



REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DA REALIZZARSI  
NEI COMUNI DI DI ITTIRI, BANARI, BESSUDE E THIESI

## RELAZIONE GEOLOGICA

Rev. 0.0

Data: 14 dicembre 2023

QQR-WND-026

Committente:

**Queequeg Renewables Due S.r.l.**  
piazza Cinque Giornate, 10  
20129 Milano (MI)  
C. F. e P. IVA: 04578310163  
PEC: queequegrenewablesdue@pec.it

Progetto e sviluppo:

**Queequeg Renewables, ltd**  
2nd Floor, the Works,  
14 Turnham Green Terrace Mews,  
W41QU London (UK)  
Company number: 11780524  
email: [mail@quren.co.uk](mailto:mail@quren.co.uk)

Aspetti geologici, geotecnici e geofisici:

**Geotechna S.r.l.**  
Via Lorenzo il Magnifico n. 7  
09134 Cagliari (IT)

Gruppo di lavoro:  
Dott.ssa Geol. Giorgia La Ruffa  
Dott. Geol. Mauro Pompei  
Dott.ssa Geol. Maria Francesca Lobina

**INDICE**

<b>1</b>	<b>GENERALITÀ</b>	<b>2</b>
1.1	Premessa	2
1.2	Normativa di riferimento	2
1.3	Inquadramento topografico e territoriale	3
1.4	Descrizione sommaria degli interventi	8
<b>2</b>	<b>MODELLO GEOLOGICO</b>	<b>10</b>
2.1	Contesto geologico dell'area vasta	10
2.2	Aspetti tettonici e strutturali	12
2.3	Assetto litostratigrafico locale	13
2.4	Assetto idrogeologico	20
2.4.1	<i>Sorgenti</i>	21
2.4.2	<i>Pozzi</i>	21
2.5	Assetto morfologico	23
2.6	Assetto idrografico e interferenze con le opere in progetto	26
2.7	Modello stratigrafico di riferimento	29
<b>3</b>	<b>PERICOLOSITÀ GEOLOGICA</b>	<b>30</b>
3.1	Pericolosità sismica	30
3.2	Subsidenza	30
3.3	Pericolosità vulcanica	30
3.4	Pericolosità idrogeologica	30
3.5	Pericolosità da frana	30
3.6	Pericolosità idraulica	31
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>32</b>
<b>5</b>	<b>SCHEDE SITO</b>	<b>33</b>

# 1 Generalità

## 1.1 Premessa

La società Queequeg Renewables Due S.r.l., controllata dal gruppo Queequeg Renewables, ha in programma l'installazione e la messa in esercizio di un impianto eolico in agro di Bessude, Ittiri, Thiesi e Banari (Provincia di Sassari) costituito da n.9 turbine di altezza complessiva 220 m e ciascuna di potenza nominale 6,8 MW, nonché l'approntamento delle opere accessorie indispensabili per il funzionamento e la gestione degli aerogeneratori (viabilità, piazzole, distribuzione elettrica di impianto, cavidotto di connessione alla RTN e opere accessorie necessarie al funzionamento dell'impianto stesso).

La potenza complessiva del parco sarà di 61,2 MW, con una potenza elettrica in immissione di 61,2 MWac.

In tale ambito, la *QUEEQUEG RENEWABLES, LTD* in qualità di gruppo incaricato della progettazione ha inteso conferire alla *GEOTECHNA S.R.L. DI CAGLIARI* l'incarico per lo svolgimento degli studi geologici s.l., geotecnici e sismici funzionali alla fase di conseguimento del titolo autorizzativo.

Gli argomenti di seguito esposti si basano su dati originali acquisiti nel corso di sopralluoghi all'uopo eseguiti nei siti di intervento coadiuvati da dati provenienti dalla miscellanea regionale oltreché da indagini geologiche e geotecniche condotte per altre edilizie nel medesimo contesto territoriale. I risultati dell'analisi geologica sono illustrati nel presente elaborato, incentrato sugli aspetti litostratigrafici, strutturali, morfologici ed idrogeologici dei luoghi per addivenire ad un modello geologico sufficientemente esaustivo per il livello progettuale in essere ed individuare eventuali criticità di natura geologica.

Si rimanda alla successiva fase progettuale per l'esecuzione della campagna di indagini geognostiche, in ossequio agli obblighi del succitato D.M. 17.01.2018 e relativa Circolare C.S. LL.PP. n. 7 del 21.01.2019, che consentirà di definire con il dettaglio necessario gli aspetti litologici e geomorfologici delle aree di intervento nonché per la definizione della configurazione stratigrafica e geotecnica del sottosuolo in corrispondenza dei siti designati ad ospitare gli aerogeneratori e le opere annesse.

## 1.2 Normativa di riferimento

La normativa vigente in materia a cui si è fatto riferimento per lo svolgimento degli studi e la compilazione del presente documento tecnico è la seguente:

- Circolare C.S. LL.PP. n. 7 del 21.01.2019 «*Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni*» di cui al D.M. 17.01.2018»;
- D.M. 17.01.2018 «*Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni*»;
- Circolare C.S. LL.PP. n. 617 del 02.02.2009 «*Istruzioni per l'applicazione delle nuove Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008*»;
- D.M. 14.01.2008 «*Norme Tecniche per le Costruzioni*»;
- Ordinanza del P.C.M. n. 3316 del 02.10.2003 «*Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri*»;
- Ordinanza del P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003 «*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica*»;
- D.M. LL.PP. 16.01.1996 «*Norme tecniche per la costruzione in zone sismiche*»;
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico adottato dalla Giunta Regionale con D.G.R. n. 54/33 del 30.12.2004 e reso esecutivo con Decreto Assessoriale n. 3 del 21.02.2005 con pubblicazione nel BURAS;
- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.) adottato in via definitiva con Delibera n. 1 del 20.06.2013;
- Norme di Attuazione del P.A.I. (aggiornamento al Decreto del Presidente della R.A.S. n. 35 del 21.03.2008).

### 1.3 Inquadramento topografico e territoriale

Il settore in studio è ubicato nella Sardegna nord-occidentale, in Provincia di Sassari e ricade entro le pertinenze territoriali dei Comuni di Ittiri, Banari, Bessude e Thiesi, abbracciando da nord verso sud le località identificate con i toponimi di Sa Seasa, Monte Uppas, Sa Frissa, Monte Gherra, Monte Longos, Sea Lepere e Monte Cheia.

I siti sono raggiungibili percorrendo la stradale statale S.S. 131 bis che taglia a nord l'area del parco e la provinciale S.P. 128bis che lambisce il parco eolico ad ovest collegando il centro abitato di Ittiri con quello di Romana.

I riferimenti cartografici sono rappresentati da:

- Foglio 479 "ITTIRI" dell'I.G.M.I. [scala 1:50.000]
- Sezione 479 - I "ITTIRI" dell'I.G.M.I. [scala 1:25.000]
- Sezione 479040 "DIGA 'E SU BIDIGHINZU" della C.T.R. [scala 1:10.000]
- Sezione 479080 "MONTE CHEIA" della C.T.R. [scala 1:10.000]



FIGURA 1.1 – Inquadramento geografico del sito di intervento.

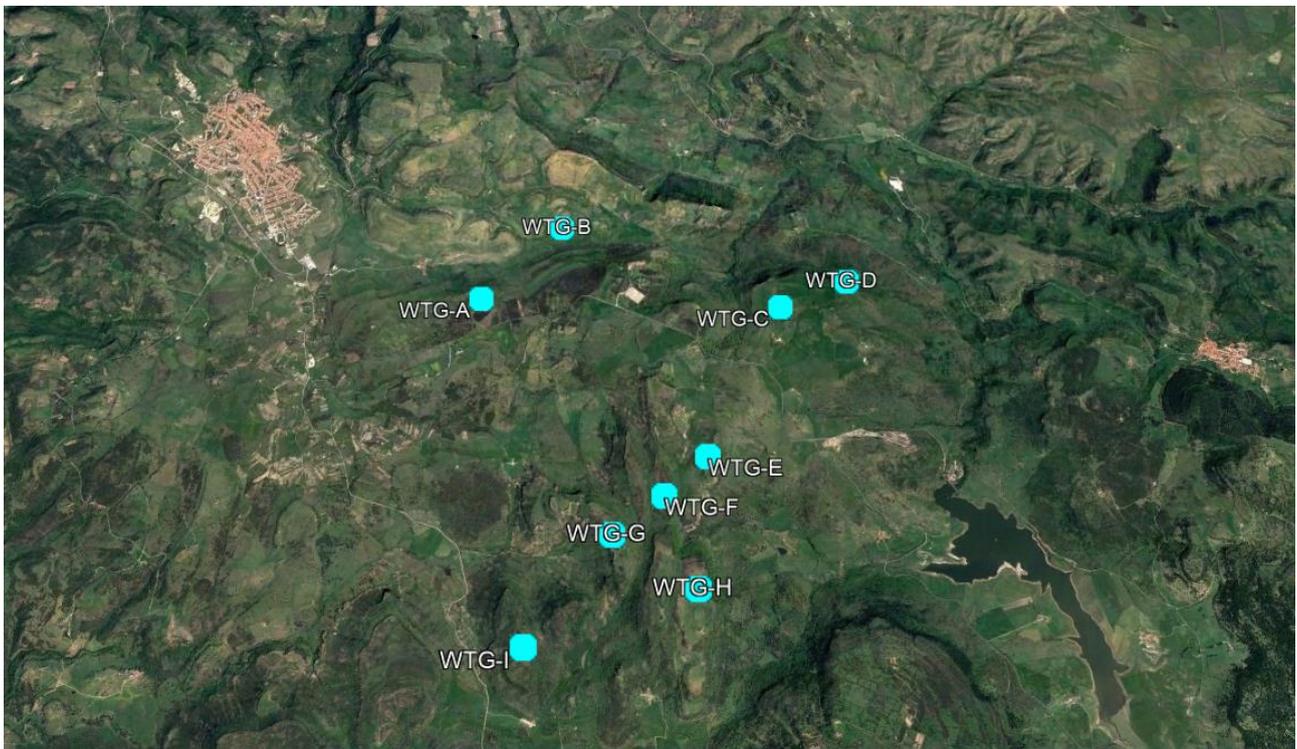


FIGURA 1.2 – Ubicazione degli interventi nell'area vasta, su immagine estratta da Google Earth, 2022.

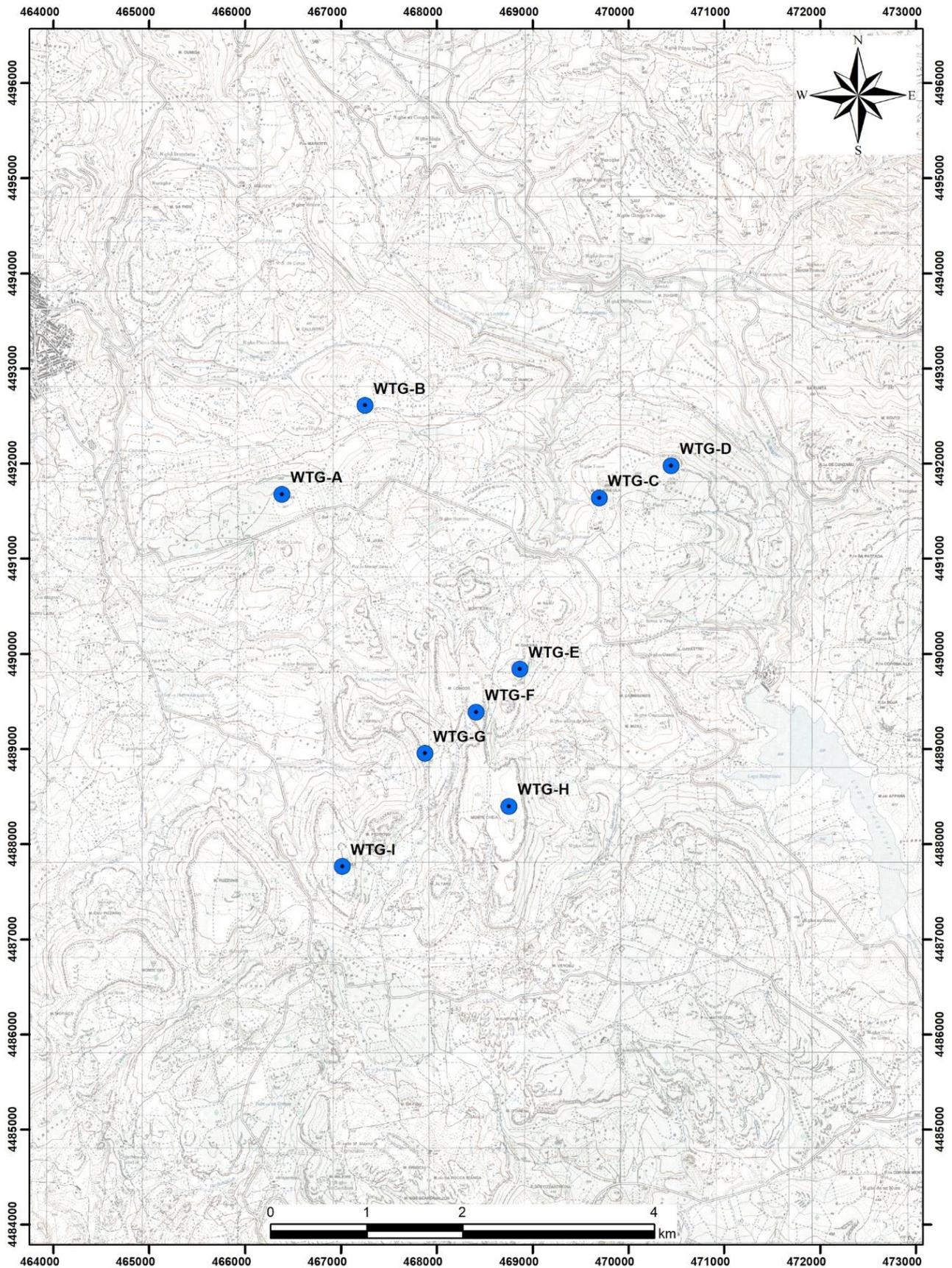


FIGURA 1.3 – Area di intervento su stralcio cartografia IGM 1:25.000, fuori scala.

