGEGNERIA srl - via Gioacchino Volpe, 92 - 56121 Ospedaletto (PI) tel: 050 44428 - e-mail: info@3eingegneria.it

***PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA E
RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN
NEL COMUNE DI PORTOSCUSO (SUD SARDEGNA)***

RELAZIONE GEOLOGICA

INDICE GENERALE

INDICE GENERALE	3
PREMESSA	4
DESCRIZIONE SINTETICA DELL'INTERVENTO.....	4
ARTICOLAZIONE DEL LAVORO DI STUDIO E DI INDAGINE.....	7
INQUADRAMENTO TERRITORIALE	9
STATO ATTUALE DEI LUOGHI	10
QUADRO DEI VINCOLI INSISTENTI SULL'AREA.....	11
DISTANZE DA ACQUE PUBBLICHE	13
INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	13
MODELLO GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO.....	15
IDROGRAFIA SUPERFICIALE	18
INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.....	19
INQUADRAMENTO TETTONICO.....	23
MODELLO GEOLOGICO DI DETTAGLIO	24
SEZIONE GEOLOGICA TIPO	27
INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	28
PRECAUZIONI ED ACCORGIMENTI TECNICI.....	30
CONCLUSIONI	31
TAVOLE	34

PREMESSA

Su incarico della società MYT SARDINIA 2 S.r.l. è stato portato avanti uno studio geologico, geomorfologico, idrogeologico di dettaglio e geotecnico di massima al fine di verificare lo stato dei luoghi e le caratteristiche generali di assetto geologico e geomorfologico della porzione di territorio interessata dall'intervento, e raccogliere i primi dati sulle caratteristiche geologico tecniche dei sedimenti e delle rocce di imposta delle strutture in progetto. La relazione geologica (redatta ai sensi del D.M. 11.03.1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali 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" e Circolare esplicativa del 24-09-1988 n° 30483 ad esso riferita) si inserisce nell'ambito degli elaborati documentali richiesti a supporto del progetto.

DESCRIZIONE SINTETICA DELL'INTERVENTO

Il progetto oggetto del presente studio prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra della potenza di circa 111,2 MWp e relative opere di connessione alla RTN. L'impianto fotovoltaico è suddiviso in tre macro aree (area A, B e C). Nello specifico è prevista la messa in opera di 163.920 moduli in silicio monocristallino, ad alta efficienza, ciascuno con una potenza complessiva di 670 Wp, montati su strutture di supporto di tipo fisso per un'altezza max da terra di 2,50 m. Le strutture di sostegno dei moduli saranno costituite da un profilato in acciaio zincato a caldo infisso nel terreno disponibile in 6 lunghezze standard e del diametro di circa 17cm, collegate al suolo tramite pali infissi direttamente nel terreno tramite la realizzazione di fori trivellati (in corrispondenza delle litologie ignimbristiche) o tramite macchina battipalo quando gli spessori delle litologie sciolte lo permetteranno, per una profondità variabile tra 1,3 e 1,5 m, (in funzione della consistenza delle litologie di fondazione da valutare a seguito di adeguata campagna di indagini geognostiche).

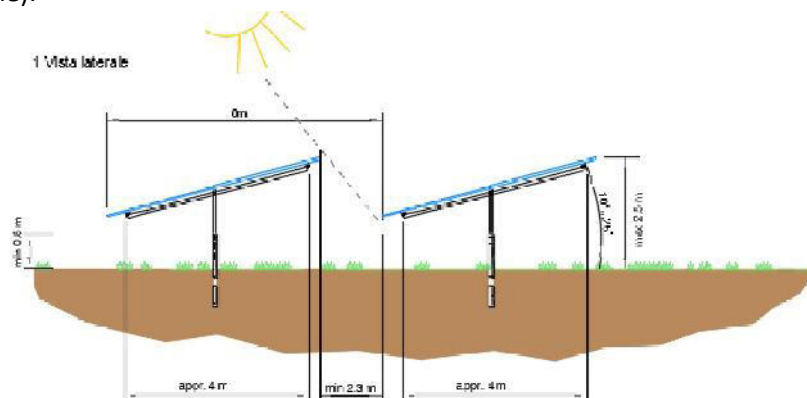


Figura 1 - Rappresentazione della struttura di supporto - tipo Fisso.

Il progetto dell'impianto nel suo complesso prevede:

- la messa in opera nei tre diversi settori di 20 cabine di campo (n°3 nell'Area A, n°5 nell'Area B e 12 nell'Area C), all'interno delle quali sono posizionati i quadri del trasformatore e delle apparecchiature di telecontrollo, di consegna e misura. Si tratta di cabine prefabbricate in c.a.v. (cemento armato vibrato) monoblocco con dimensioni pari a 13 x 3,40 (lung. x larg.) e altezza inferiore a 3 m. Le fondazioni saranno costituite da una vasca prefabbricata in c.a.v. di altezza 50 cm per la raccolta di eventuali perdite di olio dai trasformatori, predisposte di forature a frattura prestabilita per passaggio cavi MT/BT. Sul fondo dello scavo verrà realizzato uno strato di "magrone" per garantire la stabilità della cabina stessa. In alternativa potranno

essere realizzate in materiale metallico, tipo container; le pareti esterne del prefabbricato verranno colorate in tinta adeguata, per un miglior inserimento ambientale, mentre le porte d'accesso e le finestre di aerazione saranno in lamiera zincata verniciata;

- la messa in opera di cabine di impianto con funzione di raccoglie tutti i cavi provenienti dalle cabine di campo della relativa area e da qui parte il collegamento verso la stazione elettrica di utenza 33/220 kV. Si tratta di cabine prefabbricate in c.a.v. (cemento armato vibrato) monoblocco con dimensioni pari a 5 x 2,50 (lung. x larg.) e altezza inferiore a 3 m. Le fondazioni saranno costituite anche in questo caso da una vasca prefabbricata in c.a.v. di altezza 57 cm per la raccolta di eventuali perdite di olio dai trasformatori, predisposte di forature a frattura prestabilita per passaggio cavi MT/BT; sul fondo dello scavo verrà realizzato uno strato di "magrone" per garantire la stabilità della cabina stessa;

- la messa in opera di un impianto antintrusione e videosorveglianza comprendente telecamere TVCC, cavo alfa (in grado di rilevare le vibrazioni trasmesse alla recinzione esterna) e barriere a microonde;

- la messa in opera di un impianto d'illuminazione esterno;

- la messa in opera di una recinzione costituita da elementi modulari rigidi in tondini di acciaio elettrosaldati di diverso diametro per un'altezza complessiva di circa 200 cm con pali di sezione 60x60 mm disposti ad interassi regolari di circa 1 m, la recinzione sarà mitigata con delle siepi di idonea altezza costituite da essenze arboree-arbustive autoctone; mentre l'accesso alle aree sarà garantito da cancello metallico per gli automezzi della larghezza di cinque metri e dell'altezza di due e uno pedonale della stessa altezza e della larghezza di un metro e mezzo;

- la realizzazione di apposita viabilità interna per una larghezza intorno ai 4 metri con degli slarghi in corrispondenza delle cabine per permettere le manovre dei mezzi utilizzati per la posa delle cabine stesse, sarà realizzata in materiale drenante in modo da consentire il facile ripristino geomorfologico a fine vita dell'impianto semplicemente mediante la rimozione del pacchetto stradale e il successivo riempimento con terreno vegetale; inoltre lungo tutto il perimetro interno della recinzione è prevista la realizzazione di uno scavo di 30 cm con successivo riempimento con stabilizzato e breccia per permettere il passaggio di piccoli mezzi (furgoncini) per gli interventi di manutenzione ordinaria;

- non si prevede la realizzazione di nuova viabilità esterna essendo l'area già servita da infrastrutture viarie, si prevede l'adeguamento di alcune delle strade adiacenti all'impianto al fine di consentire il transito di mezzi idonei ad effettuare sia il montaggio che la manutenzione dell'impianto.

L'energia prodotta dall'impianto verrà trasferita alla stazione elettrica di utenza, ubicata in adiacenza alla futura Stazione di Rete (di proprietà di TERNA) in territorio di Gonnese indicata per il collegamento alla RTN. Da ciascuna delle cabine di impianto delle tre aree partirà un cavo interrato a 33 kV che collegherà queste ultime alla stazione di utenza. Da qui avrà origine l'elettrodotto in cavo interrato a 220kV per il collegamento in antenna dell'intero impianto alla sezione a 220 kV della futura stazione elettrica Terna, da inserire in entra – esce alla linea 220 kV "Sulcis - Oristano".

L'elettrodotto di collegamento tra il campo fotovoltaico con la stazione di utenza avrà una lunghezza complessiva di circa 8,6 km, si svilupperà in parte sul territorio del comune di Portoscuso e in parte in quello di Gonnese. Sarà realizzato in cavo interrato con tensione nominale di 33 kV. In particolare, partendo dalla cabina d'impianto del sottocampo più a Ovest dell'impianto, denominato Area A, il tracciato corre in direzione Sud verso la parte d'impianto denominata Area B, proseguendo in direzione Sud verso l'area denominata Area C e poi verso Nord alla stazione di Utenza. La linea sarà realizzata interamente in cavo interrato posata all'interno di una trincea della profondità massima di 1,6 m, e con una profondità minima di posa dei tubi tale da garantire almeno 1 m, misurato dall'estradosso superiore del tubo, in modo da ridurre al minimo l'impatto ambientale. Tutti i cavi saranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica,

se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata. La restante parte della trincea sarà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto. In alcuni casi particolari e comunque dove si renderà necessario, in particolare in corrispondenza di attraversamenti di corsi d'acqua, si dovrà procedere in subalveo ad una profondità tale da garantire un franco di almeno un metro tra i cavidotti e la base dell'alveo. **Per le modalità di messa in opera in corrispondenza degli attraversamenti dei corsi d'acqua si rimanda alla relazione tecnica di progetto.**

Il progetto prevede inoltre la realizzazione di una stazione MT/AT di Utenza (in comune di Gonnese) avrà dimensioni di 150,80m per 64,60m e una superficie di circa 9.800 m². All'interno della stazione di utenza è prevista la realizzazione di tre fabbricati costituiti ciascuno da un edificio quadri comando e controllo, un locale uso ufficio, una sala server, un locale per i quadri BT, un locale quadri MT, un locale gruppo elettrogeno, un locale Trasformatore TSA ed un locale misure. Oltre a ciò sono presenti i servizi igienici ed un locale a disposizione. Essi saranno realizzati in muratura e saranno a pianta rettangolare di dimensioni esterne 29,5 x 6,7 m circa, con altezza fuori terra di circa 3,6 m.

Le strade interne all'area della stazione saranno asfaltate e con una larghezza non inferiore a 4 m, le piazzole per l'installazione delle apparecchiature saranno ricoperte con adeguato strato di ghiaione stabilizzato; tali finiture superficiali contribuiranno a ridurre i valori di tensione di contatto e di passo effettive in caso di guasto a terra sul sistema AT. Il collegamento dell'impianto alla viabilità ordinaria sarà garantito a partire dalla strada comunale Sandro Pertini, da adeguare, e da un tratto di nuova realizzazione.

Sono inoltre previsti:

- cunicoli per cavetteria;
- una recinzione perimetrale;
- cancelli carrabili e pedonali;
- un sistema di illuminazione.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione di progetto e ai relativi elaborati grafici.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si elencano di seguito i principali riferimenti normativi adottati per lo svolgimento dell'incarico e, in particolare, per la redazione del presente documento.

- D.M. 11.03.1988 - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali 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 e successive istruzioni; (per Zona sismica 4, Classi I e II);

- Legge 18.5.1989, n. 183 - "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";

- Legge 5 gennaio 1994, n. 37 - "Norme per la tutela ambientale delle aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque pubbliche";

- Deliberazione n. 54/33 assunta dalla Giunta regionale in data 30.12.2004. Adozione del "Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI)" - Approvazione delle Norme di Salvaguardia del PAI - Stralcio delle Norme di Attuazione del PAI;

- Norme di Attuazione del PAI;

- Deliberazione n.17/14 del 26.4.2006 - "Approvazione delle modifiche e dell'Errata Corrige relative alle "Norme di attuazione del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico";

- Deliberazione N. 1 del 20 giugno 2013 - adozione in via definitiva dello stralcio funzionale del Piano di Bacino distrettuale denominato "Studi, indagini, elaborazioni attinenti all'ingegneria integrata, necessari alla redazione dello Studio denominato Progetto di Piano Stralcio Delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)";

- Decreto 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»;

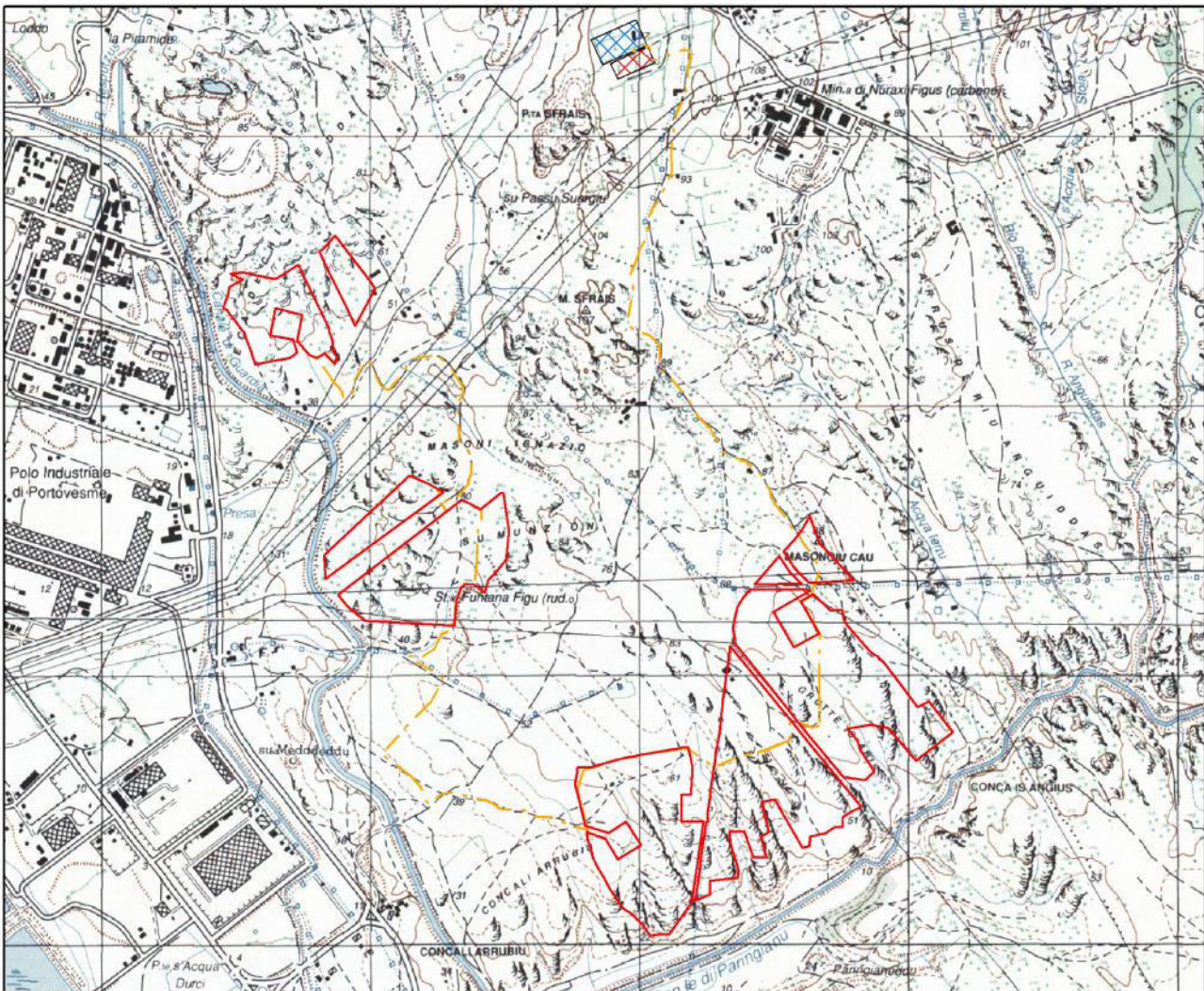


Figura 2 - Inquadramento geografico (IGMI) con localizzazione delle aree d'intervento.

- Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento e aspetti geotecnici, D.P.R. 06.06.2001 n.380;

- Delib. G.R. n. 27/16 del 1.6.2011 - "Individuazione delle aree e dei siti non idonei all'installazione di impianti fotovoltaici a terra";

- Decreto ministeriale del 10 settembre 2010 - "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili";

- Delibera n. 2 del 15/3/2016 - "Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)";

- Deliberazione n. 18 del 27.12.2022 - "Variante generale del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)".

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

ARTICOLAZIONE DEL LAVORO DI STUDIO E DI INDAGINE

Per acquisire gli elementi d'interesse conoscitivo ai fini della presente relazione sono state eseguite una serie di attività che hanno visto in primo luogo una ricognizione bibliografica comprendente l'acquisizione di

materiale sia descrittivo sia cartografico, inerente le caratteristiche geologiche e geomorfologiche sia dell'area in esame sia del suo intorno, seguita dall'acquisizione dei dati di terreno di carattere geologico e geomorfologico con conseguente individuazione di zone omogenee per caratteri litologici e morfoevolutivi.

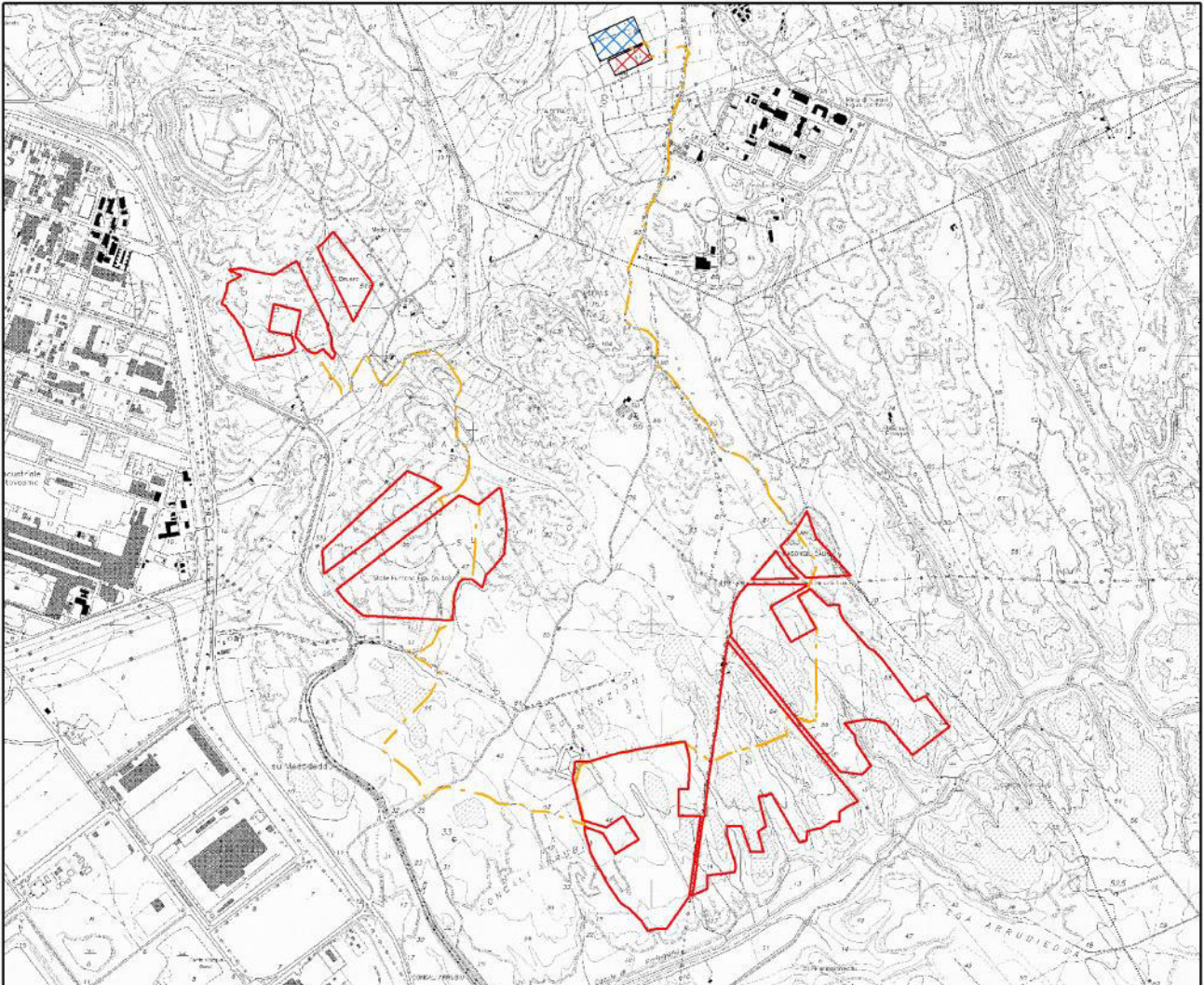


Figura 3 - Inquadramento geografico (CTR) con localizzazione delle aree d'intervento.

Le indagini geologiche si sono estese fino a comprendere:

- un ambito regionale per quanto riguarda gli aspetti geologici e tettonici di area vasta;
- un intorno chilometrico per quanto riguarda l'inquadramento territoriale, geologico, geomorfologico ed idrogeologico di dettaglio;
- un intorno ettometrico per quel che riguarda gli aspetti litologici di dettaglio;
- un volume significativo per la stratigrafia e la classificazione dei terreni.

Durante l'intera attività di rilevamento si è anche provveduto alla raccolta di un'ampia e completa documentazione fotografica. ***I dati così ottenuti sono stati utilizzati per la caratterizzazione geomorfologica, litostratigrafica, geologica ed idrogeologica di dettaglio dell'area di indagine e del suo intorno, allo stesso tempo sulla base della tipologia delle opere da realizzare è stato possibile raccogliere informazioni utili per la programmazione delle future campagne geognostiche, necessarie ed indispensabili per la caratterizzazione geotecnica di dettaglio delle litologie di imposta delle fondazioni, da effettuarsi durante la fase di stesura del progetto esecutivo e/o nella fase di realizzazione dell'opera.***

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area interessata dall'intervento è localizzata nel settore Sud-Occidentale della Sardegna nella regione del Sulcis, subito ad est e sud-est del centro abitato di Portoscuso (impianto fotovoltaico) ad una distanza di oltre due chilometri e ad ovest del piccolo borgo di Nuraxi Figus (Stazione di Utenza).

Dal punto di vista geografico l'area d'intervento ricade in parte (settore nord) nel Foglio n° 555, sezione III, denominata "PORTOSCUSO" e in parte (settore sud) nel Foglio n° 564, sezione IV denominata "CALASETTA" della Carta d'Italia dell'IGMI in scala 1:25.000, e nel Foglio n° 555 sezione 130 denominata "PORTOSCUSO", nel Foglio n° 555 sezione 140 denominata "CORTOGHIANA" e nel Foglio n° 564 sezione 020 denominata "PARINGIANU" della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 redatta dalla Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato degli Enti Locali Finanze ed Urbanistica, Territoriale e della Vigilanza Edilizia.

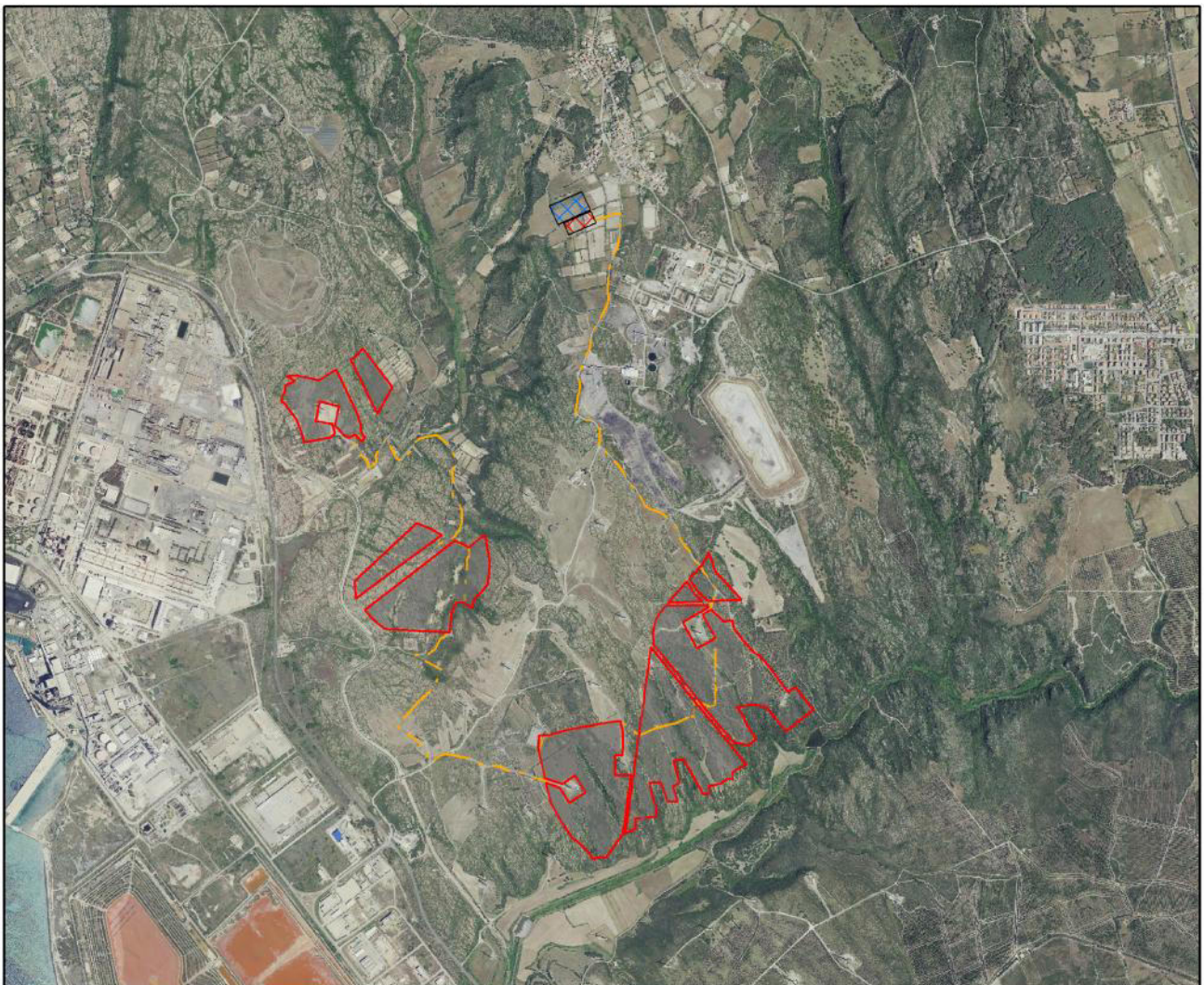


Figura 4 - Inquadramento su base ortofoto, con localizzazione delle aree d'intervento.

Più precisamente l'impianto fotovoltaico si estende sulle seguenti località "Ecca de Chiccu Sedda", "Masoni Ignazio", "Su Munzioni", "Concali Arrubiu" e "Grutte is Abis", censite al catasto del comune di Portoscuso ai Fogli n. 5, 6, 7, 9 e 10 interessando mappali vari, per maggiori dettagli si rimanda alla cartografia e agli elaborati di progetto. Mentre le opere di connessione si svilupperanno su Fogli 5, 6, 7, 9, 10 nel Comune di Portoscuso e nei Fogli 13 e 14 nel Comune di Gonnese interessando mappali vari; per finire la stazione di Utenza è localizzata in territorio di Gonnese subito ad ovest del Borgo di Nuraxi Figus in

prossimità di P.ta Sfrais censita al catasto del Comune di Gonnese al Foglio 13, Mappali 965, 966, 1.906, 1.907, 1.908 e 1.909.

L'area in cui è localizzato l'impianto è inquadrata nel P.U.C. vigente del Comune di Portoscuso (deliberazione consiliare n.42 del 19 luglio 1999) come zone E ed H mentre l'area che sarà adibita alla futura stazione di Utenza è inquadrata nel P.U.C. vigente del Comune di Gonnese (5 dicembre 2016) come zona E, sottozona E3.

STATO ATTUALE DEI LUOGHI

Il progetto in esame prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra all'interno di un lotto inserito all'interno del SIN dell'Iglesiente, l'area è posta ad una distanza di oltre due chilometri dal centro abitato di Portoscuso e subito a ridosso della Zona industriale di Portovesme. L'area oggetto d'intervento è delimitata ad ovest dalla strada provinciale n.2 che la separa dal polo industriale di Portovesme, ad est dal Rio Acqua Ierru e a sud dal Canale di Paringianu. Nel complesso l'area d'intervento risulta poco urbanizzata, le uniche opere edilizie esistenti sono date alla presenza di una serie di infrastrutture a rete tra cui cinque linee dell'alta tensione, due linee di media tensione, alcune linee elettriche rurali. Sono inoltre presenti tre condotte idriche, un canale di guardia con andamento nord-ovest – sud-est a protezione della zona industriale. L'intera area è inoltre tra quelle individuate come idonee all'installazione di impianti eolici, ne consegue che sia all'interno dell'area di intervento che nelle sue immediate vicinanze sono presenti una serie di campi eolici con una trentina di aerogeneratori già realizzati e altri due da realizzare. Nel settore posto subito ad ovest è presente il polo industriale di Portovesme caratterizzato da industrie di varia natura sia in funzione che in disuso compresa la centrale elettrica. Nel settore nord è presente l'ex-discarica "Sa Piramide" della Società Portovesme S.r.l e una vecchia cava di pietra in località "Su Pranu de is Piccinus", mentre una seconda ex-cava denominata "Sa Spinarba" (codice 337_I) è presente all'interno dell'area di intervento in località "Funtana Figu", proseguendo verso nord-est è presente la miniera di carbone di Nuraxi Figus. Sono inoltre presenti delle infrastrutture e dei fabbricati riconducibili all'attività agricola, edifici rurali, stalle depositi attrezzi e serre. Il resto dell'area ha caratteristiche da naturali a seminaturali con un utilizzo attuale del suolo da pascolo naturale a pascolo migliorato e foraggiere, rari frutteti e vigneti. Allo stesso tempo l'intera area che sarà interessata dalla messa in opera dell'impianto fotovoltaico in progetto ricade all'interno del Sito d'Interesse Nazionale del Sulcis-Iglesiente-Guspinese. Entrando nel dettaglio, come si evince dal documento pubblicato sul sito ufficiale del Ministero della Transizione Ecologica, Direzione Generale Uso Sostenibile Suolo e Risorse Idriche (bonifichesiticontaminati.mite.gov.it/sin-34) "le aree industriali dedicate alla metallurgia del Piombo, dello Zinco e dell'Alluminio, in particolare l'area di Portovesme, sono caratterizzate dalla presenza prevalente di contaminanti metallici sino a concentrazioni dell'ordine delle unità percentuali nei riporti utilizzati per la realizzazione dei piazzali industriali, con la conseguente contaminazione dei suoli e delle acque sotterranee. E' altresì presente una contaminazione da IPA, fluoruri, idrocarburi e in minor misura, da composti organici clorurati. I top soil esterni a queste aree industriali risultano contaminati quasi esclusivamente da metalli pesanti, secondo un modello concettuale che vede la ricaduta atmosferica e la dispersione eolica a partire da abbancamenti di materie prime e rifiuti industriali che costituiscono la principale fonte di contaminazione. Ne consegue che non solo le aree direttamente interessate dalle attività industriali di Portovesme ma anche quelle ad esso esterne, compresa quella oggetto dell'intervento in progetto, sono interessate dalla presenza di contaminanti di varia natura e tipologia. Il tutto è stato evidenziato nel 2009 dalla campagna portata avanti dall'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna ARPAS per la determinazione del tenore di fondo, e successivamente confermato durante la fase di caratterizzazione delle aree esterne al polo industriale di

Portovesme. Queste attività di caratterizzazione hanno evidenziato per l'area esterna al settore Industriale di Portovesme, compreso il settore di intervento, valori anomali nei suoli per metalli pesanti quali Antimonio, Arsenico, Cadmio, Cobalto, Mercurio, Piombo, Rame, Stagno e Zinco, e nelle acque per Manganese e Solfati. Dal punto di vista logistico la zona oggetto d'intervento è raggiungibile sia dal settore sud sia da quello nord attraverso la Strada Provinciale n. 2 che collega Portoscuso con Carbonia dalla quale si dipartono una serie di strade rurali di penetrazione agraria e di piste che permettono l'accesso alle aree di intervento.

