



# IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE EOLICA DENOMINATO "TRUNCU REALE" DA REALIZZARSI IN LOCALITA' TRUNCU REALE (SS)

**OPERA DI PUBBLICA UTILITA'**  
**VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE ai sensi del D.Lgs 3 aprile 2006, n.152 ALL. II**

COMMITTENTE

# FIMENERGIA

INDIRIZZO

VIA L. BUZZI, 6, 15033 CASALE MONFERRATO (AL)  
T. +390292875126 (ufficio operativo)

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

RESPONSABILE DEL PROGETTO

## FAVERO ENGINEERING

VIA GIOVANNI BATTISTA PIRELLI, 27  
20124 MILANO (MI)  
+390292875126

Ing. FRANCESCO FAVERO  
Ing. ALESSANDRO LUNARDI  
Ing. STEFANO PAVESI  
Ing. SIMONE SCORRANO  
Ing. GIOVANNI LANIA  
Paes. RICCARDO GORETTI  
Paes. RICCARDO BIGLIARDI  
Dott. ANGELO GIGLIOTTI

CONSULENZA TECNICO-AMBIENTALE



PIAZZA DELL'ANNUNZIATA 7  
09123 CAGLIARI (CA)  
+39 347 596 5654 - energhabia@pec.it

Ing. BRUNO MANCA  
Ing. ALESSANDRA SCALAS  
Ing. ILARIA GIOVAGNORIO  
Ing. SILVIA EXANA  
Dott. GIOVANNI LOVIGU  
Dott. GIULIO CASU  
Dott. GIORGIO LAI  
FEDERICA ZACCHEDDU

CONSULENTI

**ACUSTICA:** Ing. CARLO FODDIS - Ing. IVANO DISTINTO  
Viale Europa 54, 09045, Quartu San'Elena (CA) - + 39 070 2348760 - cf@fadssystem.net  
**AGRO - PEDOLOGIA:** Dott. Nat. NICOLA MANIS  
Via Picasso 26, 09036, Guspini (SU) - +39 347805917 - nicolamanis@pecagrotecnici.it  
**ARCHEOLOGIA:** Archeologo dott. FABRIZIO DELUSSU  
Via Depretis 7, 08022, Dorgali (NU) - + 39 3475012131 - archeologofabriziodelussu@gmail.com  
**CHIROTTEROFAUNA:** Dott. Nat. Ermanno Pidinchedda  
Via G. Leopardi 1, 07100, Sassari (SS) - + 39 328 1612483 - ermannonpidinchedda@gmail.com  
**FAUNISTICA:** Dott. Nat. MAURIZIO MEDDA  
Via Lunigiana 17, 09122, Cagliari (CA) - +39 393 8236806 - meddamaurizio@libero.it  
**FLORISTICA:** Dott. Agr. Nat. FABIO SCHIRRU  
Via Solomardi 34, 09040, San Basilio (SU) - +39 347 4998552 - fabio.schirru@pecagrotecnici.it  
**GEOLOGIA, GEOTECNICA E IDRAULICA:** Dott. Geol. COSIMA ATZORI  
Via Bologna, 30 09033 Declomannu (CA) - +39 070 7346008 - cosima.atzori@galaconsulting.eu

REV.	DATA	DESCRIZIONE	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO
00	GIUGNO 2023	PRIMA EMISSIONE	-	-	Ing. F. Favero
01					
02					
03					
04					

ELABORATO

TITOLO

## RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA

DETTAGLI DEL DISEGNO

SCALA GENERALE

SCALA PARTICOLARE

ARCHIVIO

FILE

DTG\_086

STILE DI STAMPA

FAVERO ENGINEERING.ctb

CODIFICA

FASE PROGETTUALE

# DEFINITIVO

CATEGORIA

# DTG

PROGRESSIVO

# 0 8 6 00

REVISIONE

## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3. STUDI E INDAGINI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO GENERALE.....</b>	<b>5</b>
<b>5. CARATTERISTICHE DI PROGETTO DELL'OPERA.....</b>	<b>11</b>
<b>6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....</b>	<b>13</b>
6.1. <i>Descrizione del contesto geologico dell'area vasta oggetto di intervento.....</i>	<i>13</i>
6.2. <i>Litologie del substrato.....</i>	<i>18</i>
6.3. <i>Depositi Quaternari dell'area continentale .....</i>	<i>19</i>
<b>7. ANALISI DELLE CONDIZIONI GEOSTRUTTURALI GENERALI .....</b>	<b>21</b>
<b>8. ANALISI QUALITATIVA DI STABILITA' DELL'AMMASSO ROCCIOSO.....</b>	<b>21</b>
<b>9. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....</b>	<b>23</b>
9.1. <i>8.1 Lineamenti geomorfologici generali .....</i>	<i>24</i>
9.2. <i>Definizione dell'area geomorfologicamente significativa .....</i>	<i>25</i>
<b>10. INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>26</b>
10.1. <i>Schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea.....</i>	<i>26</i>
10.2. <i>9.2 Caratteristiche e dinamiche delle acque sotterranee.....</i>	<i>28</i>
10.3. <i>Analisi della Vulnerabilità degli acquiferi .....</i>	<i>33</i>
<b>11. INQUADRAMENTO CLIMATICO .....</b>	<b>34</b>
11.1. <i>Precipitazioni.....</i>	<i>35</i>
11.2. <i>Temperature .....</i>	<i>36</i>
11.3. <i>Stima dell'Evapotraspirazione .....</i>	<i>37</i>
<b>12. INQUADRAMENTO PEDOLOGICO E USO DEL SUOLO .....</b>	<b>41</b>
<b>13. ANALISI DEI VINCOLI GRAVANTI SUI TERRENI .....</b>	<b>44</b>
13.1. <i>Piano Stralcio D'assetto Idrogeologico Della Sardegna (P.A.I.).....</i>	<i>44</i>
13.2. <i>Inventario dei Fenomeni Franosi – Progetto I.F.F.I.....</i>	<i>47</i>
13.3. <i>Piano Stralcio Delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.).....</i>	<i>47</i>
13.4. <i>Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA).....</i>	<i>48</i>
13.5. <i>Art.30 Ter NTA PAI .....</i>	<i>51</i>
<b>14. MODELLAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA DI SITO .....</b>	<b>51</b>
14.1. <i>Viabilità di impianto e Sottostazione.....</i>	<i>55</i>
<b>15. COMPATIBILITÀ IDRAULICA E GEOLOGICA-GEOTECNICA.....</b>	<b>56</b>
<b>16. CONCLUSIONI .....</b>	<b>63</b>



## Indice delle figure

Figura 1 Ubicazione dell'area di studio.....	6
Figura 2 Panoramica nei pressi della WTG 02 .....	6
Figura 3 Ubicazione dell'area di studio.....	7
Figura 4 Inquadramento CTR dell'area di studio (area di impianto) .....	8
Figura 5 Inquadramento CTR dell'area di studio (cavidotto e sottostazione) .....	9
Figura 6 Inquadramento IGM dell'area di studio .....	10
Figura 7 Dimensioni dell'aerogeneratore .....	12
Figura 8 Sezione tipologica della fondazione .....	13
Figura 9 Schema tettonico-strutturale della Sardegna.....	14
Figura 10 Schema Tettonico dell'area vasta di studio (tratto da Hydrogeology of the Nurra Region, Sardinia (Italy): Basement-cover influences on groundwater occurrence and hydrogeochemistry, Ghiglieri et al 2006; 2009a) – in rosso l'area di interessa al progetto .....	16
Figura 11 Sezione geologica rappresentativa dell'area vasta (tratto da Hydrogeology of the Nurra Region, Sardinia (Italy): Basement-cover influences on groundwater occurrence and hydrogeochemistry, Ghiglieri et al 2006; 2009a) – in rosso l'area di interessa al progetto .....	17
Figura 12 Coltri eluvio-colluviali .....	19
Figura 13 Stralcio della Carta Geologica dell'area di interesse.....	20
Figura 14 tipologie di scivolamento di blocchi rocciosi lungo piani di fratturazione.....	22
Figura 15 Paesaggio dell'area di studio (a sud della SS 131) .....	23
Figura 16 Paesaggio dell'area di studio (a nord della SS 131) .....	24
Figura 17 Morfologia del paesaggio; valli aperte. ....	25
Figura 18 Suddivisione dei bacini idrografici sardi .....	26
Figura 19 Reticolo idrografico dell'area di progetto.....	27
Figura 20 Schema esemplificativo, non in scala, dei processi di infiltrazione e deflusso sotterraneo.....	29
Figura 21 Sistemi idrogeologici dell'area occidentale del foglio 459 "Sassari".....	30
Figura 22 Monografie dei pozzi censiti nell'Archivio Nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984).....	31
Figura 23 Stralcio della Carta della Permeabilità dei substrati e dei Suoli (Fonte RAS).....	32
Figura 24 Temperature mensili (in °C, nell'asse delle ordinate) registrata nella stazione di Sassari per gli anni 2012-2018, e nella stazione di Fertilia per il periodo 1995-2011. ....	37
Figura 25 Evapotraspirazione (espressa in mm) per la zona di Truncu Reale .....	37

Figura 26 Ventosità media per inverno (a), primavera (b), estate (c), e autunno (d) durante il periodo 1971-2000 registrate nella stazione meteorologica di Fertilia. ....	38
Figura 27 Umidità relativa per la stazione di Fertilia, per il periodo 1971-2000 .....	39
Figura 28 Diagramma ombrotermico (Walter e Lieth) .....	39
Figura 29 Climogramma relativo all'area di interesse .....	40
Figura 30 Carta dei Suoli, Fonte RAS.....	42
Figura 31 Carta dell'Uso del Suolo, Fonte RAS .....	43
Figura 32 PAI: Pericolosità da frana Hg .....	45
Figura 33 PAI: Pericolosità idraulica Hi .....	46
Figura 34 Archivio IFFI (Fonte ISPRA) in rosso l'area di intervento .....	47
Figura 35 Carta delle perimetrazioni PSFF.....	49
Figura 36 Carta delle perimetrazioni PGRA .....	50
Figura 37 Modello Geologico del sito .....	53
Figura 38 Sottobacini idrografici per l'area di Truncu Reale e loro caratteristiche geometriche e pedologiche .....	56
Figura 39 PAI Pericolosità idraulica Hi .....	57
Figura 40 Alcuni tipici di sezioni cavidotto .....	60
Figura 41 Posizione n.4 punti di attraversamento tramite TOC .....	61

0380



## 1. PREMESSA

La presente relazione è parte integrante del procedimento di Valutazione d'Impatto Ambientale ai sensi del Decreto Legislativo numero 152 del 2006, e di Autorizzazione Unica Regionale ai sensi dell'articolo 12 del Decreto Legislativo numero 387 del 2003 e del D. G. R. 3/15 del 23 Gennaio 2018.

Nell'ambito della redazione del Progetto Definitivo che prevede la realizzazione di un impianto eolico per la produzione di energia elettrica, denominato "TRUNCU REALE" e dislocato nel territorio comunale di Sassari nella Provincia di Sassari (SS), è stata redatta la presente **Relazione di Compatibilità Idrogeologica**, in supporto al progetto, con l'obiettivo di valutare la compatibilità idraulica e geologico-geotecnica dell'intervento e, in relazione a quanto prescritto dalla normativa vigente in materia di rischio idrogeologico e delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano d'Assetto Idrogeologico della Regione Sardegna (PAI) agg. 2022.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

- D.M LL.PP. 11.03.1988 "Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii attuali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione in applicazione della Legge 02.02.1974 n°64.
- Circ. Min. LL.PP. n° 30483 del 24.09.1988 – Istruzioni per l'applicazione del D.M. LL.PP.11.03.1988.
- Raccomandazioni, programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche, 1975 – Associazione Geotecnica Italiana.
- D.M. Infrastrutture 17.01.2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni. (6.2.1 – Caratterizzazione e modellazione geologica del sito, 6.4.2 Fondazioni superficiali)
- Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti 21.01.2019 n°7 – Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17.01.2018.
- D.L. 3 aprile 2006, n. 152 e successive modificazioni - "Norme in materia ambientale".
  - Norme di attuazione del PAI aggiornate al 2022 con la Deliberazione n. 12 del 21/12/2021, pubblicata sul BURAS n. 72 del 30/12/2021 e successivamente approvate con la Deliberazione di Giunta Regionale n. 15 del 22/11/2023

### 3. STUDI E INDAGINI DI RIFERIMENTO

Le informazioni topografiche e geologiche dell'area oggetto della presente sono state ricavate dalle pubblicazioni ufficiali e cartografia tematica esistente. Si elencano di seguito:

- Carta Topografica I.G.M. scala in 1:25000
- Carta Tecnica Regionale in scala 1:10000
- Carta Geologica dell'Italia in scala 1:100000
- Carta Geologica dell'Italia in scala 1:50.000 (CARG)
- Cartografia Geologica di base della R.A.S. in scala 1:25.000
- RAS - Carta dell'Uso del Suolo della Regione Sardegna, 2008
- I.S.P.R.A. - Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (legge 464/84)
- RAS – Studio dell'Idrologia Superficiale della Sardegna, annali idrologici 1922-2009
- RAS – Autorità di Bacino - Piano Stralcio d'Assetto Idrogeologico
- RAS – Autorità di Bacino - Piano di Tutela delle Acque
- RAS – Autorità di Bacino - Piano Stralcio delle Fasce Fluviali
- Foto aeree, Regione Sardegna

I dati a disposizione sono stati integrati con le informazioni derivanti dai sopralluoghi effettuati dalla scrivente in sito e dagli esiti della campagna di indagini geognostiche eseguita per la realizzazione di un aerogeneratore nella zona di interesse, le cui indagini in sito sono state realizzate in data 06-07 e 10 Maggio 2021 dalla Ditta Dr. Antonello Angius con sede in Cagliari (CA) e in data 20 Aprile 2021 dalla ditta GEOSERVICE con sede in Villa San Pietro (CA). Le analisi di tipo geotecnico sono state effettuate presso il Laboratorio Geotecnico Certificato GEOSYSTEM con sede in Quartu Sant'Elena (CA).

Le operazioni si sono svolte sotto la Direzione Lavori della scrivente.

### 4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO GENERALE

Truncu Reale è una frazione del comune di Sassari, nella Sardegna nord occidentale, ad una altitudine di 82 m s.l.m. Qui si trova la nuova zona industriale del comune di Sassari, in aggiunta a quella storica di Predda Niedda.

L'inquadramento cartografico di riferimento è il seguente:

- Cartografia ufficiale dell'Istituto Geografico Militare I.G.M. Serie 25 foglio 459 IV "La Crucca"

- Carta Tecnica Regionale della Sardegna – scala 1:10.000 – sezz. 459010 "Campanedda", "459020 "Ottava", 459050 "Monte Nurra", 459060 "La Landrigga".

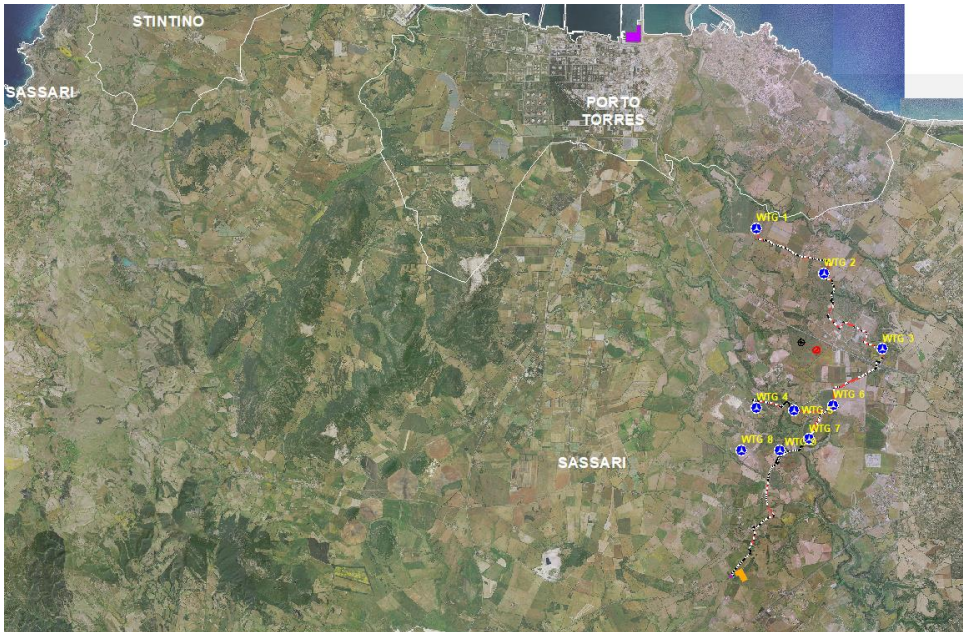


Figura 1 Ubicazione dell'area di studio



Figura 2 Panoramica nei pressi della WTG 02



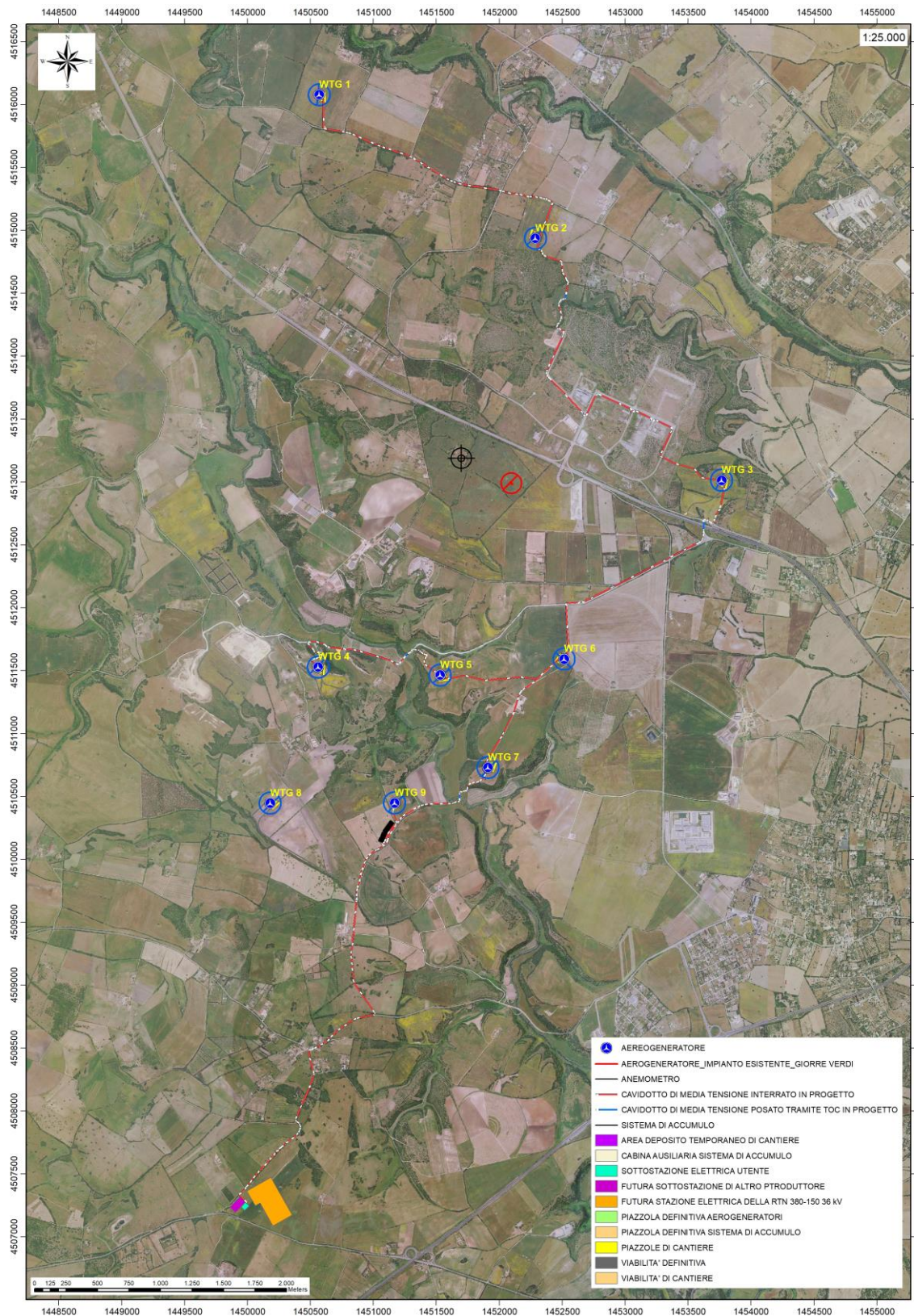


Figura 3 Ubicazione dell'area di studio



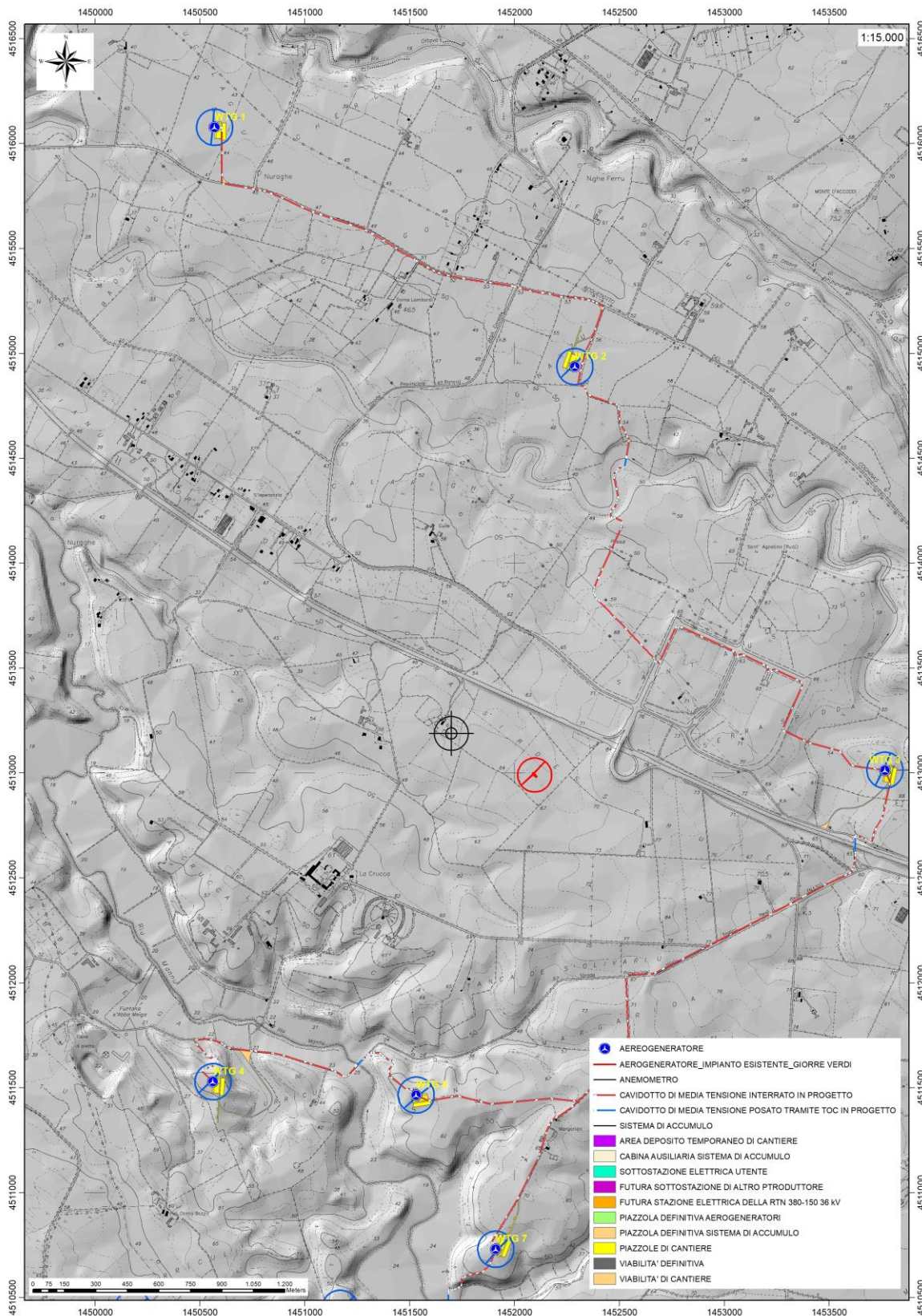


Figura 4 Inquadramento CTR dell'area di studio (area di impianto)