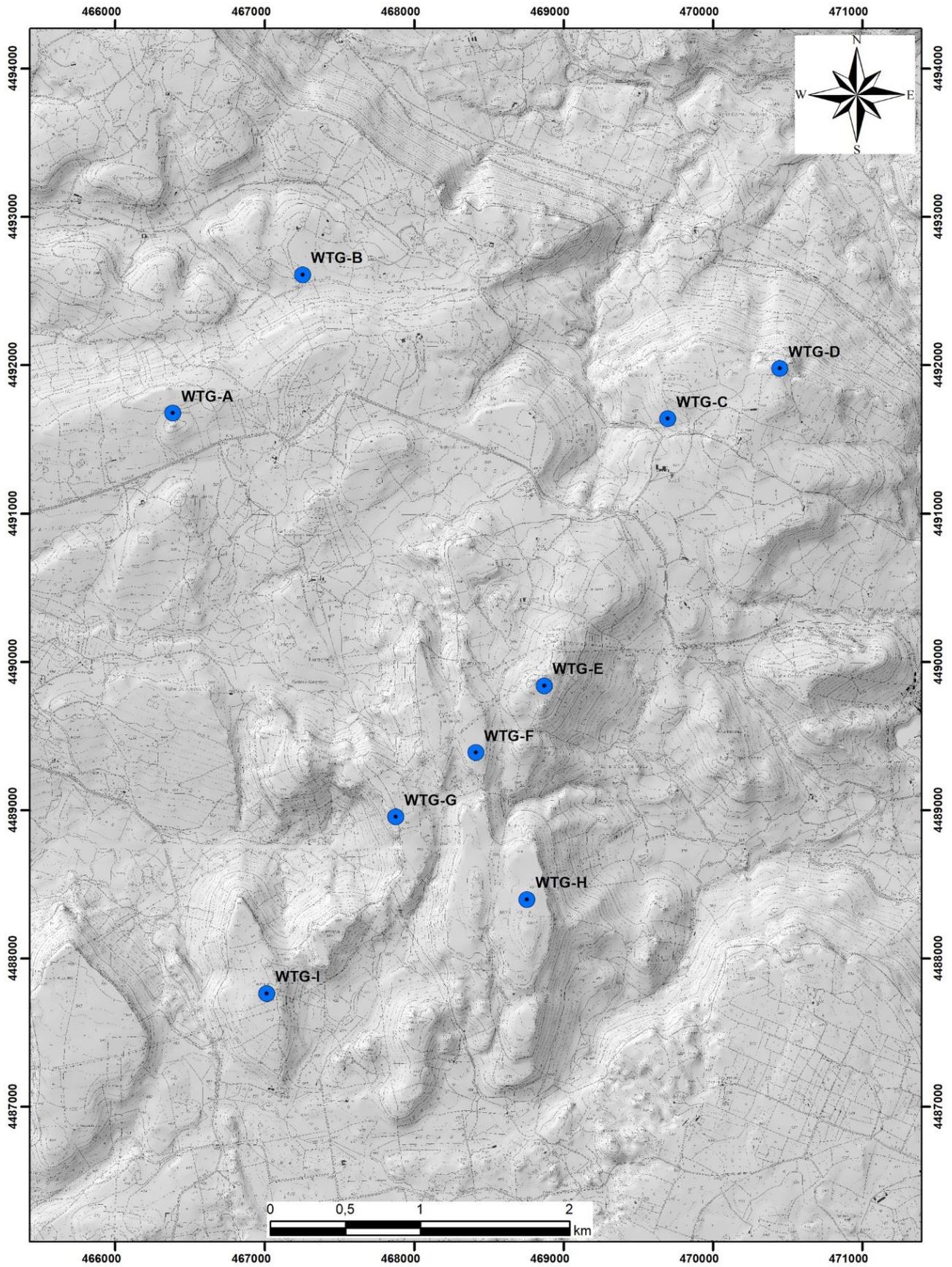


FIGURA 1.4 – Area di intervento su stralcio Cartografia Tecnica Regionale 1:10.000, fuori scala.

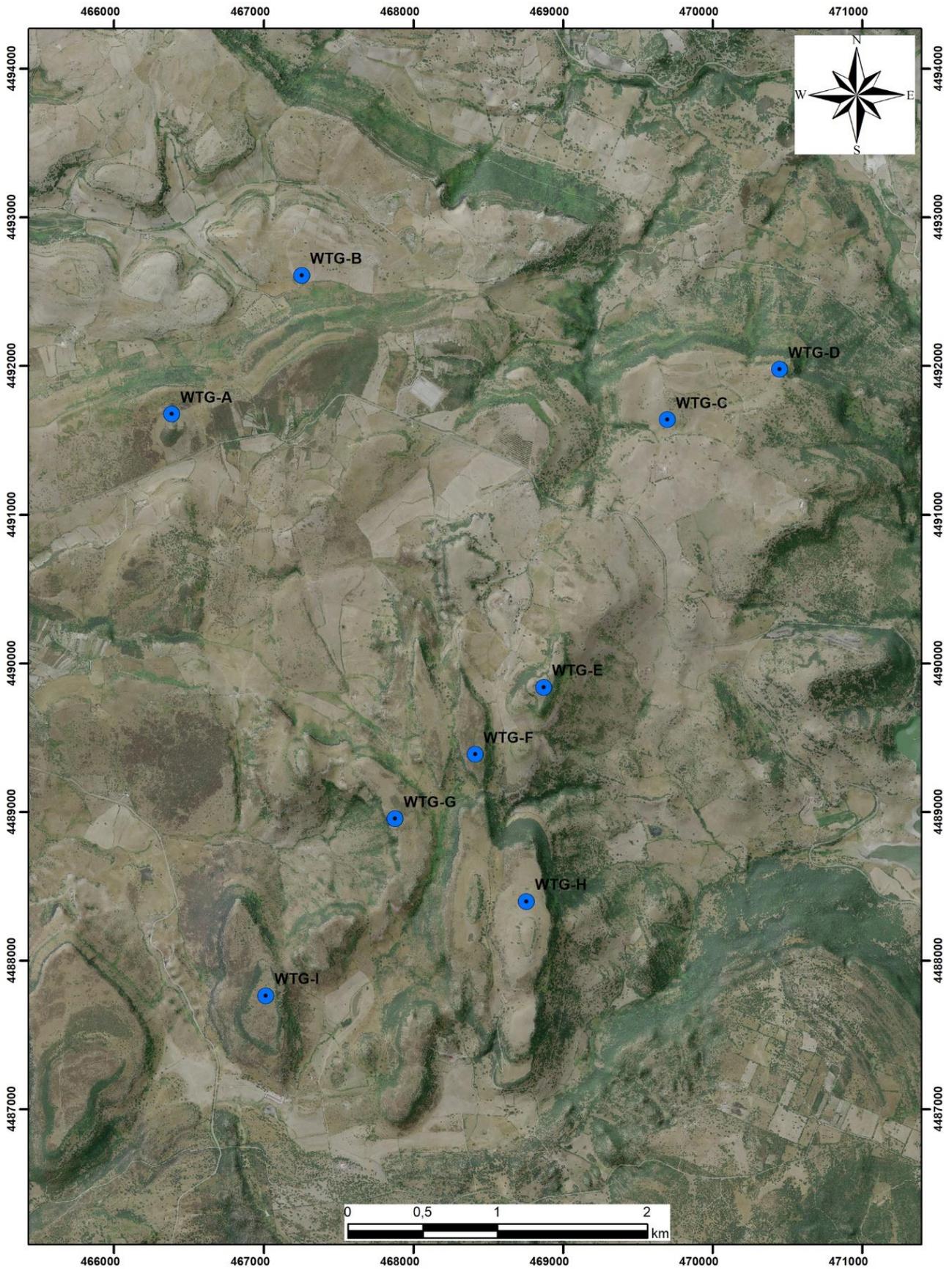


FIGURA 1.5 – Area di intervento su stralcio ortofotogrammetrico.

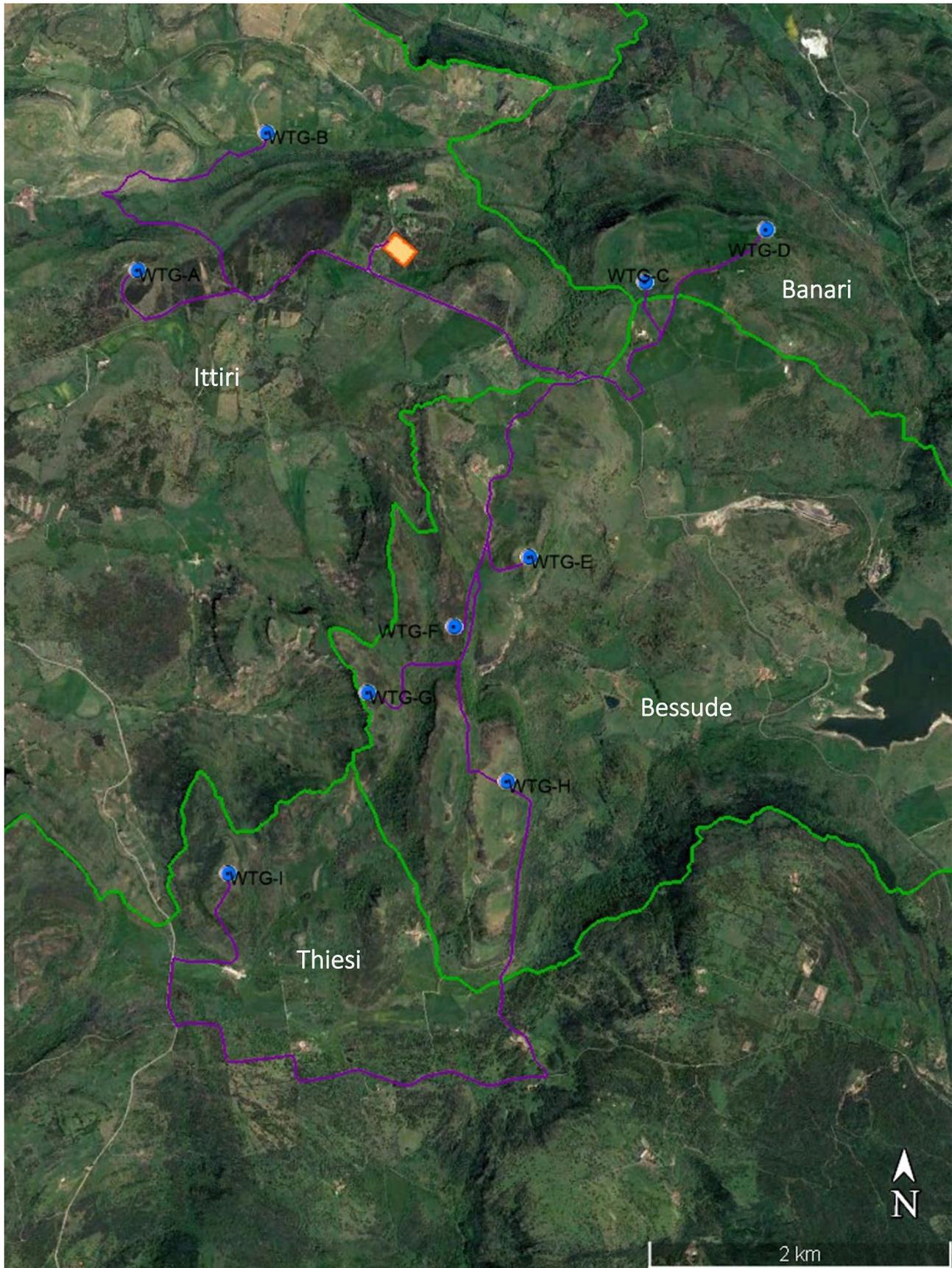


FIGURA 1.6 – Area di intervento e confini comunali (in verde) su immagine estratta da Google Earth 2022.

## 1.4 Descrizione sommaria degli interventi

È prevista l'installazione di n. 9 aerogeneratori con diametro massimo delle turbine di 172 m, altezza del mozzo di 134 m e complessiva di 220 m.

La potenza complessiva sarà di 61,2 MW, con una potenza elettrica in immissione di 61,2 MWac.

Poiché la viabilità locale è interamente ed agevolmente camionabile anche per il trasporto di generatori di grande taglia (multimegawatt) e delle relative parti complementari (conci di torre e pale), si prevede sin d'ora l'adeguamento temporaneo e la realizzazione di alcune tratte.

Gli aerogeneratori saranno installati in piazzole accessibili a partire dalla nuova viabilità di accesso. Le nuove piste di accesso saranno in terra battuta, con larghezza di circa 6 m comprensiva delle banchine laterali. Le piste saranno realizzate in misto stabilizzato e compattato con uno strato di fondazione in pietrisco costipato.

L'elettrodotto interrato, previsto sotto le piste di accesso al parco eolico e la viabilità pubblica dell'area, collegherà in MT gli aerogeneratori raggruppandoli in n. 5 comparti (FIGURA 1.6):

- Nord-occidentale                      WTG-A + WTG-B
- Nord-orientale                        WTG-C + WTG-D
- Centrale                                WTG-E + WTG-F + WTG-G
- Meridionale                            WTG-H + WTG-I

All'uscita di questi, l'elettrodotto di connessione permetterà di immettere l'energia elettrica prodotta in rete presso la stazione elettrica (SE) in agro del comune di Ittiri. Quest'ultima raccoglierà le linee in cavo interrato a 36 kV provenienti dal parco eolico che saranno attestate ad un quadro elettrico in MT, installato all'interno di un locale dedicato.

L'elettrodotto interrato in AT sarà composto da una terna di conduttori unipolari realizzati in alluminio, schermati e tensione massima pari a 170 kV. I cavi saranno direttamente interrati in una trincea di sezione 80 cm, ad una profondità di scavo minima di 1,50 m, protetti inferiormente e superiormente con un letto di sabbia vagliata e compattata.

Per ulteriori specifiche si rimanda agli elaborati tecnici di progetto.

In questa sede, per procedere con il dovuto dettaglio alla descrizione delle caratteristiche geologiche e morfologiche dei luoghi di intervento, si è fatto riferimento a soli due settori così raggruppati:

- Settentrionale                        WTG-A + WTG-B + WTG-C + WTG-D
- Centro-meridionale                WTG-E + WTG-F + WTG-G + WTG-H + WTG-I

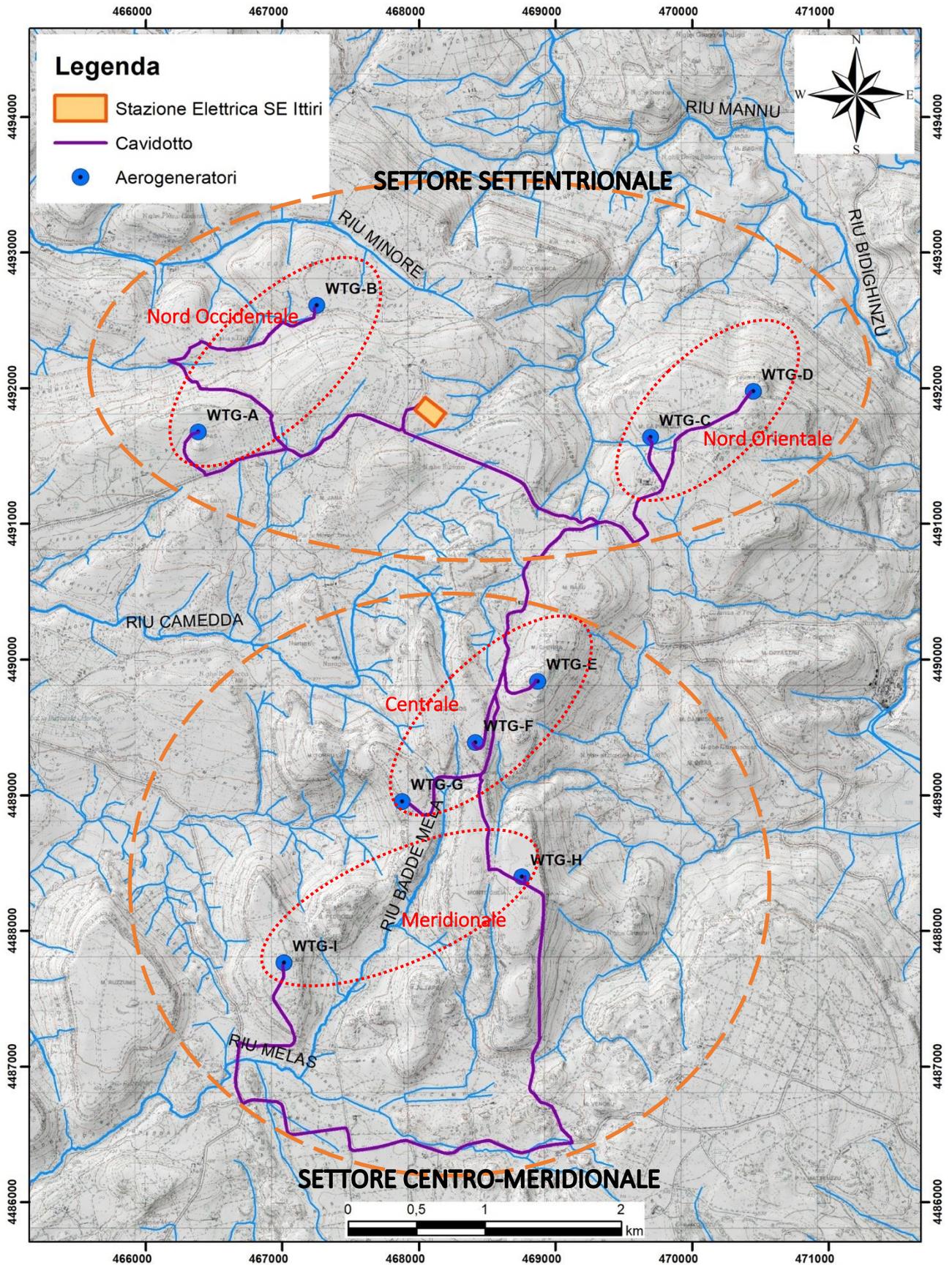


FIGURA 1.6 – Area di intervento e suddivisione in settori a fini descrittivi su immagine estratta da Google Earth 2022.