QUADRO DEI VINCOLI INSISTENTI SULL'AREA

Per quanto riguarda il quadro vincolistico insistente sull'area in esame in questa sezione si è proceduto alla ricognizione dei vincoli di carattere idraulico ed idrogeologico. Da un'attenta analisi della cartografia allegata al vigente Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico PAI - Sub Bacino n°1 del Sulcis, della cartografia allegata al Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA - 2021), e dello studio di compatibilità idraulica e geologica-geotecnica redatto dal Comune di Portoscuso in adeguamento al PPR e al PAI, è scaturito che le aree d'intervento non sono inserite tra quelle a pericolo di piena. Nelle aree limitrofe è stata rilevata la presenza di una prima area localizzata nel settore nord (compresa tra i lotti "A" e "B") che interessa due affluenti, uno di destra e uno di sinistra del Rio Perdaias in località "Ecca de Chiccu Sedda" e lungo il settore terminale dello stesso Rio Perdaias in coincidenza della sua confluenza nel canale di guardia, tutte classificate come aree a pericolosità idraulica Hi4; una seconda area è localizzata in coincidenza del Canale di Guardia il cui alveo è classificato a pericolosità idraulica Hi4, per finire nel settore sud lungo il corso del Canale di Paringianu sono presenti delle aree classificate a pericolosità idraulica Hi4, Hi2 e Hi1 (per maggiori dettagli si rimanda alla cartografia allegata). **Le porzioni di territorio sopracitate, classificate a pericolosità idraulica (Hi4, Hi2 e Hi1), non saranno interessate dalle opere in progetto.**

Dall'analisi del reticolo idrografico regionale individuato con Deliberazione del C.I. n. 3 del 30.07.2015 come l'insieme degli elementi idrici contenuti nell'ultimo aggiornamento dello strato informativo 04_ELEMENTO_IDRICO.shp del DBGT_10k_Versione 0.1, e della cartografia IGM in scala 1:25.000 (vecchia serie 1954-1962), scaturisce come in alcuni dei mappali oggetto d'intervento siano presenti dei compluvi minori non interessati dagli studi di compatibilità idraulica. Nello specifico si tratta di alcuni affluenti di destra e di sinistra del Rio Perdaias, di una serie di piccoli rivoli in località Funtana Figu, e di alcuni piccoli affluenti di destra del Canale Paringianu in Loc. Grutta is Abis e Concali Arrubiu (per maggiori dettagli si rimanda alla cartografia allegata). Per queste aree le norme di attuazione del PAI prevedono una serie di misure di salvaguardia così come riportate negli articoli seguenti:

ARTICOLO 30 ter Identificazione e disciplina delle aree di pericolosità quale misura di prima salvaguardia

1. *Per i singoli tratti dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico dell'intero territorio regionale di cui all'articolo 30 quater, per i quali non siano state ancora determinate le aree di pericolosità idraulica, con esclusione dei tratti le cui aree di esondazione sono state determinate con il solo criterio geomorfologico di cui all'articolo 30 bis, quale misura di prima salvaguardia finalizzata alla tutela della pubblica incolumità, è istituita una fascia su entrambi i lati a partire dall'asse, di profondità L variabile in funzione dell'ordine gerarchico del singolo tratto:*

ordine gerarchico (numero di Horton-Strahler)	profondità L (metri)
1	10
2	25
3	50
4	75
5	100
6	150
7	250
8	400

Sulla base di quanto esposto nella stesura del presente progetto in corrispondenza dei singoli tratti dei corsi d'acqua non interessati da specifici studi di pericolosità idraulica sono state poste in atto le misure di prima salvaguardia così come previsto dall'articolo 30 bis consistente in una fascia di rispetto profonda 10m su entrambi i lati a partire dall'asse per i corsi d'acqua di ordine 1 e di 25m per i corsi d'acqua di ordine 2. Ne consegue che tali aree non saranno interessate dalla messa in opera né di pannelli né di cabine di smistamento e di conversione, gli stessi potranno invece essere attraversati dai cavidotti MTB i quali comunque si svilupperanno in subalveo ad una profondità di oltre un metro dal piano di campagna (intervento ammissibile ai sensi dell'art. 27, comma 3, lettera h, delle N.A. del PAI). Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati progettuali e alla relazione di compatibilità idraulica.

Dall'analisi del progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.) approvato con deliberazione della Giunta Regionale n. 1 del 20 giugno 2013 - Rev. 2020), Sub Bacino n°1 del Sulcis, si rileva come l'unica area classificata tra le aree a rischio inondazione (classificata come area "C" con tempi di ritorno di 500 anni) è quella a ridosso del Canale di Paringianu localizzata nel settore sud dell'area d'intervento, la stessa area, come visto precedentemente, è classificata dal PAI a pericolosità idraulica Hi4, Hi2 e Hi1 per maggiori dettagli si rimanda alla cartografia allegata. **Le porzioni di territorio classificate a pericolosità idraulica dal Piano Stralcio delle Fasce Fluviali non saranno interessate dalle opere in progetto.**

Per quel che riguarda la pericolosità da frana si è fatto riferimento alla cartografia allegata al PAI (livello informativo Pericolo Geomorfologico Rev. 42 – Art. 8 Hg V09), dalla quale scaturisce come l'area d'intervento si sviluppa su di un territorio classificato a pericolo frana Hg0 mentre nelle aree limitrofe si rinvenivano lembi di territorio classificati a pericolo frana Hg1, Hg2 e Hg3. Entrando nel dettaglio nell'area vasta sono presenti:

- alcune aree a pericolo frana Hg1 e Hg3 lungo il corso del Rio Perdaias;
- un'area a pericolo frana Hg1 in località "Ecca de Chiccu Sedda" che interessa l'ex-discarica "Sa Piramide" della Società Portovesme S.r.l.;
- alcune aree a pericolo frana Hg1 in località Masoni Ignazio poco più ad nord-est dell'area di intervento (Lotto "B");
- alcune aree a pericolo frana Hg1 lungo la sponda destra del canale di guardia in località Canali Arrubiu;

- alcune aree a pericolo frana Hg1, Hg2 e Hg4 lungo le sponde destra e sinistra del Canale di Paringianu tutte localizzate al di fuori dell'area di intervento (Lotto "C").

In conclusione tutte le aree classificate a pericolo frana si trovano localizzate al di fuori e a una discreta distanza dalle aree interessate dalle opere in progetto. Per quanto riguarda il vincolo idrogeologico ai sensi dell'Art. 1 al Regio Decreto n. 3267/1923, **tutte le opere in progetto non vanno ad insistere su aree tutelate**, le aree più vicine sottoposte a vincolo sono localizzate nel settore meridionale, subito ad ovest del Lotto "C".

DISTANZE DA ACQUE PUBBLICHE

Nell'area d'intervento è presente un corso d'acqua iscritto nell'elenco delle acque pubbliche, più precisamente si tratta del Canale di Paringianu localizzato nel settore meridionale subito a ridosso dell'impianto fotovoltaico (ma ad una distanza di oltre 150m da esso), un secondo corso d'acqua perimetrato nella cartografia regionale ma di cui non si trova il decreto di inserimento nell'elenco delle acque pubbliche è il Canale di Guardia, nel settore occidentale dell'area in questo caso le opere in progetto interessano parzialmente l'ipotetica fascia di rispetto dei 150 metri.



Foto 1 - Panoramica del settore a morfologia pianeggiante nei pressi del polo industriale di Portovesme.



Foto 2 – Particolare del settore a morfologia collinare con sullo sfondo l'ex-discarica "Sa Piramide" della Società Portovesme S.r.l.

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'attuale assetto geomorfologico dell'area è il prodotto dell'evoluzione geologica del territorio a partire dal Cenozoico per arrivare al Quaternario antico e in parte alle recenti trasformazioni del territorio effettuate dall'uomo nel secolo scorso comprendenti la sistemazione idraulica dell'area subito a monte dell'aera industriale di Portovesme che ha visto la realizzazione del Canale di Guardia a protezione dell'area industriale, la sistemazione idraulica del tratto terminale del Canale di Paringianu, la risistemazione della vasta area industriale, dell'area portuale, delle grandi aree di discarica (ex-discarica "Sa Piramide" della Società Portovesme S.r.l) e dei bacini di sedimentazione dei fanghi industriali, oltre alle trasformazioni del territorio da ricollegare all'intensa attività estrattive di cava e di miniera.

L'area d'intervento si estende lungo il settore Sud-Occidentale della Sardegna nella regione denominata Sulcis, delimitata nel settore settentrionale ed occidentale dal mare, in quello meridionale dal Canale di Paringianu e in quello orientale dalla presenza di una serie di rilievi collinari impostati su litologie effusive di età terziaria disposti secondo un allineamento nord-ovest – sud-est.

Si tratta di un'area a morfologia variabile da sub-pianeggiante nel settore occidentale a collinare in quello orientale, caratterizzata da un assetto geomorfologico con rilievi e valli a basso gradiente topografico, con andamento altimetrico degradante verso il mare con direzione est-ovest.



Foto 3 – Particolare del settore lagunare di Boi Cerbus.



Foto 4 – Vista panoramica del settore pianeggiante del Canale di Paringianu.

Entrando nel dettaglio la morfologia dell'area vasta è caratterizzata dalla presenza di tre diverse tipologie di paesaggio. Un settore collinare che occupa la parte più orientale caratterizzato dalla presenza di una serie di piccoli rilievi vulcanici di età oligo-miocenica disposti secondo un allineamento da nord-ovest a sud-est (in modo concorde con le faglie principali), tra i quali si ricordano Monte Cirfini (158 m) e Punta Maiorchina (162 m) a nord, Monte Sinni (177m), Punta Frais (128 m), Monte Frais (106 m), e il rilievo in località Masongiu Cau (88m) nel settore orientale. Questo settore è caratterizzato da una morfologia alquanto movimentata, pendenze comprese tra il 10 e il 20% con punte che superano facilmente il 40 - 60% in corrispondenza del Canale di Paringianu e dei piccoli corsi d'acqua con alveo incassato.

Segue il settore della piccola piana alluvionale sulla quale è impostato il Polo Industriale di Portovesme, qui prevale una morfologia da pianeggiante a sub-pianeggiante impostata in parte sui depositi sedimentari quaternari in parte su depositi antropici. Per quanto riguarda l'area industriale questa è stata completamente rimodellata nei suoi caratteri morfologici e riadattata alle esigenze produttive, lo stesso discorso vale per buona parte della linea di costa dove in coincidenza dell'area portuale e del polo industriale è stata completamente rimodellata. Qui i valori di pendenza sono sempre compresi tra lo zero e il 2,5%. Il passaggio dal settore collinare a quello della piana alluvionale è segnato dalla presenza della Strada Provinciale n.2 che ne ha modificato l'originario raccordo ad andamento dolce e concavo con un passaggio più netto con la presenza di una piccola scarpata impostata principalmente all'interno delle litologie vulcaniche.

Segue, verso ovest, il settore costiero, questo si presenta alquanto vario ed articolato; verso nord è caratterizzato dalla presenza di una costa alta e rocciosa, estremamente ripida e a strapiombo sul mare, impostata all'interno dei depositi vulcanici oligo-miocenici dove si rinvengono falesie all'interno delle quali si sono impostate piccole spiagge sabbiose come quella di Portopagietto e la spiaggia della Caletta. Segue il settore centrale completamente antropizzato dove si rinvengono il porto turistico di Portoscuso e più a sud quello industriale di Portovesme realizzato intorno ai primi anni settanta), segue il grande bacino di decantazione dei materiali di risulta della lavorazione della bauxite (fanghi rossi). Procedendo verso sud si arriva ad un terzo settore caratterizzato dalla presenza di spiaggia bassa sabbiosa con dune, stagni (Stagno e Forru) e il settore lagunare di Boi Cerbus che fanno da transizione con le aree agricole e industriali dell'entroterra.



Foto 5 – Particolare della morfologia pianeggiante impostata all'interno dei depositi continentali pleistocenici in loc. Su Munzoni.



Foto 6 – Particolare della morfologia pianeggiante impostata all'interno dei depositi continentali pleistocenici in coincidenza del sito d'imposta della Stazione di Utenza.

MODELLO GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO

Entrando nel dettaglio del settore d'intervento questo è in parte impostato sul complesso ignimbrítico oligo-miocenico in parte sui depositi continentali del Pleistocene che ricoprono il complesso ignimbrítico, ne consegue che il settore presenta due differenti tipologie morfologiche una più aspra ed accidentata e una molto più morbida e regolare, inoltre il settore è solo marginalmente antropizzato e mantiene ancora i suoi caratteri morfologici originari.



Foto 7 – Particolare della morfologia impostata all'interno dei depositi ignimbríticos oligo-miocenici.



Foto 8 – Particolare della morfologia accidentata impostata all'interno dei depositi ignimbríticos oligo-miocenici.

L'area d'intervento è delimitata a nord dall'ex discarica "Sa Piramide" della Società Portovesme S.r.l., ad est dall'allineamento dei piccoli rilievi collinari di Monte Sinni, Punta Frais, Monte Frais, e dal rilievo in località Masongiu Cau, a sud l'area è delimitata dal corso del Canale Paringianu e ad ovest è separata dalla piana costiera attraverso il Canale di Guardia e la strada provinciale n. 2. Il settore vulcanico è stato oggetto nel tempo di agenti del modellamento esogeni (acqua, vento, variazioni termiche) ed endogeni legati alla tettonica; a piccola scala il settore è caratterizzato da una morfologia dolce con basse colline arrotondate mentre a grande scala risulta essere alquanto movimentata, accentuata anche dalla presenza di abbondante roccia affiorante.



Foto 9 - Particolare di tafoni all'interno delle rocce ignimbriche.



Foto 10 - Particolare di fessurazione e alveolature all'interno delle rocce ignimbriche.

La tettonica ha, nell'area, smembrato e dislocato il complesso vulcanico dando luogo a rotture di pendio e orli di scarpata che seguono l'andamento delle diaclasi presenti in queste litologie accentuandone i processi erosivi e favorendo l'instaurarsi di piccole vallecole di erosione incise nella roccia, con direzioni di messa in posto nord-ovest – sud-est che ne rendono aspra la morfologia a grande scala. Nel complesso l'area risulta leggermente inclinata verso sud-ovest, verso la linea di costa e verso l'alveo del canale di Paringianu. Le quote variano dai 128 metri sul livello del mare di Punta Frais in prossimità della miniera di Nuraxi Figus sino ad arrivare al livello del mare in coincidenza della linea di costa a ovest e sud-ovest. Le pendenze sono comprese tra il 2 e il 5% in corrispondenza dei depositi continentali, e tra il 10 e il 20% sulle litologie ignimbriche con punte che superano facilmente il 40 - 60% in corrispondenza dell'alveo sia dei corsi d'acqua principali come il Canale di Paringianu, sia dei piccoli affluenti che mostrano spesso un alveo incassato. Mentre a grande scala gli affioramenti rocciosi che caratterizzano il settore impostato sulle litologie ignimbriche mostrano superfici più o meno tabulari delimitate da margini verticali che possono superare il metro di altezza. Un ulteriore fattore morfologico è connesso all'azione erosiva del vento che nell'area d'intervento ha dato luogo a tafoni e strutture alveolari con dimensioni variabili da pochi centimetri ad alcuni metri. Nel settore meridionale l'elemento morfologico caratterizzante è dato dalla presenza del Canale di Paringianu che separa l'area d'intervento a morfologia collinare dalla piana costiera posta più a sud, lo stesso corso d'acqua ha subito negli anni la rettifica del proprio corso verso sud e la sua canalizzazione. Nell'area d'intervento il corso d'acqua scorre praticamente all'interno di una valle incassata nelle litologie ignimbriche di età oligo-miocanica, delimitata dal resto dell'area da versanti fortemente acclivi che in alcuni casi danno luogo a vere e proprie scarpate verticali. All'interno della valle si è formata una piccola piana alluvionale con larghezze variabili da un minimo di 90/100 metri ad oltre 300 metri e pendenze quasi sempre al di sotto del 5%.