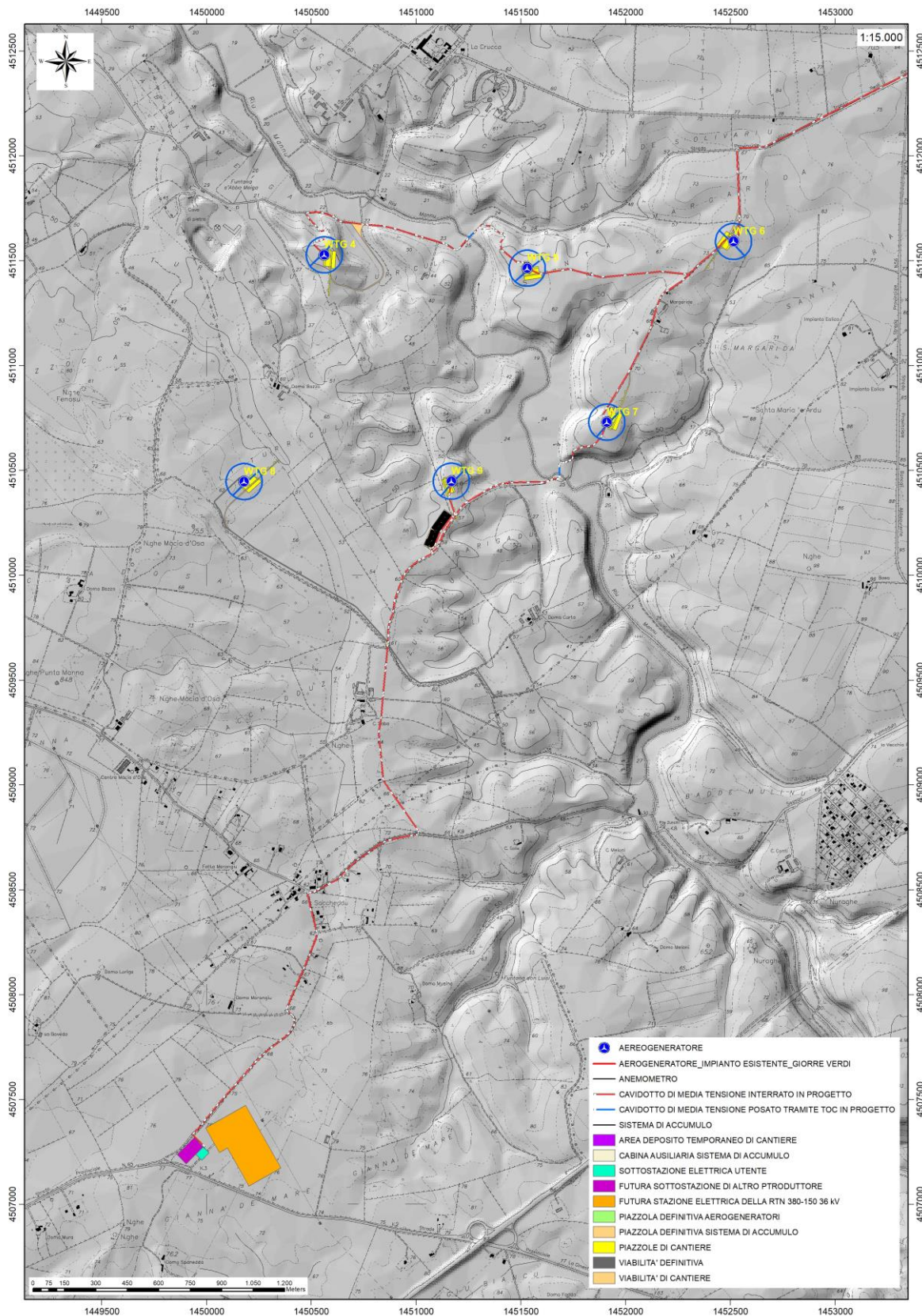


Figura 5 Inquadramento CTR dell'area di studio (cavidotto e sottostazione)



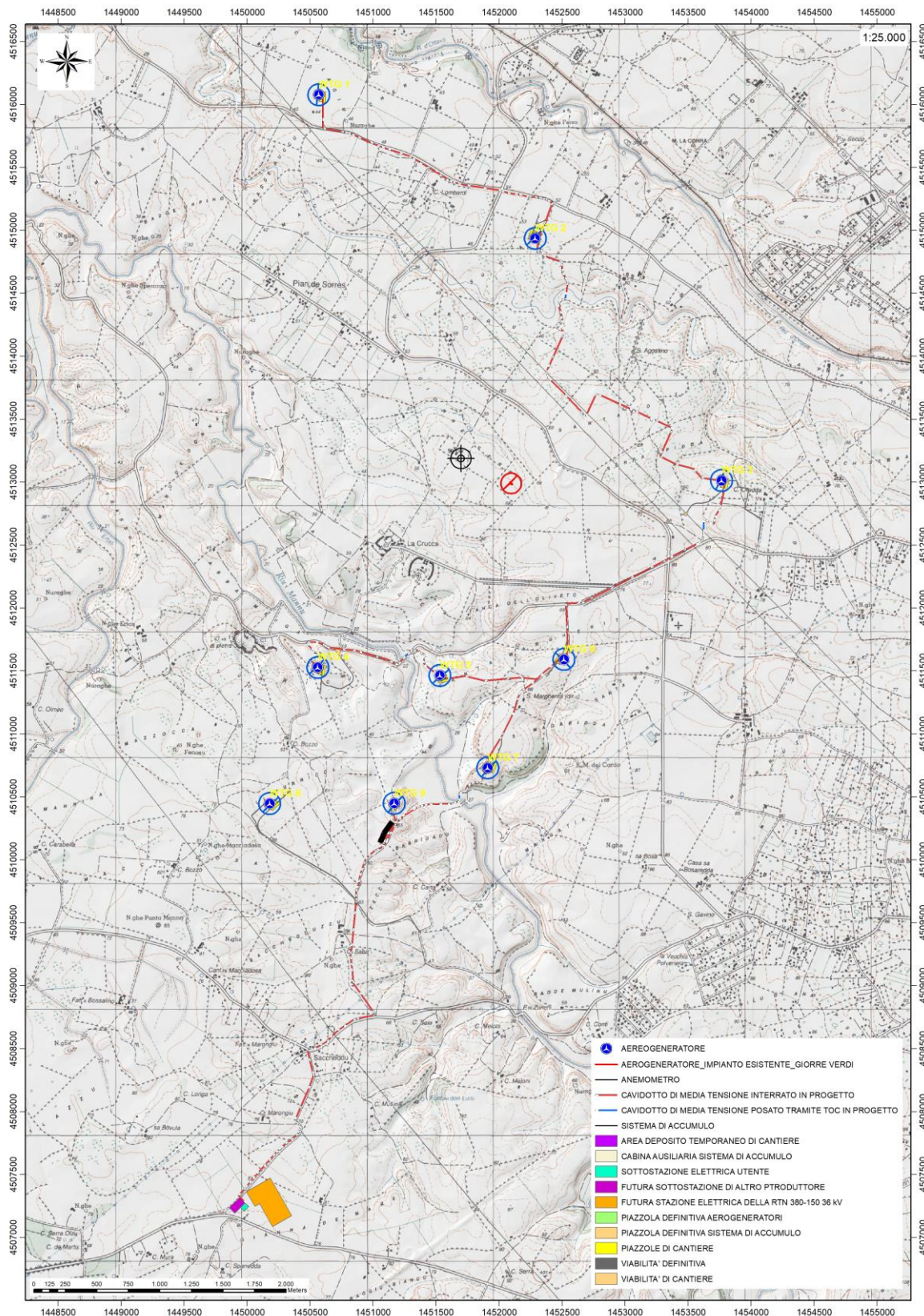


Figura 6 Inquadramento IGM dell'area di studio

**5. CARATTERISTICHE DI PROGETTO DELL'OPERA**

L'impianto di potenza complessiva pari a 64 MW è costituito dai 9 aerogeneratori Vestas V172, di potenza nominale 7,2 MW (limitati in fase di esercizio a 7,1 MW), integrato con un sistema di accumulo elettrochimico a batterie, con capacità pari a 201 MWh e potenza nominale di 36 MW, da realizzarsi nel Comune di Sassari, nei terreni ad ovest della città, tra le frazioni di "Truncu Reale" e di "Saccheddu".

Per la connessione dell'impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), si fa riferimento al preventivo di connessione proposto da TERNA S.p.A., accettato dalla società FIMENERGIA S.r.l., con codice di rintracciabilità 202201984. Tale documento specifica che l'impianto sarà collegato in antenna a uno stallo a 150 kV della futura Stazione Elettrica della RTN 380/150/36 kV denominata "Olmedo", che il gestore prevede di costruire nel comune di Sassari, in prossimità della frazione "Saccheddu".

L'impianto può essere localizzato alle seguenti coordinate geografiche:

	COORDINATE GEOGRAFICHE MONTE MARIO - 1		COORDINATE GEOGRAFICHE WGS84 - UTM 32 N		QUOTA
	N-LAT	E-LONG	N-LAT	E-LONG	m s.l.m.
WTG 1	4516078.4038	1450569.7341	4516068.011	450545.097	44
WTG 2	4514937.6610	1452287.6667	4514927.300	452263.040	55
WTG 3	4513013.9148	1453766.2421	4513003.578	453741.583	68
WTG 4	4511529.1454	1450562.0796	4511518.806	450537.487	52
WTG 5	4511465.2821	1451530.7181	4511454.956	451506.061	59
WTG 6	4511535.1062	1452541.3865	4511527.023	452512.156	66.5
WTG 7	4510730.7971	1451910.5316	4510720.476	451885.864	64
WTG 8	4510447.6022	1450179.4580	4510437.325	450154.903	58
WTG 9	4510449.4921	1451168.1463	4510439.205	451143.531	57
SDA	4510222.7374	1451100.4907	4510207.580	451072.593	57
SSE	4507242.5456	1449981.9167	4507425.498	449836.804	77

La struttura tipo dell'aerogeneratore consiste in:

- Torre a struttura metallica tubolare di forma circolare, suddivisa in tronchi da assemblarsi in cantiere. La base della torre viene ancorata alla fondazione mediante una serie di barre pre-tese (anchor cages);

- Navicella, costituita da una struttura portante in acciaio e rivestita in lamiera metallica, vincolata alla testa della torre tramite un cuscinetto a strisciamento che le consente di ruotare sul suo asse di imbardata contenente l'albero lento, unito direttamente al mozzo, che trasmette la potenza captata dalle pale al generatore attraverso un moltiplicatore di giri;



- Un mozzo a cui sono collegate 3 pale, in materiale composito, formato da fibre di vetro e carbonio in matrice epossidica, costituite da due gusci collegati ad una trave portante e con inserti di acciaio che uniscono la pala al cuscinetto e quindi al mozzo. Di seguito si presentano le dimensioni e le caratteristiche tecniche dell'aerogeneratore tipo Vestas V172, che si intende utilizzare:

- P nominale aerogeneratore = 7,2 MW
- H al mozzo = 114 m
- D rotore = 172 m
- H totale (hub+raggio) = 200 m

La potenza sarà limitata in fase di esercizio a 7,1 MW, per una potenza totale dell'impianto di 64 MW.

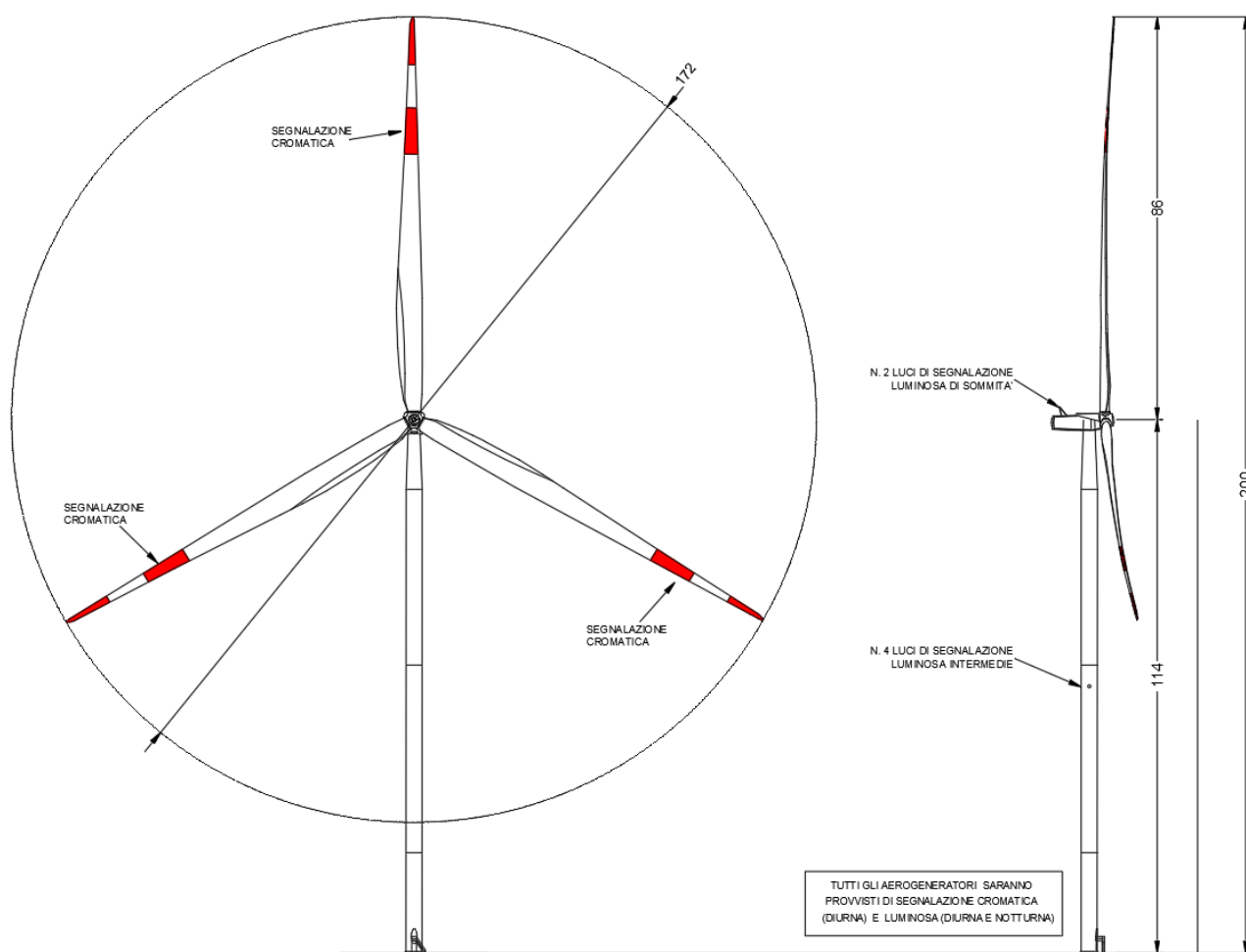


Figura 7 Dimensioni dell'aerogeneratore

La fondazione dell'aerogeneratore sarà di forma circolare con un diametro di circa 26,80 m e altezza di circa 2,7 m; sarà realizzata con calcestruzzo gettato in opera e con ferri di armatura disposti in direzione radiale e circonferenziale. La progettazione verrà eseguita in accordo alla Normativa vigente in Italia.

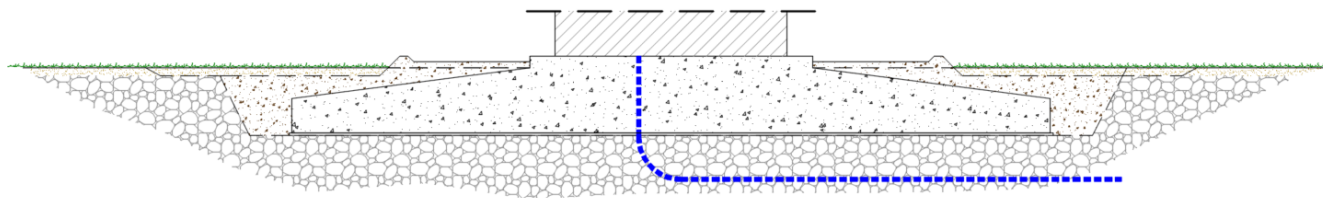


Figura 8 Sezione tipologica della fondazione

Per ulteriori specifiche si rimanda agli elaborati tecnici di progetto.

## 6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'obiettivo dell'analisi dell'assetto geologico è quella di caratterizzare geologicamente e geotecnicamente l'area ove verrà installato l'aerogeneratore e quella geomorfologicamente significativa, con particolare riferimento alle condizioni del substrato di fondazione, agli scavi ed ai riporti necessari per la realizzazione del sistema di fondazione e delle sue potenziali interazioni con le condizioni al contorno (dinamica geomorfologica, circolazione idrica superficiale e sotterranea, rapporti fra le componenti litologiche interessate) attraverso:

- Definizione dell'assetto geologico-strutturale e idrogeologico di area vasta e dell'area geomorfologicamente significativa;
- Definizione dell'assetto stratigrafico dell'area di sedime delle opere;
- Definizione del modello geologico di sito;

### 6.1. DESCRIZIONE DEL CONTESTO GEOLOGICO DELL'AREA VASTA OGGETTO DI INTERVENTO

A partire dal Paleozoico si sono susseguiti una serie di eventi geologici sviluppatasi nell'arco di circa mezzo miliardo di anni, che hanno reso la Sardegna una delle regioni geografiche più antiche del Mediterraneo centrale e, morfologicamente e cronologicamente eterogenea.

L'isola riflette pertanto una storia geologica molto articolata, che testimonia, in maniera più o meno completa, alcuni dei grandi eventi geodinamici degli ultimi 400 milioni di anni.

L'orogenesi Caledoniana, la più antica, le cui tracce si rinvengono principalmente nel nord della Gran Bretagna e nella Scandinavia occidentale, fu causata dalla progressiva chiusura dell'oceano Giapeto, a

seguito della collisione dei continenti Laurentia, Baltica e Avalonia, dando così origine al super continente Laurussia.

La successiva fase dell'orogenesi Ercinica (o Varisica) ha avuto corso a partire dal Carbonifero, circa 350 Ma fa e si è protratta fino al Permiano determinando un'estesa catena montuosa ubicata tra il Nord America e l'Europa.

Quest'orogenesi ha prodotto in Sardegna tre zone metamorfiche principali. Procedendo dal nucleo orogenetico verso l'avanfossa si trovano le zone dette: Assiale (Sardegna NE) – a Falde interne (Sardegna centrale) - a Falde esterne (Sardegna SW).

Successivamente, tra il Carbonifero Sup. e il Permiano Inf., avviene la messa in posto dei batoliti granitici tardo ercinici, questa ha prodotto metamorfismo termico e di alta pressione delle rocce esistenti.

L'area di studio ricade parzialmente nella zona a Falde Interne del basamento varisico sardo; ma comprende soprattutto rocce delle coperture mesozoiche, che in quest'area dell'Isola sono costituite da sedimenti alluvionali del Buntsandstein (Trias medio), su cui poggiano in trasgressione i sedimenti carbonatici di ambiente neritico (Muschelkalk) e poi quelli evaporitici (Keuper). Seguono le rocce della successione vulcano-sedimentaria Miocenica, e i depositi quaternari. Le Unità Tettoniche affioranti nel settore occidentale dell'area vasta sono costituite da originarie successioni sedimentarie e vulcaniche di età compresa tra il Cambriano e il Carbonifero inferiore, note come Unità di Canaglia, Li Trumbetti e Argentiera.

Il settore di interesse all'installazione delle nove torri eoliche si trova nella zona cosiddetta a Falde interne, caratterizzata da fenomeni di medio e basso metamorfismo, localizzata nell'area geografica della Nurra.

L'area vasta è costituita principalmente da unità di età paleozoica e mesozoica di origine sedimentaria, da rocce magmatiche a carattere effusivo, e da depositi recenti rappresentati dai prodotti di disfacimento della roccia madre e dei suoi derivati che vanno a colmare le vallecole e/o i piccoli impluvi presenti.

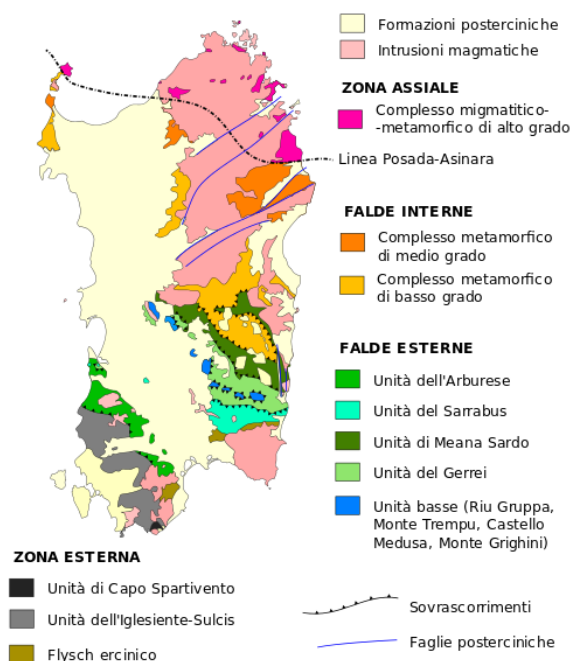


Figura 9 Schema tettonico-strutturale della Sardegna



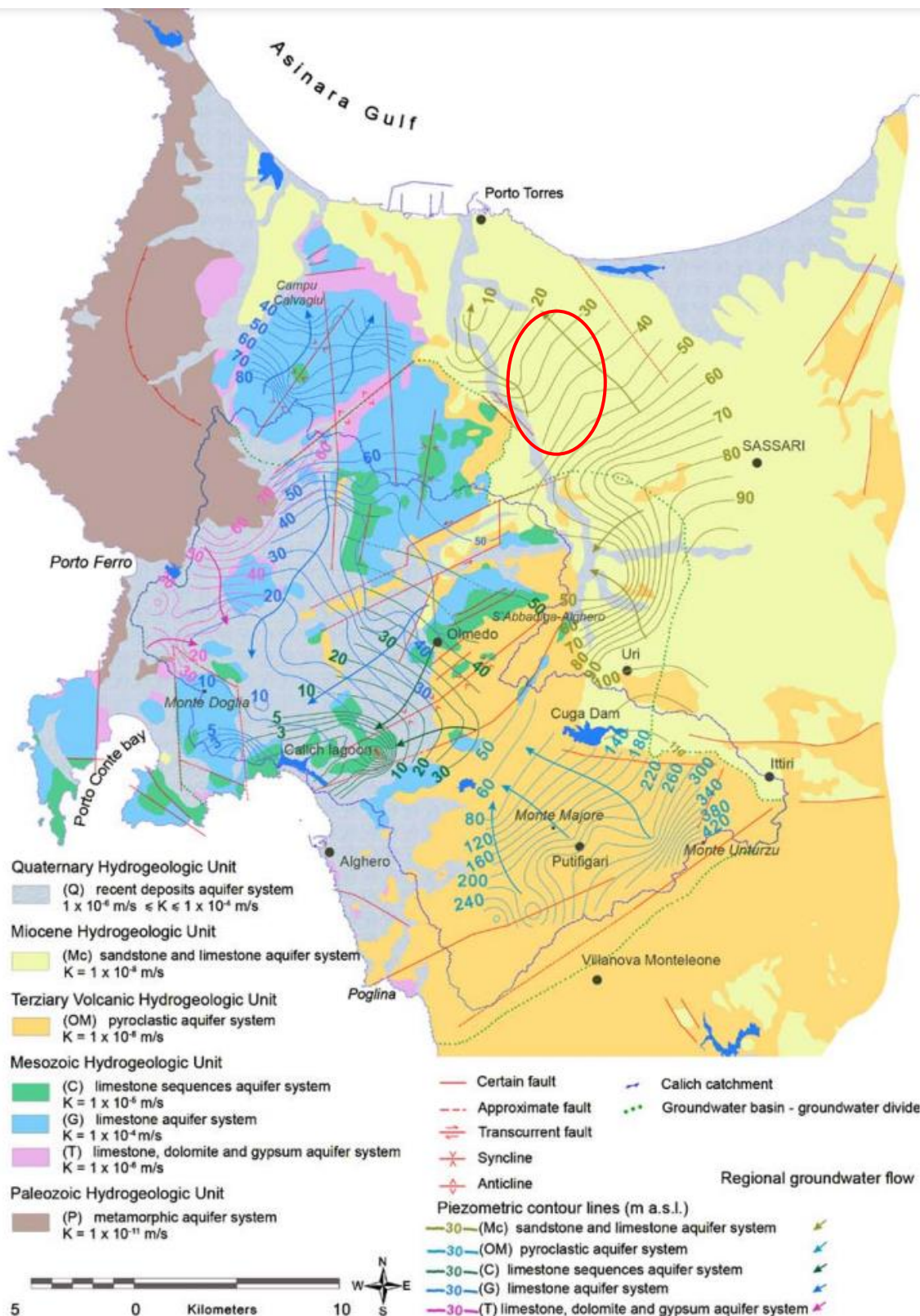


Figura 10 Schema Tettonico dell'area vasta di studio (tratto da Hydrogeology of the Nurra Region, Sardinia (Italy): Basement-cover influences on groundwater occurrence and hydrogeochemistry, Ghiglieri et al 2006; 2009a) – in rosso l'area di interessa al progetto