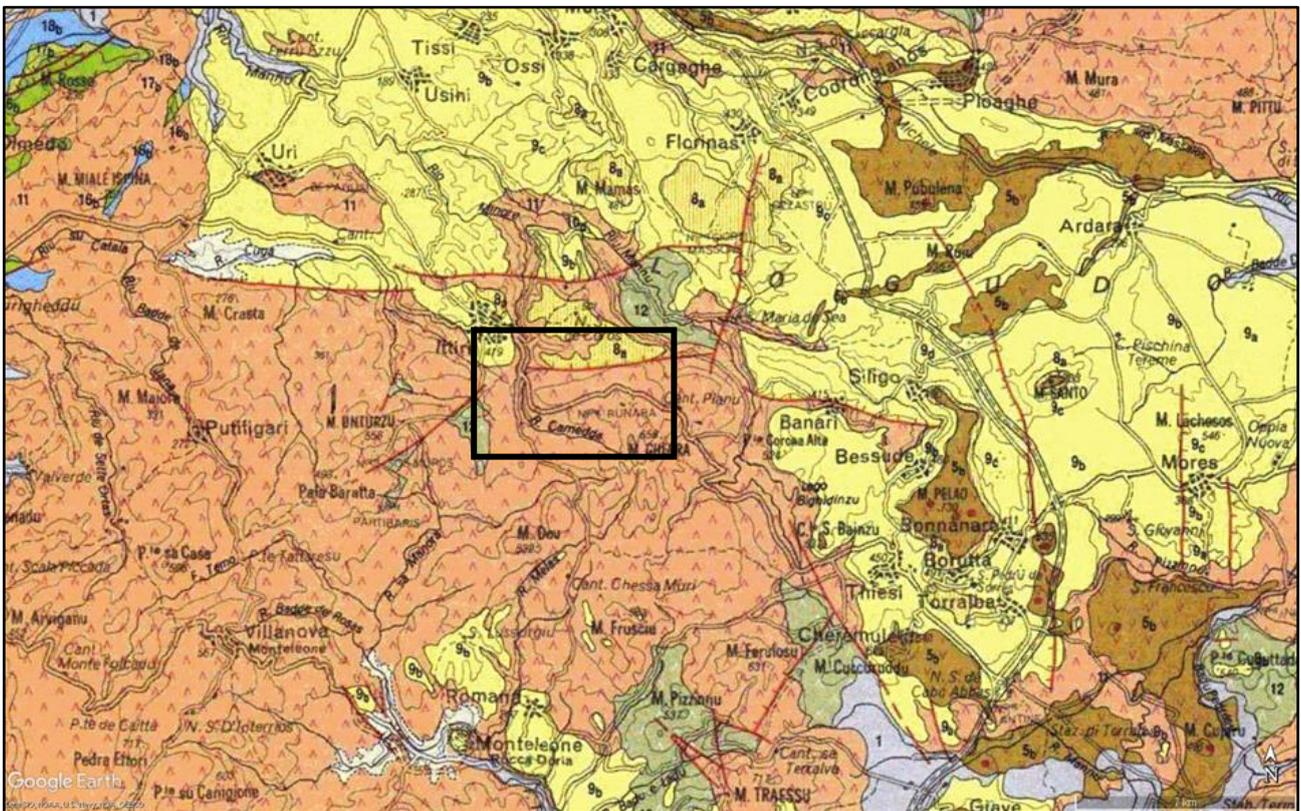


A questa fossa principale si associano altri bacini di origine tettonica e, tra questi, il bacino del Logudoro, un semi-graben orientato NNW-SSE che si estende dall'altopiano di Campeda a sud fino alla zona di Ittiri e Ploaghe a nord; più a settentrione si sviluppa il bacino di Porto Torres, di cui è acclarato il proseguimento a mare.

La strutturazione del bacino del Logudoro avviene tramite una serie di faglie dirette che ne identificano il margine occidentale, mentre quello orientale è caratterizzato dalla trasgressione miocenica su un substrato costituito perlopiù da vulcaniti aquitani-burdigaliane e da sedimenti mesozoici.

Il riempimento si esplica attraverso due sequenze stratigrafiche principali: la più antica, di età Burdigaliano superiore – Langhiano, poggia con rapporti di onlap sulle sottostanti vulcaniti oligo-aquitani ed è interrotta superiormente da una superficie erosiva e consta alla base da sedimenti clastici grossolani tipici di ambiente fluvio-deltizio che passano a calcari litorali e sabbie, seguiti da silti e marne arenacee tipiche di ambiente marino più profondo. La seconda fase deposizionale che arriva fino al Tortoniano-Messiniano e costituita da sabbie fluvio-marine alla base, cui seguono calcari di piattaforma interna ricchi in alghe ed episodi hermalì.

Tra le due successioni sono evidenti movimenti tettonici che hanno luogo a sollevamenti differenziali ed, in parte, hanno causato l'erosione dei sedimenti della sequenza sedimentaria più antica e la deposizione di sedimenti silicoclastici d'ambiente continentale e transizionale.



1	Ghiaie, sabbie, limi ed argille sabbiose dei depositi alluvionali, colluviali, eolici e litorali (Olocene).
5b	Lave basaltiche alternate a depositi di scorie (Plio-Pleistocene).
8a	Arenarie marnose con foraminiferi (Tortoniano)
9 a,b,c,d	Marne, arenarie, conglomerati, calcareniti e sabbie silicee sublitorali-epibatiali, con foraminiferi planctonici e molluschi pelagici (Burdigaliano superiore – Serravalliano medio).
11	Rioliti, riolaciti e daciti in facies ignimbricitica (Oligocene superiore – Burdigaliano).
12	Andesiti e daciti in cupole e colate laviche (Oligocene superiore – Burdigaliano).
17, 18	Complesso carbonatico mesozoico (Giurassico).

FIGURA 2.2 – Ubicazione del sito su «Carta Carta Geologica della Sardegna» in scala 1:200.000 redatta a cura del Comitato per il Coordinamento della Cartografia Geologica e Geomatica della Sardegna, con il patrocinio del Servizio Geologico Nazionale e della R.A.S. (edizione stampata in occasione del centenario dell'Associazione Mineraria Sarda, 2001).

Nell'area vasta rispetto ai luoghi che ospiteranno il parco eolico dominano i prodotti vulcanici in facies ignimbratica e lavica affioranti sia sugli alti topografici relativi sia nelle depressioni. Sui versanti si rinvencono i depositi olocenici e tardo-pleistocenici, con predominanza di alluvioni e detriti di versante [a e PVM2a].

I depositi alluvionali recenti [b] sono confinati alle poche valli fluviali che interessano l'area. I depositi eluvio colluviali [b2], arealmente molto diffusi ma scarsamente rappresentati nelle carte geologiche a causa degli spessori esigui, non raggiungono mai potenze significative.

## 2.2 Aspetti tettonici e strutturali

Nel suo complesso, la Fossa Sarda è il risultato della coalescenza di più bacini che si sviluppano tra l'Oligocene superiore ed il Tortoniano. I bacini miocenici della Sardegna settentrionale sono contraddistinti da due diverse strutturazioni: una con fosse orientate prevalentemente da E-W a N60E (bacini di Chilivani-Berchidda, Anglona, Ottana, di età Oligocene superiore-Aquitaniense; "Bacini transtensivi aquitaniani"), ed una con fosse orientate N-S e NNW-SSE (bacini del Logudoro e di Porto Torres) sviluppatesi nel Burdigaliano-Tortoniano.

I bacini del Burdigaliano strutturalmente si configurano come semigraben con faglie principali che generano tilting in direzione opposta, tra due bacini adiacenti (FIGURA 2.3). I semi-graben sono connessi mediante zone di trasferimento ad orientazione E-W.

Nel dettaglio, i principali sistemi di faglie che interessano la regione in studio sono tre: due, ad orientazione rispettivamente NNW e circa E-W che hanno avuto un ruolo importante nell'evoluzione tettono-sedimentaria dei bacini del Logudoro e di Porto Torres, ed un terzo, orientato circa N-S, responsabile in parte dell'attuale assetto geometrico dell'area occupata dai due bacini. Le faglie NNW che strutturano i due bacini non affiorano con continuità. In genere si configurano come ristrette zone di taglio, più che come singole superfici e, spesso, sono state riattivate a più riprese, sia durante l'evoluzione dei bacini miocenici che nel Pliocene.

Il secondo sistema di faglie è orientato circa E-W, ha cinematica prevalentemente diretta ed è in genere ben evidente nella parte occidentale del bacino del Logudoro (Faglia di Ittiri).

Lungo i lineamenti tettonici ad andamento meridiano si è inoltre instaurata una zona di trasferimento orientata circa E-W che separa il bacino di Porto Torres a nord da quello del Logudoro a sud e la cui presenza giustifica l'opposta direzione di ribaltamento dei due bacini: verso est il primo e verso ovest il secondo.

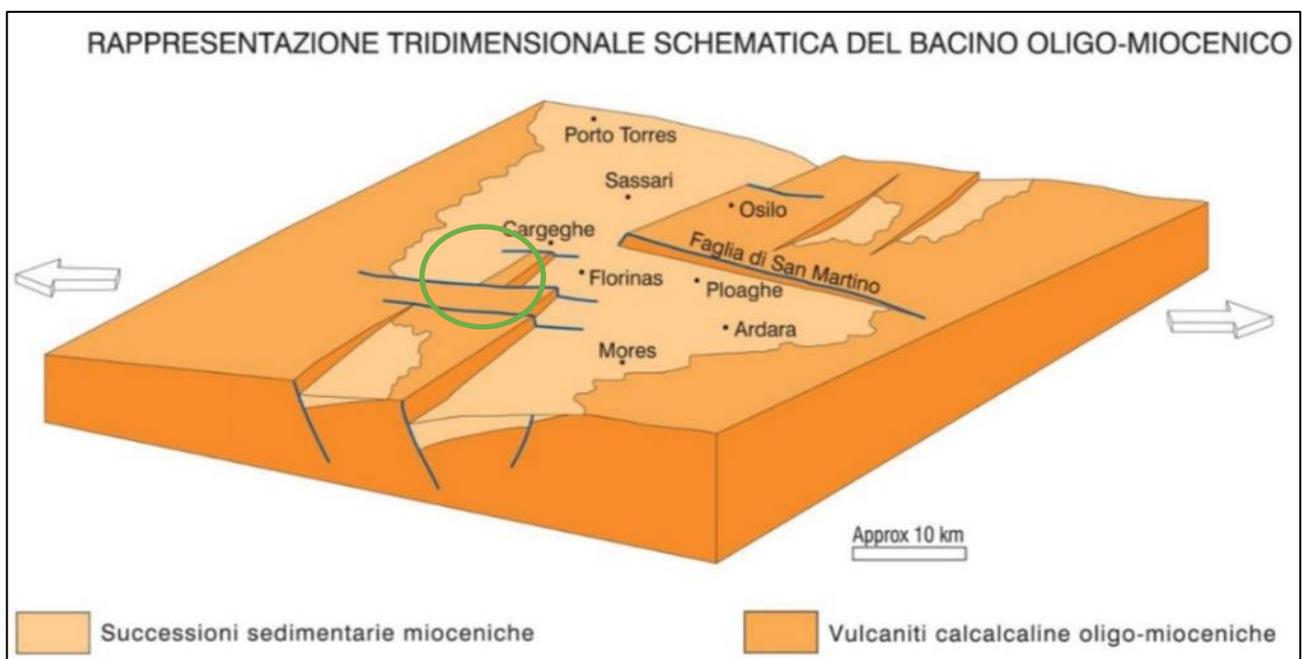


FIGURA 2.3 – Schema dei bacini di Porto Torres e del Logudoro allegato alla carta geologica 1:50.000, con evidenza dell'area di studio (in verde).

### 2.3 Assetto litostratigrafico locale

Come prima illustrato, l'areale designato ad ospitare il parco eolico e la relativa viabilità di collegamento si caratterizza per l'esteso affioramento di ignimbriti riolitiche e riodacitiche afferenti Distretto Vulcanico di Capo Marargiu con subordinati prodotti lavici basaltici ed andesitici spesso in facies di domi. Tutte le vulcaniti sono datate approssimativamente al Burdigaliano e quindi contemporanee alla costituzione del bacino che le ospita.

Le unità ignimbritiche di interesse specifico sono state distinte durante le campagne di rilevamento geologico CARG sulla base della continuità delle fratture di raffreddamento e della presenza di depositi di caduta pomicee basali che separano le diverse unità di raffreddamento, aventi al loro interno da caratteri chimico-petrografici abbastanza omogenei. Ciascuna unità di raffreddamento, o unità ignimbritica, è suddivisa al suo interno in diverse unità di flusso, caratterizzate da un grado di saldatura variabile, e presenta tipicamente un fallout basale, spesso argillificato, seguito depositi di surge piroclastici e da un livello vitrofirico ossidiano, localmente argillificato anch'esso, che costituisce la base dell'ignimbrite *sensu stricto*.

A nord del parco eolico affiorano diffusamente depositi sedimentari del Miocene medio e superiore costituiti da conglomerati, arenarie, marne e calcari.

Nei bassi topografici le unità ignimbritiche e le masse laviche sono coperte da depositi olocenici e tardo-pleistocenici, con predominanza di depositi alluvionali costituiti da ghiaie e sabbie [PVM2a] e depositi di detrito di versante [a].

Benché poco cartografati a causa di loro limitati spessori, sono presenti diffusamente in tutta l'area sottili coltri eluvio-colluviali [b2].

Di seguito vengono descritti i caratteri essenziali di queste unità litostratigrafiche in ordine stratigrafico dall'alto verso il basso:

<b>h1</b>	Depositi antropici
<b>b2</b>	Coltri eluvio-colluviali
<b>b</b>	Depositi alluvionali attuali e recenti
<b>a</b>	Detrito di versante
<b>a1 e a1a</b>	Depositi di frana
<b>PVM2</b>	Subsistema di Portoscuso
<b>NST</b>	Formazione di Monte Santo
<b>LNS</b>	Formazione di Florinas
<b>RTU</b>	Formazione di Borutta
<b>RES</b>	Formazione di Mores
<b>LRM</b>	Lacustre Auct.
<b>ILV</b>	Piroclastiti di Monte Monte Sa Silva
<b>LGU</b>	Piroclastiti di Logulentu
<b>LGS</b>	Piroclastiti di Monte Longos
<b>FSI</b>	Unità di Monte Frusciu
<b>OMN</b>	Unità piroclastica di Romana
<b>MLO</b>	Unità piroclastica di Villanova Monteleone
<b>UUI</b>	Piroclastiti di Uri
<b>UNV</b>	Lave di Nuraghe Vittore
<b>SSU</b>	Piroclastiti di Suerzu
<b>MTD</b>	Lave di Pala Mantedda

Per la distribuzione delle suddette unità si rimanda alla carta geologica fuori fascicolo, di cui uno stralcio limitato alla sola aerea degli aerogeneratori è restituito in FIGURA 2.4.