Entrando nel dettaglio dei lotti di intervento abbiamo che:

- la macroarea "A" è caratterizzata da una superficie inclinata con quote che passano dai 60 metri nel settore nord-est a quote attorno ai 35 metri sul livello del mare in quello posto a sud-ovest, le pendenze variano da valori intorno al 5/6% in corrispondenza delle litologie eoliche per passare a pendenze variabili tra il 15 e il 20% in corrispondenza delle litologie ignimbriche con punte che possono superare il 60% in corrispondenza delle fratture più profonde e beanti; le litologie ignimbriche sono caratterizzate da una morfologia morbida a piccola scala che diventa decisamente aspra ed accidentata a grande scala. Queste litologie sono caratterizzate da abbondante roccia affiorante generalmente prive di suoli, interessate da un intenso sistema di fratture anche profonde, spesso beanti con aperture variabili da poche decine di

centimetri ad oltre il metro. L'idrografia superficiale è quasi del tutto assente fatta eccezione per due piccoli rivoli affluenti di destra del Rio Perdaias, nel resto del lotto il deflusso delle acque meteoriche avviene lungo le fratture più profonde e beanti del complesso ignimbrítico.

- la macroarea "B" è impostata su di un piccolo rilievo collinare con quote decrescenti dal settore centrale dove si raggiungono i 55 metri sul livello sino ai 35/37 metri dei settori meridionale ed occidentale. In questo settore le opere in progetto sono quasi interamente impostate sulle litologie ignimbrítiche; la morfologia, a grande scala, si presenta decisamente più aspra ed accidentata rispetto alla macroarea "A", è caratterizzata da roccia affiorante intensamente fratturata, con fratture quasi sempre beanti con aperture variabili da poche decine di centimetri ad oltre tre/quattro metri. Anche in quest'area i suoli sono quasi del tutto assenti. Le pendenze variano tra il 15 e il 20% con punte che possono superare il 80% in corrispondenza delle fratture più profonde e beanti, inoltre in questo settore sono presenti veri e propri canali di oltre il metro di profondità con scarpate ad andamento da sub-verticale a verticale. L'idrografia superficiale è caratterizzata dalla presenza di una serie di piccoli rivoli, affluenti di sinistra del Canale di Guardia, attivi solamente in coincidenza dei periodi più piovosi, nel resto del lotto il deflusso delle acque meteoriche avviene lungo le fratture più profonde e beanti del complesso ignimbrítico.

- la macroarea "C" è impostata in parte sulle litologie eoliche e in parte su quelle ignimbrítiche ne consegue che la morfologia varia da superfici tabulari a superfici estremamente accidentate. Le quote variano in maniera graduale dal settore nord-orientale in coincidenza del piccolo rilievo di Masongiu Cau dove si raggiungono gli 88 metri sul livello del mare per decrescere in maniera dolce e regolare verso il settore occidentale dove si raggiungono i 46 metri sul livello del mare, mentre il passaggio verso il settore meridionale, quello in coincidenza con il Canale di Paringianu e più repentino ed accidentato. Le pendenze variano da valori intorno al 5/6% in corrispondenza delle litologie eoliche per passare a pendenze variabili tra il 30 e il 60% in corrispondenza delle litologie ignimbrítiche ad oltre lo 80% in corrispondenza delle fratture più profonde e beanti. La morfologia dei settori impostati in coincidenza delle litologie ignimbrítiche si presenta, a grande scala, decisamente più aspra ed accidentata rispetto alle due macroaree precedenti, è caratterizzata da roccia affiorante intensamente fratturata, con fratture quasi sempre beanti con aperture variabili da poche decine di centimetri ad oltre tre/quattro metri. Anche in questo settore sono presenti veri e propri canali di oltre il metro di profondità con scarpate ad andamento da sub-verticale a verticale. L'idrografia superficiale è caratterizzata dalla presenza di una serie di piccoli rivoli, affluenti di destra del Canale di Paringianu, impostati all'interno delle principali direttrici tettoniche del settore ad andamento nord-sud. Questi sono caratterizzati, nel loro tratto terminale da un alveo incassato, sono attivi solamente in coincidenza dei periodi più piovosi; nel resto del lotto il deflusso delle acque meteoriche avviene lungo le fratture più profonde e beanti del complesso ignimbrítico.

La stazione utenza, localizzata nel territorio di Gonnese a poche centinaia di metri dal piccolo borgo di Nuraxi Figus, è impostata sulle litologie eoliche che hanno dato luogo ad una morfologia sub-pianeggiante con pendenze comprese tra lo zero e il 5%, mentre la quota si attesta attorno ai 96 metri sul piano di campagna.

L'elettrodotto avrà una lunghezza complessiva di circa 8,6 km con un andamento a ferro di cavallo, partendo dalla cabina d'impianto del sottocampo più a Ovest dell'impianto, denominato Area A, il tracciato corre in direzione Sud verso la parte d'impianto denominata Area B, proseguendo in direzione Sud verso l'area denominata Area C e poi verso Nord alla stazione di Utenza. Le pendenze lungo l'intero tracciato sono abbastanza variabili in funzione della morfologia che di volta in volta verrà attraversata. La morfologia del tracciato è anche essa varia e rispecchia la morfologia delle litologie attraversate, aspra ed accidentata in coincidenza dei tratti di elettrodotto che si sviluppano direttamente sulle litologie ignimbrítiche più dolci in

coincidenza delle sabbie eoliche mentre per i tratti di elettrodotta che si sviluppano in coincidenza della viabilità rurale la morfologia risulta alquanto piatta e regolare.

Dal rilevamento dello stato dei luoghi non si evincono particolari fenomeni di dissesto né in atto né potenziali; le uniche aree morfologicamente attive sono quelle poste a ridosso delle scarpate di alcune delle vallecole dei piccoli corsi d'acqua dove, in coincidenza delle incisioni più profonde e ad andamento da verticale a sub verticale e, a causa dell'intenso sistema di fessurazione e fratturazione che caratterizza l'ammasso roccioso, si possono verificare fenomeni di crollo per distacco di grossi massi dalla parete rocciosa. Sempre all'interno del settore impostato sulle litologie ignimbriche non è raro incontrare massi in equilibrio precario anche di grosse dimensioni. Il resto dell'area, visto l'assetto litologico e l'andamento morfologico locale, da poco inclinato a sub-pianeggiante, mostra caratteri di relativa stabilità e non esistono, allo stato attuale, i presupposti per l'innescò di spinte gravitative e/o tangenziali, purché vengano mantenute le attuali condizioni geomorfologiche al contorno.

IDROGRAFIA SUPERFICIALE

L'idrografia superficiale è caratterizzata dalla presenza di un corso d'acqua principale, il Canale di Paringianu, una serie di piccoli rivoli e dal Canale di Guardia, un canale artificiale ad andamento trasversale rispetto al resto dei corsi d'acqua, realizzato a protezione del Polo Industriale di Portovesme da eventi di inondazione. Il Canale di Paringianu (Rio Flumentepido) ha origine al confine tra i territori comunali di Iglesias e di Carbonia a circa 15 chilometri a nord-est rispetto alla sua foce, esso si sviluppa con un andamento nord-est – sud-ovest; il suo corso come quello dei suoi affluenti è stato in parte influenzato dai principali lineamenti strutturali che ne hanno condizionato l'andamento del reticolo idrografico che si presenta pertanto sub parallelo, mentre il suo corso principale a partire dal piccolo borgo di Flumentepido è impostato su di un'ampia valle a fondo piatto. Nel suo tratto terminale il Canale di Paringianu ha subito negli anni settanta una serie di opere di regimazione idraulica che hanno portato alla canalizzazione dell'asta terminale e alla deviazione verso sud del proprio corso e quindi della sua foce e che ora lo porta a sfociare nella Laguna di Boi.



Foto 11 – Particolare del tratto terminale del Canale di Paringianu.



Foto 12 – Vista panoramica del settore pianeggiante del Canale di Paringianu.

Altri corsi d'acqua minori sono dati dal Rio Murtas/Rio Cogotti, che scorre a sud dell'abitato di Paringianu e che in prossimità della foce confluisce all'interno del Canale di Paringianu in sponda sinistra, il Rio Ghilotta/Rio Perdraias che dal territorio di Gonnese arriva nel territorio di Portoscuso e qui, poco più a sud della ex discarica Sa Piramide, riversa le proprie acque all'interno del Canale di Guardia. Nel settore più

setentrionale scorre il Rio Su Cannoni ad andamento nord-sud le cui acque si riversano in parte nel canale di guardia in parte arrivano sino al Porto Industriale, e il Rio Resputzus che riversa le sue acque nel Canale di Guardia. Un altro elemento idrografico significativo dell'intero settore in esame è il già accennato Canale di Guardia, canale che si sviluppa per circa 3,5 chilometri a partire dal settore a nord della zona industriale sino ad arrivare a sud all'interno del Canale di Paringianu secondo una direzione media nord-ovest – sud-est. È stato realizzato al fine di intercettare i deflussi delle acque di scorrimento superficiale provenienti dal settore settentrionale e orientale, e le venute d'acqua del Rio Su Cannoni, Rio Resputzus e il Rio Perdaias. Il resto dell'idrografia è costituita da piccoli ruscelli e canali di scolo in parte affluenti del Canale di Paringianu in parte dei Rii di Su Cannoni, Resputzus e Perdaias; tutti questi corsi d'acqua hanno un andamento sub parallelo fortemente influenzato sia dall'assetto strutturale che litologico dell'area; inoltre il loro corso in passato si sviluppava a partire dal settore posto ad est e si spingeva verso il settore costiero verso ovest, attualmente invece sono tutti intercettati dal Canale di Guardia a protezione del Polo Industriale di Portovesme e le loro acque sono convogliate verso il Canale di Paringianu. Tutti i corsi d'acqua sopracitati hanno un regime torrentizio con momenti di piena durante il periodo tardo autunnale, invernale e primaverile e di secca nei periodi tardo primaverili ed estivi. Lo stesso discorso vale per Canale di Paringianu che fa registrare sensibili variazioni della propria portata durante il corso dell'anno.



Foto 13 – Particolare di un tratto del Canale di Guardia (settore centrale).



Foto 14 – Particolare di un tratto del Canale di Guardia (settore settentrionale).

Nell'area vasta sono inoltre presenti una serie di aree depresse che hanno dato luogo a degli stagni tra i quali si ricordano lo Stagno 'e Forru e la Laguna di Boi Cerbus nel settore meridionale, e le aree paludose di Bucca de Flumini nel settore settentrionale.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Dal punto di vista geologico il settore in esame è impostato sul margine occidentale dell'area geografica del Sulcis-Iglesiente. Questa vasta area è caratterizzata dalla presenza di litologie metamorfiche, intrusive, vulcaniche e sedimentarie di età variabile dal Paleozoico all'attuale; nell'Iglesiente infatti, sono rappresentati i periodi geologici tra i più antichi dell'Isola, con formazioni sia marine sia continentali, interessate da stili tettonici differenti che hanno dato luogo ad una varietà di strutture geologiche e morfologiche molto differenti tra di loro, mentre nel Sulcis occidentale affiorano i termini più recenti riconducibili al ciclo magmatico calco alcalino effusivo di età oligo-miocenica, che ha interessato buona parte della Sardegna in concomitanza dell'Orogenesi Alpina.

Nell'area vasta partendo dai termini più antichi sino ai più recenti si può riconoscere la seguente successione stratigrafica:

- il basamento paleozoico;
- il complesso vulcano-sedimentario cenozoico;
- i depositi quaternari.

Basamento paleozoico

I termini più antichi affiorano diffusamente nel settore più orientale, l'Iglesiente, e sono costituiti da una serie ininterrotta di sedimenti di origine sedimentaria e subordinatamente magmatica intrusiva (di età compresa tra il Carbonifero superiore e il Permiano) e costituiscono il basamento "autoctono" della Sardegna SW, corrispondente alla zona esterna o di "avampaese" della catena ercinica sarda. Le litologie metamorfiche (Cambriano-Carbonifero inferiore) sono caratterizzate da un metamorfismo regionale di basso grado e da una tettonica plicativa complessa, causati dal sovrapporsi degli eventi deformativi caledoniani e successivamente ercinici, e sono rappresentate da diverse successioni detritico-carbonatiche e carbonatiche di vari periodi, facenti parte del ciclo sedimentario Cambro-Ordoviciano e del ciclo sedimentario Ordoviciano-Devoniano cui segue una successione clastica discordante, attribuita al Carbonifero inferiore, interpretabile come deposito sintettonico d'avanfossa della catena ercinica.

Complesso vulcano-sedimentario cenozoico

Il complesso vulcano-sedimentario Cenozoico è rappresentato dalla successione del Bacino Carbonifero Eocenico Sulcitano, dalla Formazione sedimentaria detritico-continentale del Cixerri e dalla successione ignimbratica del ciclo vulcanico terziario che, poggiano in discordanza angolare sulle formazioni Paleozoiche. La successione vulcano-sedimentaria Cenozoica si apre con un complesso arenaceo-conglomeratico a cemento carbonatico con intercalate lenti e banchi conglomeratici, alternati ad argille marnoso-siltose grigio-violacee, questa successione è conosciuta con il nome di "Formazione del Cixerri".

Seguono i depositi della successione vulcanica terziaria, questi depositi costituiscono le litologie meglio rappresentate nell'area d'intervento, inoltre le più antiche manifestazioni magmatiche di età terziaria della Sardegna sono state documentate proprio qui nel Sulcis.

Si tratta di rare vulcaniti alcaline associate ai sedimenti della successione lignitifera del Paleocene superiore - Eocene inferiore (Maccioni et Alii, 1990 - Assorgia et Alii, 1992). Le datazioni radiometriche hanno fornito un'età compresa tra 62,1 e 60,2 + 3,1 Ma.

A queste prime manifestazioni segue un grande ciclo vulcanico a carattere calco-alcalino che interessò l'Isola, si sviluppò a più riprese in stretta relazione con le fasi tettoniche sia compressive che distensive, da tardo-pirenaiche (Barca & Costamagna, 1997) ad appenniniche, manifestatesi nell'intervallo di tempo compreso tra l'Oligocene medio superiore ed il Miocene inferiore medio. Le datazioni assolute indicano età comprese tra 32 e 13 Ma (Arana et Alii, 1975 - Savelli, 1975 - Assorgia et Alii, 1985, 1995 - Deino et Alii, 1997 - Sowerbutts et Alii, 1997). Questo ciclo vulcanico si caratterizza per una grande varietà sia compositiva sia di messa in posto che ha dato luogo a delle successioni vulcaniche alquanto complesse e variabili da una zona all'altra, sintetizzabili in quattro principali sequenze, che si sono così succedute in un arco di tempo di circa 20 Ma.