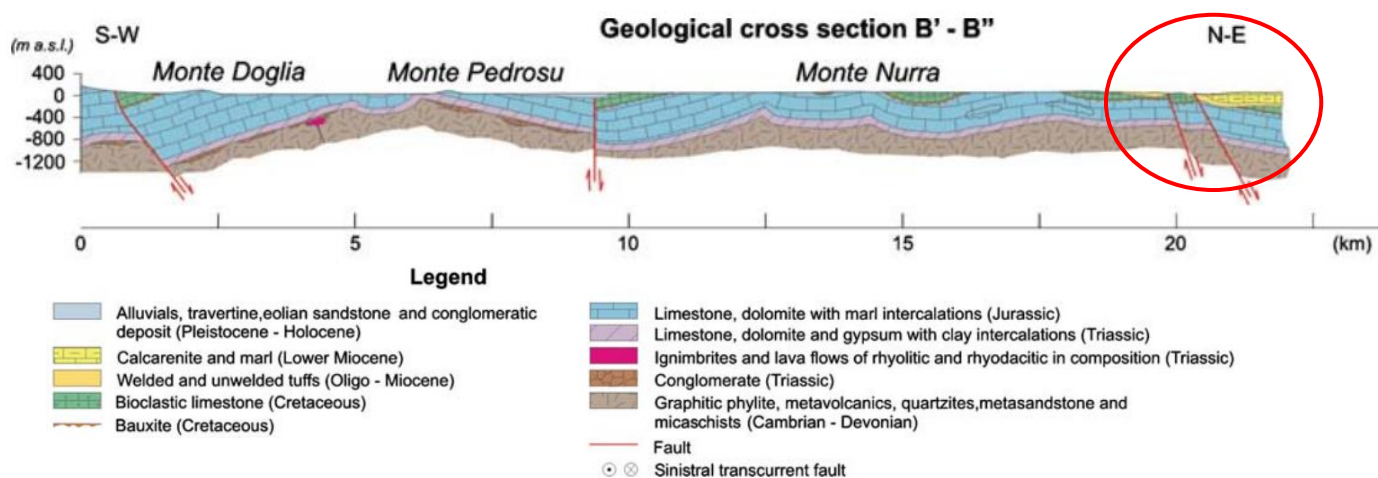


Figura 11 Sezione geologica rappresentativa dell'area vasta (tratto da Hydrogeology of the Nurra Region, Sardinia (Italy): Basement-cover influences on groundwater occurrence and hydrogeochemistry, Ghiglieri et al 2006; 2009a) – in rosso l'area di interesse al progetto

Per quanto riguarda l'assetto strutturale dell'area vasta quest'ultima riflette essenzialmente eventi deformativi di età cenozoica ed in minor misura mesozoica. La tettonica varisica, che è polifasica ed è responsabile della strutturazione del basamento, ha rilevanza solo nel settore della Nurra occidentale.

La Nurra è costituita da un alto strutturale immergente verso est, che si è sviluppato nel Terziario, che confina ad E coi depositi del Miocene inferiore del semi-graben del bacino di Porto Torres.

Nella sua parte occidentale della Nurra affiora il basamento paleozoico in diverse unità strutturali impilate tettonicamente per via di alcuni sovrascorrimenti ercinici orientati circa NW-SE e E-W, che dalla più profonda alla più superficiale si distinguono in Unità di Argentiera, Li Trumbetti e Canaglia. In quest'area, il basamento paleozoico è coperto in maniera discontinua dalla successione vulcano-sedimentaria del Permiano.

Le rocce mesozoiche della Nurra poggiano generalmente sui depositi continentali permo-triassici o direttamente sul basamento, e sono rappresentate da depositi di piattaforma carbonatica sottoposta ad oscillazioni eustatiche e a fasi tettoniche distensive, che hanno favorito l'ingresso dei mari epicontinentali alternati a fasi subaeree. Il controllo tettonico, attivo in vari intervalli cronostratigrafici, insieme al controllo eustatico, ha condizionato l'evoluzione sedimentaria della piattaforma. Infatti, la successione mesozoica presenta un tipico aspetto a "duomi e bacini" dovuto alla sovrapposizione di due sistemi di pieghe che hanno interessato la piattaforma carbonatica mesozoica prima durante il Cretaceo medio (pieghe e sovrascorrimenti orientati NW-SE), e poi nel Cretaceo superiore (piegamenti orientati NE-SW).

La successione mesozoica è rappresentata da una sequenza di calcari, dolomiti e marne e depositi evaporitici il cui spessore può superare i 700 m.

In particolare, nell'area vasta affiorano le seguenti litologie, di seguito riportate con la nomenclatura adottata dalla RAS nella stesura della cartografia geologica in scala 1:25000.

## 6.2. LITOLOGIE DEL SUBSTRATO

L'area di studio è interessata dalla successione sedimentaria miocenica, questa è caratterizzata dalla presenza di sequenze deposizionali delimitate da discordanze: la prima sequenza è costituita da depositi continentali fluviali e di piana alluvionale, deltizi marini e di piattaforma, mentre la seconda sequenza è costituita da depositi fluvio-marini e carbonatici di piattaforma.

**RESa** – Litofacies nella Formazione di Mores: Calcareniti e calciruditi algali sovente clinostratificati, con echinidi e bivalvi, subordinati calcari biohermali a coralli, spessore variabile fino a 40-50m. (BURDIGALIANO SUP.).

**RESb** – Litofacies nella Formazione di Mores: Conglomerati ad elementi arrotondati di quarzo, vulcaniti terziarie e rocce del basamento paleozoico, e da arenarie a cemento carbonatico, fossiliferi e bioturbati. Intercalazioni di depositi sabbioso-arenacei quarzoso-feldspatici a grana medio-grossa, localmente ricchi in ossidi di ferro (Ardara-Mores). Per via della fauna ad echinodermi, e per via della posizione stratigrafica, tali depositi sono riferiti al Miocene inferiore (BURDIGALIANO SUP.).

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

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

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

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

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

**MUC** - Formazione di Monte Uccari (cfr. Formazione Punta Cristallo IST). E' costituita da calcari micritici e bioclastici grigio biancastri ben stratificati; dolomie grigiastre e lenti di calcare oolitico con ciottoli a carofite. La successione, di potenza di un centinaio di metri, viene riferita al Giurassico superiore (MALM) per via della ricca associazione di alghe dasycladacee. GIURASSICO SUPERIORE (MALM).

### 6.3. DEPOSITI QUATERNARI DELL'AREA CONTINENTALE

I depositi quaternari cartografati nell'area di studio sono generalmente poco rilevanti; sono rappresentati principalmente da depositi di versante, coltri eluvio-colluviali e depositi alluvionali. Vengono descritti dal più antico al più recente.

**(b2)** Coltri eluvio-colluviali: Si tratta di materiali derivati dal disfacimento in situ delle rocce in seguito mobilizzate da processi di versante, costituiti da depositi con percentuali variabili di sedimenti fini (sabbia e silt) più o meno pedogenizzati e arricchiti in frazione organica, con clasti eterometrici di varia litologia. Lo spessore di questi depositi solitamente è abbastanza esiguo (nell'ordine massimo di qualche metro in prossimità dei compluvi). OLOCENE

**(ba)** Depositi alluvionali. Ghiaie da grossolane a medie. OLOCENE

**(bb)** Depositi alluvionali: si tratta di sedimenti fini, costituiti da sabbie con rare ghiaie. OLOCENE

**(b)** Depositi alluvionali: si tratta di depositi di spessore modesto (compreso tra qualche metro e 15m lungo il Riu Mannu), costituiti da materiale sabbiosi, limosi o ghiaiosi depositati lungo i corsi d'acqua. OLOCENE



Figura 12 Coltri eluvio-colluviali



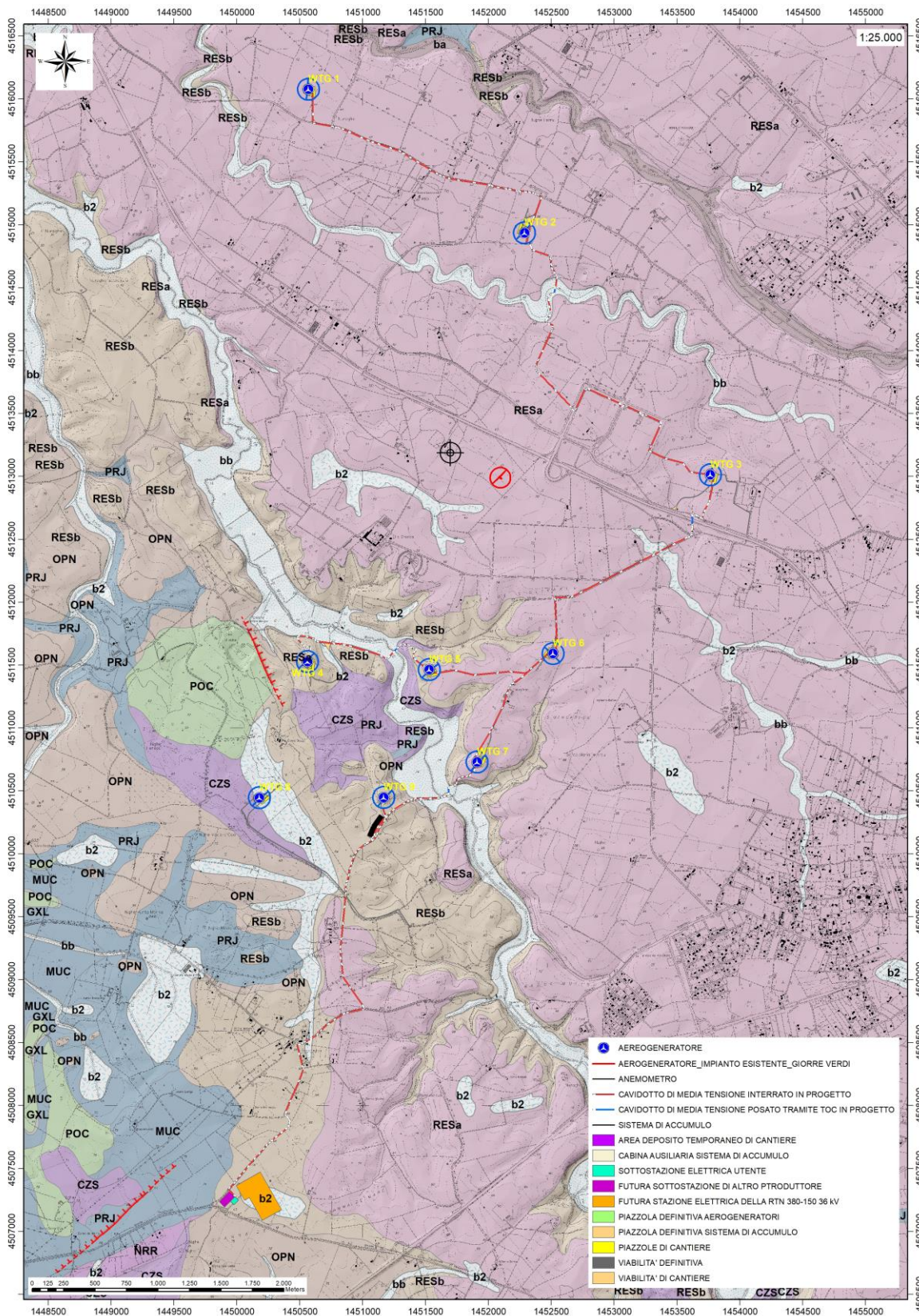


Figura 13 Stralcio della Carta Geologica dell'area di interesse

## 7. ANALISI DELLE CONDIZIONI GEOSTRUTTURALI GENERALI

I principali lineamenti strutturali, nell'area vasta, derivano dall'evoluzione stratigrafica e tettonica oligo-miocenica, responsabile dello sviluppo dei bacini del Logudoro e di Porto Torres e dell'intenso vulcanismo calcalalino.

L'area di studio è caratterizzata dall'affioramento delle coperture sedimentarie terziarie, costituite da arenarie grossolane, conglomerati basali, e marne, argille e calcari bioclastici. I depositi quaternari sono principalmente costituiti da coltri eluvio-colluviali di spessore molto modesto e depositi di versante.

Nell'area interessata dal progetto è presente una discontinuità tettonica diretta NNW-SSE di tipo diretto che mette in contatto la formazione di Mores in facies (RESb) con i calcari a rudiste della formazione di Capo Caccia correlata alla geodinamica di formazione del graben.

Tutte le stazioni eoliche sono posizionate nelle coperture sedimentarie terziarie: le stazioni WTG 01, WTG 02, WTG 03, WTG 05, WTG 06, WTG 07, sono posizionate sulle rocce della formazione di Mores nella facies calcarenitica (RESa) mentre le stazioni WTG 04, WTG008 e WTG009 nella facies calcarenitica (RESb)

Le rocce della Formazione di Monte Uccari presentano una stratificazione ben sviluppata, evidente alla scala dell'affioramento.

## 8. ANALISI QUALITATIVA DI STABILITA' DELL'AMMASSO ROCCIOSO

L'intensa fratturazione e i fenomeni di dissoluzione legati al carsismo, producono sulla roccia una geometria estremamente variabile in termini di direzione e immersione, nelle tre direzioni principali dello spazio. Ciò che varia in relazione alla composizione granulometrica dei singoli strati originari è la spaziatura tra i giunti e il grado di fissilità.

Pertanto, è estremamente difficile se non impossibile definire l'assetto a piccola scala per quanto appena descritto.

Si può definire un range di spaziatura alla mesoscala, tale da individuare una potenziale compagine di blocchi in grado di staccarsi dall'ammasso se le condizioni geostutturali lo permettono (piani a franapoggio o intersezione di piani con direttrice a franapoggio).

Tali dimensioni possono essere individuate tra il decimo di metro cubo a qualche metro cubo. La variabilità direzionale delle famiglie di giunti che individuano i blocchi è piuttosto marcata e diversificata in funzione, come detto della competenza degli strati soggetti agli sforzi.

Ne deriva di fatto, una difficile previsione delle potenziali propensioni a fenomeni di crollo e/o scivolamento, ma si tratta di caratteri locali la cui eteropia laterale risulta sempre molto marcata.





Figura 14 tipologie di scivolamento di blocchi rocciosi lungo piani di fratturazione

In generale si può affermare che versanti come questi sono oggetto di fenomeni di scivolamento legati al dominio di famiglie di giunti.

Negli ammassi rocciosi studiati, la presenza di famiglie di giunti con maggiori spazature e con assetto geometrico più regolare determina la formazione di blocchi più grandi, nell'ordine del metro cubo e più.

A scala media difatti, le spazature sono maggiori, anche di qualche metro ed interessano blocchi più grandi ma che rispondono alle medesime dinamiche di quelli pocanzi analizzati.

Di fatto quindi, non potendo generalizzare alla piccola scala è sempre d'obbligo un rilievo puntuale sugli affioramenti ove possibile. Il materiale distaccato si raccoglie ai piedi del pendio, in accumuli più o meno estesi in funzione della pendenza.

Le fondazioni degli aerogeneratori poggeranno sulla Formazione di Mores nelle due facies calcarenitica della (RESa) e arenaceo-conglomeratica della (RESb),

Dagli studi effettuati per la realizzazione dell'aerogeneratore nei pressi dell'anemometro la roccia si presenta con resistenza molto bassa, può essere frantumata con pochi colpi di martello o può essere scalfita con la lama di un coltello, in base al grado di cementazione della matrice e al grado di alterazione; quest'ultimo è condizionato a sua volta dalle condizioni dell'ammasso nel complesso.

Nel caso specifico e rappresentativo per le turbine WTG 01, WTG 02, WTG 03, WTG 05, WTG 06 e WTG 07 l'ammasso roccioso si presenta intensamente fratturato dai -1m a -6m circa da p.c., fratturato dai -6m ai -24m circa, e da fratturato a sano al di sotto dei 24m da piano campagna. La formazione si presenta sia massiva che stratificata, la giacitura delle discontinuità primarie è estremamente variabile, poiché sono state rilevate strutture a stratificazione incrociata e di tipo slumping. L'intersezione tra discontinuità primarie e discontinuità da fratturazione secondaria può determinare la formazione di blocchi che possono andare dal metro cubo al decimetro cubo.

## 9. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Le turbine verranno posizionate sulle rocce terziarie che costituiscono un pianoro piuttosto esteso impostato sulle calcareniti mioceniche tra le località La Crucca e Truncu Reale. Le quote medie sono intorno ai 70 m slmm. L'area vasta del settore in studio presenta delle morfologie tipiche di calcari duri e cristallini del mesozoico, stratificati a Ovest in località Sa Corredda con forme accidentate che vanno da aspre a sub-pianeggianti, spesso con piani di inclinazione orientati, variamente fratturati ed erosi. Ad est si sviluppa per diversi chilometri una morfologia generalmente pianeggiante o sub-collinare arrotondata legata all'erosione dei depositi miocenici. La relativa uniformità dell'altezza dei rilievi, che aumenta gradatamente verso E, ed il fatto che alla medesima quota si rinvengono formazioni di età differente, suggeriscono che in passato questo settore sia stato caratterizzato da un'estesa superficie di spianamento. La morfologia attuale sarebbe il risultato della progressiva dissezione di questo altopiano da parte delle acque dilavanti e dei corsi d'acqua. I corsi d'acqua principali sono il Rio d'Ottava, il Riu Mascari e il Riu Mannu che a sud dell'area di interesse hanno inciso profondamente i depositi miocenici generando in corrispondenza delle formazioni calcaree gole profonde delimitate da pareti verticali e sub-verticali.

Sui terreni più erodibili le valli si ampliano e originano un paesaggio collinare con versanti più dolci e piccoli dossi isolati. Il dilavamento e l'erosione dei corsi d'acqua minori sarebbe invece responsabile dell'erosione della parte alta dell'antico rilievo spianato che oggi è testimoniato da cime di uguale altezza. La forma prevalentemente rotondeggiante dei rilievi dell'area di Sa Corredda è il risultato della graduale demolizione del rilievo ad opera degli agenti erosivi sulle rocce di natura prevalentemente carbonatica, modellate dal carsismo.

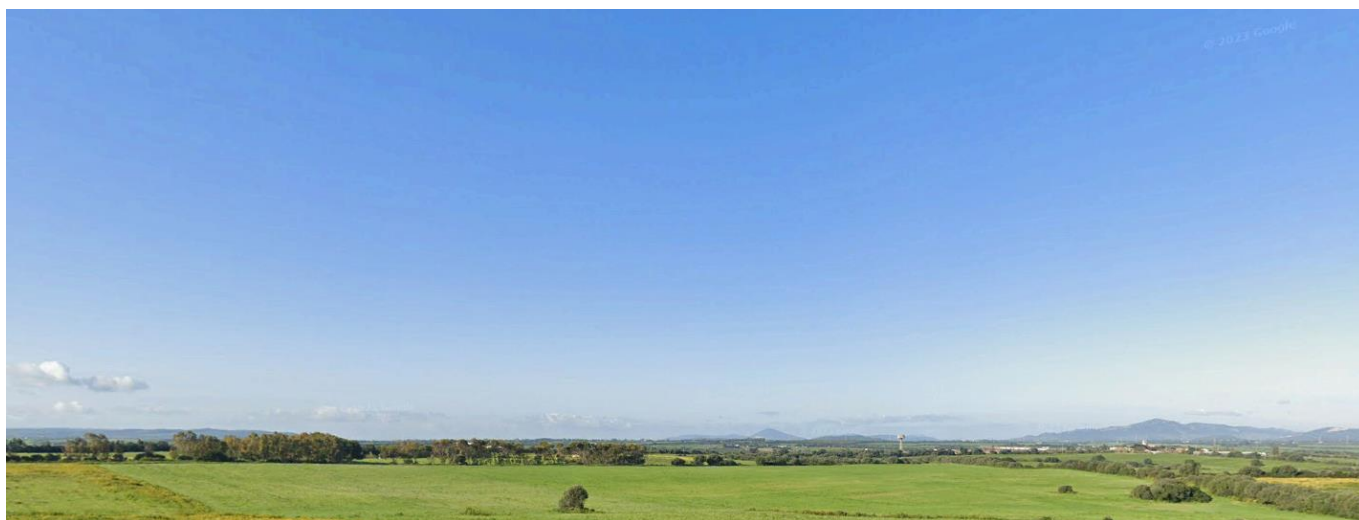


Figura 15 Paesaggio dell'area di studio (a sud della SS 131)

Il carsismo si sviluppa principalmente a seguito della dissoluzione chimica delle rocce carbonatiche. Il processo carsico rientra nel grande insieme delle azioni di disaggregazione compiute dagli agenti esogeni a spese delle rocce affioranti sulla crosta terrestre. La corrosione avviene per opera delle acque meteoriche

che, oltre a contenere una certa quantità di anidride carbonica atmosferica disciolta al loro interno, scorrendo sulla superficie del suolo ed attraversando lo strato superficiale del suolo si arricchiscono ulteriormente di CO<sub>2</sub>. Queste acque reagiscono con la roccia calcarea intaccandola lentamente, sia in superficie sia infiltrandosi nel reticolo, fino a dar luogo nell'arco del tempo a veri e propri condotti di dimensioni variabili, che costituiscono i classici acquiferi tipici delle rocce carbonatiche. Infatti le acque ricche di anidride carbonica sono particolarmente aggressive nei confronti del carbonato di calcio.



Figura 16 Paesaggio dell'area di studio (a nord della SS 131)

Il paesaggio carsico è caratterizzato da forme superficiali o epigee e da forme sotterranee o ipogee. Le forme epigee possono avere dimensioni molto diverse, comprese fra pochi millimetri e parecchi chilometri. I paesaggi carsici sono caratterizzati da aridità, dalla mancanza di idrografia superficiale, dalla presenza di conche di assorbimento (doline), inghiottitoi, e pozzi, da valli incise con pareti ripide (forre), da conche chiuse di grandi dimensioni (polje) con depositi alluvionali ed eluviali (residui insolubili dell'erosione carsica - terre rosse), e da forme carsiche tipiche come i Karren (campi carreggiati), i Lapiez (scannellature), solchi (docce), vaschette di corrosione, fori carsici, crepacci e lame.

### 9.1. 8.1 LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI GENERALI

La morfologia del paesaggio è caratterizzata da colline poco elevate rappresentate da modesti rilievi sub-arrotondati, e ampie valli aperte. I rilievi principali hanno altezze intorno ai 300 metri (P.ta de Sanna Istrinta 339 m, Monte Alvaru 341 m, P.ta Pedru Ghisu 305 m). Il reticolato idrografico è angolare e angoloso



secondo le principali direttici tettoniche con sviluppo prevalentemente da NNW a SSE e mostra valli da aperte poco incassate a icisioni importanti verso sud, con prevalente andamento NE-SW.

La differente resistenza all'erosione dei terreni affioranti sui fianchi delle valli ha condotto localmente alla formazione di *mesas* e di versanti a gradini. Questi ultimi sono particolarmente evidenti al contatto tra le formazioni piroclastiche ed i calcari di Mores.

Nell'area di studio sono presenti numerose cave per inerti, generalmente impostate sulle litologie sedimentarie terziarie e mesozoiche (cava di Monte Nurra, cava di pietra in loc. Funtana s'Abba Meiga), che testimoniano come l'uomo abbia modificato il paesaggio attraverso sbancamenti e superfici di spianamento artificiali spesso lasciate senza opere di ripristino ambientale.