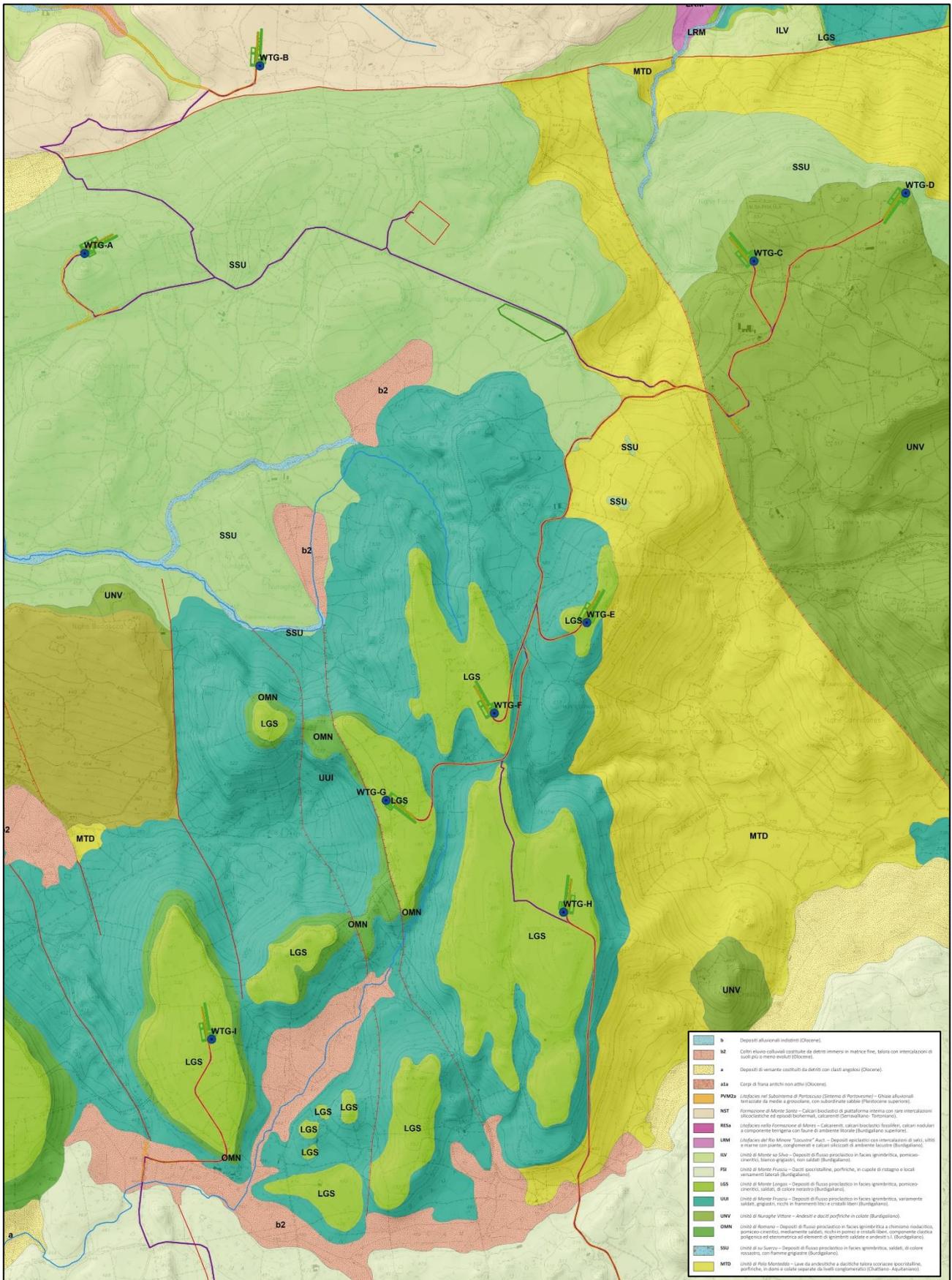


FIGURA 2.4 – Stralcio della cartografia geologica del settore ove sorgeranno le turbine, estratta da <https://www.sardegnaeoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=mappetematiche>, Geoportale della RAS, con modifiche.

## **h1 – Depositi antropici**

Vi appartengono a quest'unità tutti i depositi la cui origine è imputabile all'attività umana.

Prevedibilmente interferiranno con le opere elettriche connesse in quanto costituiscono i rilevati stradali sede del cavidotto.

## **b2 – Coltri eluvio-colluviali**

Si tratta di depositi in cui sono presenti percentuali variabili di sedimenti fini (sabbie fini e silt) più o meno pedogenizzati, arricchiti di frazione organica e mescolati a sedimenti più grossolani, in genere detriti da fini a medi. L'elevata frazione organica indica sedimenti derivati dall'erosione del suolo durante l'Olocene, mescolati a sedimenti provenienti dalla degradazione fisica del substrato.

Rappresentano i terreni di copertura delle vulcaniti e dei sedimenti miocenici ove ricadono gli aerogeneratori.

## **b - Depositi alluvionali attuali e recenti**

Sedimenti prevalentemente sabbiosi [bb] o conglomeratici [ba] di colore bruno, talvolta con ciottoli e blocchi di rocce vulcaniche e sedimentarie mioceniche, generalmente incoerenti e sciolti, legati ai corsi d'acqua attuali e quindi ancora in evoluzione.

Lo spessore è difficilmente valutabile con precisione ma tendenzialmente è dell'ordine dei metri.

Non interessano le aree che ospiteranno le opere in progetto.

## **a – Detrito di versante**

Sono costituiti da materiali clastici spigolosi, sciolti, eterometrici, di dimensioni da centimetriche a metriche costituiti da vulcaniti e litologie sedimentarie mioceniche. Si rinvengono in corrispondenza delle zone di raccordo tra gli alti morfologici e le aree vallive.

Non interessano le aree che ospiteranno le opere in progetto.

## **a1 e a1a – Depositi di frana**

Accumuli caotici di blocchi derivanti da frane di crollo, ribaltamento e scivolamento attive [a1], con suoli intercalati, o antiche senza indizi di evoluzione [a1a].

Non interessano le aree che ospiteranno le opere in progetto.

## **PVM2 – Subsistema di Portoscuso**

Si tratta di depositi continentali afferenti al Pleistocene superiore riconducibili nell'area in esame a depositi alluvionali conglomeratici [PVM2a] che in alcuni casi formano terrazzi alluvionali sospesi sui fondi vallivi attuali e con spessori in genere di qualche metro di altezza.

Non rivestono alcuna significatività in quanto marginali ai luoghi di intervento.

## **NST – Formazione di Monte Santo**

Si tratta di calcari che mostrano una larga variabilità di facies e giaciture; poggiano, talora in eteropia, sia sulle marne della Formazione di Borutta [RTU] in giacitura caotica ed erosiva con la presenza di slumping e megabrecce mentre a Ittiri poggiano direttamente sulle vulcaniti burdigaliane.

Localmente al suo interno si rinvengono intercalazioni silico-clastiche più o meno potenti costituite da sabbie quarzoso-feldspatiche. Lo spessore è variabile, fino ad un massimo di 50 m in località Scala di Giocca.

Non essendo datata paleontologicamente, la formazione di Monte Santo viene attribuita, su basi stratigrafiche e per analogia litologica con i depositi sommitali affioranti nelle colline di Cagliari, al Tortoniano-Messiniano inferiore.

Rappresentano il terreno di fondazione dell'aerogeneratore **WTG-B**.



FIGURA 2.5 – Formazione di Monte Santo presso Scala di Giocca.

### **LNS – Formazione di Florinas**

Depositi di sabbie e conglomerati a composizione silico-clastica poco o nulla cementate, di colore chiaro, con intercalati livelli metrici di arenarie a cemento carbonatico e calcareniti.

Lo spessore è variabile fino ad un massimo di 80 m.

Non interessano le aree che ospiteranno le opere in progetto.

### **RTU - Formazione di Borutta**

Alternanza regolare di strati decimetrici (generalmente in bancate da 50 a 100 cm) di marne, marne arenacee, siltiti e, nella parte alta, calcareniti marnose in stratificazione pianoparallela.

Lo spesso massimo è di 200 m.

Non interessano le aree che ospiteranno le opere in progetto.

### **RES – Formazione di Mores**

Alternanza di calcareniti con aspetto nodulare e arenarie a cemento carbonatico con banchi metrici di sabbie grossolane. Nell'area in esame affiora quasi esclusivamente la facies calcarea costituita da calcareniti, calcari bioclastici e calcari nodulari [RESa].

### **LRM – Lacustre Auct.**

Depositi epiclastici legati al rimaneggiamento di cineriti pomicee, siltiti e marne, con sottili livelli selciosi e carbonatici, fittamente laminati.

Non interessano le aree che ospiteranno le opere in progetto.

### **ILV – Piroclastiti di Monte Monte Sa Silva**

Sono costituiti da piroclastiti di flusso pomiceo-cineritiche, di colore grigio-biancastro, non saldate, ricche di cristalli liberi (plagioclasio, quarzo, biotite), con litici di vulcaniti prevalentemente centimetrici ma che localmente raggiungono i 3÷4 cm e talora i 10 cm, pomici mediamente centimetriche fino a 4÷5 cm.

Le piroclastiti si presentano per lo più massive, solo occasionalmente mostrano livelli grossolanamente stratificati per effetto di concentrazione di litici ma senza evidente sorting o gradazione. Nella successione più completa si osserva alla base un livello epiclastico di 1,50 m (più precisamente un'arenite conglomeratica a tratti laminata), seguito senza stacco netto da cineriti rosate, massive, probabilmente di caduta, a loro volta sormontate con contatto netto dal deposito di flusso.

Gli spessori in affioramento sono in genere di 10÷20 m ma localmente possono arrivare a quasi 100 m.

Non interessano le aree che ospiteranno le opere in progetto.

### **LGU – Piroclastiti di Logulentu**

Si tratta di ignimbriti saldate, interessate da una intensa fratturazione colonnare talora ad angolo retto che consente una separazione lungo diedri le cui superfici esposte sono ornate da dendriti di manganese.

La struttura è porfirica per cristalli liberi di plagioclasio e biotite e la tessitura è eutaxitica per la presenza di fiamme deformate plasticamente che raggiungono il metro di lunghezza. Verso l'alto la tessitura perde la sua caratteristica peculiare pur mantenendo un aspetto chiaramente eutaxitico. La composizione è riolitica.

Gli spessori di questi depositi sono variabili da qualche metro fino a 20÷25 m.

Su queste vulcaniti poggiano in onlap i calcari della formazione di Mores.

Non interessano le aree che ospiteranno le opere in progetto.

### **LGS – Piroclastiti di Monte Longos**

Deposito di flusso piroclastico che si caratterizza per la colorazione prevalentemente nerastra, talvolta violacea alla base, e per l'elevato grado di saldatura; l'aspetto è infatti generalmente vetroso, con presenza di numerosi cristalli di plagioclasio, di pirosseno e biotite e talora con piccole fiamme sempre di colore nero. Dove è possibile osservare il contatto con le piroclastiti sottostanti (UU1) si rileva che i depositi di flusso sono preceduti da livelli di ceneri di caduta dello spessore di qualche centimetro, talvolta con pomice e litici centimetrici, e che alla base sono caratterizzati da scarsa saldatura e da una forte concentrazione di litici (ground layer); il grado di saldatura aumenta rapidamente verso l'alto. Il chimismo di questi depositi è riolitico.

Lo spessore di questa unità è in genere ridotto a 3÷5 m.

Rappresentano il terreno di fondazione degli aerogeneratori posti nel settore centro-meridionale del parco eolico, di conseguenza dovrà essere verificato puntualmente lo spessore e le caratteristiche geotecniche dell'unità.



*FIGURA 2.6 – Piroclastiti di Monte Longos in prossimità di WTG-I*

### **FSI – Unità di Monte Frusciu**

Daciti ipocristalline, porfiriche, in cupole di ristagno e colate.

### **OMN – Unità piroclastica di Romana**

Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica a chimismo riodacitico, pomiceo-cineritici, mediamente saldati, ricchi in pomice e cristalli liberi di plagioclasio, sanidino, biotite e subordinato pirosseno; presenza di litici poligenici ed eterometrici rappresentati prevalentemente da vulcaniti.

### **MLO – Unità piroclastica di Villanova Monteleone**

Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, a chimismo riodacitico, da saldati a mediamente saldati, con strutture vitroclastiche e/o eutaxitiche, con cristalli liberi di plagioclasio, sanidino, clinopirosseno, sanidino, biotite e rara olivina, in bancate di 20÷40 m.

### **UUi – Piroclastiti di Uri**

Si tratta di piroclastiti i cui affioramenti si osservano dalla zona ad est di Ittiri fino ad ovest di Uri con una certa continuità. I depositi di flusso che costituiscono questa formazione sono nettamente discordanti rispetto alle ignimbriti delle unità sottostanti.

Le ignimbriti hanno in genere colore grigiastro e subordinatamente rosato, oca se molto alterate, e sono caratterizzate dalla presenza di numerosi litici e cristalli e da variazioni del grado di saldatura.

Alla base si osserva un primo deposito fine, argillificato, di colore marroncino, presumibilmente un paleosuolo, dello spessore di circa 1 m, seguito da uno strato decimetrico di pomice e litici ben classati (intorno a 1 mm) di fallout; con passaggio netto si passa ad un deposito di 50 cm di ceneri a stratificazione piano-parallela, probabilmente un "surge", cui segue con contatto netto il deposito di flusso massivo.

Dal punto di vista dei componenti la piroclastite è caratterizzata da pomice biancastre, anche di grosse dimensioni, e litici eterometrici in matrice cineritica grossolana. I litici, in particolare, hanno dimensioni variabili da qualche millimetro fino a 4÷5 cm, sono di natura sia andesitica che ignimbritica. La roccia è inoltre ricca di cristalli soprattutto di plagioclasio, di pirosseno e biotite.

La piroclastite mostra gradi di saldatura variabili, da nullo ad elevato.

Lo spessore è variabile da pochi metri a circa 30 m.



*FIGURA 2.7 – Piroclastiti di Uri in affioramento nel settore centrale del parco.*

### **UNV – Lave di Nuraghe Vittore**

Si tratta di prodotti effusivi costituiti da andesiti basaltiche e basalti, con caratteristiche talvolta di autobrecce.

Le lave coerenti hanno colorazione grigio-scuro, tessitura marcatamente porfirica con fenocristalli di plagioclasio e/o pirosseno in pasta di fondo microcristallina; presentano spesso una fratturazione tipo platy jointing secondo la foliazione da flusso.

La tessitura è isotropa marcatamente porfirica (indice di porfiricità intorno al 30%) con fenocristalli di clinopirosseno, plagioclasio zonato (An 60% al nucleo) e subordinato ortopirosseno; nei termini basaltici è presente l'olivina. La massa di fondo, da microcristallina a emialina, è costituita da microliti di plagioclasio.

Lo spessore è variabile con massimi di 20÷25 m.

Rappresentano il terreno di fondazione degli aerogeneratori **WTG-C** e **WTG-D**.

### **SSU – Piroclastiti di Suerzu**

Si tratta di ignimbriti saldate di colore variabile dal violaceo al marroncino, con evidente tessitura paratassitica, caratterizzate da fiamme grigiastre di dimensioni in genere intorno a 2 cm, ma che talvolta possono arrivare a 15÷20 cm, litici prevalentemente centimetrici di altre ignimbriti, di andesiti, e raramente di calcari mesozoici.