- a) Sequenza lavica basica-intermedia inferiore (**LBS**). Affiora nel Bosano, nel Sulcis (valle del Cixerri, Sarroch-Pula), nel Campidano meridionale (Monastir-Serrenti) e nell'Arcuentu. E' composta da prodotti lavici da basici ad intermedi (daciti, andesiti e subordinati basalti), con giaciture a domi o brevi colate, cui si associano subordinate piroclastiti (falls, surges e piccoli flussi piroclastici - Assorgia et Alii, 1995). Le modalità

di messa in posto sono riconducibili ad un'attività vulcanica di tipo domeano e peleano. L'età radiometrica K/Ar sarebbe compresa fra 33/28 e 23 Ma (Savelli, 1975 - Beccaluva et Alii, 1985).

- b) Sequenza esplosiva acida-intermedia inferiore (**LAES**). E' presente nel Bosano e nell'area di Fordongianus. E' composta da grandi flussi piroclastici pomiceo-cineritici riodacitici e da flussi lavici dacitici o da "high-grade temperature ignimbrites" (Assorgia et Alii, 1995).

- c) Sequenza lavica basica-intermedia superiore (**UBLS**). Questi prodotti affiorano nella Sardegna occidentale (Bosano, Monte Arcuentu) e nella Sardegna meridionale (Sulcis). Si tratta di flussi lavici e piroclastici sia subaerei che sottomarini (pillows-lavas e ialoclastiti della Marmilla); inoltre rari domi lavici, sills e dicchi. L'attività esplosiva, subordinata, è di tipo freatomagmatica caratterizzata da "surges" e rare piroclastiti di ricaduta "falls" (Assorgia et Alii, 1995).

- d) Sequenza esplosiva acida-intermedia superiore (**UAES**). Affiora nel Sulcis e nel Logudoro-Bosano. E' rappresentata da prodotti sia esplosivi, con prevalenti flussi piroclastici (ignimbriti), che da flussi lavici e da "high-grade temperature ignimbrites". Il chimismo varia da riolitico a dacitico, fino a comenditico nel Sulcis. L'attività esplosiva fu caratterizzata dall'emissione di grandi volumi di prodotti ignimbritici pomiceo-cineritici. Sono inoltre presenti frequenti surges piroclastici depositati in depressioni tipo caldera (Assorgia et Alii, 1995). Quest'ultima, la sequenza esplosiva acida-intermedia denominata anche "Serie ignimbritica", è quella che affiora nell'area d'intervento e nelle sue immediate vicinanze. La successione vulcanica miocenica del Sulcis è discordante sulla Formazione del Cixerri e sulle formazioni sottostanti ed è ricoperta da depositi quaternari. Trattandosi di una successione vulcanica estremamente complessa è stato possibile distinguere, all'interno della successione "ignimbritica" numerose formazioni riunite in tre gruppi principali sulla base delle caratteristiche petrografiche, petrochimiche e stratigrafiche: il gruppo di Su Ruvu Mannu, il gruppo di Monte Sirai e il gruppo di Cala Lunga. Il gruppo di Su Ruvu Mannu è costituito da rocce prevalentemente laviche che affiorano solo nell'Isola di S. Antioco mentre i gruppi di Monte Sirai e di Cala Lunga affiorano estesamente e diffusamente nell'area del Sulcis e sono rappresentati, nell'area, da nove formazioni piroclastiche limitate, a letto e a tetto, da paleo suoli e/o epiclastiti e spesso presentano alla base livelli vitrofirici.

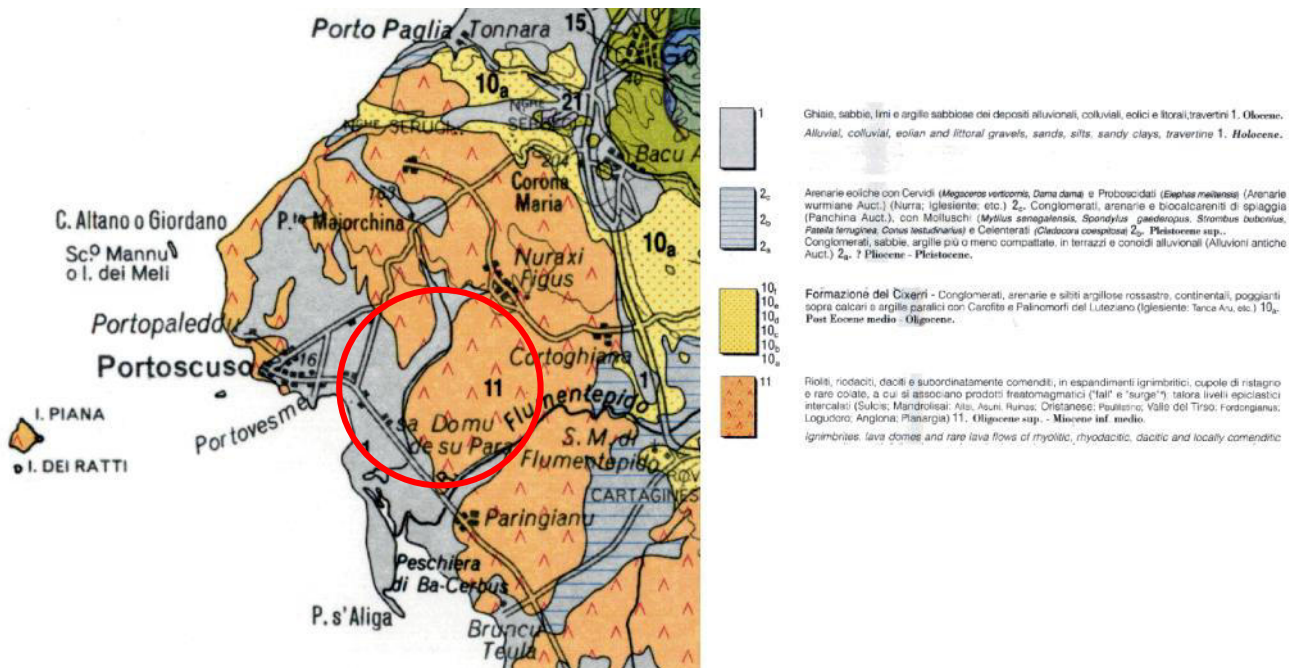


Figura 5 - Estratto della carta Geologica della Sardegna a scala 1:200.000. da L. CARMIGNANI, G. OGGIANO, S. BARCA, P. CONTI, A. ELTRUDIS, A. FUNEDDA, S. PASCII, I. SALVADORI.

Nel dettaglio le successioni affioranti nel territorio sono del basso verso l'alto:

GRUPPO DI MONTE SIRAI (SR)

- Daciti di Corona Maria (**CNM**)
- Daciti di acqua sa Canna (**AQC**)
- Rioliti di Seruci (**SRC**)
- Rioliti di Monte Crobu (**CBU**)
- Rioliti di Nuraxi (**NUR**)

GRUPPO DI CALA LUNGA (CL)

- Comenditi Auct (**CDT**)
- Rioliti iperalcaline di Monte Ulmus (**ULM**)
- Rioliti di Paringianu (**PRU**)
- Rioliti di Serra di Paringianu (**SEP**).

Depositi quaternari

Seguono i depositi del Quaternario, in prevalenza clastici, con differenti facies deposizionali principalmente di ambiente continentale. Questi depositi comprendono sia i sedimenti attuali sia quelli messi in posto nel Pleistocene, comprendono depositi di spiaggia antichi, depositi alluvionali, depositi eolici, depositi di frana e di versante, coltri eluvio-colluviali, detriti di falda, depositi di spiaggia e di retro spiaggia, depositi palustri e per finire suolo vegetale e depositi antropici.

I depositi più antichi nell'area sono rappresentati dal Sintema di Portovesme (**PVM**), sub sistema di Portoscuso (**PVM2**) il quale risulta costituito da depositi riconducibili a diversi ambienti deposizionali da alluvionale (**PVM2a**) a eolico (**PVM2b**) e per finire di versante (**PVM2c**), attribuibili al Pleistocene superiore.

I depositi alluvionali (**PVM2a**) affiorano a sud dell'area d'intervento, oltre il canale di Paringianu, sono costituiti da ghiaie grossolane, con clasti a spigoli generalmete poco arrotondati con rare intercalazioni di lenti e livelli di sabbie e silt. Queste litologie hanno, nell'area spessori variabili da pochi metri sino ad oltre dieci. I depositi eolici (**PVM2b**), invece, si rinvergono diffusamente nell'area di studio, sono costituiti prevalentemente da sabbie e arenarie da medie a grossolane, a stratificazione da incrociata a planare, con frequenti intercalazioni di livelli detritici e di orizzonti colluviali. I depositi alluvionali si rinvergono lungo l'alveo dei maggiori corsi d'acqua, il Rio Perdaias, il Rio Resputzus e il Canale di Paringianu, quest'ultimo nel tratto medio del suo corso dà luogo a depositi alluvionali terrazzati generalmente sabbiosi con subordinate lenti e livelli di ghiaie fini. I depositi di versante si rinvergono a ridosso dei principali rilievi presenti nell'area e sono costituiti da depositi in genere eterometrici, mal classati a spigoli vivi immersi in una notevole matrice fine, accumulati essenzialmente per gravità alla base dei versanti. La natura litologica riflette quella dei rilievi da cui derivano. I depositi palustri si rinvergono in coincidenza delle aree umide dello Stagno 'e Forru e della Laguna di Boi Cerbus. Sono costituiti da limi e argille limose ricche in materia organica (Olocene). I depositi di spiaggia e retro spiaggia si rinvergono lungo il settore occidentale in corrispondenza della linea di costa, caratterizzato dalla presenza di sabbie di spiaggia prevalentemente silicee e depositi eolici sciolti che costituiscono gli sporadici settori dunali in parte stabilizzati dalla presenza della vegetazione. Le litologie sin qui elencate sono ricoperte da spessori variabili di suoli vegetali. Seguono i depositi antropici la cui origine è da ricollegare all'attività umana e che sono costituiti da cumuli di discarica, materiali di riporto ed aree bonificate, ben rappresentati nel settore industriale di Portovesme.

INQUADRAMENTO TETTONICO

Dal punto di vista dell'assetto tettonico, essendo l'area in esame caratterizzata da termini litologici tra i più antichi dell'Isola, nell'area in esame sono documentate varie fasi orogenetiche a partire dall'Ordoviciano medio sino al Pliocene. La prima fase tettonica, la Caledoniana detta anche "Fase Sarda" (Ordoviciano medio) è documentata da blandi piegamenti con assi circa E-W senza sviluppo di scistosità o metamorfismo. Segue la fase Ercinica, suddivisa in tre successive sub fasi:

- I fase ercinica, caratterizzata da blande strutture plicative con assi E-W;
- II fase ercinica, caratterizzata da strutture orientate circa N-S (pieghe e sovrascorrimenti);
- III fase ercinica, con strutture minori e direzioni assiali variabili.

Seguono le fasi tettoniche terziarie; le fasi Laramica e Pirenaica in Sardegna hanno prodotto più o meno estese fasi di continentalità durante il Paleocene e l'Eocene medio-superiore - Oligocene, con importanti discordanze, Miliolitico e Lignitifero del Sulcis-Iglesiente, Eocene a Nummuliti della Sardegna orientale e Formazione del Cixerri.

Fra l'Oligocene medio-superiore e l'Aquitano, si verifica una prima fase tettonica a carattere compressivo in connessione con il movimento di deriva del blocco Sardo-Corso e la conseguente tettonica collisionale dell'Appennino settentrionale (Carmignani et Alii, 1994), con formazione di sistemi di faglie trascorrenti che interessarono particolarmente il basamento cristallino paleozoico e le coperture carbonatiche mesozoiche. A questa prima fase, a partire dall'Aquitano superiore - Burdigaliano inferiore, ne segue una seconda a carattere distensivo, alla quale viene collegato il sistema N-S del "Rift Sardo", che ha dato luogo ad una vasta area depressa. Durante il Burdigaliano ai movimenti trascorrenti si sostituì un'importante fase di rifting connessa con la tettonica estensionale post-collisionale conseguente al collasso gravitativo dell'Orogene nord-appenninico. In questa fase si assiste da una parte all'approfondimento della trasgressione marina con il conseguente deposito di successioni sedimentarie da circalitorali ad epibatiali, dall'altra ad un'intensa attività vulcanica tipo calco-alcalino da andesitico-basaltica a riolitica in parte documentata anche nell'area di studio.



Foto 15 - Affioramento delle ignimbriti dell'Unità di Monte Crobu in loc. Monte Sinni.



Foto 16 - Particolare delle ignimbriti dell'Unità di Monte Crobu in prossimità del centro abitato di Nuraxi Figus.

Verso la fine del Messiniano e nel Plio-Pleistocene si ha una nuova fase tettonica distensiva, come conseguenza dell'apertura del Bacino sud-tirrenico (SARTORI 1989) accompagnata dalla ripresa della tettonica distensiva, responsabile della messa in posto della fossa del Campidano. Contemporaneamente, si sviluppa un diffuso vulcanismo a carattere alcalino con prevalenza di flussi lavici a chimismo basico (basalti, basalti alcalini, hawaiiiti, mugeariti, basalti andesitici), e facies a chimismo acido-intermedio (rioliti-riodaciti).

Nel settore in esame quest'ultima fase ha determinato la riattivazione di lineazioni tettoniche preesistenti determinando la formazione del semigraben del golfo di Palmas e dell'horst di Sant'Antioco, l'attuale strutturazione del bacino lignitifero del Sulcis, la sua immersione verso ovest, la suddivisione in diversi blocchi del complesso vulcanico miocenico oltre ad aver innescato una intensa erosione.

MODELLO GEOLOGICO DI DETTAGLIO

Nell'ambito del presente lavoro è stata portata avanti un'attività di rilevamento di campagna attraverso la quale è stato possibile ricostruire l'assetto stratigrafico dell'area sulla quale verranno realizzate le opere in progetto, ne è scaturito che questa (vedi carta geologica allegata) è impostata in parte sulle litologie ignimbriche della successione vulcanica di età oligo-miocenica, e in parte sui depositi continentali del Sistema di Portovesme (*PVM*), sub sistema di Portoscuso (*PVM2*) di età pleistocenica. Durante questa prima fase di rilevamento, conoscitiva, si è provveduto alla sola analisi dei fronti di scavo e degli affioramenti esistenti nell'area. **Al momento attuale non si è provveduto all'esecuzione di indagini geologiche specifiche che dovranno invece essere eseguite in fase di redazione del progetto esecutivo al fine di arrivare ad un quadro conoscitivo di maggior dettaglio.** Lo studio così effettuato, supportato anche da uno studio bibliografico relativo ad aree limitrofe a quella in studio, ha messo in evidenza la seguente sequenza litostratigrafica che dal basso verso l'alto comprende:

- a) *la successione vulcanica oligo-miocenica;*
 - b) *il complesso sedimentario continentale del quaternario.*
- a) **Successione vulcanica oligo-miocenica**

Come è stato ampiamente esposto nel paragrafo relativo all'inquadramento geologico di area vasta nell'area in esame si rinviene una potente coltre di prodotti vulcanici con spessori che si aggirano attorno ai 1.000 metri, il tutto è stato documentato dalla campagna di prospezione portata avanti dalla Carbosulcis S.p.A. nel Bacino Sulcitano in generale e nell'area di intervento in particolare (subito ad est è localizzata la miniera di carbone di Nuraxi Figus). All'interno del Bacino Sulcitano si rinvencono la sequenza lavica basica-intermedia superiore costituita da sequenze di basalti andesitici e andesiti, e la sequenza esplosiva acida-intermedia superiore essenzialmente ignimbrica a composizione variabile da dacitica a riolitica sino a comenditica.



Foto 17 - Particolare delle ignimbriti dell'Unità di Nuraxi.



Foto 18 – Particolare delle fiamme all'interno delle Ignimbriti dell'Unità di Nuraxi.