Figura 17 Morfologia del paesaggio; valli aperte.

## 9.2. DEFINIZIONE DELL'AREA GEOMORFOLOGICAMENTE SIGNIFICATIVA

L'area geomorfologicamente significativa per le azioni di progetto è quell'area in cui si esplicano tutti i processi geomorfici, il cui effetto può generare interazioni con le dinamiche ambientali. Pertanto, la stessa, nello specifico, si individua nei versanti e nei sub-bacini idrografici presenti che interferiscono con l'opera.

La geomorfologia di quest'area è fortemente interessata dall'azione geochimica e fisica che l'acqua esercita sulle dolomie e sui calcari, la quale, assieme al clima locale caratterizzato dall'imponenza del maestrale e alle importanti escursioni termiche giornaliere, ha smussato e modellato il territorio conferendoli forme dolci e valli da fondo prevalentemente piatto.

## 10. INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO

Secondo la classificazione dei bacini sardi riportata nel Piano di Assetto Idrogeologico, il comune di Sassari è incluso nel Sub – Bacino n° 3 “Coghinas – Mannu di P.Torres – Temo”, che si estende per una superficie di 5402 Km<sup>2</sup>, pari al 23% del territorio regionale (Fig. 9.1).

Il Sub-Bacino Coghinas-Mannu-Temo può essere suddiviso in tre grandi sottoinsiemi: il settore Orientale e Sud-Orientale prevalentemente paleozoico, il **settore centrale prevalentemente terziario** in cui ricade il progetto,, e il settore Nord-Occidentale, costituito dallo zoccolo cristallino dell’horst della Gallura paleozoico e dalle formazioni carbonatiche mesozoiche che culminano con i rilievi del Doglia e del sistema di Punta Cristallo e di Capo Caccia.

Il reticolo idrografico su queste litologie è caratterizzato da una ramificazione poco sviluppata mentre si articola in rii a diverso ordine gerarchico sia sulle litologie paleozoiche che su quelle terziarie come quelle di interesse per l’installazione delle turbine.



Figura 18 Suddivisione dei bacini idrografici sardi

### 10.1. SCHEMA DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE E SOTTERRANEA

Il reticolo idrografico sulle litologie affioranti è impostato su un sistema di valli e compluvi, ed è caratterizzato da una ramificazione ben sviluppata. La direzione di deflusso è verso nord verso il Golfo dell’Asinara. Gli impluvi costituiscono essenzialmente le aste tributarie di primo e secondo ordine dei torrenti che scorrono più a valle: essi presentano carattere essenzialmente torrentizio con deflussi stagionali legati strettamente alle precipitazioni. Lungo i versanti a maggiore pendenza i corsi d’acqua assumono un elevato potere erosivo, mentre solamente a valle, in corrispondenza di aste di ordine intermedio sono evidenti fenomeni di deposizione di coltri alluvionali di spessore molto modesto.

Lo sviluppo del reticolo idrografico è strettamente connesso alle caratteristiche chimico-fisiche delle rocce costituenti il substrato, e al controllo tettonico che si manifesta molto evidente su alcune linee di deflusso. Le rocce calcaree sono generalmente caratterizzate da importanti sistemi di giunti e discontinuità, spesso visibili ad occhio nudo, che influenzano la circolazione idrica superficiale che, quando si presenta poco articolata, è indice che l’aliquota d’acqua di infiltrazione è maggiore dell’acqua che prende parte al ruscellamento superficiale.



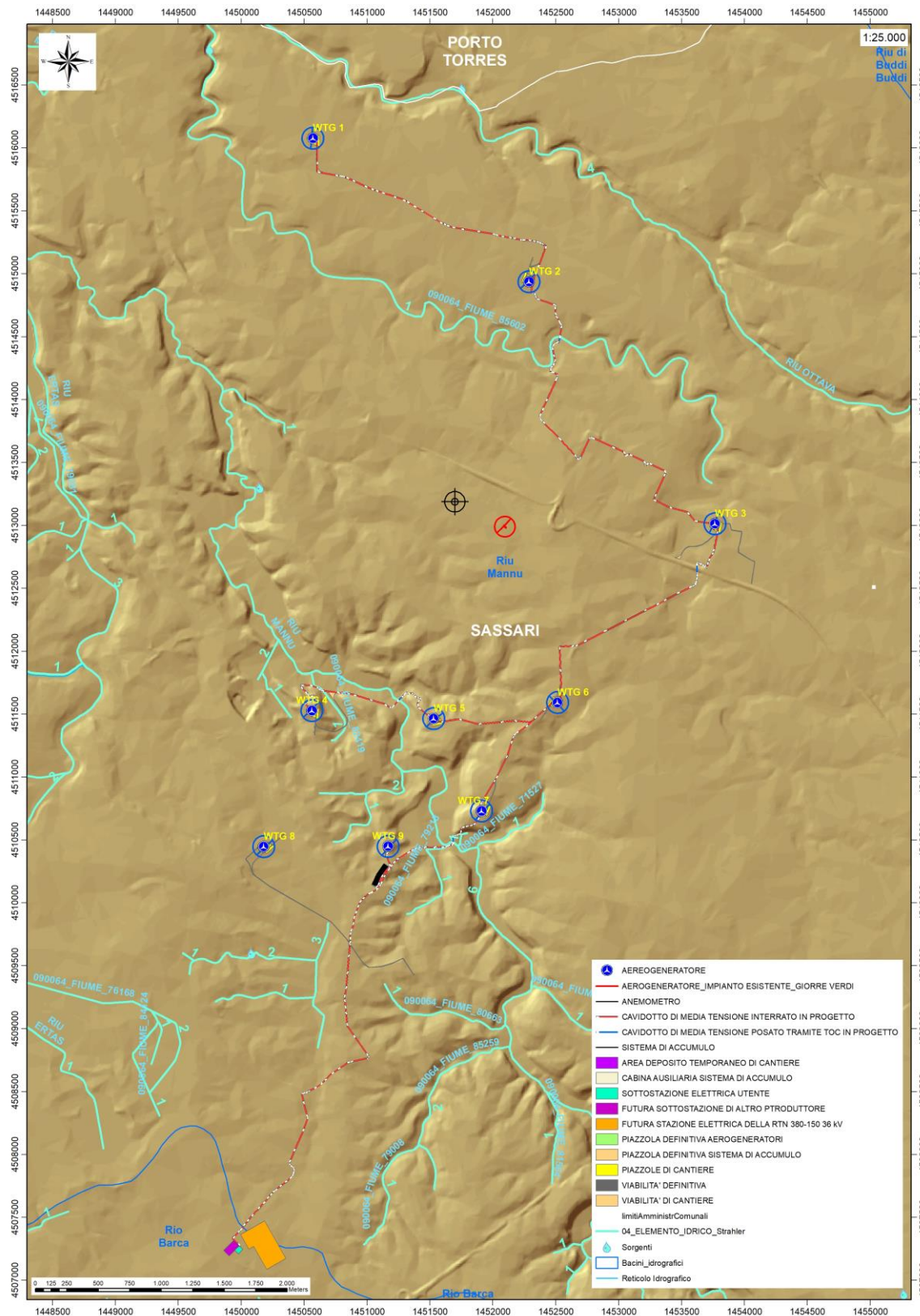


Figura 19 Reticolo idrografico dell'area di progetto



I corsi d'acqua principali presenti nell'area vasta sono il Rio d'Ottava che scorre a nord dell'impianto, il Riu Mannu che scorre a sud del sistema parco eolico e il rio denominato 090064\_FIUME\_85602 immissario del Riu Mannu che invece lo attraversa. Verso questi confluiscano le acque incanalate da piccoli affluenti che si ramificano verso monte. Il pattern di drenaggio è del tipo angolare confinato nelle parti alte per diventare libera in piena pianura e in quasi tutte le aste fluviali lungo i tratti rettilinei alcuni si presentano meandriforme con meandri incassati in relazione alla pendenza.

## 10.2. 9.2 CARATTERISTICHE E DINAMICHE DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Uno studio idrogeologico ha lo scopo di identificare lo schema di circolazione idrica sotterranea relativo ad una determinata area per poter ricavare informazioni circa i rapporti tra litotipi presenti, la presenza di acqua e le possibili conseguenze derivanti dalla realizzazione di un'opera.

Nell'area di interesse sono presenti rocce di diversa natura, anche se principalmente sono da riferire al Terziario, in parte e al Quaternario. Il basamento paleozoico è costituito principalmente da litologie impermeabili e di conseguenza nel complesso sfavorevoli alla ritenzione delle acque meteoriche, che si trovano quindi a scorrere in superficie, come è possibile vedere dallo sviluppo del reticolo idrografico superficiale nella parte occidentale dell'area vasta.

Le coperture terziarie che costituiscono il substrato su cui verranno installate le turbine, invece, per via della loro composizione carbonatica, sono favorevoli alla ritenzione delle acque. Al contatto tra le coperture terziarie, più permeabili, e quelle piroclastiche alla base, meno permeabili, si possono sviluppare delle risorgive che hanno carattere prettamente stagionale legato all'andamento pluviometrico generale.

Gli afflussi che arrivano sul terreno sotto forma per lo più di piogge, più raramente e poco tempo di neve, in parte scorrono lungo la superficie in genere a lamina d'acqua per poi organizzarsi in deboli rivoli che si concentrano lungo gli impluvi fino a raggiungere le valli, mentre la frazione di acqua che non scorre in superficie in parte evapora e in parte si infiltra nel terreno e nella roccia sottostante scorrendo lungo le fratturazioni in maniera più o meno efficace in funzione del grado di apertura delle stesse.

Maggiore è la presenza di fratture e la porosità del mezzo, maggiore è la possibilità che l'acqua prosegua il suo percorso in profondità. Le falde acquifere e le conseguenti sorgenti e inghiottitoi che si possono sviluppare sono per l'appunto legati principalmente al carsismo delle rocce carbonatiche costituenti l'area di interesse per la messa in opera delle turbine.

Di seguito viene illustrato in uno schema il processo di infiltrazione accumulo e circolazione legato al regime delle piogge.

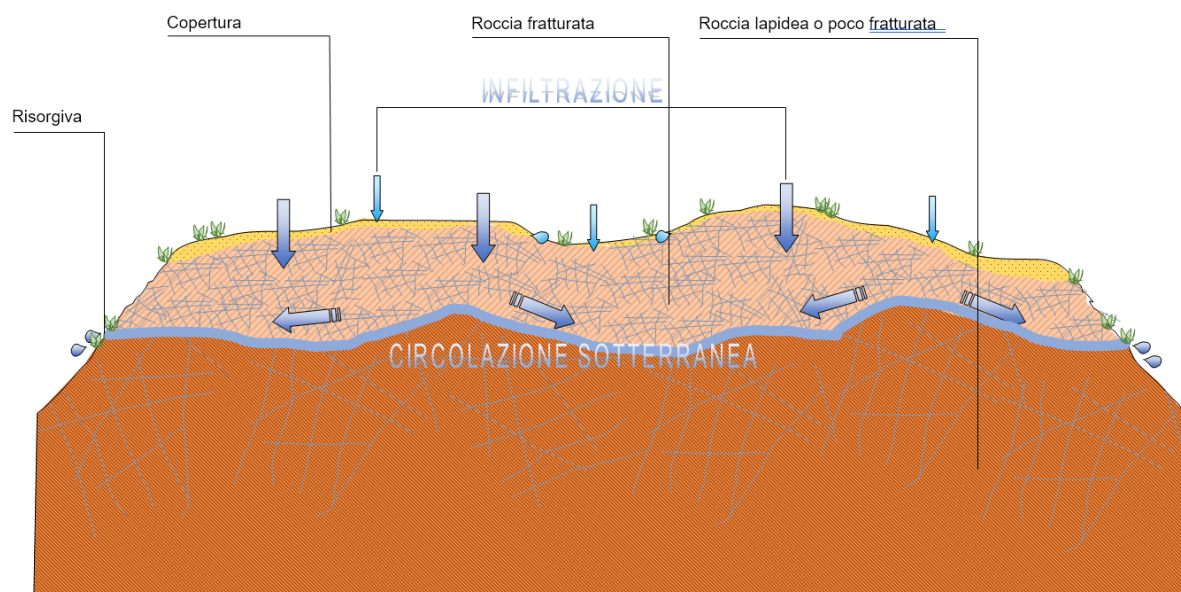


Figura 20 Schema esemplificativo, non in scala, dei processi di infiltrazione e deflusso sotterraneo

Da un punto di vista idrogeologico le formazioni dell'area di studio possono essere divise in quattro gruppi principali:

- Coperture mesozoiche. Tali coperture sono costituite da litotipi a permeabilità medio-alta dovuta sia alla porosità delle arenarie e dei calcari che alla permeabilità per fratturazione e carsismo delle rocce carbonatiche presenti in tutta l'area di interesse.
- Coperture vulcaniche oligo-mioceniche. Affiorano nella porzione sud-occidentale dell'area di interesse, e sono costituite da depositi caratterizzati da permeabilità bassa (BF) o medio bassa (MBF) per fratturazione.
- Coperture sedimentarie oligo-mioceniche. Affiorano in tutta l'area di interesse. Sono caratterizzate da permeabilità medio-alta per carsismo e fratturazione (**MACF**).
- Coperture quaternarie. Sono caratterizzati da sedimenti incoerenti da sciolti a debolmente consolidati e presenti lungo i corsi d'acqua principali e come depositi negli impluvi. Sono caratterizzati da permeabilità medio-alta per porosità (**MAP**)

Dalla carta dei sistemi idrogeologici del foglio 459 "Sassari", si possono osservare le isopieze relative al complesso calcareo, le quali presentano direzioni di deflusso da sud-ovest verso nord-est (Fig. 9.6).

Al complesso marnoso-calcareo viene attribuita una **conducibilità idraulica di  $k = 10-8$**

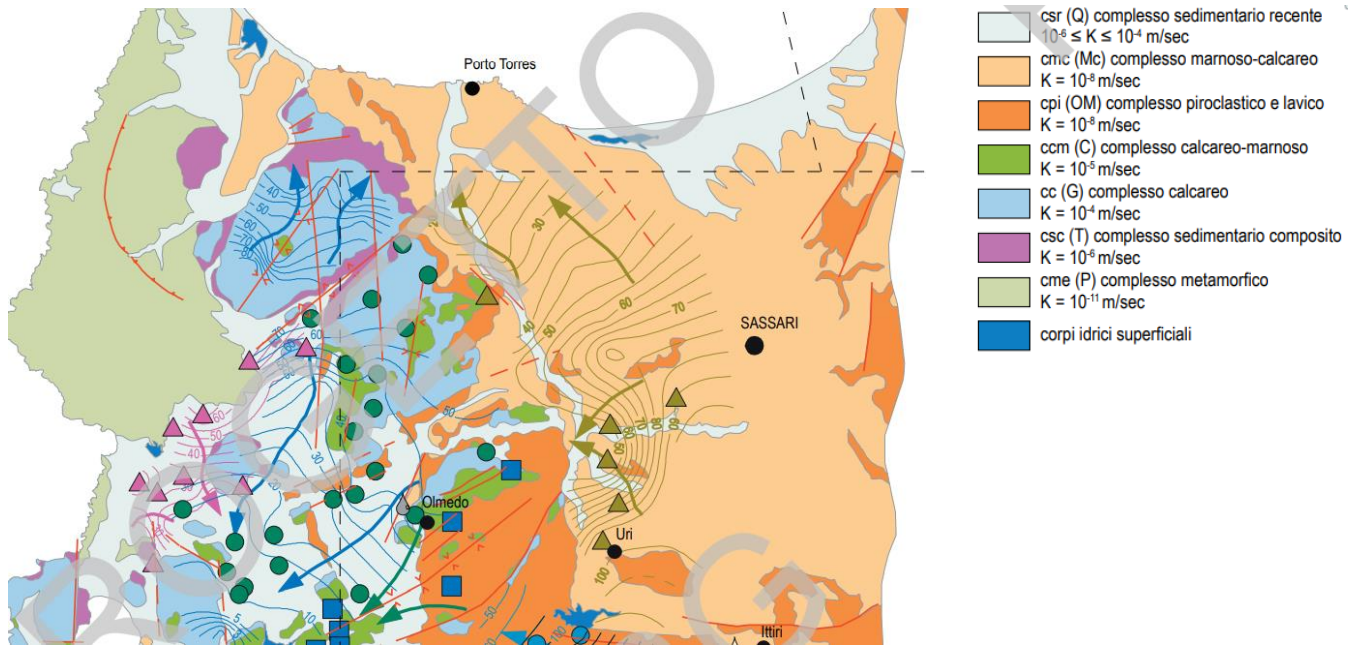


Figura 21 Sistemi idrogeologici dell'area occidentale del foglio 459 "Sassari"

Dai dati estrapolati dall'archivio Nazionale Delle Indagini Del Sottosuolo (L.464/1984) relativi alle perforazioni (Codice 174847, Codice 174870, Codice 174163) rappresentative dell'are interessata dal progetto, si rileva la prima falda tra i 30m e gli 32m da p.c. sul substrato calcareo, calcarenitico della formazione di Mores ed una soggiacenza di 9,205m da p.c.





Figura 22 Monografie dei pozzi censiti nell'Archivio Nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)



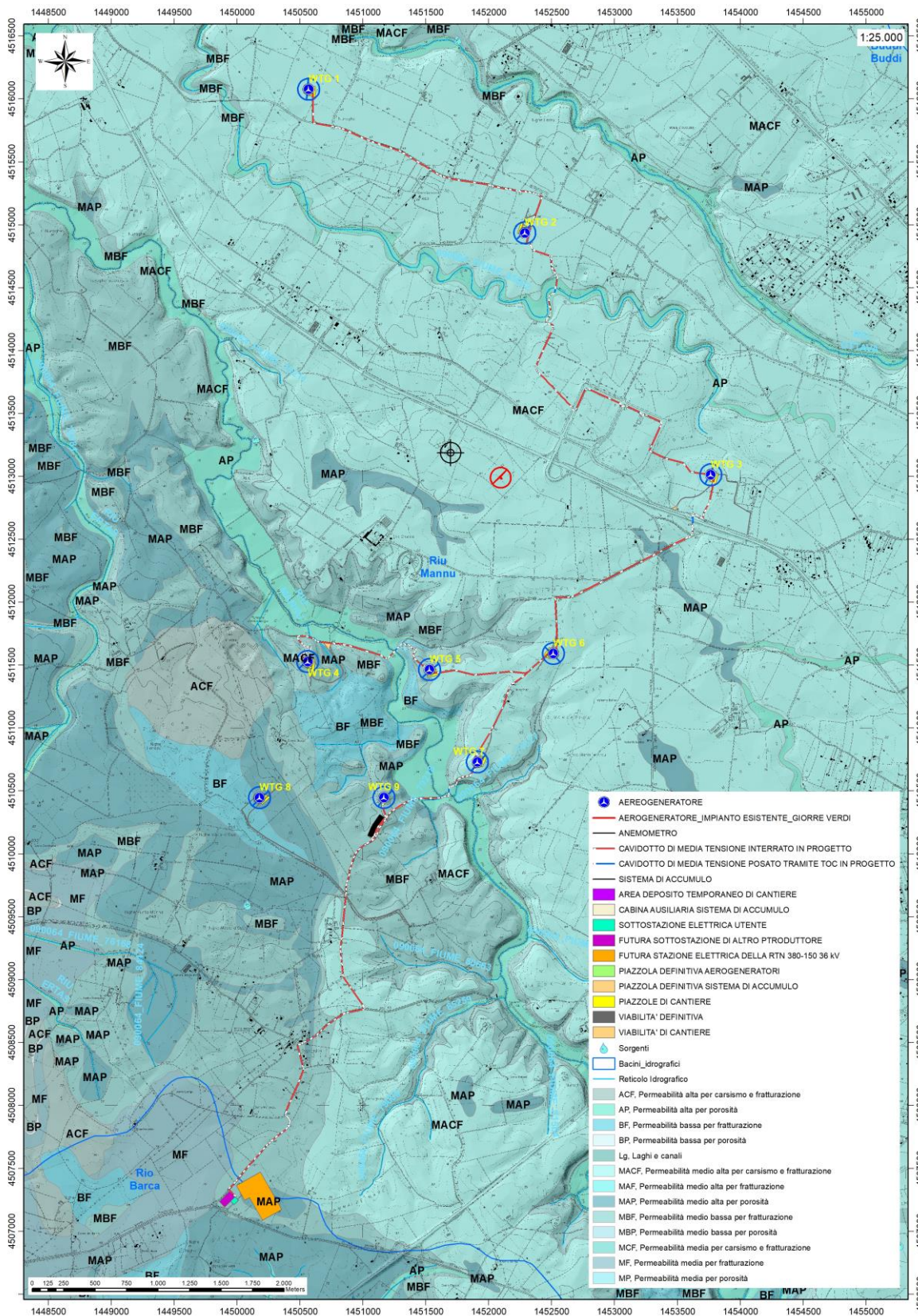


Figura 23 Stralcio della Carta della Permeabilità dei substrati e dei Suoli (Fonte RAS)

### 10.3. ANALISI DELLA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI

Ai fini della tutela della risorsa idrica si è fatta una valutazione qualitativa della vulnerabilità degli acquiferi presenti in relazione alle opere da realizzare e in relazione alle varie attività di cantiere.

Non sono presenti sorgenti alle quote di realizzazione delle opere che prevedono gli scavi più profondi (fondazioni degli aerogeneratori, piazzole e area di deposito temporaneo) e la profondità dell'acquifero così come deriva dalle informazioni del foglio 459 "Sassari" supera i 30m da p.c. pertanto le opere non interferiscono con il normale deflusso delle acque sotterranee.

Altresì le opere in progetto non determinano per loro natura produzione di agenti inquinanti che possono riversarsi nella circolazione idrica sotterranea se non per accidentale guasto meccanico che andrà trattato con le opportune misure di salvaguardia dettate dal T.U. sull'Ambiente.

## 11. INQUADRAMENTO CLIMATICO

La definizione del clima è basata sull'analisi dei parametri meteorologici più comunemente studiati, quali la temperatura e le precipitazioni, il cui andamento è legato alle variazioni stagionali della circolazione atmosferica, considerando inoltre la ventosità, la nuvolosità e l'umidità relativa.

Il clima della Sardegna viene generalmente classificato come "Mediterraneo Interno", caratterizzato da inverni miti e relativamente piovosi ed estati secche e calde, con valori minimi invernali di alcuni gradi al di sotto dello zero e massimi estivi anche superiori ai +40 C.

Lungo le zone costiere, grazie alla presenza del mare, si hanno inverni miti con temperature che scendono raramente sotto lo zero. Anche nelle zone interne pianeggianti e collinari il clima è tipicamente mediterraneo, anche se a causa della maggior lontananza dal mare si registrano temperature invernali più basse ed estive più alte rispetto alle aree costiere.

Nelle zone più interne, come gli altopiani e le vallate spesso incastonate tra i rilievi, il clima acquista caratteri continentali con forti escursioni termiche, risultando particolarmente basse le minime invernali in caso di inversione termica, con temperature che possono scendere anche al di sotto dei -10/-12 C. Sui massicci montuosi nei mesi invernali nevica frequentemente e le temperature scendono sotto lo zero, mentre nella stagione estiva il clima si mantiene fresco, soprattutto durante le ore notturne, e raramente fa caldo per molti giorni consecutivi.

La Sardegna inoltre è una regione molto ventosa; i venti dominanti sono quelli provenienti dal settore occidentale (Maestrale e Ponente) e, in minor misura quelli provenienti da quello meridionale (Scirocco).

Le precipitazioni sono distribuite in maniera variabile ed irregolare, con medie comprese tra i 400 e i 600 mm annui lungo le coste e valori pluviometrici che raggiungono e superano i 1000 mm annui (con locali picchi superiori ai 1300-1400 mm) in prossimità dei rilievi montuosi.

A causa del dominio sulla regione dei venti provenienti dai quadranti occidentali, mediamente la maggior frequenza di giorni di pioggia si riscontra nelle zone occidentali dell'isola, mentre in quelle orientali, trovandosi sottovento a questo tipo di circolazione a causa dell'orografia, si ha una minore frequenza di giornate piovose.