I cristalli liberi sono costituiti prevalentemente da plagioclasti millimetrici (spesso disposti secondo la pseudofluidalità) e pirosseni.

Talvolta si osserva una pseudostratificazione parallela alla foliazione, marcata da fratturazione.

La composizione chimica colloca le ignimbriti di Su Suerzu nel campo delle riodaciti.

Lo spessore dei depositi è in genere dell'ordine dei 15÷20 m, ma può arrivare anche a 70 m.

Rappresentano il terreno di fondazione dell'aerogeneratore **WTG-A**.



*FIGURA 2.8 – Affioramento delle Lave di Nuraghe Vittore in corrispondenza di WTG-D.*



*FIGURA 2.9 – Piroclastiti di Suerzu in affioramento presso WTG-A*

## **MTD – Lave di Pala Mantedda**

Sono costituite da un'alternanza, potente un centinaio di metri, di colate e duomi, a chimismo da andesitico a dacitico.

Le colate, di colore grigio-rossastro, presentano verso il basso le classiche porzioni autoclastiche; le parti centrali dei corpi lavici hanno fitte laminazioni di flusso. In affioramento hanno basso indice di porfiricità, con fenocristalli di plagioclasio e pirosseni e rara olivina immersi in una pasta di fondo vetrosa.

Per la distribuzione areale dei suddetti termini geologici si rimanda alla carta geologica fuori fascicolo, estratta con modifiche dal sito <https://www.sardegnaegeoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=mappetematiche>.

## **2.4 Assetto idrogeologico**

La diffusa presenza nel settore di intervento del substrato roccioso vulcanico in facies ignimbratica e subordinatamente lavica del Miocene medio, con le relative coperture eluvio-colluviali oloceniche, ne condiziona significativamente l'assetto idrogeologico: le caratteristiche litologiche intrinseche di queste formazioni conferiscono una permeabilità medio-bassa per porosità e fratturazione, principalmente a causa della diffusa presenza di prodotti argillosi di alterazione delle rocce vulcaniche.

Questi ultimi, infatti, determinano una sostanziale diminuzione della porosità efficace, ossia del rapporto tra il volume dei meati intergranulari comunicanti (che contengono cioè acqua estraibile per gravità) ed il volume totale della roccia. Da ciò deriva una bassa permeabilità espressa da un coefficiente di K compreso tra  $10^{-4}$  cm/s e  $10^{-7}$  cm/s.

Il massimo grado di permeabilità si riscontra nelle facies più francamente litoidi, in virtù dell'intenso grado di fratturazione. La maggior parte delle falde produttive si intercetta generalmente a profondità medie, in corrispondenza dei livelli litoidi fratturati. Sono alimentate dalla circolazione idrica profonda proveniente dai rilievi e dai flussi idrici superficiali connessi con le falde di subalveo.

Sulla base di quanto sopra descritto, si distinguono nel settore i seguenti acquiferi principali:

- sedimentario quaternario
- sedimentario miocenico
- vulcanico miocenico

### **Acquifero sedimentario olocenico**

È rappresentato principalmente da depositi olocenici e tardo-pleistocenici la cui trasmissività è esclusivamente legata a permeabilità per porosità. In particolare, i depositi eluvio colluviali ed i detriti di versante possono costituire un acquifero capace di ospitare falde tamponate inferiormente da livelli lapidei. Nella maggior parte dei casi il comportamento di tali acquiferi è tipicamente freatico, soggetto quindi a variazioni piezometriche stagionali.

In linea di massima questa unità costituisce il corpo acquifero a cui si deve prestare maggiore attenzione in quanto si tratta di un'unità superficiale che potrebbe interferire perlomeno con i cavidotti in progetto.

Nel caso degli aerogeneratori, stante la prevista posizione sugli alti topografici relativi e la presenza del substrato roccioso vulcanico a bassa profondità, si esclude una significativa interazione con la circolazione idrica sotterranea.

### **Acquifero sedimentario oligo-miocenico**

Si tratta di un complesso acquifero costituito da valori di permeabilità per porosità e carsismo variabili sulla base della natura litologica delle formazioni geologiche che lo rappresentano: si evidenziano infatti basse trasmissività per le litologie calcaree e marnose e medio basse per quelle prettamente arenacee.

Le litologie calcaree possono essere interessate da moderati fenomeni di carsismo che incrementano fortemente la conducibilità idraulica.

Le Formazioni di *Mores* e di *Borutta*, appartenenti al secondo ciclo sedimentario oligo-miocenico, sono state interessate dalla tettonica messiniana e plio-quadernaria: ciò favorisce la formazione di moti di filtrazione connessi a permeabilità per fessurazione che si estendono anche alla sovrastante *Formazione di Monte Santo*.

### **Acquifero vulcanico miocenico**

La carta della permeabilità allegata al PPR regionale (si veda l'allegato fuori fascicolo) attribuisce indistintamente a tutte le litologie vulcaniche una permeabilità medio bassa per fratturazione.

Di fatti i caratteri delle litologie vulcaniche, quali l'eterogeneità in termini di grado di saldatura, intensità del processo di alterazione e spaziatura dei giunti di fratturazione da raffreddamento si riflettono solo marginalmente sulle caratteristiche di permeabilità del substrato.

La circolazione idrica sotterranea avviene principalmente nelle aree maggiormente tettonizzate, dando luogo a riserve idriche trascurabili.

Per la distribuzione areale dei suddetti termini si rimanda alla carta delle permeabilità fuori fascicolo, estratta con modifiche dal sito <https://www.sardegnageoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=mappetematiche>.

#### **2.4.1 Sorgenti**

Dall'analisi effettuata su base cartografica e da letteratura, nel settore di intervento vi ricadono numerose sorgenti. Alcune sono ubicate all'interno del complesso sedimentario miocenico a monte dei compluvi minori che scorrono a nord del parco; altre al contatto tra diverse unità vulcaniche, probabilmente in corrispondenza dell'interruzione di sistemi di fratturazione per raffreddamento che interessano le singole unità; altre ancora interessano probabilmente soltanto la coltre eluvio-colluviale.

Richiamando la carta della permeabilità fuori fascicolo, riguardo la posizione delle sorgenti e degli aerogeneratori, procedendo da est verso ovest si riscontra che:

- **WTG\_A** dista circa 400 m a sud di una sorgente effimera che probabilmente rappresenta la venuta a giorno di una falda freatica superficiale posta nella coltre eluvio-colluviale,
- circa 1 km a NE di **WTG-B** sono segnalate diverse sorgenti, tutte denominate *Funtana Laddoro*, poste al contatto tra un deposito di frana antico ed il substrato vulcanico o al contatto tra diverse unità ignimbratiche,
- in prossimità di **WTG-C** e a circa 1 km a SW di **WTG-D** sono presenti diverse sorgenti denominate *Funtana S'Attoas*, al contatto tra diverse unità vulcaniche o alimentate da modesti acquiferi a carattere stagionale ospitati nella coltre eluvio-colluviale superficiale e quindi *verosimilmente con portate effimere*,
- **WTG-F** e **WTG-G** si trovano a circa 100÷200 m da diverse sorgenti in prossimità del contatto tra le diverse unità ignimbratiche e dalle portate modeste.

#### **2.4.2 Pozzi**

In prossimità dell'area del parco sono pochi i pozzi profondi di cui si dispone di dati ufficiali.

Si riportano a titolo esemplificativo le informazioni relative ad un pozzo posto circa 2 km a ovest del parco (FIGURA 2.10) in un contesto geologico analogo a quello di interesse. I dati indicano la presenza di una falda posta a profondità pluridecimetrica, all'interno del complesso ignimbratico.

Nell'insieme, il contesto idrogeologico locale e le informazioni derivanti dai pozzi e dalle sorgenti, suggeriscono una circolazione idrica concentrata nei livelli profondi (pluridecimetrici) del sistema di fratture che interessano i depositi vulcanici che dominano la zona.

Modesti acquiferi possono trovarsi temporaneamente e localmente a livelli più superficiali nella coltre eluvio-colluviale superficiale o nelle fratture delle vulcaniti.

Si tratta in ogni caso di modesti acquiferi a carattere fortemente stagionale.

Dati generali		Ubicazione indicativa dell'area d'indagine			
<b>Codice:</b> 170640 <b>Regione:</b> SARDEGNA <b>Provincia:</b> SASSARI <b>Comune:</b> ITTIRI <b>Tipologia:</b> PERFORAZIONE <b>Opera:</b> POZZO PER ACQUA <b>Profondità (m):</b> 80,00 <b>Quota pc slm (m):</b> 410,00 <b>Anno realizzazione:</b> 1997 <b>Numero diametri:</b> 1 <b>Presenza acqua:</b> SI <b>Portata massima (l/s):</b> 1,000 <b>Portata esercizio (l/s):</b> 0,500 <b>Numero falde:</b> 1 <b>Numero filtri:</b> 0 <b>Numero piezometrie:</b> 1 <b>Stratigrafia:</b> SI <b>Certificazione(*):</b> SI <b>Numero strati:</b> 5 <b>Longitudine WGS84 (dd):</b> 8,590703 <b>Latitudine WGS84 (dd):</b> 40,556781 <b>Longitudine WGS84 (dms):</b> 8° 35' 26.54" E <b>Latitudine WGS84 (dms):</b> 40° 33' 24.41" N  (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia					
<b>DIAMETRI PERFORAZIONE</b>					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	
1	0,00	80,00	80,00	250	
<b>FALDE ACQUIFERE</b>					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)		
1	68,00	73,00	5,00		
<b>MISURE PIEZOMETRICHE</b>					
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)	
ago/1997	40,00	60,00	20,00	0,500	
<b>STRATIGRAFIA</b>					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,00	1,00		TERRE BRUNE
2	1,00	4,00	3,00		SABBIE TRACHITICHE
3	4,00	45,00	41,00		TRACHITI INFERIORI
4	45,00	70,00	25,00		TRACHITI PIU' TUFO
5	70,00	80,00	10,00		TRACHITI INFERIORI

FIGURA 2.10 – Dati relativi a un pozzo nel Comune di Ittiri (<http://sgi2.isprambiente.it/mapviewer/>)

Il complesso sedimentario miocenico interessa esclusivamente il sito **WTG-B**.

Le litologie arenacee e calcaree di questa successione possono ospitare acquiferi significativi sia per porosità che per carsismo. Tuttavia, la posizione degli aerogeneratori su un alto topografico relativo, porta ad escludere una circolazione idrica significativa alle quote di progetto.

## 2.5 Assetto morfologico

L'areale designato per ospitare il parco eolico presenta una morfologia collinare con quote assolute che variano tra 642 m s.l.m. in corrispondenza di Monte Cheia e i circa 250 m s.l.m. della valle fluviale del *Rio Bidighinzu*. Coerentemente con l'esteso affioramento di litologie vulcaniche in facies ignimbratica e con l'assetto strutturale del Logudoro, che vede la presenza di un semigraben inclinato verso i quadranti orientali, il settore NW così come il settore centrale e quello meridionale del parco eolico in progetto si caratterizza per la presenza di estesi altopiani di forma circolare o allungata principalmente NS e debolmente inclinati verso est, delimitati da versanti gradonati aventi una pendenza media compresa tra il 40÷50%. I singoli gradini morfologici, spesso caratterizzati da pareti subverticali, coincidono con le unità ignimbratiche o con le singole unità di flusso che le costituiscono.

All'estremità nord del parco, una faglia ad andamento EW mette a contatto le litologie vulcaniche con quelle sedimentarie mioceniche su cui si sono impostate colline piatte e forme morbide.

La morfologia del settore nord-orientale, seppur tipicamente collinare è irregolare in dominata da lave in affioramento o sormontate da esigui spessori di depositi olocenici di origine eluvio-colluviale, più o meno pedogenizzati e, nelle zone di raccordo con le aree vallive, da detriti di versante.

Il settore sud è analogo al precedente con zone sub-pianeggianti nei bassi topografici ove si sono depositi spesse coltri eluvio-colluviali. Negli alti topografici si ritrovano limitati affioramenti di calcareniti afferenti alla Formazione di Mores, in discordanza sul basamento vulcanico.

Sui versanti si rinvengono coltri detritiche che degradano verso le aree vallive.

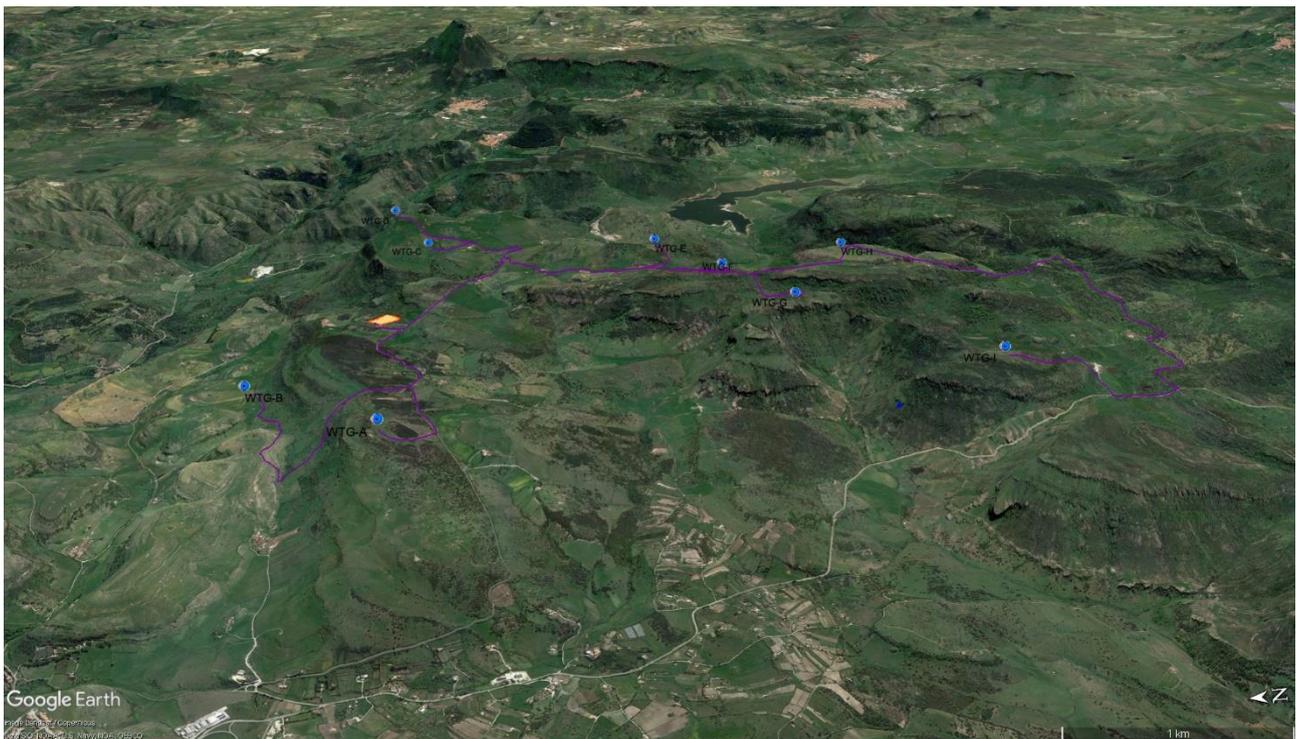


FIGURA 2.11 – Ambito morfologico dell'area vasta rispetto al parco eolico con vista da ovest (rapporto lunghezze / altezze 1:2).



FIGURA 2.12 – Contesto morfologico del settore NE del parco.



FIGURA 2.13 – Contesto morfologico dell'area NW del parco caratterizzata dall'affioramento delle litologie sedimentarie mioceniche.