Nel settore d'intervento la successione vulcanica inizia con le "Rioliti dell'Unità di Monte Crobu - **CBU**" depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrica a composizione riolitica di età compresa tra il Miocene Inferiore-medio e il Burdigaliano superiore - Langhiano. L'Unità affiora solo sporadicamente nel settore

d'intervento, a sud lungo la sponda destra del Canale di Paringianu in Loc. Concali Arrubiu, lungo il Canale di Guardia in Loc. Su Medadeddu, in Loc. Stalle Funtana Figu – Su Munzion, lungo le sponde sinistra e destra del Rio Perdaias in Loc. Su Passu Suergiu e in prossimità del centro abitato di Nuraxi Figus dove è in progetto la nuova Stazione di Utenza. In affioramento si presenta di colore bianco sporco – beige per sfumare verso l'alto in un colore bruno rossastro (foto n. 15 e 16), sono evidenti le linee di flusso e un'elevata concentrazione di fiamme; lungo la parte basale è possibile intravedere anche livelli vitrofirici da millimetrici a centimetrici di colore scuro in matrice ossidianacea. La roccia ha un aspetto litoide estremamente saldata e compatta ed interessata da un intenso sistema di fratture, nell'area di intervento poggia su un paleosuolo di spessore decimetrico, localmente arrossato e argillificato. In letteratura si riportano per questa unità spessori variabili da pochi metri sino ad oltre cento.

Seguono le "Rioliti dell'Unità di Nuraxi - **NUR**", queste affiorano con maggiore estensione e sono le meglio rappresentate sia nell'area vasta sia nel settore d'intervento, costituiscono le litologie d'imposta delle opere in progetto (parte dell'impianto fotovoltaico e delle opere di connessione). Le "Rioliti dell'Unità di Nuraxi - **NUR**" sono state attribuite, attraverso datazioni radiometriche, al Langhiano (15,8 Ma). Si tratta di depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica a composizione riolitica, lo studio microscopico evidenzia la presenza di plagioclasio talora quasi completamente sostituito da sanidino mentre l'associazione femica è rappresentata da pirosseni alterati (ASSORGIA et al., 1990). Questo deposito è quasi sempre caratterizzato da un livello vitrofirico basale, con moderata presenza di cristalli, di spessore da decimetrico a metrico.



Foto 19 - Particolare dell'intensa foliazione ed alveolature delle ignimbriti dell'Unità di Nuraxi.



Foto 20 - Particolare dell'intenso sistema di fratture nelle ignimbriti dell'Unità di Nuraxi.

In affioramento queste litologie si presentano massive ed estremamente saldate di colore che va dal grigio azzurro al rosso scuro, si rinviene inoltre un intenso sistema di fratture ad andamento sia verticale, orientate secondo le principali direttrici tettoniche, sia orizzontali. I livelli basali più compatti sono caratterizzati dalla presenza di fiamme molto allungate generalmente di dimensioni decimetriche di colore grigio chiaro. Le parti superficiali risultano leggermente alterate e fratturate, con intensa foliazione e spaziatura da centimetrica a millimetrica, e con evidenti segni di erosione eolica quali le alveolature e le tafonature. Nel complesso il paesaggio che ne deriva è dato da vasti affioramenti rocciosi a morfologia aspra con creste nette e versanti acclivi generalmente privi di suolo e, quando presenti, sono molto erosi e di spessori ridotti.

a) Complesso sedimentario continentale del quaternario.

Le formazioni più recenti sono rappresentate dai depositi quaternari in prevalenza clastici con differenti facies deposizionali principalmente di ambiente continentale. Questi depositi costituiscono sia i

sedimenti attuali sia quelli messi in posto nel Pleistocene e comprendono depositi eolici, depositi alluvionali, depositi di frana e di versante, coltri eluvio-colluviali e per finire suolo vegetale e depositi antropici.

La successione stratigrafica inizia con depositi di ambiente continentale, alluvioni e sabbie eoliche, del Sintema di Portovesme (**PVM**), sub sistema di Portoscuso (**PVM2**) attribuiti al Pleistocene Superiore. Nel settore d'intervento si rinvencono diffusamente le sabbie eoliche del sub sistema di Portoscuso (**PVM2b**), si tratta di sabbie sciolte e arenarie da fini a medie sino a grossolane a composizione quarzoso-calcareo di colore da bianco sporco, beige sino a giallastre disposte talvolta in straterelli isoorientati spesso in discordanza angolare. Affiorano in coincidenza delle incisioni e degli avvallamenti all'interno delle vulcaniti con spessori variabili da pochi decimetri a qualche metro. Talvolta, frammisti alle sabbie, si rinvencono depositi granulari alluvio-colluviali provenienti dal dilavamento dei prodotti di alterazione delle vulcaniti.



Foto 21 - Particolare di un affioramento di sabbie eoliche (PVM2b) all'interno della cava di sabbia in Loc. Stalle Funtana Figu.



Foto 22 – Particolare di un affioramento di sabbie eoliche (PVM2b) in coincidenza del sito d'imposta della Stazione di Utenza nei pressi del centro abitato di Nuraxi Figus.

I depositi di tipo alluvionale (Olocene) si rinvencono principalmente in coincidenza della valle incassata del Canale di Paringianu e lungo l'alveo dei corsi d'acqua principali. Questi depositi sono costituiti da depositi alluvionali ciottolosi non cementati, ghiaie e sabbie grossolane con abbondanti sedimenti fini. In corrispondenza del Canale di Paringianu questi depositi sono costituiti da ghiaie e sabbie grossolane di colore bruno che sfumano in coincidenza della piccola pianura di esondazione verso sedimenti fini, costituiti da sabbie con rare ghiaie. La natura dei clasti rispecchia la composizione litologica delle principali formazioni presenti nell'area, nello specifico le vulcaniti oligo-mioceniche. Lo spessore di questi sedimenti è a prima vista di difficile valutazione, ma si può presumere che sia variabile entro una forbice che va da qualche metro sino a raggiungere i 10 metri. Esigui spessori di depositi alluvionali si rinvencono lungo il corso del Rio Perdaias e del Rio Resputus anche in questo caso si tratta di depositi alluvionali ciottolosi non cementati, ghiaie e sabbie grossolane con abbondanti sedimenti fini.

Alla base della valle incassata del Canale di Paringianu si rinvencono depositi detritici di versante, depositi in genere monogenici ed eterometrici, con clasti da poco arrotondati a spigolosi, scarsamente elaborati immersi in una notevole matrice fine, accumulati essenzialmente per gravità alla base dei versanti. Seguono i depositi antropici la cui origine è da ricollegare all'attività umana e che sono costituiti da cumuli di discarica, materiali di riporto ed aree bonificate, tutti ben rappresentati nel settore Industriale di Portovesme. Le litologie sin ora elencate sono sporadicamente ricoperte da suoli. In corrispondenza delle litologie ignimbliche abbiamo sottili spessori di suoli localizzati all'interno di conche o in coincidenze di fratture con profili di tipo A C raramente A Bw C, poco profondi (meno di 10 - 15 cm).



Foto 23 - Particolare del profilo di suolo sviluppato sui depositi ignimbratici cenozoici.



Foto 24 - Particolare del profilo di suolo sviluppato sui depositi eolici pleistocenici.

Lo scheletro varia da comune ad abbondante sia all'interno del profilo, sia in funzione delle caratteristiche e del grado di alterazione del substrato con una struttura poliedrica subangolare. La tessitura varia dalla sabbioso franca a franca, più raramente alla franco argillosa. In coincidenza dei depositi eolici invece sono presenti suoli da profondi a poco profondi in funzione degli spessori delle sabbie eoliche, caratterizzati da profili di tipo A-Bt-C e subordinatamente A-C. Lo scheletro è generalmente assente mentre la tessitura varia da franco-sabbiosa in superficie a franco-sabbioso-argillosa in profondità.

SEZIONE GEOLOGICA TIPO

Il settore interessato dell'impianto fotovoltaico è in parte impostato sui depositi vulcanici in facies ignimbratica e in parte sui depositi sedimentari pleistocenici, dall'analisi degli affioramenti, delle sezioni affioranti in corrispondenza del Canale di Guardia, del Canale di Paringianu, della Strada Provinciale n. 2 e delle cave di inerti è stato possibile ricostruire diverse tipologie di sezione tipo a partire dai termini più recenti sino a quelli più antichi.

Sezione tipo sui depositi vulcanici

- dal piano di campagna i primi 10/15 cm sono costituiti da suolo, **a questo proposito bisogna precisare che su questa tipologia di paesaggio la presenza di suolo risulta essere alquanto rara e relegata alla presenza di conche o a riempimento di fratture;**
- al di sotto dello strato di suolo si ha la sequenza ignimbratica delle "Rioliti dell'Unità di Nuraxi - **NUR**", con spessori, nell'area di intervento, variabili a seconda dell'area da un minimo di 10 sino ad un max di 30 metri;
- segue la sequenza ignimbratica delle "Rioliti dell'Unità di Monte Crobu - **CBU**" con spessori, anche in questo caso variabili a seconda dell'area da un minimo di 5-10 metri sino ad oltre cento.

Sezione tipo sui depositi sedimentari "sub sistema di Portoscuso (PVM2)":

- dal piano di campagna i primi 20/30 cm sono costituiti da suolo sabbioso;
- seguono i depositi del sub sistema di Portoscuso (**PVM2b**), si tratta di sabbie eoliche sciolte e arenarie da fini con spessori variabili da pochi decimetri a qualche metro;

- al di sotto dei depositi eolici si ha la sequenza ignimbratica delle "Rioliti dell'Unità di Nuraxi - **NUR**", con spessori, nell'area di intervento, variabili a seconda dell'area da un minimo di 10 sino ad un max di 30 metri;
- segue la sequenza ignimbratica delle "Rioliti dell'Unità di Monte Crobu - **CBU**" con spessori, anche in questo caso variabili a seconda dell'area da un minimo di 5-10 metri sino ad oltre cento.

Entrando invece nel dettaglio delle opere in progetto, il campo fotovoltaico vedrà i suoi pannelli impostati principalmente sulle litologie ignimbratiche e subordinatamente su quelle eoliche del quaternario. Per quanto riguarda invece le cabine di campo e di impianto queste sono impostate secondo il seguente schema:

- 17 cabine sono impostate sulle litologie ignimbratiche (CC1.1, CC2.1, CC2.2, CC3.1, CC4.1, CC4.2, CC6.2, CC6.4, CC7.1, CC7.2, CC7.3, CC8.1, CC4.3, CC4.4, C-SUB2, C-SUB3, C-SUB7);
- 8 cabine sono impostate sulle sabbie eoliche (CC6.1, CC6.3, CC7.4, CC8.2, CC8.3, CC8.4, C-SUB6, C-SUB8).

In coincidenza dell'area della futura Stazione Utenza la sezione tipo è la seguente:

- dal piano di campagna i primi 20/30 cm sono costituiti da suolo sabbioso;
- seguono i depositi del sub sistema di Portoscuso (**PVM2b**), si tratta di sabbie eoliche sciolte e arenarie da fini con spessori variabili da pochi decimetri al metro;
- al di sotto dei depositi eolici si ha la sequenza ignimbratica delle "Rioliti dell'Unità di Monte Crobu - **CBU**" con spessori di parecchie decine di metri.

Il tracciato dell'elettrodotto invece si svilupperà sempre in trincea la quale sarà realizzata in parte all'interno delle litologie ignimbratiche, in parte all'interno dei depositi eolici (in questo caso non si esclude che a causa degli esigui spessori di queste litologie parte della trincea di sviluppi all'interno dei depositi ignimbratici) e in parte all'interno dei depositi antropici che costituiscono i rilevati stradali della viabilità secondaria, anche in questo caso, dove gli spessori del rilevato sono poco sviluppati, si andrà a scavare all'interno delle litologie ignimbratiche. Entrando nel dettaglio il tracciato dell'elettrodotto avrà una lunghezza di circa 8.600 metri e si svilupperà:

- per circa 3.120 metri all'interno delle litologie ignimbratiche;
- per circa 3.180 metri all'interno delle sabbie eoliche;
- per circa 2.300 metri all'interno dei rilevati stradali.
- Mentre il tracciato dei cavidotti di collegamento tra le varie cabine nei tre lotti si svilupperanno:
- per circa 3.827 metri all'interno delle litologie ignimbratiche;
- per circa 1.490 metri all'interno delle sabbie eoliche.

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

L'assetto geologico-strutturale del settore in esame, è il principale responsabile dell'idrografia e dell'idrogeologia dell'area e, quindi, dell'attuale circolazione idrica superficiale e sotterranea. Nell'insieme si possono individuare:

- **unità lito-stratigrafiche** con permeabilità di tipo primario per porosità;
- **unità lito-stratigrafiche** con permeabilità di tipo secondario per fratturazione.

Alla prima classe (permeabilità di tipo primario per porosità) appartengono depositi di ambiente continentale, alluvioni e sabbie eoliche, attribuibili al Sintema di Portovesme (**PVM**), sub sistema di

Portoscuso (**PVM2**), i depositi alluvionali e le coltri detritiche poste alla base dei rilievi. I depositi del sub sistema di Portoscuso (**PVM2**) sono caratterizzati da una permeabilità primaria per porosità media con valori di permeabilità (K) variabili all'interno di una forbice che va 10^{-1} cm/sec $< K < 10^{-3}$ cm/sec; si tratta di litologie che, come è stato esposto nel capitolo relativo alla geologia dell'area, ricoprono l'area a macchia di leopardo e sono caratterizzate da spessori variabili da pochi decimetri ad alcuni metri, ne consegue che queste litologie se pur dotate di una discreta permeabilità risultano, a causa degli esigui spessori, dotate di una scarsa capacità d'immagazzinamento e quindi, quando presente, sede di falde di scarso interesse e legate alle precipitazioni più abbondanti. I depositi alluvionali e le coltri detritiche poste alla base dei rilievi presentano in genere un grado di permeabilità (K) da media a medio-alta (K compreso tra 10^{-3} - 10^{-5} m/s) in funzione della granulometria e del tipo di matrice.

Alla seconda classe (permeabilità di tipo secondario per fratturazione) appartengono litologie del complesso vulcanico oligo-miocenico comprendente le "Rioliti dell'Unità di Monte Crobu - **CBU**" e le "Rioliti dell'Unità di Nuraxi - **NUR**". Queste litologie sono impermeabili ma, a causa dall'inteso sistema di fratture che le caratterizza, presentano una permeabilità di tipo secondario da media a medio-bassa. In bibliografia per le facies più compatte si riportano valori di permeabilità medio-bassi con valori di k compresi tra 10^{-9} e 10^{-11} m/s, che passano a medi, con valori di K compresi tra 10^{-4} e 10^{-6} m/s, in coincidenza di faglie o di roccia affetta da alto grado di fessurazione e fratturazione, qui si possono rilevare aumenti della permeabilità e di conseguenza della capacità d'immagazzinamento. Nel complesso queste litologie ospitano falde superficiali di scarso interesse. Per quel che riguarda le falde nell'area in esame sono presenti una falda superficiale di tipo freatico e delle falde profonde. La falda freatica si trova localizzata entro i primi metri al di sotto del piano di campagna all'interno dei depositi eolici, sabbiosi e arenacei del sub sistema di Portoscuso (PVM2) e nei depositi alluvionali antichi e recenti. Queste litologie, visti gli esigui spessori, solo localmente quando le condizioni morfologiche risultano favorevoli all'accumulo, sono sede di una modesta falda di tipo freatico con scarse capacità di immagazzinamento e scarsa produttività e l'eventuale circolazione idrica in questi orizzonti superficiali è da considerarsi occasionale e legata alle precipitazioni più abbondanti. Ciò nonostante i depositi alluvionali, possono talvolta ospitare acquiferi anche piuttosto importanti direttamente alimentati dai corsi d'acqua principali come avviene in corrispondenza della piccola piana impostata lungo il corso del Canale di Paringianu. Le falde profonde sono localizzate all'interno del complesso sistema di fratture che caratterizza i prodotti vulcanici cenozoici. Questi acquiferi vengono sfruttati o in coincidenza delle sorgenti o attraverso pozzi trivellati con portate di scarsa entità. Nell'area in esame si rinvenivano alcune emergenze idriche una in località "Su Munzion" al contatto tra le sabbie eoliche e le vulcaniti, una in località "Funtana Figu" all'interno delle vulcaniti e una terza in località "Su Munzioni" alla quale è collegato un sistema di presa con relativo acquedotto, seguono due piccole sorgenti nel settore sud lungo il corso del Rio Acqua Ierru. In tutti i casi si tratta di sorgenti attive quasi tutto l'anno ma con portata estremamente modesta, dipendente dal volume degli apporti meteorici. In merito all'andamento della falda, uno studio predisposto dall'ISPRA, ha evidenziato come le isofreatiche decrescano a partire da nord-est verso sud-ovest, dal settore collinare vulcanico verso il settore della piana di Portovesme. Durante il rilevamento geologico si è provveduto alla misura dei livelli piezometrici all'interno di alcuni piezometri (messi in opera durante la fase di caratterizzazione delle aree esterne al Polo industriale di Portovesme) localizzati all'interno dell'area d'intervento e nelle sue immediate vicinanze rilevando livelli piezometrici compresi tra i 6 e i 10 metri dal piano di campagna. Per quel che riguarda la qualità delle acque di falda nel 2009 la campagna portata avanti dall'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna ARPAS, durante la campagna per la determinazione del tenore di fondo (e successivamente confermato durante la fase di caratterizzazione del

per l'area esterna al settore Industriale di Portovesme), ha evidenziato per le aree esterne al polo industriale di Portovesme, valori anomali nelle acque per Manganese e Solfati.