Tuttavia, le zone orientali sono spesso soggette a fortissime piogge, per cui gli accumuli medi annuali sono simili tra i due versanti.

L'andamento climatico del territorio di Truncu Reale e le risorse idriche disponibili sono stati valutati sulla base dei dati forniti dalle stazioni meteorologiche dell'ARPAS presenti nel territorio comunale di Sassari e Fertilia, localizzate rispettivamente circa 13 km e 22 km a SW e SE del settore in esame.

L'andamento pluviometrico dell'area oggetto di studio è stato ricavato dai dati pluviometrici relativi all'intervallo 2008-2018 estratti dagli Annali Idrologici dell'ARPAS reperibili dal Geoportale della R.A.S., così come i dati termometrici, entrambi per le stazioni meteorologiche di Sassari e Fertilia.



Tabella 1 Andamento pluviometrico dell'area vasta (espresso in mm) ricavato dalle stazioni pluviometriche di Sassari e di Fertilia (anno 2011)

Periodo	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale annuale
2018	32,4	101,2	114,2	26,4	199	34,2	0	42,6	31	83,6	155	47	866,6
2017	77,8	62	17,8	23	3,2	33,2	0,4	0	52,4	6,6	81,4	124,6	482,4
2016	58	160	71,4	20	24	3,4	37,4	0,2	52	8	106,4	34,4	575,2
2015	37,8	151,2	57,8	50,2	14	21	0,2	21,6	25,6	114,2	50,6	8,6	552,8
2014	141	95,4	77,6	35,4	33	34,2	14,6	3,4	2	2,6	118,6	76,2	634
2013	202	128,4	137,8	68,4	83,2	1,8	0,2	8,8	31,2	37,4	134,2	29,8	863,2
2012	35,6	56,4	11,8	61,8	125,8	0,8	1,2	0,6	51,6	104,8	109,4	36,4	596,2
2011	105	94,2	32,2	34,2	2	29,6	13,6	0	19,8	11	114,6	62,2	520,9
2010	96,6	61,8	71,6	43,4	62,4	62	0,8	1,4	2,6	64,6	247	126	840,2
2009	104	23,8	37	70,8	6	34,8	0	0,2	101,8	62	107	123,6	671
2008	56,6	18,4	52,4	15,8	109,6	21,8	0,2	0,2	44,6	77,2	131	84,4	612,2

Per quanto riguarda i dati sull'evapotraspirazione, sono stati utilizzati i valori pubblicati dal Dipartimento Specialistico Regionale Idroclimatico (I.M.C.) dell'ARPAS.

Alla stazione di Fertilia (Alghero) sono riferiti i dati sulla nuvolosità, umidità relativa e ventosità, estrapolati rispettivamente dagli archivi del Servizio Meteo dell'Aeronautica Militare per il periodo 1961-1990 (nuvolosità) e per il periodo 1971-2000 (umidità relativa e ventosità).

### 11.1. PRECIPITAZIONI

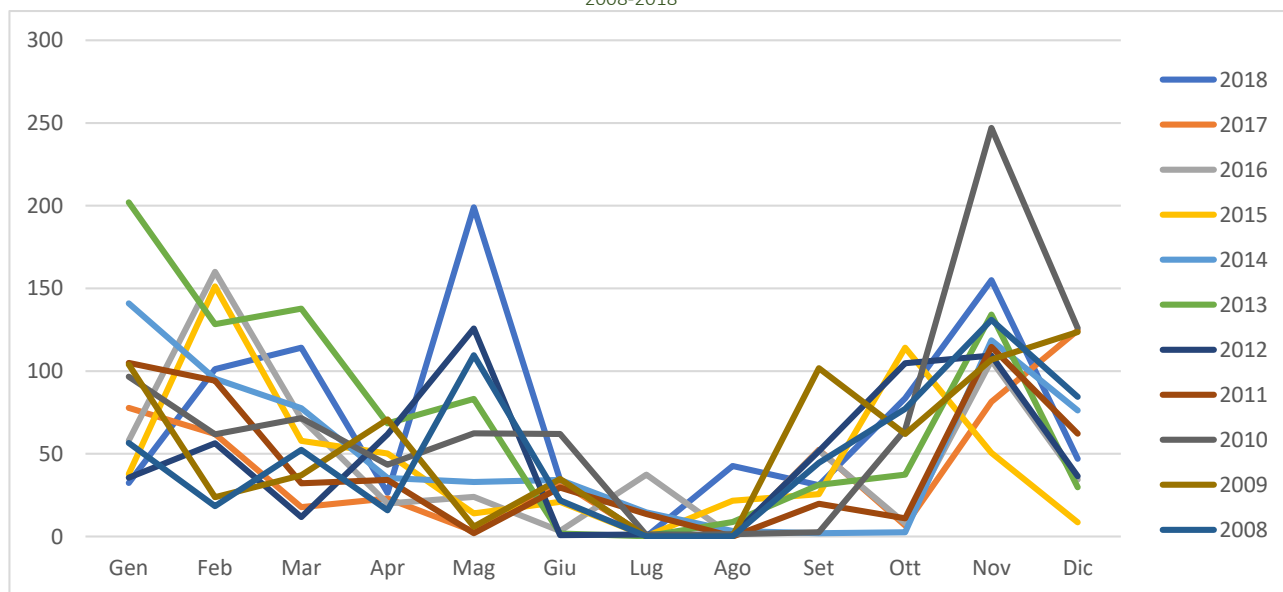
Nella Tab.1 sono esposti i dati relativi alle precipitazioni nell'intervallo 2008-2018 registrati nella stazione di Sassari e Fertilia (unicamente per l'anno 2011). Viene riportato il valore medio mensile e il totale annuale di precipitazioni (espresso in mm) nei periodi considerati. Per il periodo 2008-2018 si osserva che i valori di precipitazioni presentano valori inferiori nei mesi autunnali e invernali, e superiori per il periodo compreso tra maggio e agosto.

Nell'area studiata, la piovosità media annuale è pari a circa 663 mm per il periodo compreso tra il 2008 e il 2018.

L'andamento pluviometrico dell'area di Truncu Reale nell'arco dell'anno è caratterizzato dal minimo assoluto di piovosità nel periodo estivo e da un massimo in autunno e inverno, per cui i mesi più secchi sono quelli estivi mentre quelli più piovosi sono quelli invernali.



Tabella 2 Andamento della pluviometria mensile e annuale (nell'asse delle ordinate, in mm) per le stazioni di Sassari (e Fertilia per il solo 2011) nel periodo 2008-2018



## 11.2. TEMPERATURE

I valori termometrici della stazione meteo di Sassari, ricavati dal Dipartimento Specialistico Regionale Idroclimatico (I.M.C.) dell'ARPAS, sono illustrati nel grafico di Tab.10.3 e sono relativi alla stazione di Sassari per gli anni dal 2012 al 2018, e alla stazione di Fertilia per l'intervallo 1995-2011. La temperatura media annua, calcolata con i valori medi mensili per il periodo 1995-2018, è di circa 17 °C. Il mese più freddo è Febbraio con una media di circa 8,5°C, mentre le temperature più elevate si riscontrano a Luglio e Agosto con circa 25 °C.

Tabella 3 Temperature mensili (in °C) registrate nella stazione di Sassari negli anni dal 2018 al 2012, e presso la stazione di Fertilia per il periodo 1995-2011.

Periodo	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
<b>2018</b>	10,8	7,2	10,5	15,8	16,8	21,6	25,5	25,6	22,3	18,1	13,3	10,3
<b>2017</b>	7,3	10,9	12,1	13,8	18,8	24,2	25,7	27,5	19,5	17,6	11,5	8,2
<b>2016</b>	9,6	10,3	10,7	15,1	16,8	21,4	25	24,2	21,8	17,9	13,5	11,1
<b>2015</b>	8,4	7,6	10,3	13,5	18	22,6	26,5	24,7	21,1	16,5	13,3	11
<b>2014</b>	9,3	9,7	10,4	13,7	16,2	22,2	22,6	23,6	22,2	19,7	15,2	9,7
<b>2013</b>	8	6,3	10,5	13,6	14,8	19,6	25	24,7	20,8	19,8	11,4	9,9
<b>2012</b>	8,5	5,4	12	13,3	16,7	23,6	24,8	26,9	21	17,6	13,8	9,1
<b>1995-2011</b>	10	10,4	12,5	15,2	19,4	22,9	25,7	25,8	22,5	19,2	14,6	11,3

Nel grafico è illustrato l'andamento delle temperature medie mensili per il periodo 1995-2011 registrate nella stazione di Fertilia, e per gli anni dal 2012 al 2018, relativamente alla stazione di Sassari.

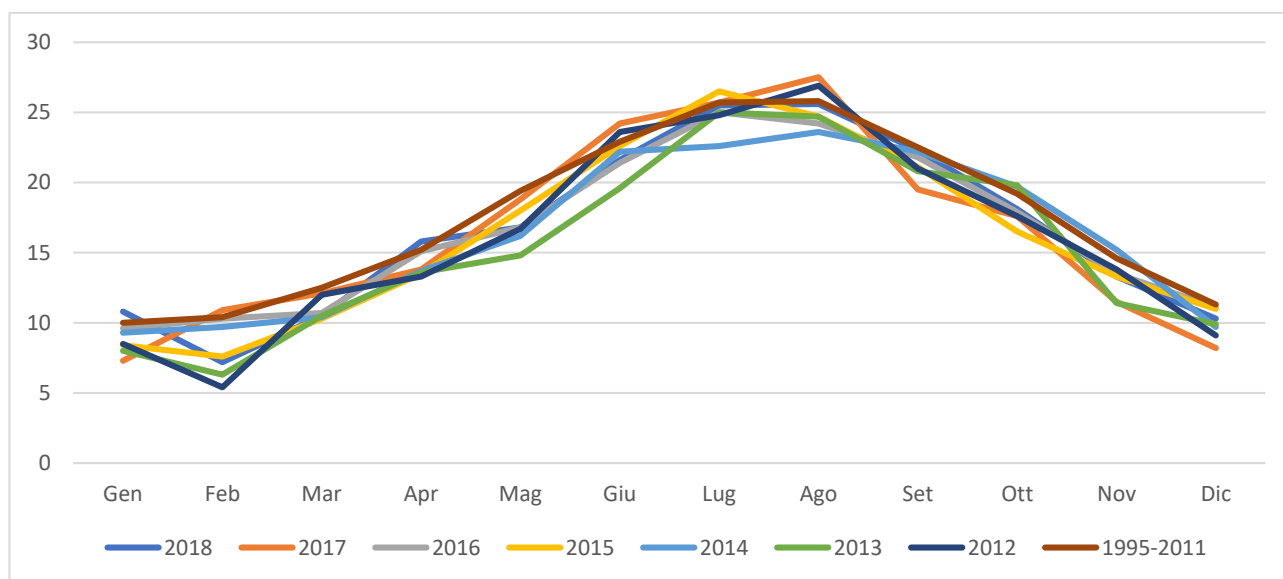


Figura 24 Temperature mensili (in °C, nell'asse delle ordinate) registrata nella stazione di Sassari per gli anni 2012-2018, e nella stazione di Fertilia per il periodo 1995-2011.

### 11.3. STIMA DELL'EVAPOTRASPIRAZIONE

L' evapotraspirazione è uno dei parametri più significativi nell'ambito di un bilancio idrologico e rappresenta la perdita di una parte delle acque di precipitazione, per evaporazione dal suolo e per traspirazione della vegetazione. Viene calcolata tenendo conto della temperatura e delle precipitazioni, e viene influenzata dalla nuvolosità, dall'umidità relativa e dalla ventosità. Nel grafico di Figura 10.6 è illustrata l'evapotraspirazione per la zona di interesse ricavata dai dati reperibili sul WebGIS dell'ARPAS.

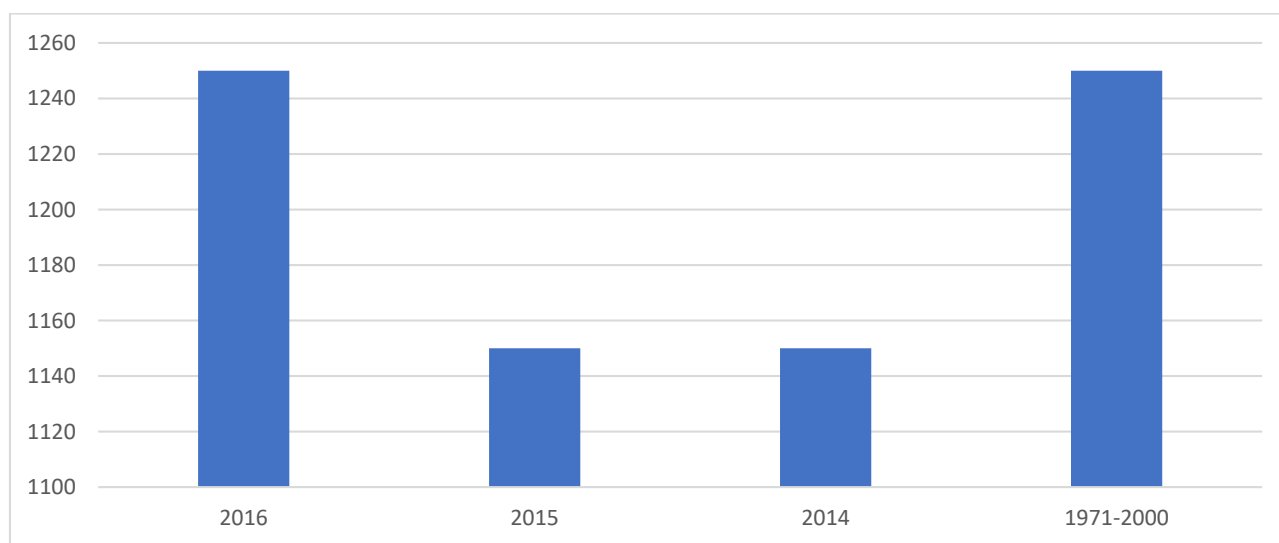


Figura 25 Evapotraspirazione (espressa in mm) per la zona di Truncu Reale

La nuvolosità influenza il clima in quanto da essa dipende l'irraggiamento solare. Nella tabella di Fig. 10.7, sono rappresentati i valori mensili di condizioni di sereno (nuvolosità < 2/8), nuvoloso (2/8 < nuvolosità < 6/8) e coperto (nuvolosità > 6/8), espressi in okta (stima di quanti ottavi di cielo sono oscurati dalle nuvole) e riferiti al periodo 1961 – 1990 per la stazione di Fertilia.

Tabella 4 Media mensile dei giorni di sereno, nuvoloso e coperto per il periodo 1961-1990, relativa alla stazione di Fertilia, espressa in okta.

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
4,7	4,7	4,6	4,5	3,8	3	1,7	2	2,9	3,6	4,4	4,6
coperto	coperto	coperto	coperto	coperto	sereno	sereno	sereno	sereno	coperto	coperto	coperto

Dall'esame dei valori della tabella si evince che il massimo di giorni sereni si ha tra Giugno e Agosto mentre durante gli altri mesi è sempre presenta una certa copertura. Il valore minimo di giornate nuvolose si ha nel mese di Luglio e il massimo si osserva nei mesi di Gennaio e Febbraio. Le giornate in condizioni di coperto raggiungono il massimo a Gennaio e minimo a Luglio.

Il clima è influenzato anche dall'andamento del vento al suolo (ventosità), che viene definito analizzandone l'intensità, la direzione e la frequenza

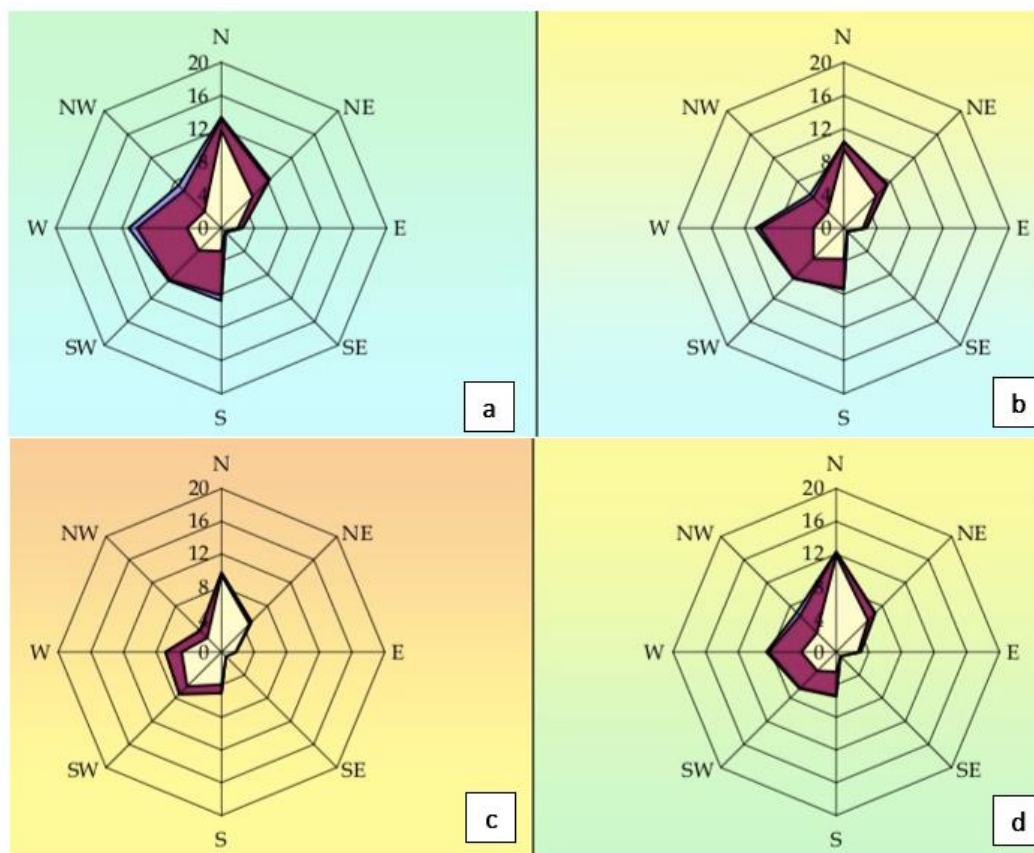


Figura 26 Ventosità media per inverno (a), primavera (b), estate (c), e autunno (d) durante il periodo 1971-2000 registrate nella stazione meteorologica di Fertilia.



Dall'analisi dei dati disponibili dalla Rete Mareografica dell'ISPRA, risulta che i venti provenienti dai quadranti settentrionali e occidentali sono in netta dominanza, in particolare quello più frequente proviene da W. Per il periodo considerato (1971-2000) nella stazione di Fertilia le percentuali di calma per le 4 stagioni sono state il 36% per l'inverno, il 44% per la primavera, il 59% per l'estate e il 48% per l'autunno.

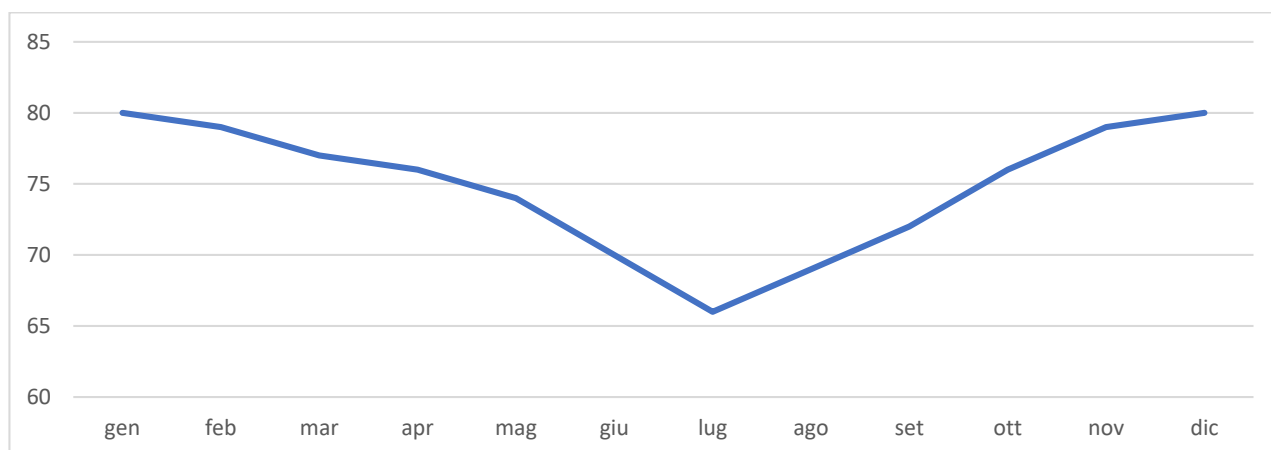


Figura 27 Umidità relativa per la stazione di Fertilia, per il periodo 1971-2000

L'ultima variabile significativa che condiziona l'evapotraspirazione è l'umidità relativa, ossia il rapporto tra la quantità di vapore d'acqua contenuta in una massa d'aria rispetto e quella massima potenziale in relazione alla sua temperatura.

La tabella riporta i valori dell'umidità relativa media mensile ed annuale della stazione di Fertilia per il periodo 1971-2000, si nota che tale valore raggiunge valori più elevati nei mesi invernali (Novembre-Febbraio) e valori minimi nel mese di Luglio.

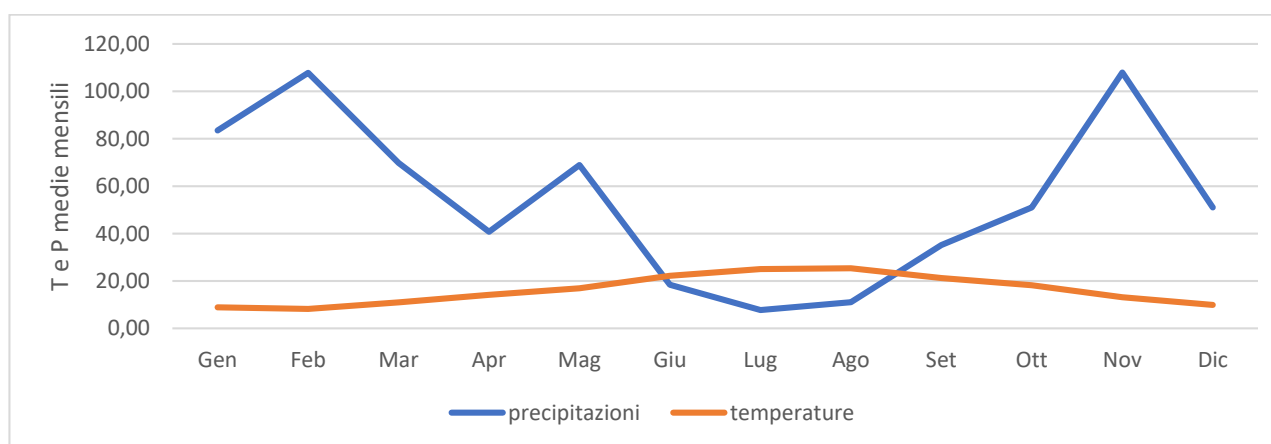


Figura 28 Diagramma ombrotermico (Walter e Lieth)

Il diagramma ombrotermico elaborato per l'area di interesse, a partire dai dati sulla temperatura media e precipitazioni medie, permette di comparare contemporaneamente i regimi medi mensili termici e pluviometrici nell'arco del periodo considerato. L'andamento delle curve consente di visualizzare che nei mesi estivi, dove la temperatura media mensile raggiunge valori superiori ai 24 °C, si hanno i valori di piovosità inferiori, mentre nei mesi invernali, dove le temperature medie mensili sono pari a 9°C, si raggiungono le piovosità più elevate.

Il clima è caratterizzato da un periodo caldo con scarsa piovosità e uno più freddo e piovoso. Nel grafico di Fig.10.10 si nota che la curva delle precipitazioni giace al di sotto di quella delle temperature nei mesi estivi, che rappresentano il periodo secco in quanto prevale l'evapotraspirazione rispetto agli apporti idrici.