FIGURA 2.14 – Contesto morfologico del settore centro-orientale visto da nord.



FIGURA 2.15 – Contesto morfologico del settore centro-meridionale visto da nord.

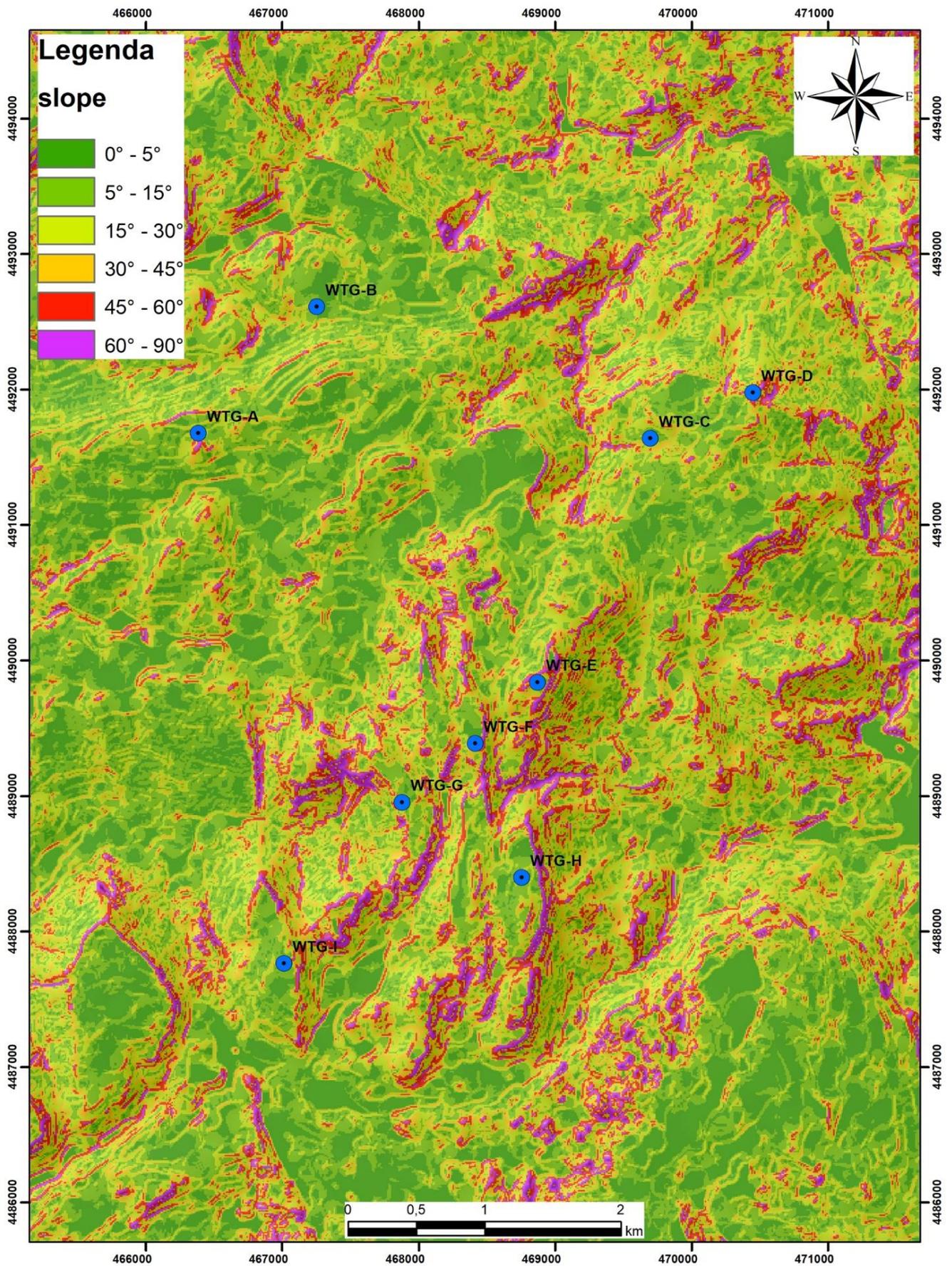


FIGURA 2.16 – Carta delle acclività (estratta dal Geoportale della Sardegna).

## 2.6 Assetto idrografico e interferenze con le opere in progetto

I principali corsi d'acqua sono rappresentati dal *Riu Camedda* nel settore settentrionale, dal *Riu Bidighinzu* a est e dal *Riu Melas/Badde Mela* nel settore meridionale: per tutti le portate sono fortemente condizionate dalle precipitazioni per cui i deflussi avvengono quasi esclusivamente durante le stagioni piovose.

Non si segnalano interferenze gravanti nelle postazioni prescelte ad ospitare gli aerogeneratori.

Di contro, per quanto concerne le opere lineari (viabilità e cavidotti) le intersezioni sono molteplici sebbene perlopiù con la parte iniziale di modestissimi compluvi dal carattere episodico, sede di ruscellamento solo in occasione di eventi piovosi intensi. Fa eccezione il settore meridionale del parco, ove il cavidotto interseca diverse volte il tracciato del *Riu Baddu Melas* (FIGURA 2.21).



FIGURA 2.17 – La valle del Riu Camedda a est di Ittiri.



FIGURA 2.18 – La Valle del Riu Bidighinzu a est del parco.



FIGURA 2.19 – La valle del Riu Badde Melas nel settore SW del parco.

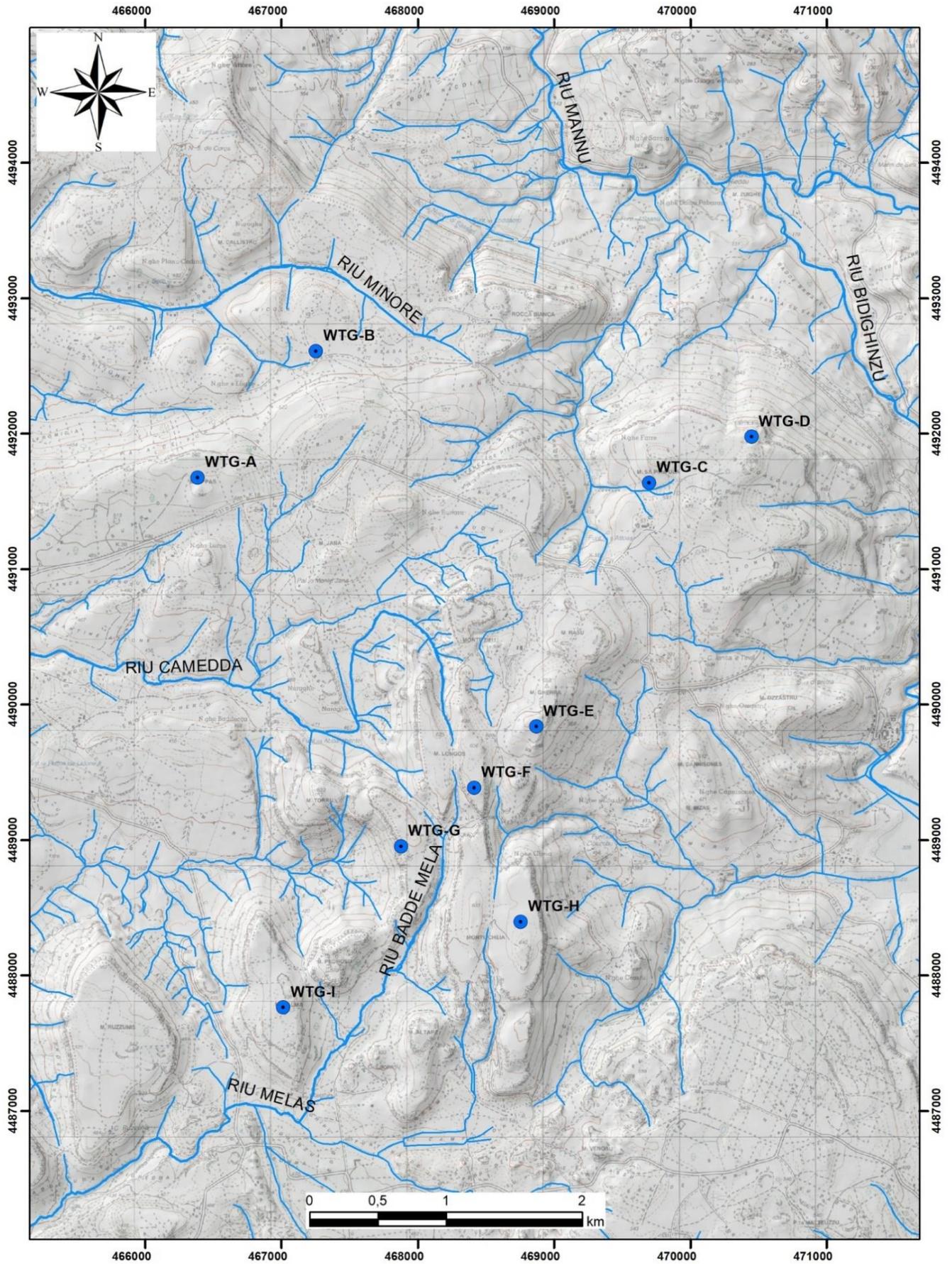


FIGURA 2.20 – Reticolo idrografico dell'area vasta (estratta dal Geoportale della Sardegna).

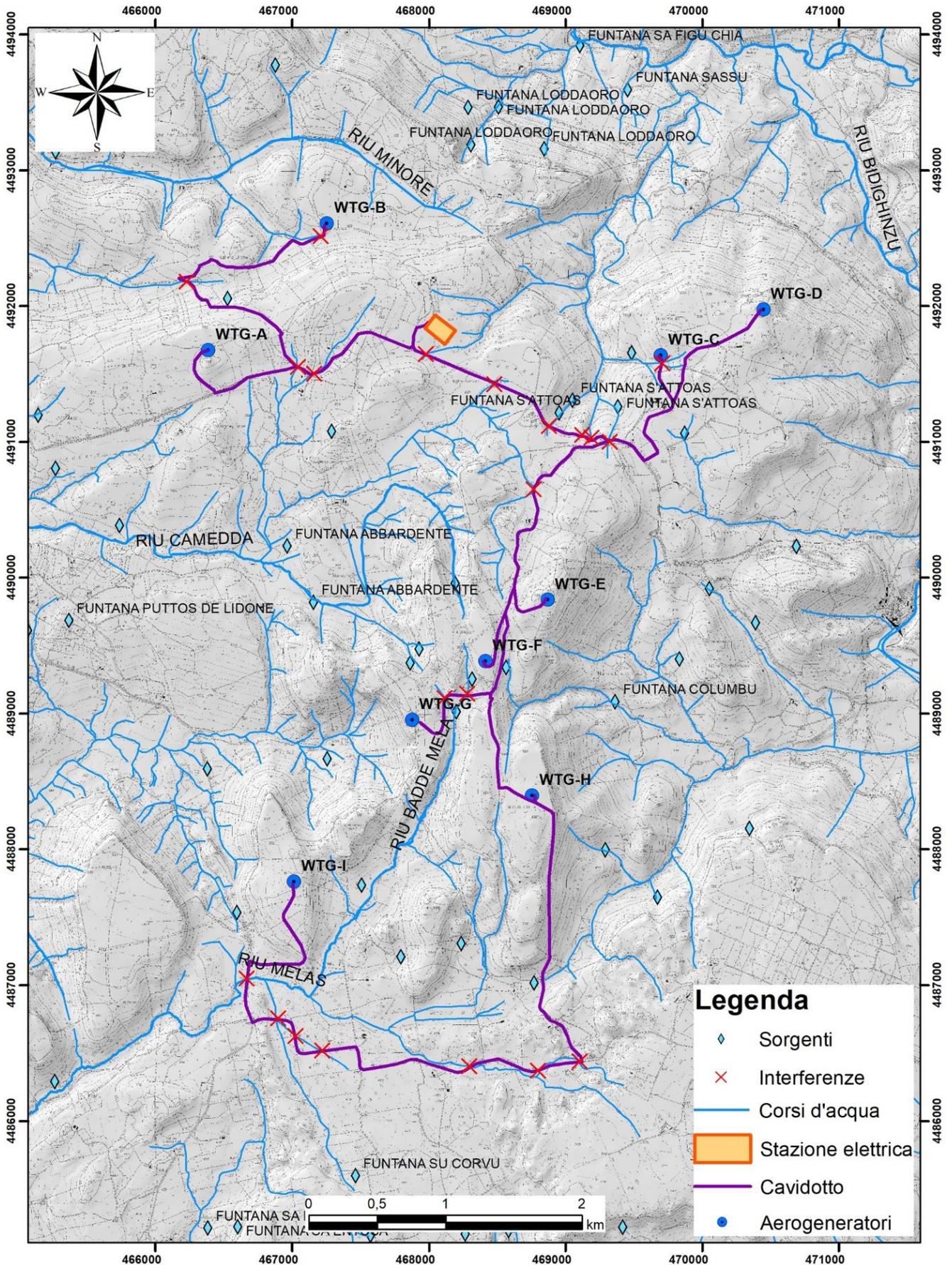


FIGURA 2.21 – Interferenze tra reticolo idrografico e cavidotto di distribuzione interna su stralcio CTR.

## 2.7 Modello stratigrafico di riferimento

Come accennato in premessa, la stesura del presente elaborato si è avvalsa di una base informativa e cognitiva diretta, confortata da descrizioni e dati in possesso degli scriventi e informazioni derivanti dalla letteratura geologica internazionale. Seppur relativi a lavori di differente natura ed in assenza di test geognostici diretti, le informazioni acquisite hanno consentito una modellazione geologica confacente alla fase progettuale in essere ed una caratterizzazione geotecnica indicativa dei terreni interagenti con le opere in programma.

Sotto la coltre eluvio-colluviale limoso-sabbiosa e conglomeratica [**Strato LL\_A**] di spessore prevalentemente decimetrico e raramente metrico, si rinviene un substrato vulcanico [**Strato LL\_C**] sia in facies ignimbratica che lavica. Solo in WTG-B il basamento si identifica con una sequenza di sedimenti miocenici calcarei e calcarenitici [**Strato LL\_B**].

Schematicamente, la sequenza stratigrafica è stata ricondotta alla sovrapposizione dei seguenti strati a partire dalla sommità:

<b>LL_A</b>	Depositi eluvio-colluviali	[Olocene]
<b>LL_B</b>	Calcari e calcareniti	[Miocene]
<b>LL_C</b>	Vulcaniti	[Miocene]

di seguito descritti per i caratteri salienti ai fini del presente lavoro.

### **LL\_A – Depositi eluvio-colluviali**

Spessore min 0,00 m

Spessore max 1,00 m

Terre di genesi eluvio-colluviali perlopiù limo-argillosi, più o meno pedogenizzati e rimaneggiati dalle pratiche agricole.

Lo spessore varia da decimetrico a metrico in funzione della morfologia dei luoghi.

### **LL\_B – Calcari e calcareniti**

Spessore min 1,00 m

Spessore max decametrico

Roccia litoide calcarea o calcarenitica stratificata, coerente, interessata da diversi sistemi di frattura subverticali a spaziatura metrica e da piani di debolezza paralleli alla stratificazione sub-orizzontale.

### **LL\_C – Vulcaniti**

Spessore min 1,00 m

Spessore max decametrico

Roccia in posto di origine vulcanica, interessata da più sistemi di giunti verticali e da fenomeni di alterazione più o meno marcati.

### 3 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

#### 3.1 Pericolosità sismica

La bassissima sismicità dell'Isola fa escludere elementi di pericolosità sismica che possano compromettere l'integrità e la fruibilità dell'opera in progetto.

Dal database del progetto ITHACA (ITaly HAZard from CApable faults) non si evince alcun elemento tettonico capace di interferire direttamente con i luoghi di intervento.