Da quanto sin qui esposto ne consegue che le opere in progetto, compresa la linea dell'elettrodotto e le opere di sostegno dei moduli fotovoltaici non andranno ad interferire con la falda superficiale (comunque di modesta entità e limitata all'interno delle fratture beanti delle litologie ignimbriche e delle sabbie eoliche) né con l'acquifero profondo; misure effettuate in pozzi e piezometri localizzati nella zona hanno evidenziato come il livello piezometrico sia localizzato tra i 6 e i 10 metri dal piano di campagna quota molto al di sotto di quella prevista per le opere di fondazione delle strutture in progetto.



Foto 25 - Particolare del piezometro PS09.



Foto 26 – Particolare delle acque all'interno del canale di guardia.

PRECAUZIONI ED ACCORGIMENTI TECNICI

Sulla base di quanto esposto nei paragrafi precedenti si evidenzia come per la realizzazione delle opere in progetto non si riscontrano particolari problematiche gli unici appunti riguardano:

- durante la messa in opera delle strutture di sostegno dei pannelli si potrà procedere tramite la realizzazione di fori trivellati per le parti di impianto impostate direttamente sulle litologie ignimbriche oppure con la semplice infissione (tramite macchina battipalo) all'interno dei depositi continentali del Pleistocene, qualora in corrispondenza dei depositi continentali sciolti gli spessori siano insufficienti a garantire la stabilità dell'opera si dovrà procedere anche in questo caso alla realizzazione di fori trivellati sulle litologie ignimbriche sottostanti (il tutto da valutare a seguito di adeguata campagna di indagini geognostiche);

- per la **messa in opera delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici, in coincidenza delle litologie ignimbriche (a causa della morfologia decisamente aspra ed accidentata), risulta da difficile ad impossibile l'utilizzo di macchinari standard (mezzi cingolati e/o gommati), pertanto si potrà procedere:**

- **o attraverso un rimodellamento del profilo topografico in coincidenza delle aree più accidentate;**
- **o facendo ricorso a tecniche particolari (manuali) sia per la realizzazione dei fori di fondazione sia per il trasporto e montaggio delle componenti dell'impianto;**

- durante la realizzazione sia delle fondazioni delle cabine sia delle trincee dell'elettrodotto (cavidotto) in corrispondenza delle litologie ignimbriche più compatte si dovrà ricorrere all'utilizzo del martellone nelle fasi di sbancamento. Lo stesso discorso vale per i tratti di elettrodotto che si sviluppano lungo i rilevati stradali dove gli spessori del rilevato non sono elevati e pertanto anche in quei casi la trincea si spingerà in parte all'interno dei materiali litoidi con elevate caratteristiche geotecniche;

- durante la fase di realizzazione sia delle fondazioni delle cabine sia delle trincee del cavidotto quando queste saranno impostate interamente all'interno delle litologie sciolte (depositi continentali del Pleistocene) e nei rilevati stradali, trattandosi di litologie poco coerenti, bisognerà porre particolare attenzione alla stabilità dei fronti di scavo;
- gli attraversamenti dei corsi d'acqua da parte dei cavidotti MTB dovranno essere realizzati in subalveo ad una profondità tale da garantire un franco di almeno un metro tra i cavidotti e la base dell'alveo (ai sensi dell'art. 27, comma 3, lettera h, delle N.A. del PAI);
- per quel che riguarda le opere di fondazione delle cabine di utenza e di quelle di campo, quando impostate all'interno dei depositi continentali del Pleistocene, vista la natura sabbiosa degli stessi, si rende necessario prevedere:
 - un'adeguata bonifica attraverso l'asportazione e sostituzione del terreno;
 - la regolarizzazione e stabilizzazione meccanica mediante compattazione del fondo così realizzato;
 - la posa di telo geotessile per l'intera superficie di appoggio;
 - la ricarica con terreni granulari aridi a granulometria assortita posti in opera a strati di spessore non superiore a 0,20 m e opportunamente compattati, costituiti da misti granulari frantumati con caratteristiche granulometriche tipiche dei terreni di classe A1-a o A1-b, con Limite liquido non determinabile (LL = N. D.) ed indice plastico pari a zero ($I_p = 0$).

CONCLUSIONI

L'analisi del vigente Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) Sub Bacino n°1 del Sulcis, della cartografia allegata al Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA - 2021) e dello studio di compatibilità idraulica e geologica-geotecnica redatto dal Comune di Portoscuso in adeguamento al PPR e al PAI, è scaturito come le aree di intervento non sono inserite tra le aree a pericolo di piena.

Dall'analisi del reticolo idrografico regionale individuato con Deliberazione del C.I. n. 3 del 30.07.2015 come l'insieme degli elementi idrici contenuti nell'ultimo aggiornamento dello strato informativo 04_ELEMENTO_IDRICO.shp del DBG_T_10k_Versione 0.1, e della cartografia IGM in scala 1:25.000 (vecchia serie 1954-1962) è scaturito come in alcuni dei mappali oggetto di intervento siano presenti dei compluvi minori non interessati dagli studi di compatibilità idraulica. Pertanto nella stesura del presente progetto in corrispondenza di questi corsi d'acqua sono state poste in atto le misure di prima salvaguardia così come previsto dall'articolo 30 bis consistenti in una fascia di rispetto profonda 10m su entrambi i lati a partire dall'asse per i corsi d'acqua di ordine 1 e di 25m per i corsi d'acqua di ordine 2. Ne consegue che tali aree non saranno interessate dalla messa in opera né di pannelli né di cabine di smistamento e di conversione, gli stessi potranno invece essere attraversati dai cavidotti MTB i quali comunque si svilupperanno in sub-alveo ad una profondità di oltre un metro dal piano di campagna (intervento ammissibile ai sensi dell'art. 27, comma 3, lettera h, delle N.A. del PAI).

Per quel che riguarda la pericolosità e il rischio frana, l'area d'intervento si sviluppa su di un territorio classificato a pericolo Hg0 mentre nelle aree limitrofe si rinvengono lembi di territorio classificati a pericolo frana Hg1, Hg2 e Hg3. Nell'area d'intervento è presente un corso d'acqua iscritto nell'elenco delle acque pubbliche, più precisamente si tratta del Canale di Paringianu localizzato nel settore meridionale subito a ridosso dell'impianto fotovoltaico (ma ad una distanza di oltre 150m da esso), un secondo corso d'acqua perimetrato nella cartografia regionale ma di cui non si trova il decreto di inserimento nell'elenco delle acque pubbliche è il Canale di Guardia.

Dal rilevamento dello stato dei luoghi non si evincono particolari fenomeni di dissesto né in atto né potenziali; le uniche aree morfologicamente attive sono quelle poste a ridosso delle scarpate di alcune delle

vallecole dei piccoli corsi d'acqua dove, in coincidenza di incisioni più profonde e ad andamento da verticale a sub verticale e a causa dell'intenso sistema di fessurazione e fratturazione che caratterizza l'ammasso roccioso, si possono verificare fenomeni di crollo per distacco di grossi massi dalla parete rocciosa. Sempre all'interno del settore impostato sulle litologie ignimbriche non è raro incontrare massi in equilibrio precario anche di grosse dimensioni. Il resto dell'area, visto l'assetto litologico e l'andamento morfologico locale, da poco inclinato a sub-pianeggiante, mostra caratteri di relativa stabilità e non esistono, allo stato attuale, i presupposti per l'insacco di spinte gravitative e/o tangenziali, purché vengano mantenute le attuali condizioni geomorfologiche al contorno.

Il rilievo morfologico ha evidenziato come, in coincidenza delle litologie ignimbriche, risulti essere problematica la messa in opera delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici a causa della morfologia decisamente aspra e accidentata che rende da difficile ad impossibile l'utilizzo di macchinari standard, pertanto si potrà procedere:

***- o attraverso un rimodellamento del profilo topografico in coincidenza delle aree più accidentate;
- o facendo ricorso a tecniche particolari (manuali) sia per la realizzazione dei fori di fondazione sia per il trasporto e montaggio delle componenti dell'impianto.***

Il rilevamento geologico ha evidenziato come questo settore sia in parte impostato su litotipi del complesso vulcanico cenozoico caratterizzato, nell'area d'intervento, dalla presenza di due differenti Unità le "Rioliti dell'Unità di Monte Crobu - **CBU**" e le "Rioliti dell'Unità di Nuraxi - **NUR**", in parte sui depositi di ambiente continentale, alluvioni e sabbie eoliche del Sintema di Portovesme (**PVM**), sub sistema di Portoscuso (**PVM2**) attribuiti al Pleistocene Superiore. Durante questa prima fase di rilevamento, conoscitiva, si è provveduto alla sola analisi dei fronti di scavo e degli affioramenti esistenti nell'area.

I dati così acquisiti hanno comunque permesso di definire le caratteristiche tecniche delle rocce d'imposta dell'impianto (ignimbrici) e pertanto di prevedere la trivellazione della roccia per la messa in opera delle strutture di sostegno dei pannelli e l'uso del martellone nelle fasi di sbancamento per la realizzazione delle fondazioni delle cabine nonché per la realizzazione del cavidotto in trincea (per maggiori dettagli si rimanda al paragrafo precedente precauzioni ed accorgimenti tecnici).

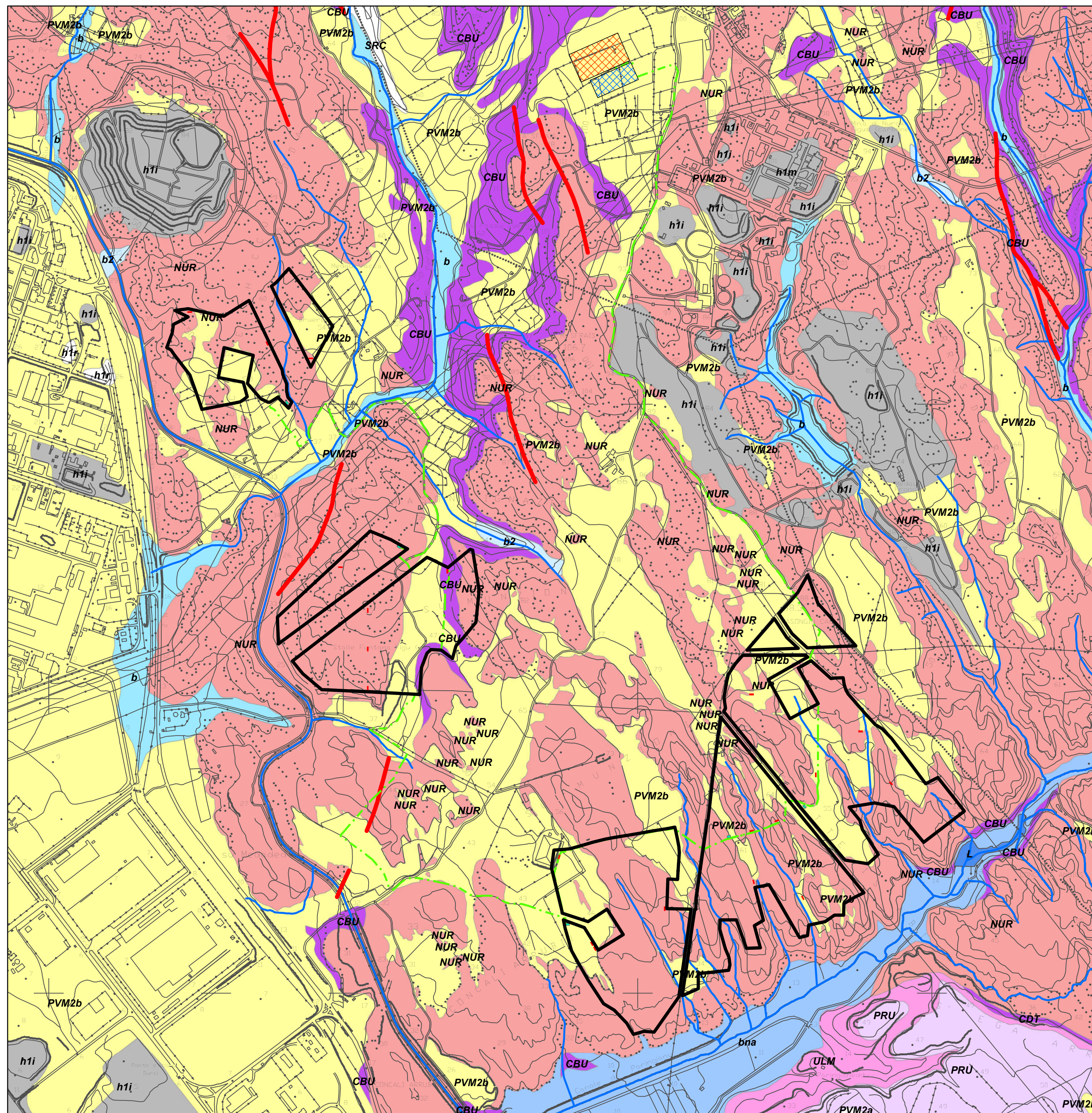
Dal punto di vista idrogeologico l'area in esame è caratterizzata dalla presenza di unità lito-stratigrafiche con permeabilità di tipo primario per porosità e unità lito-stratigrafiche con permeabilità di tipo secondario per fratturazione. Alla prima classe appartengono depositi di ambiente continentale, alluvioni e sabbie eoliche, i depositi alluvionali e le coltri detritiche poste alla base dei rilievi. Alla seconda classe (permeabilità di tipo secondario per fratturazione) appartengono le litologie del complesso vulcanico oligo-miocenico. Nel complesso queste litologie ospitano falde superficiali di scarso interesse. Per quel che riguarda l'acquifero sotterraneo nell'area in esame sono presenti una falda superficiale di tipo freatico di scarsa entità localizzata entro i primi metri al di sotto del piano di campagna all'interno dei depositi eolici, sabbiosi e arenacei e nei depositi alluvionali antichi e recenti con scarse capacità di immagazzinamento; falde profonde sono localizzate all'interno del complesso sistema di fratture che caratterizza i prodotti vulcanici cenozoici. Per quanto riguarda l'andamento della falda questa decresce a partire da nord-est verso sud-ovest, dal settore collinare vulcanico verso il settore della piana di Portovesme.

I rilievi effettuati hanno evidenziato come le opere in progetto, compresa la linea dell'elettrodotta e le opere di sostegno dei moduli fotovoltaici non andranno ad interferire con la falda superficiale (comunque di modesta entità e limitata all'interno delle fratture beanti delle litologie ignimbriche o all'interno delle sabbie eoliche) né con l'acquifero profondo localizzato tra i 6 e i 10 metri dal piano di campagna quota molto al di sotto di quella prevista per le opere di fondazione delle strutture in progetto.