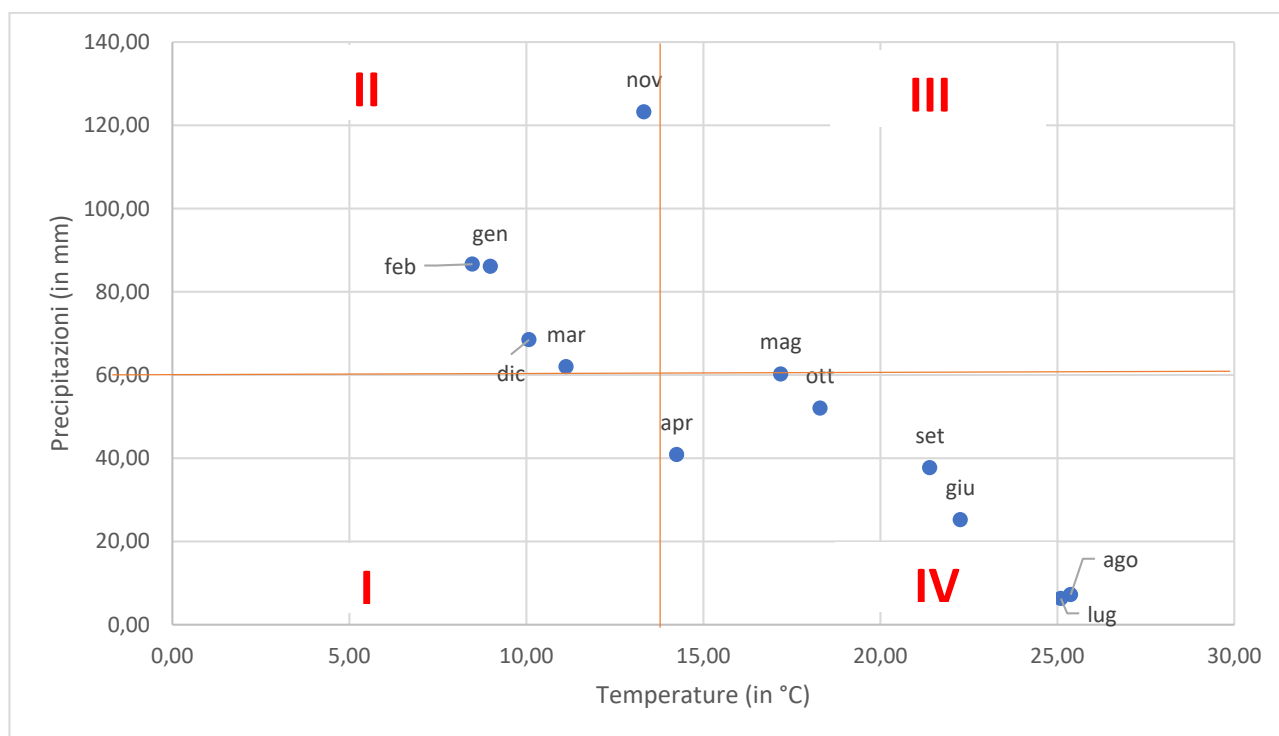


Figura 29 Climogramma relativo all'area di interesse

L'analisi delle medie mensili di temperatura e piovosità relative al periodo 2012-2018 permette di classificare il clima dell'area di interesse come "mediterraneo con estate calda", nel quale la temperatura media annua (16 °C), non scende mai sotto agli 8 °C, e per quattro mesi (Giugno-Settembre) supera i 22 °C, e le precipitazioni sono superiori ai 650 mm annui.

Dal climogramma realizzato a partire dai valori medi di precipitazioni e temperature relativi al periodo 2012-2018 per l'area di interesse, nel quale i quadranti definiscono le diverse tipologie di climi, ossia freddo arido (I), freddo umido (II), caldo umido (III) e caldo arido (IV), è evidente che il settore in studio è caratterizzato da due periodi, uno lungo di caldo arido ed uno limitato freddo umido.

La classificazione fatta sul clima della regione è confermata anche dall'indice di aridità medio di Demartonne stimato per l'area in oggetto che ricade nel settore da "secco – sub-umido" a "subumido" per il periodo considerato.

L'analisi dei parametri meteorologici permette di confermare l'andamento climatico rilevato in quasi tutta la Sardegna, nettamente bistagionale con le stagioni caldo arida e fresca umida che si alternano nel corso dell'anno, intervallate da due brevi stagioni a carattere intermedio.

## 12. INQUADRAMENTO PEDOLOGICO E USO DEL SUOLO

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

Poiché la litologia del substrato o della roccia madre ha una importanza fondamentale quale fattore nella pedogenesi dei suoli, le unità principali sono state delimitate in funzione delle formazioni geologiche prevalenti, e successivamente all'interno di esse sono state individuate unità, distinte dalla morfologia del rilievo, dall'acclività e dall'uso del suolo prevalente.

Per l'area di progetto risulta quanto segue:

**WTG 1, WTG 2, WTG 3, WTG 8:** Calcari organogeni, calcareniti, arenarie e conglomerati del Miocene e relativi depositi colluviali con profili A-C, A-Bw-C, A-Bt-C e subordinatamente roccia affiorante, da mediamente a poco profondi, da franco sabbioso argillosi ad argillosi, permeabili, neutri, saturi, cui sono associati suoli dell'unità F2 della Carta dei Suoli della Sardegna.

**WTG 5, WTG 6, WTG 7, WTG 9:** Calcari organogeni, calcareniti, arenarie e conglomerati del Miocene e relativi depositi colluviali. Rocca affiorante, suoli a profilo A-C e A-Bt-C, da poco a mediamente profondi, franco sabbioso argillosi, permeabili, neutri, saturi cui sono associati suoli dell'unità F1 della Carta dei Suoli della Sardegna.

**WTG 4:** Rocce effusive acide (andesiti, rioliti, riodaciti, ecc.) e intermedie (fonoliti) del Cenozoico e loro depositi di versante e colluviali. Rocca affiorante e suoli a profilo A-C, A-R e subordinatamente A-Bw-C, poco profondi, da sabbioso franchi a franco argillosi, da permeabili a mediamente permeabili, neutri, saturi cui sono associati suoli dell'unità D3 della Carta dei Suoli della Sardegna.

Dalla Carta dell'Uso del Suolo, resa disponibile dalla Regione Sardegna, si evince che l'ambito di progetto si inserisce in un contesto in cui l'utilizzo è classificato come:

**2121 SEMINATIVI SEMPLICI E COLTURE ORTICOLE A PIENO CAMPO**

**2111 SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE**



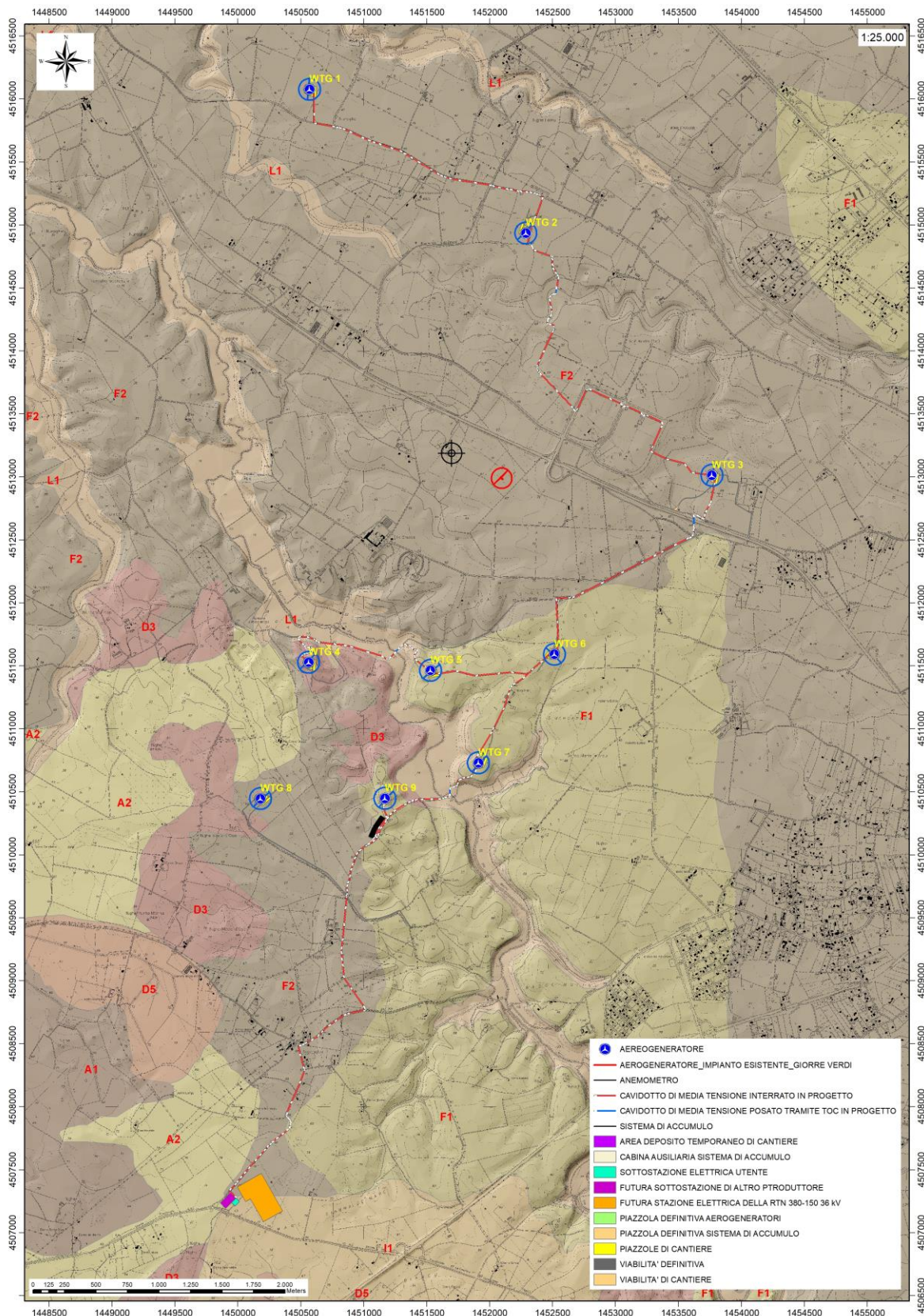


Figura 30 Carta dei Suoli, Fonte RAS



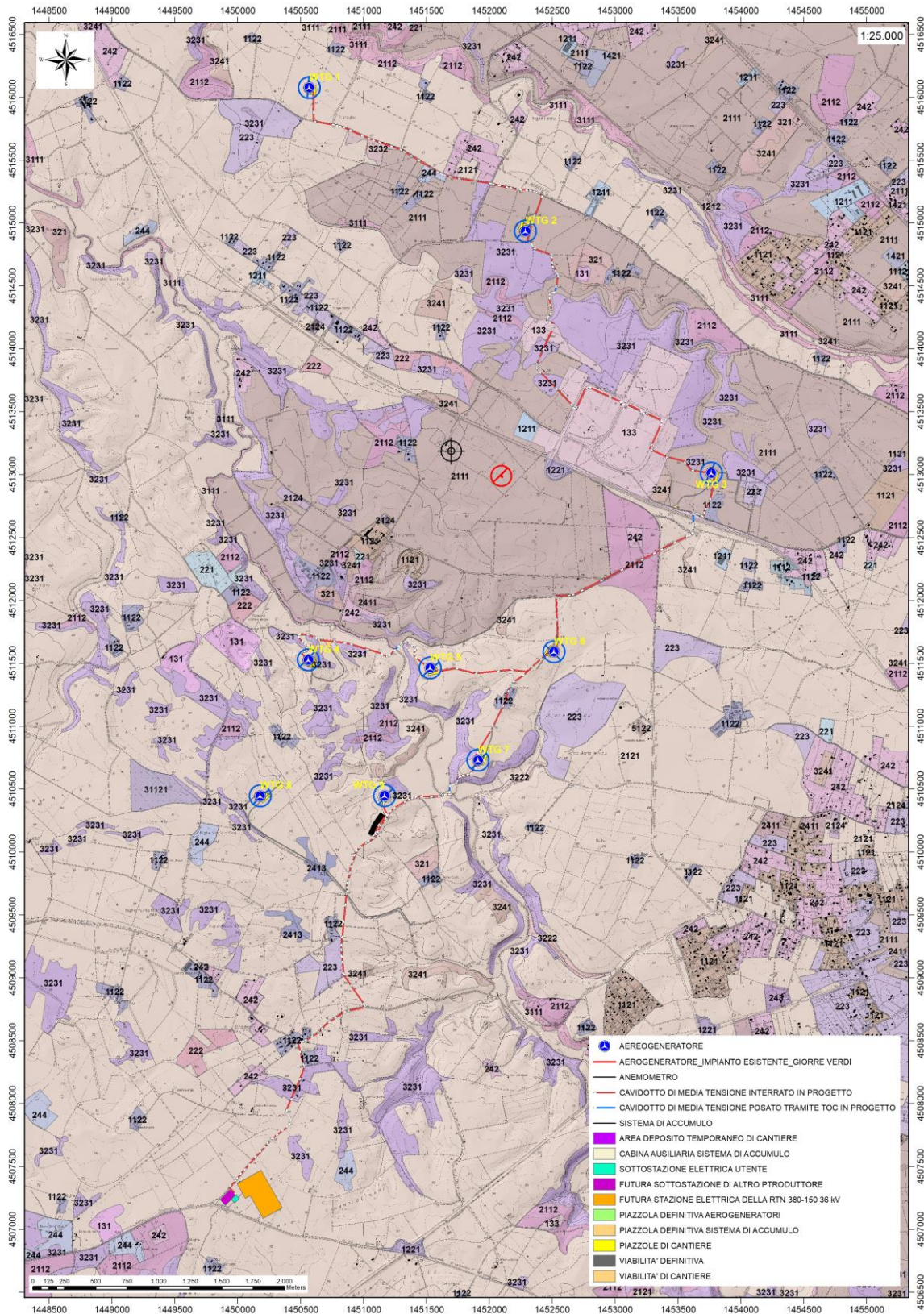


Figura 31 Carta dell'Uso del Suolo, Fonte RAS

## 13. ANALISI DEI VINCOLI GRAVANTI SUI TERRENI

### 13.1. PIANO STRALCIO D'ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA SARDEGNA (P.A.I.)

Per quanto riguarda gli aspetti legati alla pericolosità idrogeologica, si sintetizzano gli esiti del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), che è stato redatto dalla Regione Sardegna ai sensi del comma 6 ter dell'art. 17 della Legge 18 maggio 1989 n. 183 e ss.mm.ii., adottato con Delibera della Giunta Regionale n. 2246 del 21 luglio 2003, approvato con Delibera n. 54/33 del 30 dicembre 2004 e reso esecutivo dal Decreto dell'Assessore dei Lavori Pubblici n. 3 del 21 febbraio 2005.

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

Nello specifico del progetto, le turbine e relative piazzole sono non ricadono in aree a pericolosità da frana mentre alcuni tratti del cavidotto sono interessati da pericolosità da frana media Hg1 e Hg2. Le turbine sono posizionate su un pianoro sufficientemente ampio da garantire la non influenza dell'opera con la dinamica del versante attiguo. Dai sopralluoghi effettuati in sito non si ha inoltre evidenza per quest'area di fenomeni franosi in atto o potenziali. La dinamica geomorfologica di versante è naturalmente presente ma senza manifestazioni importanti.

Nella carta tematica del P.A.I. relativa alla pericolosità idraulica resa disponibile dalla RAS, risulta che nel territorio circostante l'area di interesse sono presenti diversi settori con diverso grado di pericolosità legata a fenomeni idraulici per le aste fluviali principali che attraversano questo territorio e aree interessate da fenomeni di esondazione naturali. Per quanto concerne turbine e relative piazzole essere si trovano in aree non oggetto di pericolosità idraulica. Alcuni tratti di cavidotto sono invece interessati da pericolosità idraulica Hi3 e Hi4 ma essi non interferiscono con tale assetto in quanto correranno interrato a profondità maggiore di 1m da piano campagna.



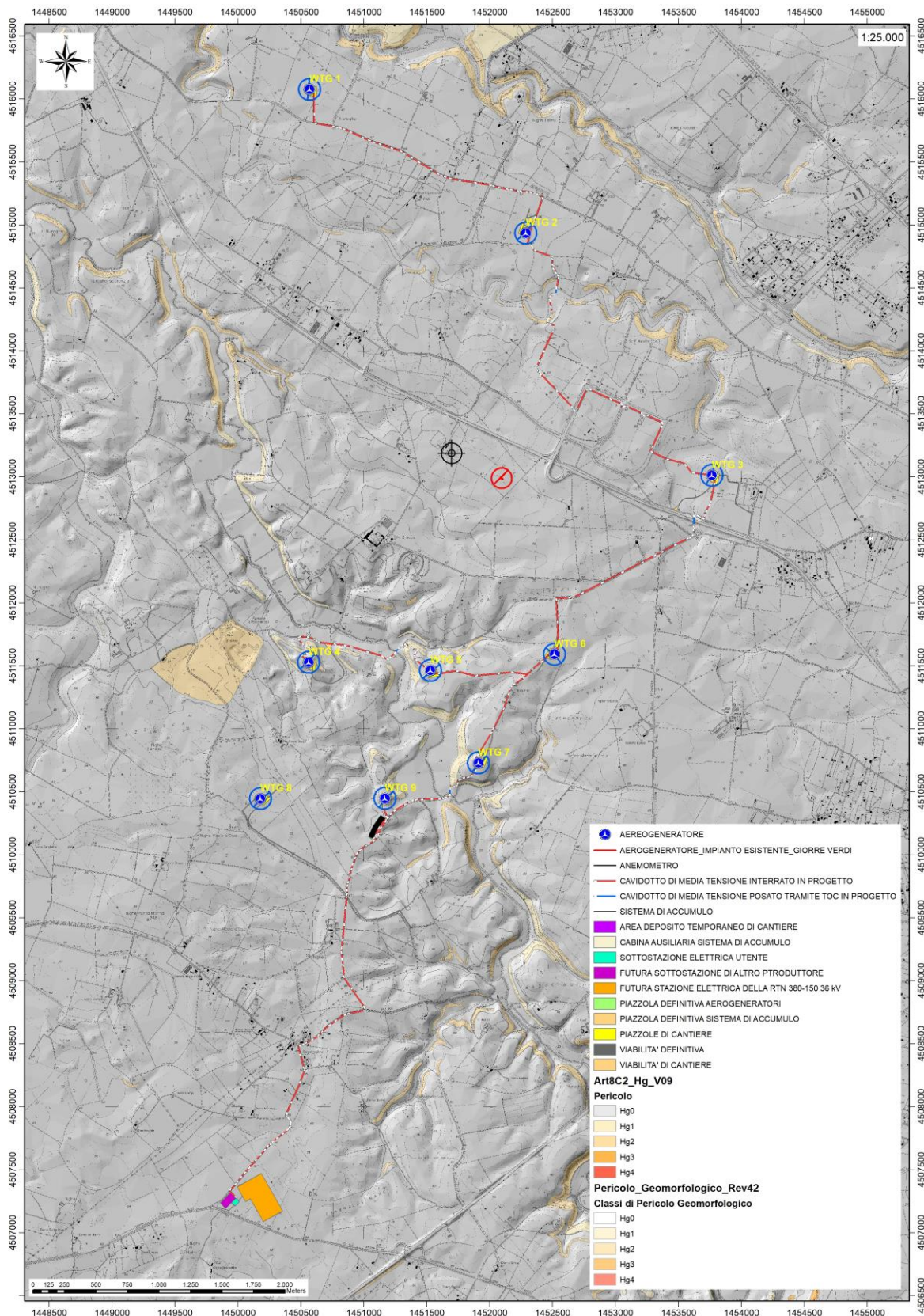


Figura 32 PAI: Pericolosità da frana Hg



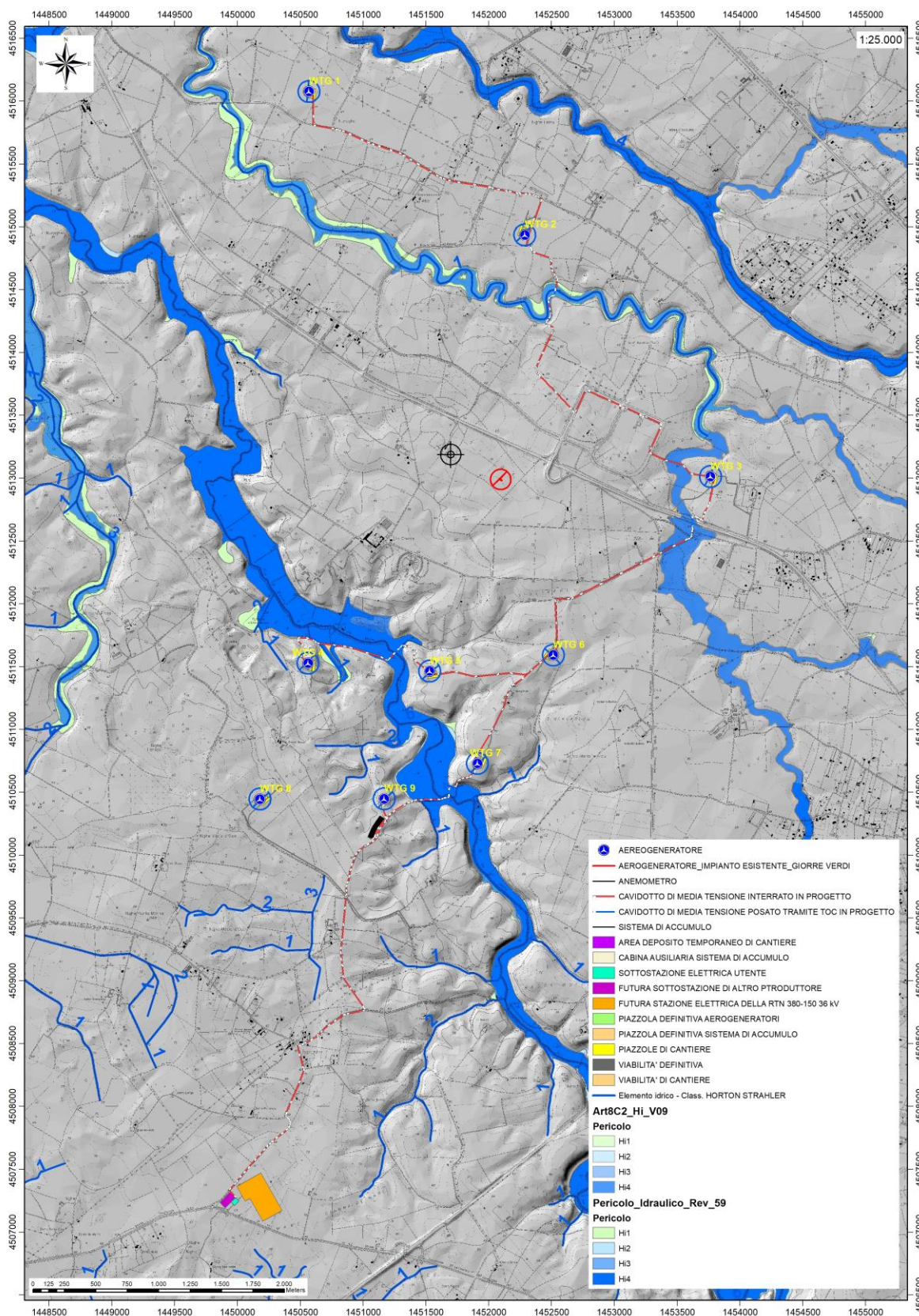


Figura 33 PAI: Pericolosità idraulica Hi

## 13.2. INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI – PROGETTO I.F.F.I.

Per quanto riguarda il censimento dei siti franosi nell’ambito del Progetto IFFI, nell’inventario non sono menzionate aree che ricadono nell’ambito territoriale dell’area di interesse.