#### 3.2 Subsidenza

Se si esclude un lentissimo abbassamento ancora in atto in tutta l'area costiera meridionale, la subsidenza è irrilevante tra i processi morfodinamici dell'Isola: gli unici fenomeni sono i "sink-holes" localizzati negli hinterland di Carbonia ed Iglesias. Non sono noti nell'area sink-hole o altre tipologie di subsidenza naturale.

Analogamente, non si è a conoscenza di abbassamenti del suolo provocati dallo sfruttamento delle falde acquifere.

#### 3.3 Pericolosità vulcanica

Benché la Sardegna sia stato teatro di diversi cicli di attività vulcanica, l'ultimo dei quali terminato all'inizio del Pleistocene, attualmente ospita solo vulcani definitivamente spenti ed esattamente 32 variamente disseminati. Nel Mar Mediterraneo vi è invece un'elevata densità di vulcani attivi o quiescenti e di questi diversi risiedono nel Mar Tirreno. L'attività attuale del Marsili, lungo circa 70 km e largo 30 km, è caratterizzata da fenomeni vulcanici detti secondari, da sismicità di bassa magnitudo indotta da processi vulcano-tettonici e idrotermali. Le eruzioni più recenti risalgono ad un'età compresa tra 7000 e 2000 anni fa.

Per la Sardegna, il rischio vulcanico associato ad eruzioni sottomarine di questo tipo appare molto basso, in quanto un'eruzione oltre i 500 m di profondità comporterebbe probabilmente soltanto una deviazione temporanea delle rotte navali.

#### 3.4 Pericolosità idrogeologica

L'assetto idrogeologico dei luoghi di intervento è condizionato dalla soggiacenza di un substrato roccioso vulcanico sostanzialmente poco permeabile e da una modestissima coltre detritica prevalentemente eluviale di spessore poco significativo, non favorevole alla formazione di una circolazione idrica sotterranea a carattere freatico alle profondità di interessate dalle opere fondali degli aerogeneratori

Altri flussi idrici sotterranei possono impostarsi entro gli ammassi rocciosi a profondità maggiori rispetto alle quote di progetto per cui non si prevede alcuna interazione.

Per le stesse ragioni non sussistono i presupposti affinché l'opera in progetto possa influenzare in qualche modo le caratteristiche qualitative o idrodinamiche delle acque sotterranee.

#### 3.5 Pericolosità da frana

L'areale designato per ospitare il parco eolico si caratterizza per la presenza di estesi altopiani debolmente inclinati verso est, delimitati da versanti gradonati al passaggio tra le diverse unità di flusso piroclastico. Anche in corrispondenza dell'estremità nord, dominata dalle litologie sedimentarie mioceniche, la morfologia vede colline dalla sommità pianeggiante, mentre nel settore nord-orientale prevalgono forme più articolate stante la diffusione delle litologie laviche.

Dalle carte della pericolosità da frana del PAI consultabili nel Geoportale della Sardegna, di cui uno stralcio è mostrato nella carta fuori fascicolo, è evidente l'estensione della perimetrazione a cui è associato un pericolo di frana da medio a elevato (Hg2 e Hg3) e che riguarda le scarpate che bordano i plateaux ignimbrici e gli altopiani impostati nelle litologie carbonatiche e arenacee mioceniche.

La condizione di pericolo è legata ai fenomeni di arretramento del versante che si esplicano attraverso frane di crollo favorite dalla presenza di giunti da raffreddamento verticali all'interno delle unità ignimbriche e dalla diffusa fratturazione, principalmente di origine tettonica, che interessa le formazioni sedimentarie mioceniche.

Nelle aree dominate dalle lave basaltiche e andesitiche la pericolosità da frana è legata alla presenza di zone più aspre ove si verificano locali crolli favoriti dall'intensa fratturazione delle litologie.

In questo contesto i siti designati per il posizionamento delle torri eoliche si trovano sempre distanti dalle aree perimetrate per cui sono esenti da potenziali fenomeni di arretramento del versante o da altre problematiche di carattere geomorfologico.

Per quanto riguarda il cavidotto, nel settore centro-meridionale attraverserà un tratto significativo del tracciato, una zona classificata ad elevato pericolo di frana (Hg3).

Per la mappatura del pericolo e del rischio da frana si rimanda alla cartografia fuori fascicolo.

### **3.6 Pericolosità idraulica**

In ragione della posizione marginale degli aerogeneratori rispetto al deflusso delle acque di ruscellamento concentrate, non si ravvisano elementi predisponenti a condizioni di pericolosità idraulica.

A suffragio di quanto, dai piani di settore ufficiali consultabili nel Geoportale della Sardegna, risulta che nessuna delle aree designate ad ospitare gli aerogeneratori, il cavidotto e la relativa viabilità di collegamento sono gravate da alcuna criticità da idraulica (esondazioni, allagamenti con ristagni). Dalla medesima fonte cartografica ufficiale, risulta che né gli areali di intervento né le aree limitrofe siano state allagate in concomitanza del cosiddetto "ciclone Cleopatra".

Come verificabile dalla relativa cartografia fuori fascicolo, le uniche aree perimetrate da criticità di tipo idraulico sono circoscritte alla valle del Rio Bidighinzu a NE del parco eolico in progetto, del tutto ininfluente per l'iniziativa edilizia in oggetto.

Per la mappatura del pericolo e del rischio idraulico si rimanda alla cartografia fuori fascicolo.

## 4 CONCLUSIONI

Dagli elementi esaminati, l'assetto geologico del settore ove si prevede la realizzazione del parco eolico in progetto, si caratterizza per la presenza di un basamento litificato in facies effusiva che soggiace a profondità abbastanza uniformi, presumibilmente variabili tra 0,00 m e 1,00 m, rispetto al piano di campagna, sormontato da una coltre eluvio-colluviale interessata da fenomeni di alterazione più o meno spinti. Questa configurazione litostratigrafica consente di prevedere, per gli aerogeneratori, l'adozione di fondazioni dirette con piano di posa sul substrato roccioso vulcanico e sedimentario, dotato di buone caratteristiche di resistenza al taglio e di rigidità tali da garantire un'adeguata stabilità dell'insieme opera-terreno nel tempo.

Sotto il profilo idrogeologico, la bassa permeabilità del basamento vulcanico, impermeabile per porosità, fa escludere sin d'ora la presenza di una falda acquifera di tipo "freatico" nel senso classico del termine, pur non dubitando che durante gli scavi delle piazzole per la posa in opera degli aerogeneratori, semmai operati durante periodi intensamente piovosi, possano rinvenirsi modesti flussi idrici in corrispondenza delle zone intensamente fratturate della roccia. Trattasi di risalite idriche locali di blanda entità e/o a carattere occasionale, per cui potranno essere contrastate attraverso normali sistemi di aggettamento (motopompe).

Per quanto riguarda le interferenze delle opere con il reticolo idrografico, la posizione marginale degli aerogeneratori rispetto al deflusso delle acque di ruscellamento concentrate, non predispone a condizioni di pericolosità. Di contro, per le opere lineari (viabilità e cavidotti) le intersezioni sono molteplici sebbene perlopiù con la parte iniziale di modestissimi compluvi dal carattere episodico, sede di ruscellamento solo in occasione di eventi piovosi intensi. Fa eccezione il settore meridionale del parco, ove il cavidotto interseca diverse volte il tracciato del *Riu Baddu Melas*.

In ordine alla criticità da frana, si rileva che i siti designati per il posizionamento delle torri eoliche sono sempre distanti dalle aree perimetrate per cui sono esenti da potenziali fenomeni di arretramento del versante o da altre problematiche di carattere geomorfologico. Il cavidotto invece, nel settore centro-meridionale attraverserà un tratto significativo del tracciato, una zona classificata ad elevato pericolo di frana (Hg3).

Gli scavi sulla coltre detritica superficiale potranno essere operati con benna escavatrice di adeguata potenza, mentre per gli sbancamenti in roccia si dovrà prevedere l'impiego del martello demolitore. La coesione insita anche nella coltre terrigena sommitale assicura la tenuta delle pareti di scavo anche per pendenze prossime alla verticalità a medio termine (settimane) purché in condizioni asciutte. La giacitura suborizzontale o debolmente inclinata delle formazioni vulcaniche e sedimentarie non predispone a fenomeni di instabilità durante le operazioni di sbancamento, nemmeno se a sezione obbligata.

Per detti motivi si ritiene che nulla osti alla realizzazione dell'intervento, fatta salva l'esigenza di acquisire riscontri diretti attraverso una campagna geognostica in ottemperanza ai disposti delle N.T.C. 2018, che dovrà obbligatoriamente supportare la fase progettazione esecutiva al fine di definire, con il necessario dettaglio, gli aspetti litologici e stratigrafici dei siti di intervento ed affinare il modello geologico e geotecnico di riferimento.

*Dott.ssa Geol. Giorgia La Ruffa*



*Dott.ssa Geol. Maria Francesca Lobina*



## 5 SCHEDE SITO

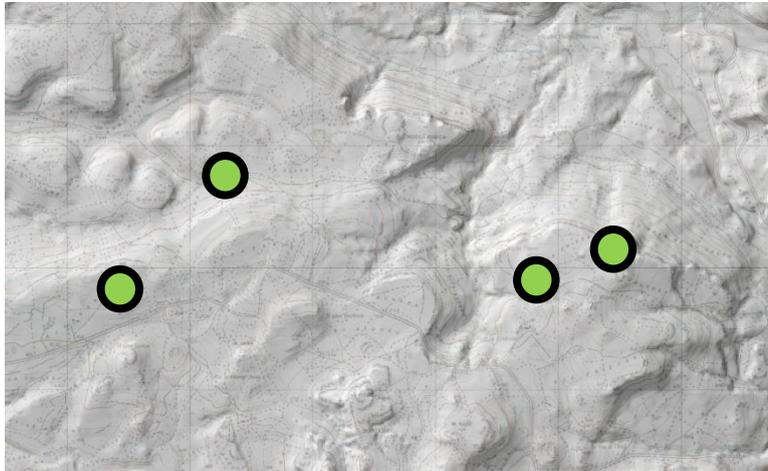
**SETTORE SETTENTRIONALE**

**ACCESSIBILITÀ**

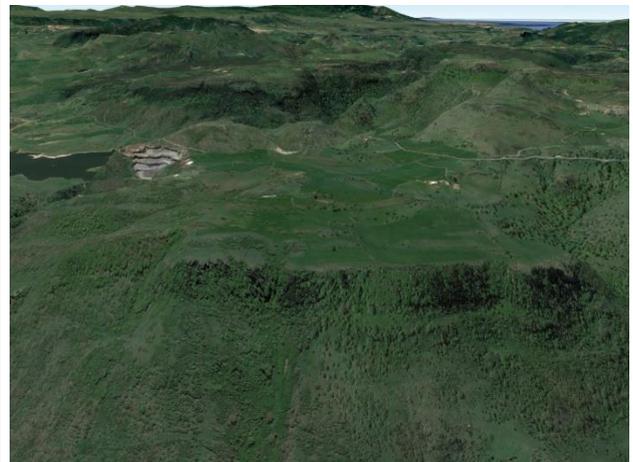
I siti sono raggiungibili attraverso la S.S. 131bis che taglia a nord l'area del parco e varie strade interpoderali in terra battuta.

Sarà necessaria la realizzazione di brevi tratte per il raggiungimento dei siti specifici.

Le aree di intervento si inseriscono in un contesto perlopiù costituito da seminativi in aree non irrigue, macchia mediterranea, prati artificiali adibiti a pascolo e pascoli naturali.



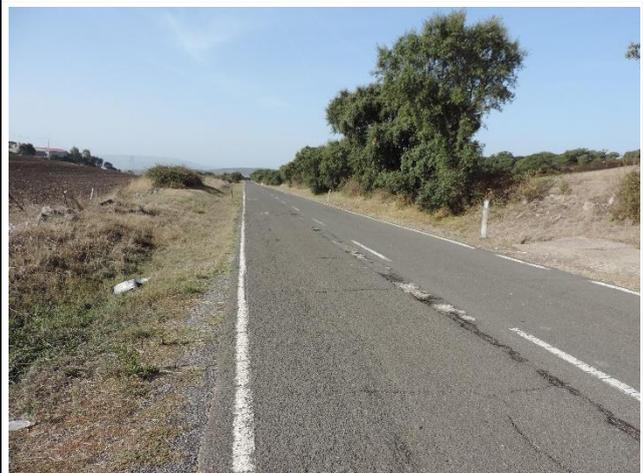
Vista satellitare del settore NW con esagerazione verticale 2x, da NW