Sulla base di quanto esposto, vista la tipologia delle opere da realizzare, viste le caratteristiche morfologiche, geologiche, idrogeologiche e geotecniche dell'area, non sono state riscontrate con questo studio preliminare problematiche particolari quali situazioni di pericolosità, vulnerabilità e di rischio per l'opera e per l'ambiente circostante, tali da sconsigliarne la realizzazione. Pertanto gli studi e le analisi effettuate indicano che il sito è idoneo alla realizzazione dell'intervento previsto a patto che si adottino gli accorgimenti tecnici esposti nelle sezioni precedenti.

















Per quanto riguarda la valutazione dei parametri geotecnici dei terreni d'imposta delle opere si rimanda alla fase di progettazione esecutiva nella quale ogni valutazione in merito dovrà essere supportata da dati che dovranno scaturire da adeguata campagna d'indagini e prove geotecniche (in situ e di laboratorio) in osservanza del D.M. 11.03.1988 Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce e del DECRETO 17 gennaio 2018 (NTC2018).

TAVOLE

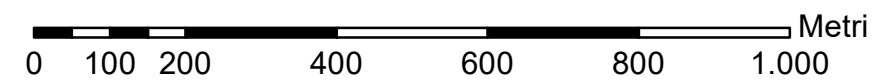


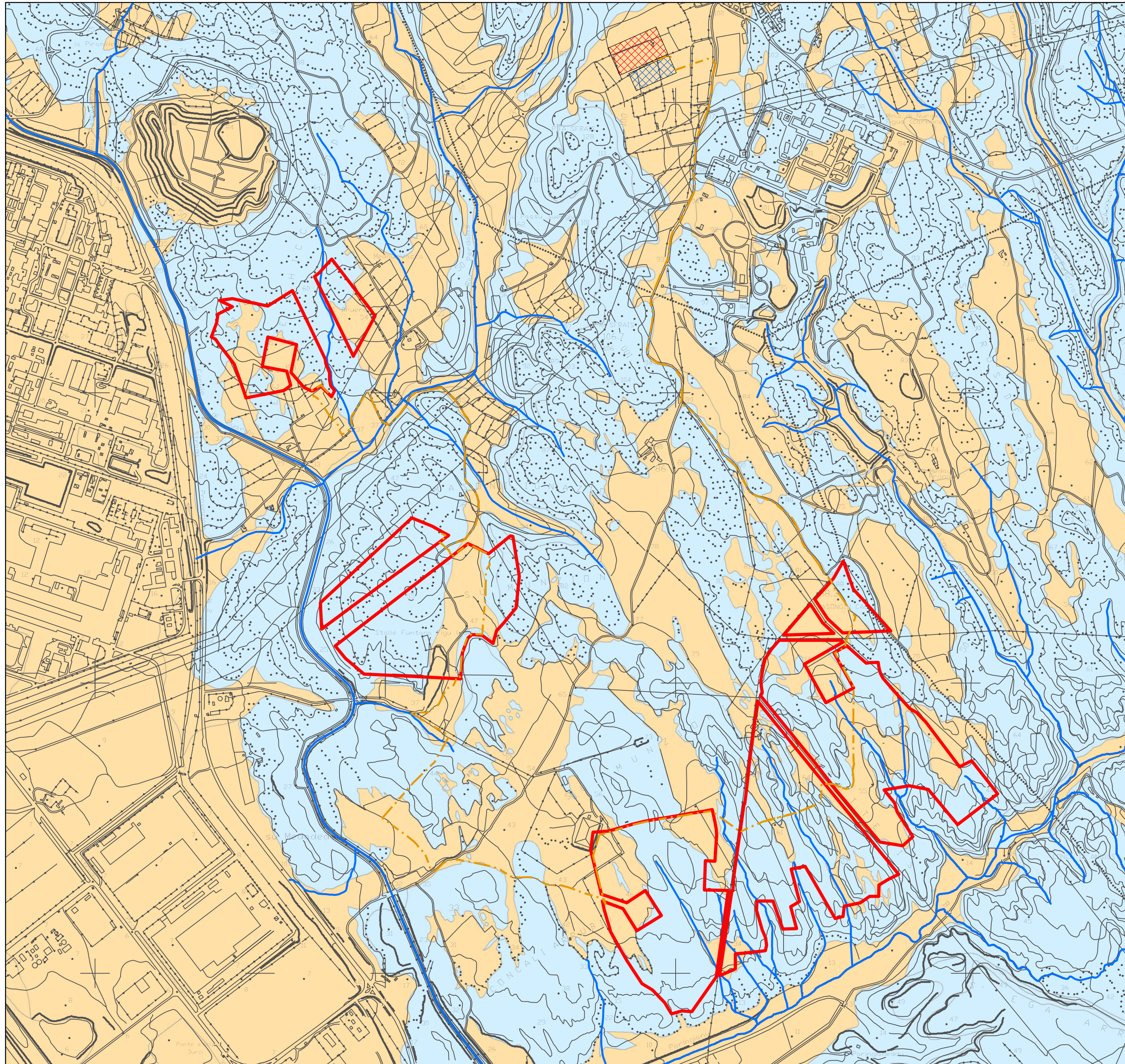
Carta geologica

Legenda

-  Perimetro area occupata dall'impianto
-  Stazione Elettrica utenza (SU)
-  Nuova stazione TERNA
-  Cavidotti MT cabine di impianto - SU
-  Corso d'acqua
-  Lago artificiale
-  Depositi antropici. Discariche Industriali e Minerarie (h1i). OLOCENE
-  Depositi alluvionali (b). OLOCENE
-  Coltri eluvio-colluviali (b2). OLOCENE
-  Depositi alluvionali terrazzati (bna). OLOCENE
-  Litofacies nel Subsistema di Portovesme (SINTEMA DI PORTOVESME). Sabbie e arenarie eoliche con subordinati detriti e depositi alluvionali (PVM2). PLEISTOCENE SUP.
-  RIOLITI DI PARINGIANU (PRU). Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica.
-  RIOLITI IPERACALINE DI MONTE ULMUS (ULM). Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, a chimismo riolitico.
-  RIOLITI DI NURAXI (NUR). Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica a chimismo riolitico.
-  RIOLITI DI MONTE CROBU (CBU). Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica a chimismo riolitico.
-  Faglia


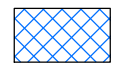





Scala 1:10.000



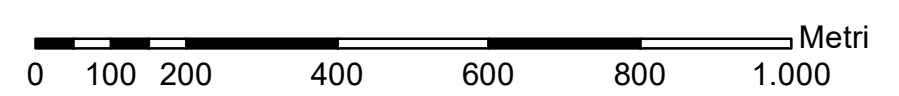


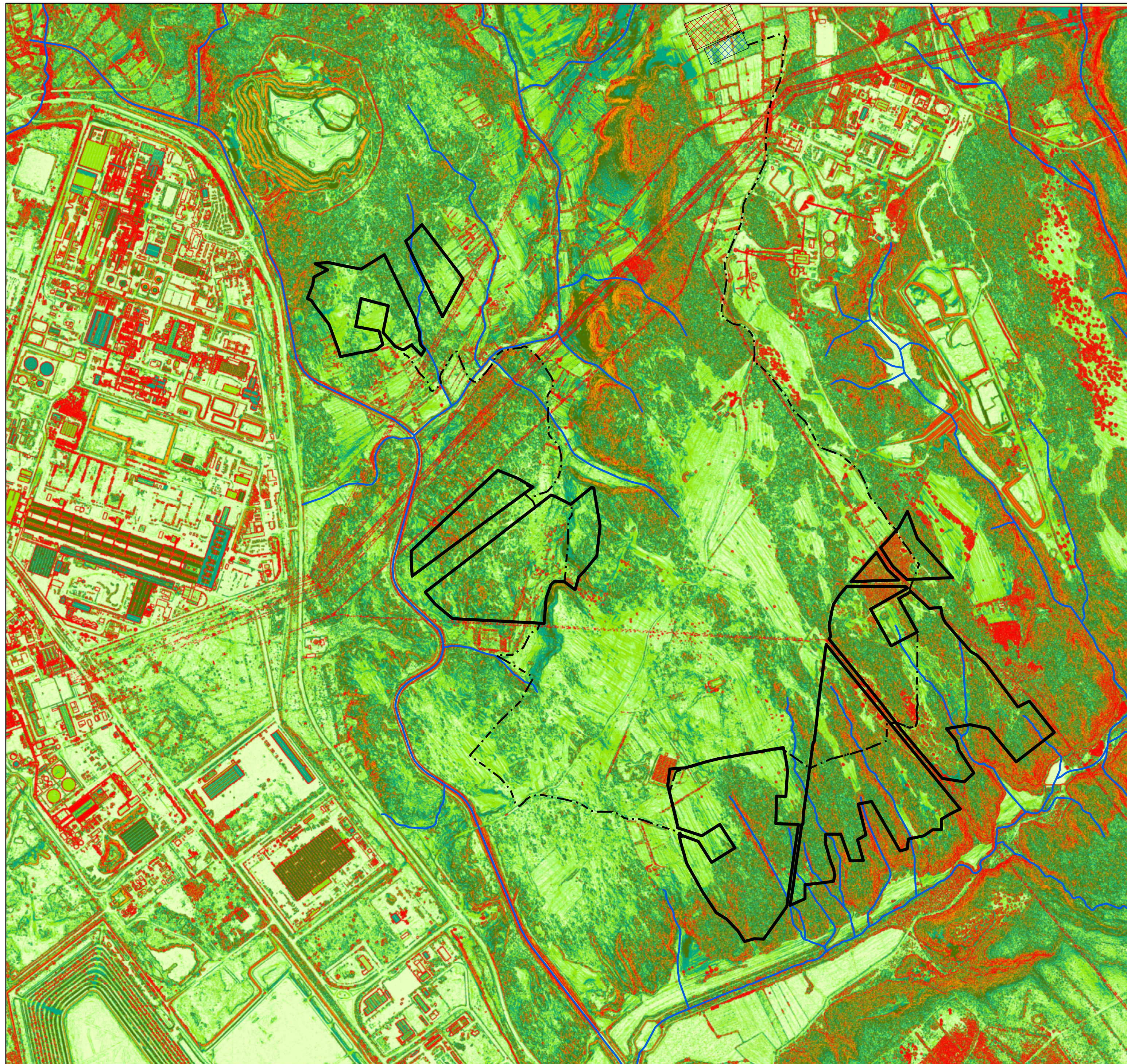
Carta idrogeologica

Legenda






-  Perimetro area occupata dall'impianto
-  Stazione Elettrica utenza (SU)
-  Nuova stazione TERNA
-  Cavidotti MT cabine di impianto - SU
-  Permeabilità medio - alta per porosità
-  Permeabilità medio - bassa per fessurazione
-  Corso d'acqua

Scala 1:10.000













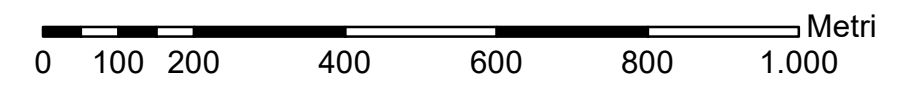
Carta acclività
Legenda

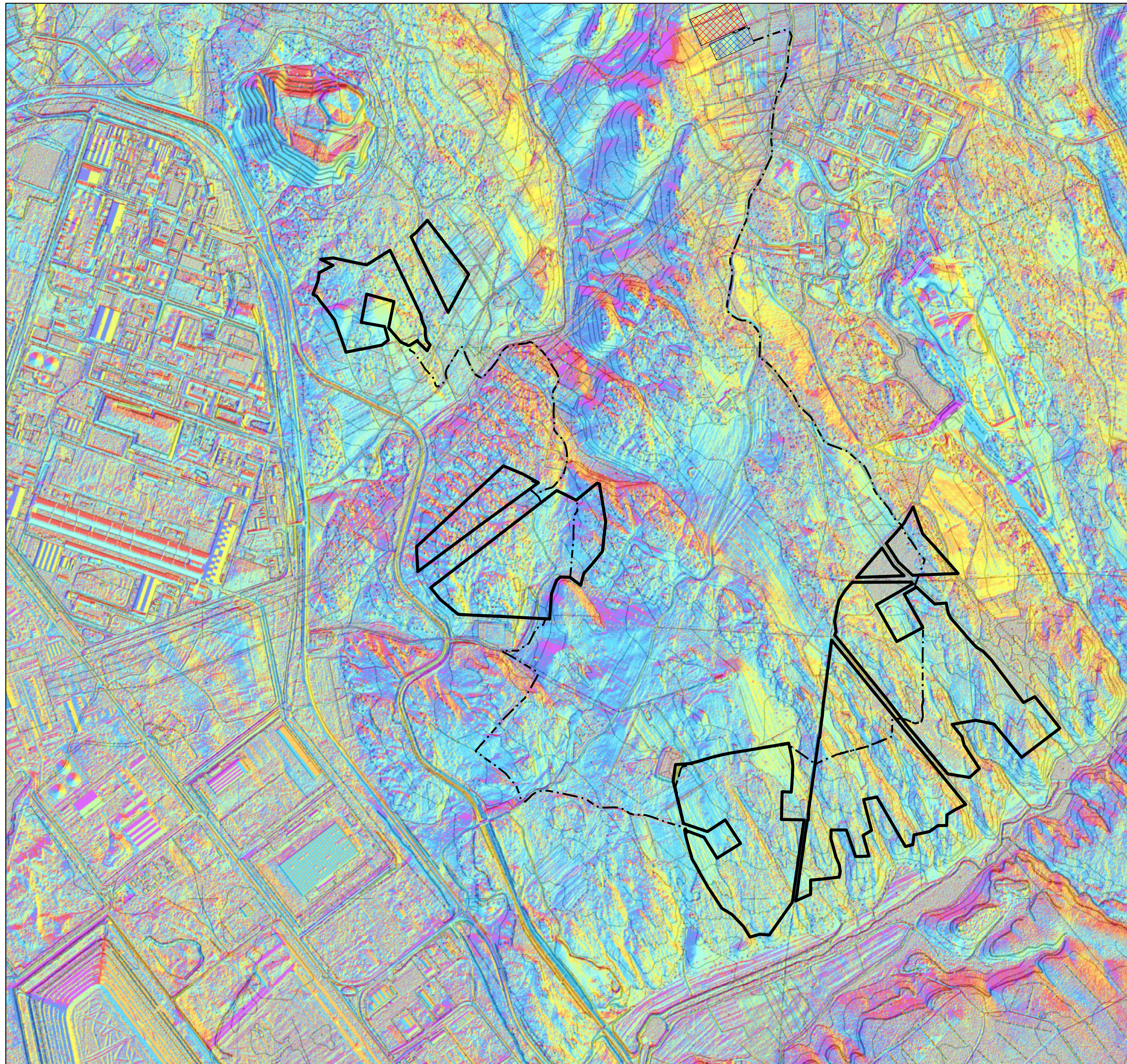
-  Perimetro area occupata dall'impianto
-  Stazione Elettrica utenza (SU)
-  Nuova stazione TERNA
-  Cavidotti MT cabine di impianto - SU
-  Corso d'acqua

Valori pendenza %

-  0 - 2,5
-  2,50000001 - 5
-  5,00000001 - 10
-  10,00000001 - 20
-  20,00000001 - 40
-  40,00000001 - 60
-  60,00000001 - 80
-  >80


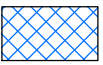

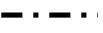
Scala 1:10.000






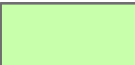
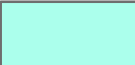
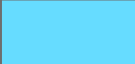




Carta esposizione

Legenda

-  Perimetro area occupata dall'impianto
-  Stazione Elettrica utenza (SU)
-  Nuova stazione TERNA
-  Cavidotti MT cabine di impianto - SU

Valori esposizione - gradi

-  N (337,5000001 - 22,5)
-  NE (22,50000001 - 67,5)
-  E (67,50000001 - 112,5)
-  SE (112,50000001 - 157,5)
-  S (157,50000001 - 202,5)
-  SW (202,50000001 - 247,5)
-  W (247,50000001 - 292,6)
-  NW (292,60000001 - 337,5)

Scala 1:10.000