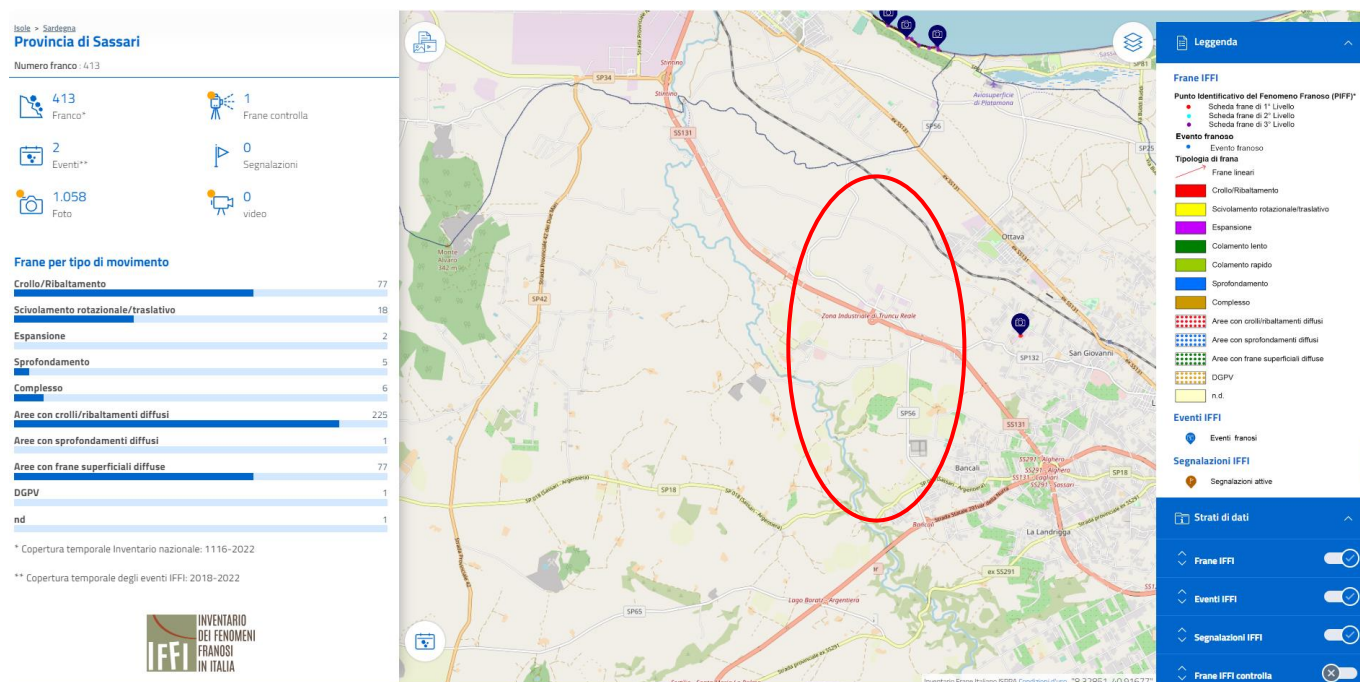


Figura 34 Archivio IFFI (Fonte ISPRA) in rosso l’area di intervento

## 13.3. PIANO STRALCIO DELLE FASCE FLUVIALI (P.S.F.F.)

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) definisce, per i principali corsi d’acqua della Sardegna, le aree inondabili e le misure di tutela per le fasce fluviali. A seguito dello svolgimento delle conferenze programmatiche, tenute nel mese di gennaio 2013, il Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino della Regione Sardegna, con Delibera n.1 del 20.06.2013, ha adottato in via definitiva il Progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali costituisce un approfondimento ed una integrazione necessaria al Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) in quanto è lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d’acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l’uso della risorsa idrica, l’uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli ed industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali.

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



Per quanto riguarda le delimitazioni presenti nella cartografia del Piano Stralcio Fasce Fluviali, si evince che nel territorio circostante l'area di Truncu Reale sono presenti diverse fasce fluviali in corrispondenza delle due aste fluviali principali Riu Mannu e Rio d'Ottava. e un'area di fascia C (Fascia Geomorfológica) lungo l'alveo del 090064 Fiume 85602. L'area descritta è localizzata fuori dall'area oggetto di studio.

#### 13.4. PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)

L'articolo 7 del D.Lgs. 23 febbraio 2010 n. 49 "Attuazione della Direttiva Comunitaria 2007/60/CE, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni", che recepisce in Italia la Direttiva comunitaria 2007/60/CE, prevede che in ogni distretto idrografico, di cui all'art. 64 del D.Lgs.152/2006, sia predisposto il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (di seguito indicato come PGRA).

L'obiettivo generale del PGRA è la riduzione delle conseguenze negative derivanti dalle alluvioni sulla salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali. Esso coinvolge pertanto tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni, con particolare riferimento alle misure non strutturali finalizzate alla prevenzione, protezione e preparazione rispetto al verificarsi degli eventi alluvionali; tali misure vengono predisposte in considerazione delle specifiche caratteristiche del bacino idrografico o del sottobacino interessato. Il PGRA individua strumenti operativi e di governance (quali linee guida, buone pratiche, accordi istituzionali, modalità di coinvolgimento attivo della popolazione) finalizzati alla gestione del fenomeno alluvionale in senso ampio, al fine di ridurre quanto più possibile le conseguenze negative.

Nel territorio indagato sono presenti perimetrazioni per rischio alluvioni che ricalcano quelle già citate per il PAI e il PSFF.

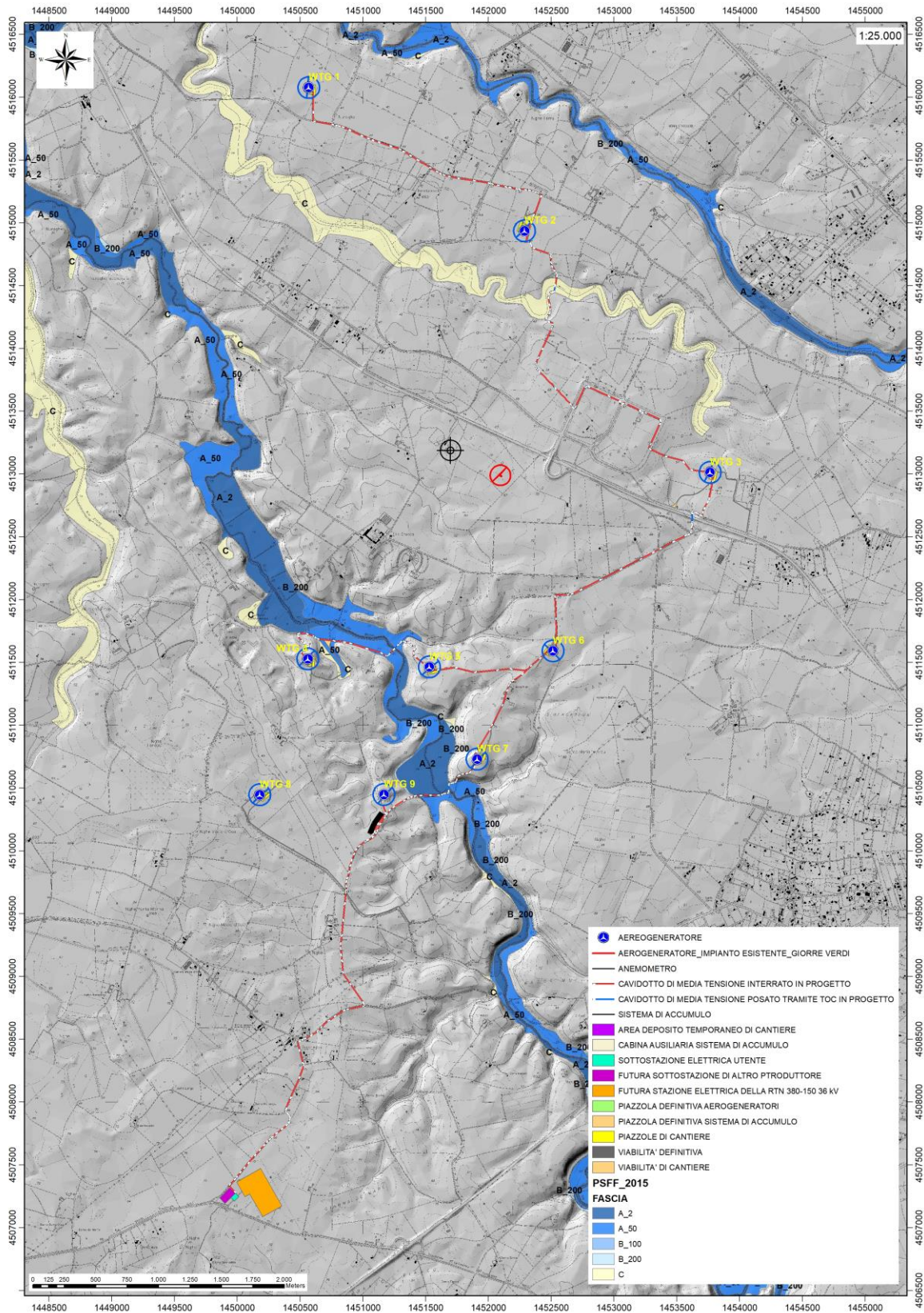


Figura 35 Carta delle perimetrazioni PSFF



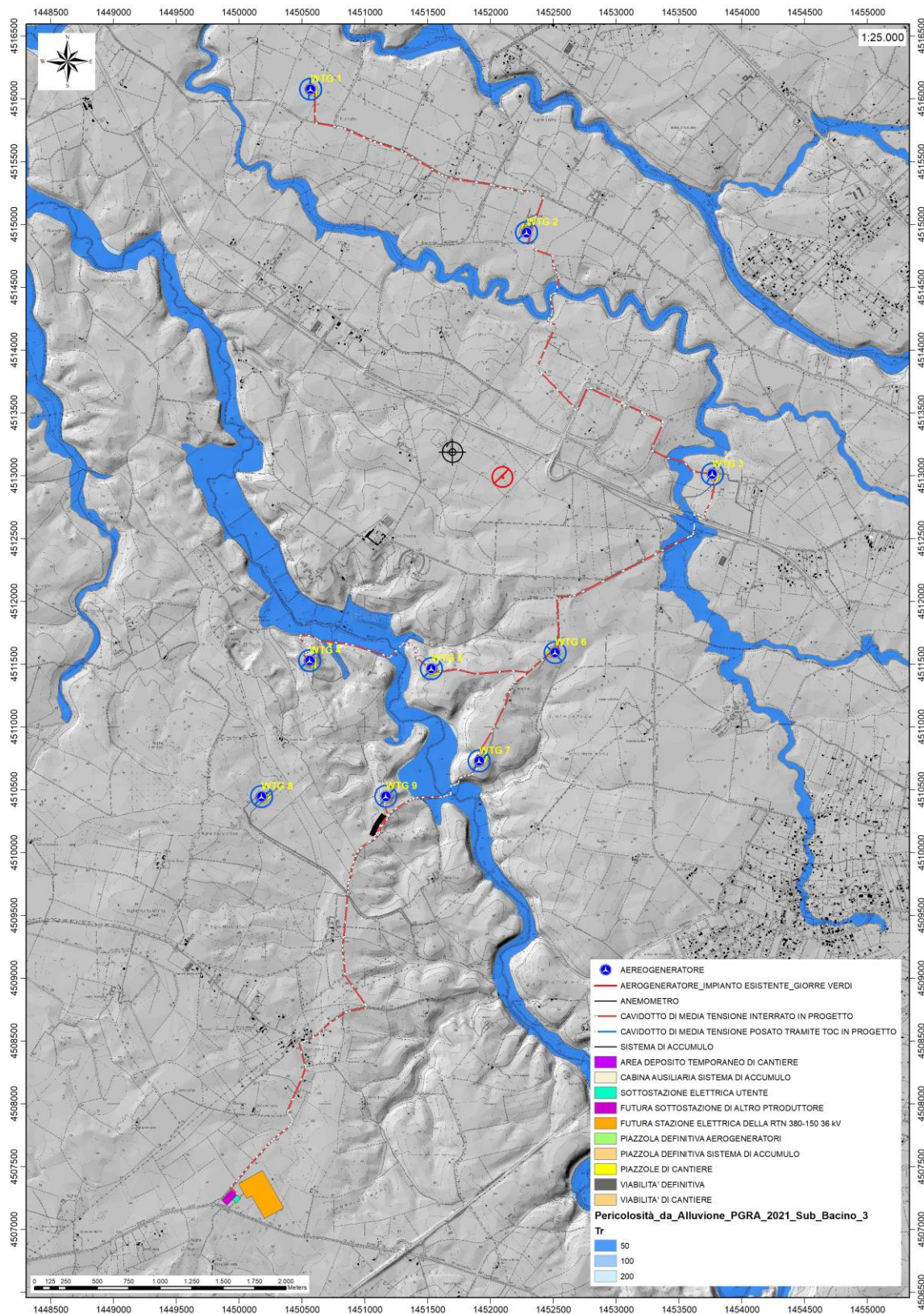


Figura 36 Carta delle perimetrazioni PGRA



## 13.5. ART.30 TER NTA PAI

Il territorio comunale di Sassari è stato oggetto di uno Studio di dettaglio della pericolosità idraulica così come previsto dall'art.8 comma c delle NTA PAI, nelle more della realizzazione dello stesso, pertanto, sono state istituite le fasce di prima salvaguardia secondo il comma 1 dell'art.30ter di seguito riportato.

*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.*

La fascia di rispetto dei corsi d'acqua in base al numero di Stralher equivale a:

Stralher 1	10m
Stralher 2	25m
Stralher 3	50m
Stralher 4	75m
Stralher 5	100m
Stralher 6	150m
Stralher 7	250m
Stralher 8	400m

Le interferenze individuate tra fasce di rispetto ex art.30ter e opere di progetto riguardano alcuni tratti di cavidotto che correrà interrato a profondità maggiore o uguale a 1 m da p.c. pertanto ammissibile anche in aree a pericolosità Hi4 e un tratto di viabilità di cantiere in corrispondenza della WTG 4.

## 14. MODELLAZIONE GEOLOGICA e GEOTECNICA DI SITO

Sulla base di quanto emerso dai rilievi e dalle indagini in sito, nell'approccio progettuale, stante il contesto geologico si evidenziano le seguenti criticità delle quali si è tenuto conto nella modellazione geotecnica del sito propedeutica alla progettazione esecutiva dell'opera e alle varie fasi di realizzazione.

L'analisi di tali fattori, funzionale alla progettazione, ha lo scopo di valutare la risposta del terreno ai nuovi carichi ed individuare azioni correttive o accorgimenti tali da limitarne gli effetti. Nello specifico:

- **Azioni sulle pareti e stabilità dei fronti.** Lo scavo stesso, in quanto genera depressione, può innescare locali smottamenti in corrispondenza degli orizzonti meno competenti a causa di fenomeni di detensionamento determinati dall'asportazione del materiale durante l'escavazione, sia in relazione alla maggiore componente fine presente sia alle direzioni del sistema di fratturazione che può generare

componenti a franapoggio. L'alterazione presente nei litotipi indagati, indebolendo la roccia può localmente creare le condizioni favorevoli all'innescio di fenomeni di smottamento pertanto si ritiene importante in fase di realizzazione degli scavi di fondazione provvedere al controllo del comportamento delle pareti ed eventualmente anche localmente all'uso di opere provvisorie di contenimento dei fronti di scavo per il tempo di posa e ricoprimento dell'opera di fondazione.

- **Circolazione idrica sotterranea secondaria o indotta**– pur se non è stata rilevata in fase di indagine, vanno considerati gli effetti dell'eventuale presenza d'acqua alla quota di imposta delle fondazioni in relazione ad una possibile circolazione idrica indotta dai fenomeni di detensionamento dovuti agli scavi, con particolare riferimento alla stagionalità degli apporti idrici e del relativo flusso negli ambiti più superficiali. In tal caso, in fase di realizzazione, sarà opportuno provvedere a mantenere lo scavo asciutto mediante l'installazione di pompe adeguatamente dimensionate per la portata da emungere.

L'analisi ha permesso di fatto di definire il modello geologico e geotecnico di sito in relazione alle diverse condizioni geologiche e geostrutturali rilevate, sintetizzato di seguito.

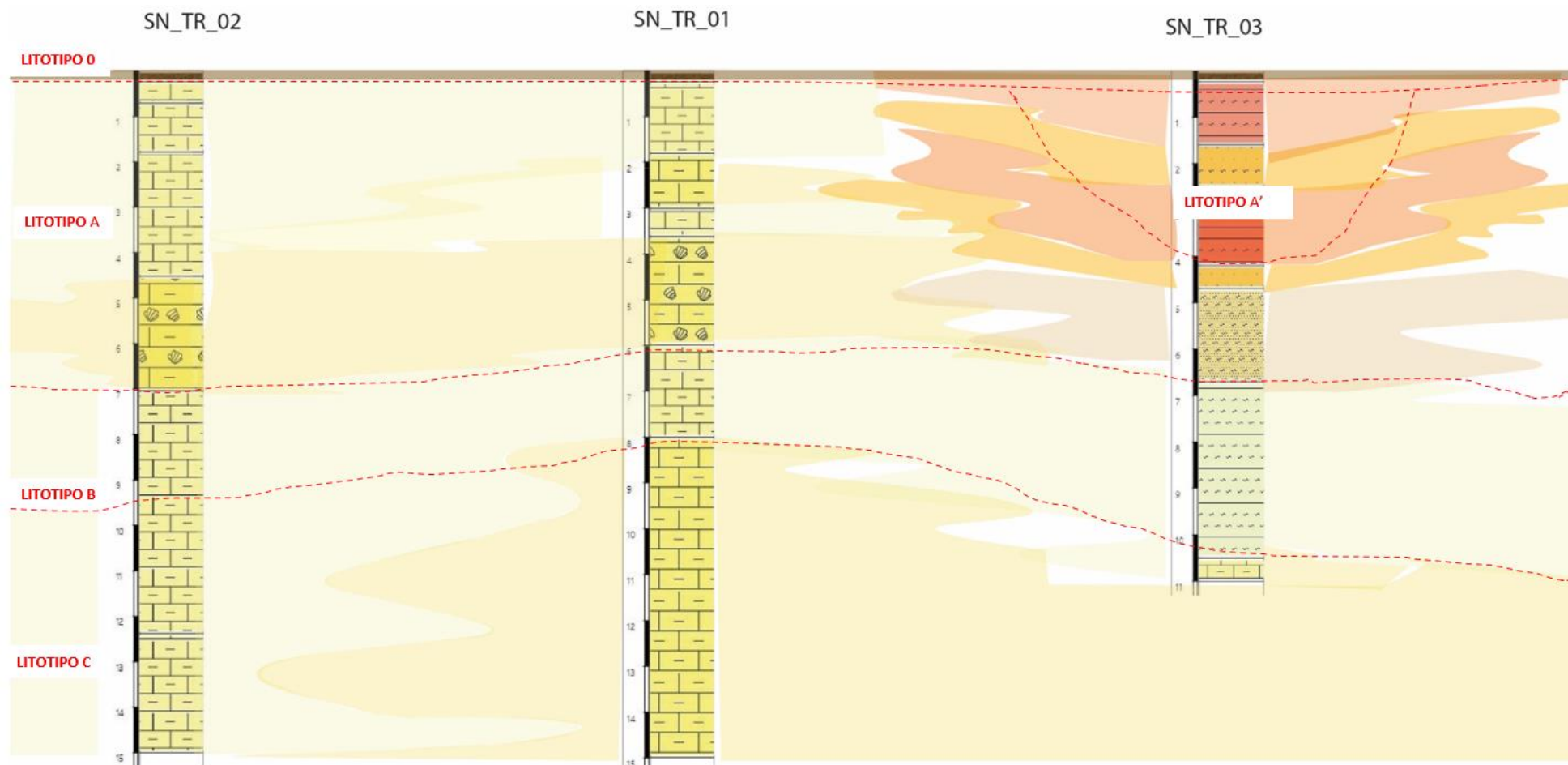


Figura 37 Modello Geologico del sito



Vengono di seguito definiti, come sintesi dei risultati delle indagini i parametri geotecnici che caratterizzano il modello geotecnico del sito.

	prof. da - a	Descrizione	$\gamma_d$	$\gamma_{sat}$	$c'$	$\phi$	$V_p$	$V_s$	Nspt	Poisson	Ed – mod. Young din	Ed – mod. Young stat.	Modulo taglio $G_0$	Mod.Comprim.Bulk	Point LOAD	Uniax compress (Mod.Y.AX)
	m		Kg/m3	Kg/m3	kPa	°	m/s	m/s			MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	N/mm2
<b>LITOTIPO 0</b>	0,00 – 0,30	suolo	<b>1900</b>	<b>2000</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	880	440	-	<b>0.33</b>	<b>981</b>	<b>98</b>	373	981		
<b>LITOTIPO A</b>	0,30 – 6,00	Calcarenite bianca molto fratturata	<b>2000</b>	<b>2100</b>	<b>24*</b>	<b>24,83*</b>	1250	625	10	<b>0.33</b>	<b>2079</b>	<b>312</b>	785	2079	4,22	
<b>LITOTIPO A'</b>	0,30 – 4,00	Argilla rossa dura e compatta con alternanze di livelli sabbioso-argillosi	<b>2100</b>	<b>2200</b>	<b>15*</b>	<b>18,21*</b>	1250	625	-	<b>0.33</b>	<b>2079</b>	<b>312</b>	785	2079		
<b>LITOTIPO B</b>	6,00 – 9,00	Calcarenite grossolana bianca, mediamente cementata, da  mediamente estremamente fratturata	<b>2100</b>	<b>2200</b>	<b>22*</b>	<b>23,19*</b>	2140	1070	-	<b>0.33</b>	<b>6414</b>	<b>1283</b>	2403	6414		3,30 (6655)  2.60 (3431)
<b>LITOTIPO C</b>	9,00 – 15,00	Calcare giallo mediamente cementato molto fratturato	<b>2200</b>	<b>2300</b>	<b>23,1</b>	<b>34,3</b>	2600	1300	-	<b>0.33</b>	<b>9915</b>	<b>2974</b>	3717	9915	4,56 3,45 3,69	

Tabella 5 Modello geotecnico e parametri caratteristici dei litotipi 0, A, A' e B

## 14.1. VIABILITÀ DI IMPIANTO E SOTTOSTAZIONE

La viabilità di impianto è stata scelta utilizzando in parte dei tracciati preesistenti che verranno adeguatamente ridefiniti nelle sezioni nella misura utile e funzionale al servizio destinato con particolare riferimento alla fase di realizzazione del parco ove avverrà la maggior se non totale movimentazione di carichi e mezzi. Verrà inoltre realizzata viabilità ex novo che si svilupperà per brevi tratti di raccordo con la viabilità esistente e gli aerogeneratori, a servizio dell'impianto per il collegamento delle singole aerostazioni e il passaggio del cavidotto di connessione. La stessa viabilità sarà mantenuta in fase di esercizio.

La viabilità di percorrenza dovrà avere le seguenti caratteristiche minime: larghezza pari ad almeno 5,40 metri, compresi 70 centimetri per lato di fascia di distanza; Raggio interno di curvatura: 43 m; Pendenza massima per strade asfaltate: 12%; Pendenza massima per strade con fondo in misto stabilizzato: 7%, Pendenza laterale massima: 2%.

Sostanzialmente tutta la viabilità si snoda lungo substrato roccioso con presenza in taluni casi di una copertura superficiale di terreno vegetale e /o roccia degradata con spessori variabili da 0,00m a 2,00m.

Per quanto riguarda la scavabilità del substrato roccioso esso, nelle varie facies presenti e nella parte superficiale, risulta quasi sempre da fratturato a molto fessurato per cui facilmente scavabile con ripper e martellone per uno spessore generalmente individuato in 4-5m da piano campagna.

La sottostazione sorgerà a Sud dell'impianto in località Giannà de Mari sulla formazione arenaceo-conglomeratica di Mores e su depositi quaternari. Non sono previste fondazioni profonde, pertanto, non si rilevano particolari criticità salvo il controllo del deflusso delle acque superficiali.

## 15. COMPATIBILITÀ IDRAULICA E GEOLOGICA-GEOTECNICA

### Studio idraulico – Art.8 c.2 NTA PAI

Nell'anno 2021 con Determina n.38 Prot.1802 del 28.02.2022 la Direzione Generale Agenzia Regionale del Distretto Idrografico della Sardegna approva la variante puntuale al PAI ai sensi degli artt. 8 e 37 delle Norme di Attuazione (parte idraulica). Lo studio ha interessato anche le aste fluviali di interesse al progetto e pertanto se ne riportano gli esiti.

Nel complesso lo studio ha riguardato 22.5 km divisi in 3 aste. Si è utilizzata una discretizzazione della morfologia del terreno attraverso 225 sezioni trasversali poste ad interasse medio di 90 m l'una dall'altra. La modellazione ha origine in prossimità dell'edificato urbano della frazione di Li Punti e termina in corrispondenza della confluenza dell'asta principale di Truncu Reale nel Rio Ottava.