Vista satellitare del settore con NE con esagerazione verticale 2x, da N



Panoramica da sud di WTG-A



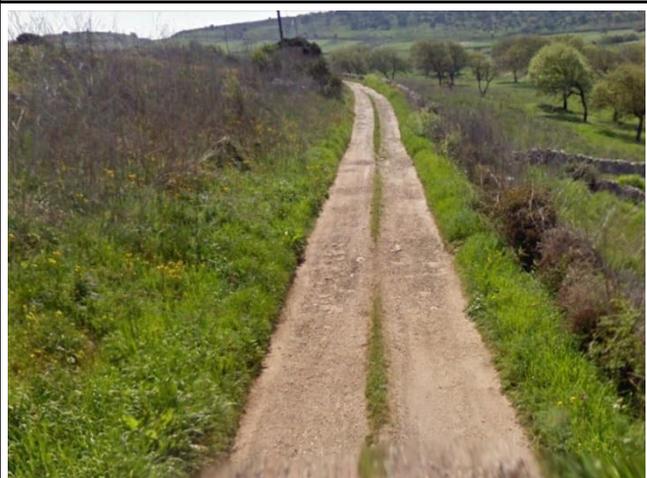
SS131 bis presso WTG-A



*Piroclastiti di su Suerzu affioranti presso WTG-A*



*Panoramica di WTG-B da nord*



*Stradello presso WTG-B*



*Stazione elettrica*



*Panoramica di contesto di WTG-C*



*Stradello di avvicinamento a WTG-C e WTG-D*

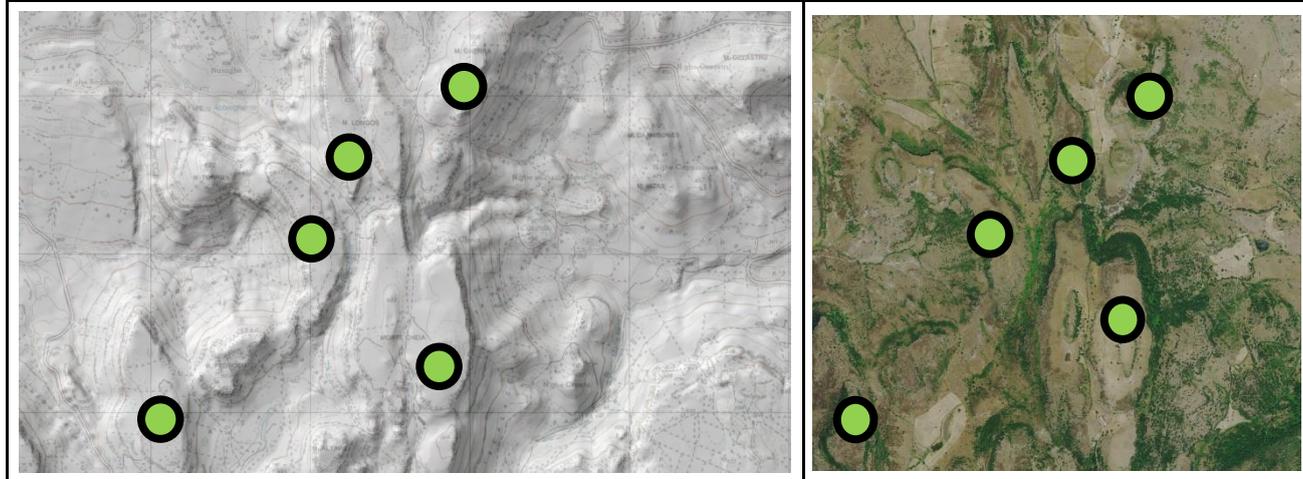
 <p><i>Panoramica di contesto di WTG-D</i></p>	 <p><i>Affioramento di basalti presso WTG-D</i></p>
 <p><i>Panoramica di contesto di WTG-D</i></p>	 <p><i>Affioramento di basalti alterati presso WTG-D</i></p>
<p><b>NATURA DEL SUBSTRATO</b></p>	<p>Copertura costituita da un sottile livello rimaneggiato e parzialmente pedogenizzato, con sparsi clasti di rocce vulcaniche, sotto il quale soggiace la roccia vulcanica litoide con fratturazione a spaziatura da decimetrica a metrica. Solo nel caso di WTG-B il substrato è rappresentato da calcareniti afferenti alla Formazione di Monte Santo.</p> <p>Il substrato lapideo vulcanico, spesso affiorante entro il perimetro del parco, è rappresentato da ignimbriti densamente saldate afferenti all'Unità di Su Suerzu (WTG-A) e da lave basaltico-andesitiche (WTG-C e WTG-D). Tali unità mostrano fratture verticali (poligonali in pianta) a spaziatura da decimetrica a metrica e fratture sub orizzontali a spaziatura variabile.</p> <p>Generalmente sono poco alterate.</p>
<p><b>ASSETTO MORFOLOGICO</b></p>	<p>Il settore NW (WTG-A) si caratterizza per la presenza di estesi altopiani debolmente inclinati verso est, delimitati da versanti gradonati con pendenza media del 40÷50%. I singoli gradini morfologici, spesso con pareti subverticali, coincidono con le unità ignimbritiche o con le singole unità di flusso che costituiscono i rilievi.</p> <p>Le aree dominate da litologie sedimentarie mioceniche (WTG-B) originano colline spianate in sommità, con forme meno aspre ed altitudini inferiori rispetto a quelle del settore meridionale.</p> <p>Il settore nord-orientale (WTG-C e WTG-D) si contraddistingue per le forme collinari benché più irregolari, con prevalenza di litologie laviche in affioramento o sormontate da esigui spessori di depositi eluvio-colluviali e da detriti di versante in corrispondenza delle zone di raccordo con le aree vallive.</p>
<p><b>ASSETTO IDROGEOLOGICO</b></p>	<p>La bassa permeabilità per fratturazione del substrato vulcanico, fa sì che la presenza di flussi idrici sotterranei sia relegata a profondità decametriche a meno di temporanee circolazioni nella parte sub-superficiale costituita da coltri eluvio-colluviali.</p> <p>Le litologie calcaree mioceniche, affioranti esclusivamente in WTG_B, possono ospitare acquiferi significativi sia per fratturazione che per carsismo, tuttavia, in ragione della posizione del sito in oggetto su un alto topografico relativo è probabile che la circolazione idrica si concentri a profondità tali da non interferire con le opere di fondazione dell'aerogeneratore.</p>

**SETTORE CENTRO-MERIDIONALE**

**ACCESSIBILITÀ**

I siti sono raggiungibili attraverso la S.S. 131bis che taglia a nord l'area del parco e la provinciale S.P. 128bis che lambisce il parco eolico a ovest collegando il centro abitato di Ittiri con quello di Romana.

Le aree di intervento si inseriscono in un contesto perlopiù costituito da macchia mediterranea, prati artificiali adibiti a pascolo e pascoli naturali.



*Panoramica del settore centro-orientale, vista da NW*



*Panoramica del settore centro-meridionale, vista da nord*



*Panoramica da NW di WTG-E*



*Panoramica da SW di WTG-E*



*Stradello che attraversa il settore centrale*



*Panoramica di WTG-F da NE.*



*Piroclastiti di Uri affioranti nel settore centrale.*



*Sito WTG-G da ovest (google earth 2022)*



*Sito WTG-H da est (google earth 2022)*



*Sito WTG-I, panoramica da sud*

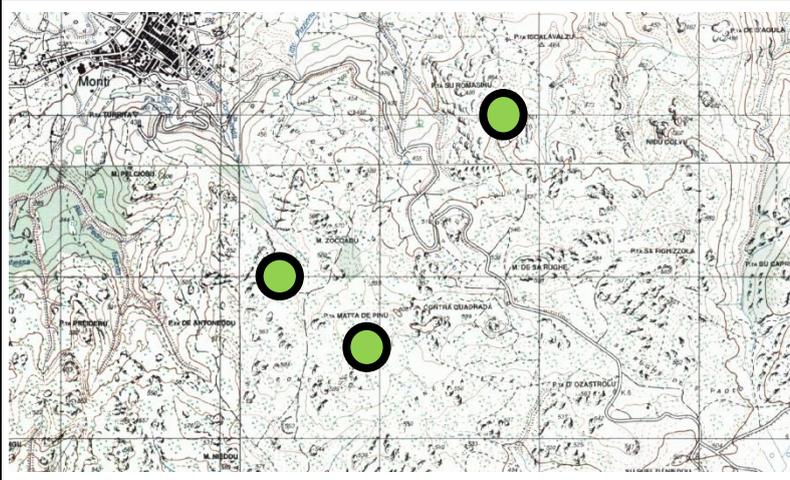
	
<p><i>Scarpata che borda l'altopiano che ospita WTG-I</i></p>	<p><i>Stradello di avvicinamento a WTG-I</i></p>
<p><b>NATURA DEL SUBSTRATO</b></p>	<p>Copertura costituita da un sottile livello rimaneggiato e parzialmente pedogenizzato, con sparsi clasti di rocce vulcaniche, sotto il quale soggiace la roccia vulcanica litoide con fratturazione a spaziatura da decimetrica a metrica.</p> <p>Il substrato lapideo vulcanico, spesso affiorante entro il perimetro del parco, è rappresentato da ignimbriti densamente saldate afferenti all'Unità di Monte Longos: trattasi di più unità di flusso, con fratture verticali (poligonali in pianta) a spaziatura da decimetrica a metrica e fratture sub-orizzontali a spaziatura variabile.</p> <p>Generalmente le ignimbriti sono poco alterate.</p>
<p><b>ASSETTO MORFOLOGICO</b></p>	<p>Il settore centro-meridionale si caratterizza per la presenza di estesi altopiani debolmente inclinati verso est, delimitati da versanti gradonati aventi una pendenza media del 40÷50%. I singoli gradini morfologici, spesso con pareti subverticali, coincidono con le unità ignimbritiche o con le singole unità di flusso che costituiscono i rilievi.</p>
<p><b>ASSETTO IDROGEOLOGICO</b></p>	<p>La bassa permeabilità per fratturazione del substrato vulcanico, fa sì che la presenza di flussi idrici sotterranei sia relegata a profondità decametriche a meno di temporanee circolazioni nella parte sub-superficiale costituita da coltri eluvio-colluviali.</p>

**SETTORE CENTRO-OCCIDENTALE – AEROGENERATORI MNT11, MNT12 E MNT13**

**ACCESSIBILITÀ**

Presenza di stradelli asfaltati e in terra battuta, da adattare allo scorrimento di mezzi pesanti, a cui si accede dalla S.S. 389 o dalla periferia meridionale dell'abitato di Monti.

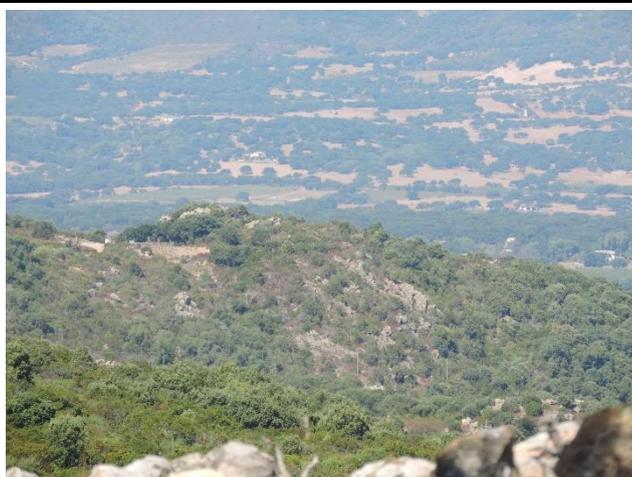
I punti si trovano in mezzo ad aree di macchia mediterranea e su cui sarà necessario creare una viabilità che consenta il raggiungimento dagli stradelli limitrofi.



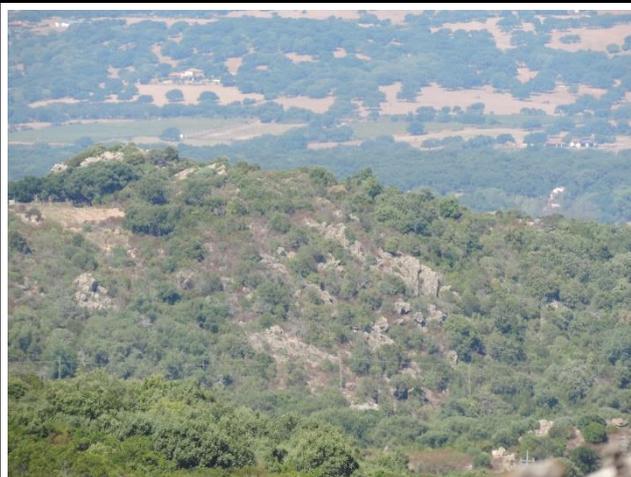
*Panoramica di contesto da NW di MNT12 e 13*



*Vista panoramica da NW del sito MNT13*



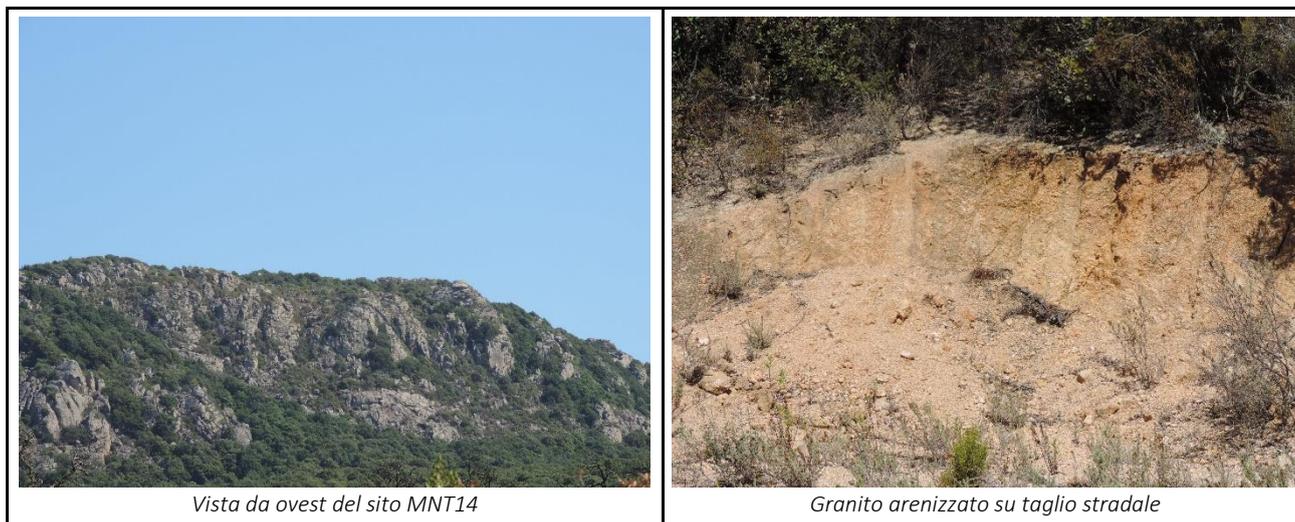
*Panoramica da SE del sito di MNT11*



*Sito di MNT11*

<b>NATURA DEL SUBSTRATO</b>	<p>Copertura quasi assente costituita da un sottile livello pedogenizzato di spessore decimetrico con sparsi blocchi di granito e diffusi affioramenti di granito in posto.</p> <p>Il substrato lapideo, prevalentemente affiorante, è rappresentato dai graniti afferenti alle unità intrusiva di Monti-Facies di Monti.</p> <p>Il granito in affioramento presenta fratture a spaziatura da decimetrica a metrica e generalmente è poco alterato.</p> <p>Dove è presente una copertura costituita da suolo e depositi eluvio-colluviali il substrato granitico si presenta arenizzato per spessori generalmente superiori al metro (osservazione svolta su tagli stradali in diverse aree del parco eolico).</p>
<b>ASSETTO MORFOLOGICO</b>	<p>Nel complesso il settore si configura come una zona collinare caratterizzata da una morfologia abbastanza dolce, mossa in corrispondenza degli affioramenti di granito in posto.</p> <p>I siti designati per ospitare gli aerogeneratori sono ubicati lungo la parte sommitale o su versanti a debole pendenza, di rilievi collinari, la cui sommità è arrotondata o subpianeggiante.</p> <p>I versanti presentano una forma convessa tipica dei paesaggi granitici con inclinazioni di pochi punti percentuali.</p> <p>Non si rilevano frane in atto o quiescenti o altri processi morfogenici che condizionino la stabilità dei siti specifici.</p>
<b>ASSETTO IDROGEOLOGICO</b>	<p>La bassa permeabilità per fratturazione del substrato, fa sì che la presenza di flussi idrici sotterranei sia relegata a profondità decametriche a meno di temporanee circolazioni nella parte subsuperficiale correlate con i perdurevoli eventi piovosi e a circolazioni nella coltre eluvio-colluviale e nella parte corticale costituita da granito arenizzato.</p>





Vista da ovest del sito MNT14

Granito arenizzato su taglio stradale

<b>NATURA DEL SUBSTRATO</b>	<p>Copertura quasi assente costituita da un sottile livello pedogenizzato di spessore decimetrico con sparsi blocchi di granito e diffusi affioramenti di granito in posto.</p> <p>Il substrato lapideo, prevalentemente affiorante, è rappresentato dai graniti afferenti alle Unità intrusiva di Berchidda-Facies Punta S'elìghe Entosa.</p> <p>Il granito in affioramento presenta fratture a spaziatura da decimetrica a metrica e generalmente è poco alterato. Ove è presente una copertura costituita da suolo e depositi eluvio-colluviali, il substrato granitico si presenta arenizzato per spessori generalmente superiori al metro (osservazione svolta su tagli stradali in diverse aree del parco eolico).</p>
<b>ASSETTO MORFOLOGICO</b>	<p>Nel complesso il settore si configura come una zona collinare caratterizzata da una morfologia abbastanza dolce, mossa in corrispondenza di limitate aree di affioramento di granito in posto.</p> <p>I siti designati per ospitare gli aerogeneratori sono ubicati lungo la parte sommitale o su versanti a debole pendenza, di rilievi collinari, la cui sommità è arrotondata o subpianeggiante.</p> <p>I versanti presentano una forma convessa tipica dei paesaggi granitici con inclinazioni di pochi punti percentuali.</p> <p>Non si rilevano frane in atto o quiescenti o altri processi morfogenici che condizionino la stabilità dei siti specifici.</p>
<b>ASSETTO IDROGEOLOGICO</b>	<p>La bassa permeabilità per fratturazione del substrato, fa sì che la presenza di flussi idrici sotterranei sia relegata a profondità decametriche a meno di temporanee circolazioni nella parte subsuperficiale correlate con i perdurevoli eventi piovosi e a circolazioni nella coltre eluvio-colluviale e nella parte corticale costituita da granito arenizzato.</p>