BACINI	1	2	3	4	5
CN(III)	95.06	94.91	94.74	95.00	94.92
Lunghezza asta principale (m)	7457	5833	9369	9925	18929
Area (kmq)	12.67	4.18	6.89	20.48	35.12
Pendenza media bacino	0.0424	0.0470	0.0712	0.0428	0.0493
Altezza massima bacino	228.99	177.57	226.97	228.99	228.99
Altezza media bacino	118.34	102.4	115.1	106.69	94.76
Altezza alla sezione di chiusura (m)	63.41	63.16	53.58	51.34	6.65
Pendenza media asta principale	0.0222	0.0196	0.0185	0.0179	0.0117

Figura 38 Sottobacini idrografici per l'area di Truncu Reale e loro caratteristiche geometriche e pedologiche

L'analisi della carta dell'uso del suolo evidenzia come, escludendo le zone occupate dalla viabilità extraurbana principale ed alcune aree edificate sia residenziale che destinate ad attività produttive, vi sia per tutti i sottobacini una maggioranza di aree con impianto di oliveti oppure utilizzate per attività agricola seminativa.

L'analisi idraulica, condotta in corrente lenta mostra come le aree di allagamento risultino estremamente limitate e confinate entro l'alveo inciso rispetto a quanto accade più a valle oltre la confluenza.

Per lo studio del rio Mannu, in accordo con l'Agenzia di Distretto Idrografico, si è stabilito di utilizzare le conclusioni emerse nell'ambito del vigente Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, che ha simulato le



condizioni di moto dell'intera asta fluviale per i tempi di ritorno adottati nel presente lavoro. Pertanto, la Carta della Pericolosità idraulica ad esso relativa proposta è costituita dalle aree di allagamento derivate dal PSFF per la porzione di territorio in esame.

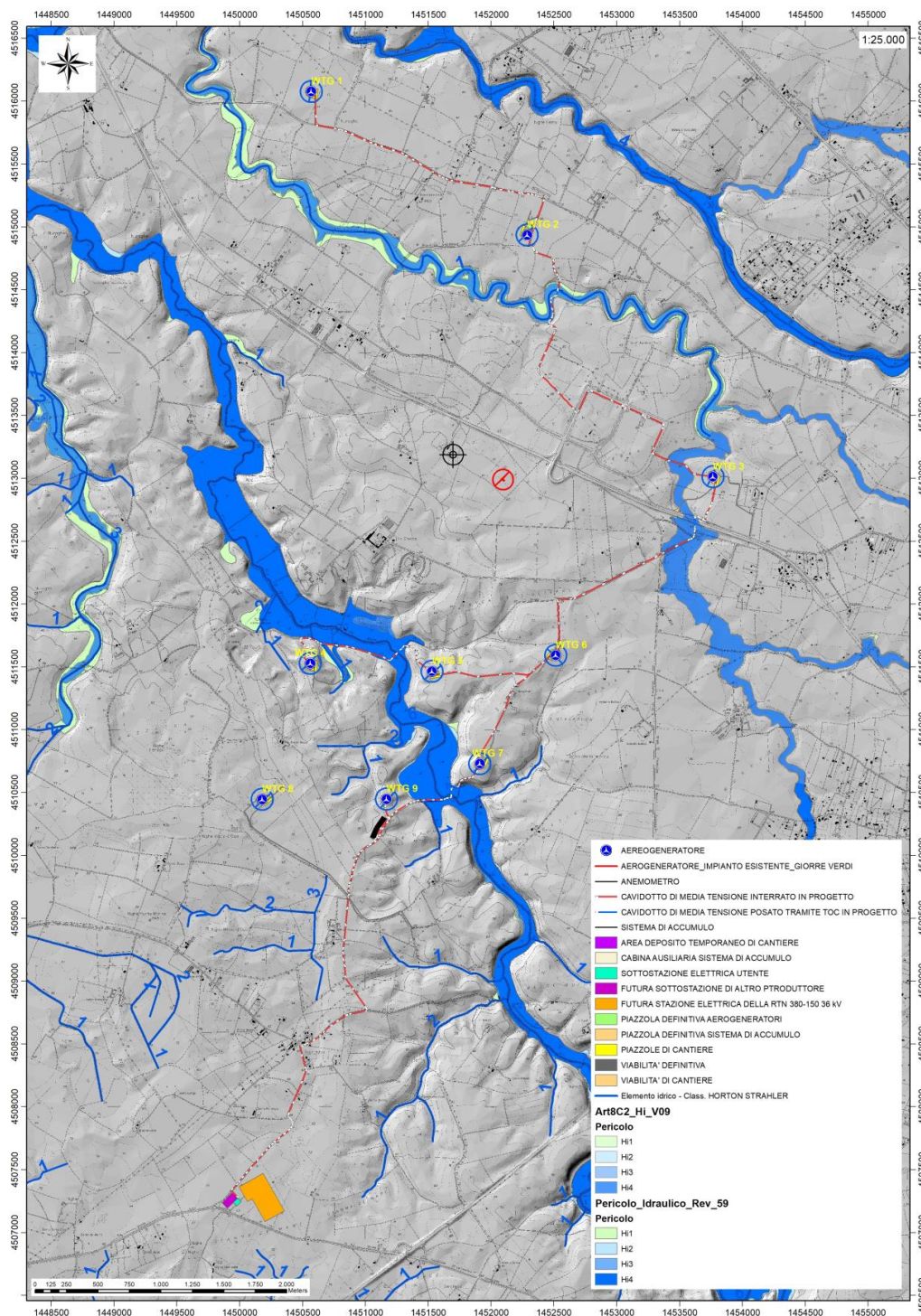


Figura 39 PAI Pericolosità idraulica Hi

### Ammissibilità degli interventi alle prescrizioni del PAI

La condizione di ammissibilità delle opere in progetto è contemplata nelle norme di attuazione del PAI ai seguenti articoli per i quali sono richiamati gli elementi essenziali:

#### **Articolo 23** - Prescrizioni generali per gli interventi ammessi nelle aree di pericolosità idrogeologica

Comma 7. Nel caso di interventi per i quali non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica o geologica e geotecnica i proponenti garantiscono comunque che i progetti verifichino le variazioni della risposta idrologica, gli effetti sulla stabilità e l'equilibrio dei versanti e sulla permeabilità delle aree interessate alla realizzazione degli interventi, prevedendo eventuali misure compensative.

### PERICOLOSITA' IDRAULICA

Gli aerogeneratori non sono soggetti a pericolosità idraulica per la loro posizione morfologica. Per quanto neanche il tracciato del cavidotto, che si snoda lungo aree pianeggianti interessate da un reticolo idrografico ben definito, sia interessato da perimetrazione idraulica, facendo riferimento ai criteri di ammissibilità previsti per tali aree l'intervento è ammesso anche in aree a pericolosità molto elevata Hi4 in quanto corre interrato a profondità maggiore o uguale a 1m da piano campagna, secondo il combinato disposto:

#### **Art. 27 - Disciplina delle aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4)**

**Comma 3.** In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente:

*lettera g. le nuove infrastrutture a rete o puntuali previste dagli strumenti di pianificazione territoriale e dichiarate essenziali e non altrimenti localizzabili; nel caso di condotte e di cavidotti, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme qualora sia rispettata la condizione che tra piano di campagna e estradosso ci sia almeno un metro di ricoprimento, che eventuali opere connesse emergano dal piano di campagna per una altezza massima di 50 cm, che per le situazioni di parallelismo non ricadano in alveo e area golenale e che il soggetto attuatore provveda a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese tali elementi qualora sia necessario per la realizzazione di opere di mitigazione del rischio idraulico.*

Facendo quindi riferimento ai criteri di ammissibilità previsti in aree a pericolosità geologico-geotecnica bassa Hg1 e moderata Hg2 che interessa tratti di cavidotto e viabilità, l'intervento è ammesso secondo il combinato disposto:

#### **Art. 31 Disciplina delle aree di pericolosità molto elevata da frana (Hg4)**

**Comma 1.** Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 25, in materia di interventi strutturali e non strutturali per il controllo dei dissesti - individuati dal PAI, dal programma triennale di attuazione o

dalle competenti autorità regionali in osservanza di quanto stabilito dal PAI - nelle aree di pericolosità molto elevata da frana sono consentiti esclusivamente:

**Comma 3.** In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità molto elevata da frana sono consentiti esclusivamente:

**b. gli interventi di manutenzione straordinaria;**

**c. gli interventi di adeguamento per l'integrazione di innovazioni tecnologiche;**

**e. allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti;**

i. gli ampliamenti, le ristrutturazioni e **le nuove realizzazioni di infrastrutture riferibili a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili o non delocalizzabili**, a condizione che non esistano alternative tecnicamente ed economicamente sostenibili, che tali interventi siano coerenti con i piani di protezione civile, e che ove necessario siano realizzate preventivamente o contestualmente opere di mitigazione dei rischi specifici.

## **Art. 34 Disciplina delle aree di pericolosità moderata da frana (Hg1)**

1. Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 25, nelle aree di pericolosità moderata da frana compete agli strumenti urbanistici, ai regolamenti edilizi ed ai piani di settore vigenti disciplinare l'uso del territorio e delle risorse naturali, ed in particolare le opere sul patrimonio edilizio esistente, i mutamenti di destinazione, le nuove costruzioni, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture a rete e puntuali pubbliche o di interesse pubblico, i nuovi insediamenti produttivi commerciali e di servizi, le ristrutturazioni urbanistiche e tutti gli altri interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia, salvo in ogni caso l'impiego di tipologie e tecniche costruttive capaci di ridurre la pericolosità ed i rischi.

**Analisi sulle variazioni della risposta idrologica, gli effetti sulla stabilità e l'equilibrio dei versanti e sulla permeabilità (Art.3 c.7 NTA PAI)**

Risposta idrologica e permeabilità. L'intervento prevede una minima occupazione di suolo dovuta all'impronta dei sostegni delle turbine e degli elementi fondanti delle stesse che non determina una sostanziale variazione al regime di deflusso idrico superficiale o sulla permeabilità relativamente alle condizioni ante intervento.



Le piazzole di cantiere previste per la realizzazione dei singoli aerogeneratori avranno un impatto temporaneo e strettamente legato al tempo di realizzazione dell'impianto successivamente verranno rinaturalizzate ripristinando lo stato dei luoghi.

Gli interventi successivi e quelli sulla viabilità esistente incidono in maniera poco significativa sull'assetto idraulico andando ad adattare tracciati già presenti che verranno interessati da sole opere di adeguamento funzionale alle esigenze operative di realizzazione e di esercizio. Le nuove tratte di viabilità di impianto previste si snodano quasi sempre lungo spartiacque naturali. Gli interventi siffatti non interrompono o ostacolano il normale deflusso superficiale in quanto non sono previste in elevazione e non vi è sottrazione incidente di suolo.

Analogamente la rete di connessione, trovandosi interrata ad una profondità non inferiore ad 1 m da p.c., non determina variazioni sostanziali all'attuale regime di deflusso delle acque superficiali. Tuttavia, per l'attraversamento di alcune infrastrutture esistenti (corsi d'acqua e autostrada), si utilizzerà la tecnica della Trivellazione Orizzontale Controllata.

Si riportano di seguito a titolo esemplificativo alcune sezioni tipo del cavidotto interrato.

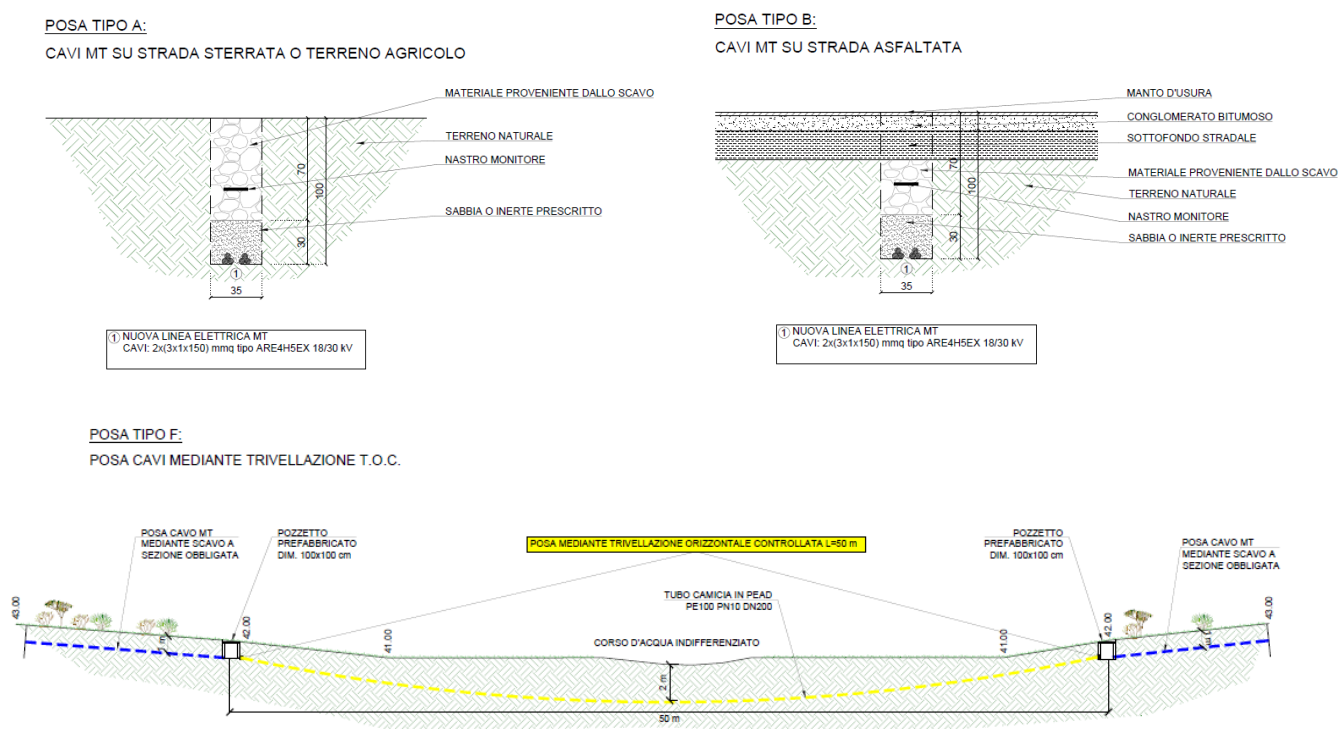


Figura 40 Alcuni tipici di sezioni cavidotto

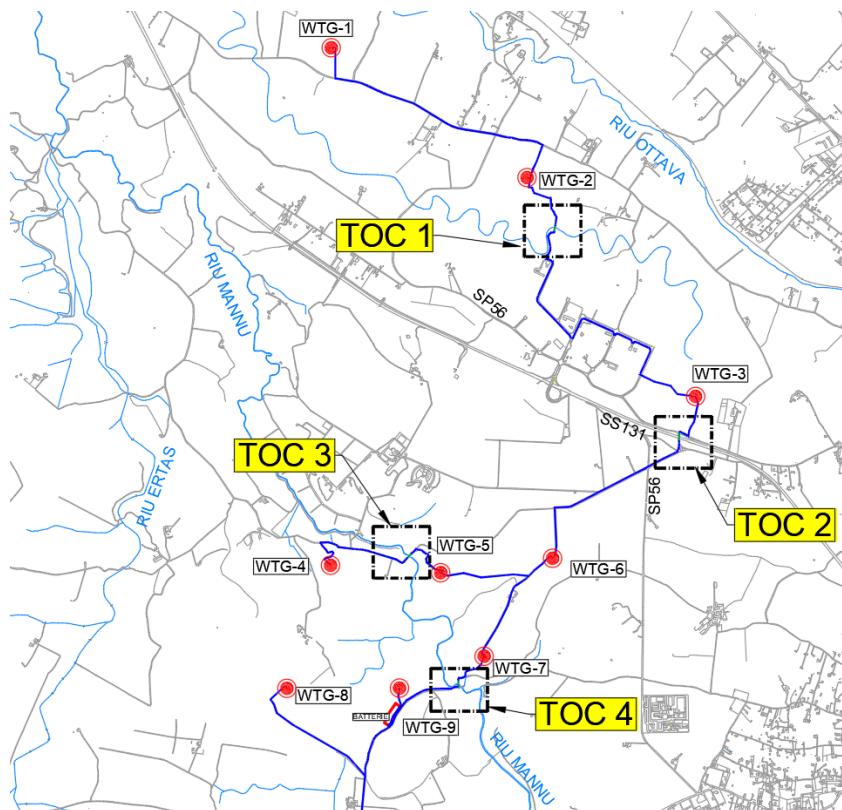


Figura 41 Posizione n.4 punti di attraversamento tramite TOC

Al fine di garantire il corretto smaltimento delle acque superficiali afferenti a quest'area, in fase di progettazione esecutiva, verrà predisposto un piano di regimazione delle acque superficiali il cui bilancio idraulico, riferito al recettore finale, rispetterà il criterio dell'invarianza idraulica richiamato all'art.47 delle NTA PAI.

**Ne consegue che, in relazione ai criteri di valutazione del PAI, l'intervento è compatibile e non determina aumento del livello di pericolosità idraulica ex ante.**

**Effetti sulla stabilità e l'equilibrio dei versanti.** Le turbine verranno installate in aree sub pianeggianti con inclinazioni medie inferiori al 15%, la maggior parte della viabilità e dei cavidotti si sviluppa su strade già esistenti, i brevi tratti di viabilità di nuova costruzione si snoderanno su aree Hg0 e localmente Hg1 e Hg2 nelle quali non sono stati rilevati in fase di progettazione evidenze di dissesto da frana né quiescenti né attivi.

La realizzazione del cavidotto prevede l'esecuzione di uno scavo temporaneo poco profondo che verrà ricoperto subito dopo il posizionamento degli strati di allettamento, la stesura del cavo e i relativi rinfianchi. Verrà eseguito per porzioni, pertanto non esiste la possibilità della permanenza di scavi aperti per lungo tempo, garantendo di fatto, il mantenimento delle condizioni di stabilità ex ante ed ex post.

Gli scavi per la realizzazione delle fondazioni delle turbine verranno eseguiti verificando di volta in volta la stabilità delle pareti di scavo in relazione agli esiti della campagna di indagine puntuale realizzata per il progetto esecutivo ed in base alla quale verranno previste opere provvisorie quali rinforzi al piede dello scavo, puntellature o palancolate o gradonature per garantire la sicurezza degli operatori ed evitare l'innescarsi di eventuali smottamenti. La stabilità dei versanti in fase di apertura dello scavo è stata studiata attraverso simulazioni in funzione dei modelli geologico-geotecnici individuati in relazione alla verifica delle opere fondanti.

I movimenti terra previsti sono sostanzialmente tutti riferibili allo scavo e successivo riutilizzo di materiale finalizzato al rinterro lungo la viabilità e al riempimento successivo alla realizzazione delle fondazioni delle turbine; pertanto, non si evidenziano condizioni di scavo esposto per lungo tempo e conseguenti fattori potenziali tali da ingenerare fenomeni di instabilità. Il materiale di rinterro/riempimento verrà steso e rullato/compattato secondo i criteri di buona regola d'arte al fine di conferire la giusta stabilità per i carichi previsti per la durata dell'impianto.

**Ne consegue che, in relazione ai criteri di valutazione del PAI, l'intervento è compatibile e non determina aumento del livello di pericolosità da frana ex ante.**



## 16. CONCLUSIONI

Il presente studio ha permesso di verificare la compatibilità e l'ammissibilità delle opere in progetto con le prescrizioni del PAI.

Dall'analisi delle caratteristiche delle opere, della sua ubicazione e delle interazioni con lo strumento normativo del PAI, le stesse è ammissibile secondo quanto disposto dall'art 23 comma 7 delle NTA PAI:

### **Art. 27 - Disciplina delle aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4)**

**Comma 3.** In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente:

*lettera g. le nuove infrastrutture a rete o puntuali previste dagli strumenti di pianificazione territoriale e dichiarate essenziali e non altrimenti localizzabili; nel caso di condotte e di cavidotti, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme qualora sia rispettata la condizione che tra piano di campagna e estradosso ci sia almeno un metro di ricoprimento, che eventuali opere connesse emergano dal piano di campagna per una altezza massima di 50 cm, che per le situazioni di parallelismo non ricadano in alveo e area golenale e che il soggetto attuatore provveda a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese tali elementi qualora sia necessario per la realizzazione di opere di mitigazione del rischio idraulico.*

Facendo quindi riferimento ai criteri di ammissibilità previsti in aree a pericolosità geologico-geotecnica bassa Hg1 e moderata Hg2 che interessa tratti di cavidotto e viabilità, l'intervento è ammesso secondo il combinato disposto:

### **Art. 31 Disciplina delle aree di pericolosità molto elevata da frana (Hg4)**

**Comma 1.** Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 25, in materia di interventi strutturali e non strutturali per il controllo dei dissesti - individuati dal PAI, dal programma triennale di attuazione o dalle competenti autorità regionali in osservanza di quanto stabilito dal PAI - nelle aree di pericolosità molto elevata da frana sono consentiti esclusivamente:

**Comma 3.** In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità molto elevata da frana sono consentiti esclusivamente:

**b. gli interventi di manutenzione straordinaria;**

**c. gli interventi di adeguamento per l'integrazione di innovazioni tecnologiche;**

**e. allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti;**

**i. gli ampliamenti, le ristrutturazioni e le nuove realizzazioni di infrastrutture riferibili a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili o non delocalizzabili, a condizione che non esistano alternative tecnicamente ed economicamente sostenibili, che tali interventi siano coerenti con i piani di protezione civile, e che ove necessario siano realizzate preventivamente o contestualmente opere di mitigazione dei rischi specifici.**

## Art. 34 Disciplina delle aree di pericolosità moderata da frana (Hg1)

1. Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 25, nelle aree di pericolosità moderata da frana compete agli strumenti urbanistici, ai regolamenti edilizi ed ai piani di settore vigenti disciplinare l'uso del territorio e delle risorse naturali, ed in particolare le opere sul patrimonio edilizio esistente, i mutamenti di destinazione, le nuove costruzioni, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture a rete e puntuali pubbliche o di interesse pubblico, i nuovi insediamenti produttivi commerciali e di servizi, le ristrutturazioni urbanistiche e tutti gli altri interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia, salvo in ogni caso l'impiego di tipologie e tecniche costruttive capaci di ridurre la pericolosità ed i rischi.

Inoltre, secondo quanto previsto dall'Art. 23 "Pericolosità e di rischio esistenti nelle aree di pericolosità idrogeologica – nuovi interventi sul territorio" al comma 9 vengono rispettate le seguenti indicazioni:

a. migliorare in modo significativo o comunque **non peggiorare le condizioni di funzionalità del regime idraulico del reticolo principale e secondario**, non aumentando il rischio di inondazione a valle;

b. migliorare in modo significativo o comunque **non peggiorare le condizioni di equilibrio statico dei versanti e di stabilità dei suoli** attraverso trasformazioni del territorio non compatibili;

c. non compromettere la riduzione o l'eliminazione delle cause di pericolosità o di danno potenziale né la sistemazione idrogeologica a regime;

d. **non aumentare il pericolo idraulico con nuovi ostacoli** al normale deflusso delle acque o con riduzioni significative delle capacità di invasamento delle aree interessate;

e. **limitare l'impermeabilizzazione dei suoli** e creare idonee reti di regimazione e drenaggio;

f. favorire quando possibile la formazione di nuove aree esondabili e di nuove aree permeabili;

l. **non incrementare le condizioni di rischio specifico idraulico o da frana** degli elementi vulnerabili interessati ad eccezione dell'eventuale incremento sostenibile connesso all'intervento espressamente assentito;

m. assumere adeguate misure di compensazione nei casi in cui sia inevitabile l'incremento sostenibile delle condizioni di rischio o di pericolo associate agli interventi consentiti;

n. garantire condizioni di sicurezza durante l'apertura del cantiere, assicurando che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un significativo aumento del livello di rischio o del grado di esposizione al rischio esistente;

o. garantire coerenza con i piani di protezione civile.

Inoltre, gli interventi previsti non producono incremento del carico insediativo.

Pertanto, alla luce delle considerazioni sopra riportate, si **attesta la compatibilità idrogeologica** tra l'opera e il territorio circostante in relazione alle prescrizioni del PAI.

