



PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN
IMPIANTO EOLICO DELLA POTENZA DI 99,2 MW
DENOMINATO "ORRIA" DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI
NULVI (SS) E SEDINI (SS) CON LE RELATIVE OPERE DI
CONNESSIONE ELETTRICHE

RELAZIONE GEOTECNICA

Rev. 0.0

Data: Settembre 2023

WIND002-RC11



Committente:

Repsol Orria S.r.l.
Via Michele Mercati 39
00197 Roma (RM)
C. F. e P. IVA: 17089321008
PEC: repsolorria@pec.it

Incaricato:

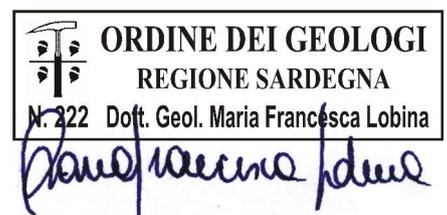
Queequeg Renewables, ltd
2nd Floor, the Works,
14 Turnham Green Terrace Mews,
W41QU London (UK)
Company number: 11780524
email: mail@quren.co.uk

Progettazione e SIA:

I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.



www.iatprogetti.it



PROGETTAZIONE:

I.A.T. Consulenza e Progetti S.r.l.

Ing. Giuseppe Frongia (Direttore Tecnico)

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

Ing. Giuseppe Frongia (Coordinatore e responsabile)

Ing. Marianna Barbarino

Ing. Enrica Batzella

Dott. Pian. Andrea Cappai

Ing. Paolo Desogus

Pian. Terr. Veronica Fais

Dott. Fabio Mancosu

Ing. Gianluca Melis

Dott. Fabrizio Murru

Ing. Andrea Onnis

Pian. Terr. Eleonora Re

Ing. Elisa Roych

Ing. Marco Utzeri

COLLABORAZIONI SPECIALISTICHE:

Verifiche strutturali: Ing. Gianfranco Corda

Aspetti geologici e geotecnici: Dott. Geol. Maria Francesca Lobina

Aspetti faunistici: Dott. Nat. Maurizio Medda

Caratterizzazione pedologica: Agr. Dott. Nat. Nicola Manis

Acustica: Ing. Antonio Dedoni

Aspetti floristico-vegetazionali: Dott. Nat. Francesco Mascia

Aspetti archeologici: Dott. Luca Doro, Dott. Gabriele Carenti e Dott.ssa Rosana Pla Orquìn

SOMMARIO

1	ASPETTI INTRODUTTIVI	4
1.1	Premessa.....	4
1.2	Normativa di riferimento e relative prescrizioni	5
1.3	Inquadramento topografico e territoriale.....	5
1.4	Descrizione sommaria del progetto	10
2	MODELLO GEOTECNICO.....	12
2.1	Modello stratigrafico di riferimento.....	12
2.2	Parametrizzazione geotecnica preliminare	12
2.3	Stima della capacità portante	14
3	CONCLUSIONI.....	15

1 ASPETTI INTRODUTTIVI

1.1 Premessa

La società Repsol Orria S.r.l., d'ora in avanti la Proponente, intende realizzare un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica nella Provincia di Sassari, in agro dei comuni di Nulvi e Sedini.

L'impianto, denominato parco eolico "Orria", sarà costituito da n. 16 turbine di grande taglia di potenza nominale unitaria pari a 6,6 MW, posizionate su torri di sostegno in acciaio dell'altezza pari a 135 m e aventi diametro del rotore pari a 172 m, nonché l'approntamento delle opere accessorie indispensabili per un ottimale funzionamento e gestione della centrale (viabilità e piazzole di servizio, distribuzione elettrica di impianto e cavidotto di interconnessione delle opere per la successiva immissione dell'energia prodotta alla Rete di Trasmissione Nazionale).

In tale ambito, lo scrivente geologo *Dott.ssa MARIA FRANCESCA LOBINA*⁽¹⁾ ha proceduto, su mandato della società di ingegneria I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. incaricata della progettazione, alla stesura del presente elaborato, quale corredo obbligatorio degli elaborati ai fini del conseguimento del titolo autorizzativo.

Gli argomenti sviluppati in questa sede hanno come base informativa i rilievi diretti nel settore di intervento coadiuvati da dati in possesso della scrivente acquisiti in occasione di indagini geognostiche condotte nelle immediate vicinanze per varie iniziative edilizie, nonché da altre informazioni ricavate dalla letteratura geologica internazionale e dalla cartografia geotematica estratta dal geoportale regionale.

Sebbene alcune delle informazioni riportate in questa sede siano state acquisite nel corso di lavori di differente natura, prevalentemente lavori di supporto all'edilizia, l'insieme dei dati acquisiti ha permesso di sviluppare un modello geologico consono alla fase progettuale in essere.

Con le analisi, al momento attuate, si ritiene di aver compiutamente analizzato i preliminari aspetti geologico-litologici, morfologici ed idrogeologici interagenti con l'opera in progetto, nonché di aver valutato, con il necessario dettaglio, le condizioni di pericolosità geologico-idraulica in atto e/o potenziali od altre criticità in grado di condizionare la fattibilità dell'intervento nel suo complesso.

In questa sede la trattazione è incentrata sulla descrizione del modello geotecnico a supporto della progettazione strutturale ed in particolare dell'analisi dell'interazione opera-terreno. La finalità è stata quindi quella di fornire gli elementi per definire il comportamento meccanico del volume significativo di terreno influenzato, direttamente o indirettamente, dall'intervento.

Ciò anche al fine di poter predisporre il programma di indagini più consono ad approfondire e meglio specificare alcuni aspetti di dettaglio necessari a supportare adeguatamente la successiva fase di progettazione, in relazione alla natura dell'intervento e all'assetto geologico s.l. e geotecnico dei luoghi.

(1) Albo Geologi della Regione Sardegna N. 222 – Sezione A.

1.2 Normativa di riferimento e relative prescrizioni

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»;
- Ordinanza P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006 «Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone»;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3316 del 02.10.2003 «Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri»;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 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»;

1.3 Inquadramento topografico e territoriale

L'areale che ospiterà il parco eolico in oggetto ricade nella regione geografica dell'Anglona in agro dei comuni di Nulvi e Sedini (Provincia di Sassari), abbracciando da nord verso sud le località identificate con i toponimi di *Berradineddu, Giuannelias, S'Aspru, Su Sassu, M.te Giannas, Ruspina, S. Acuta, Bentureddu, N.ghe Sas Seddas, Naddu, Poju Nieddu e Sa Marchesa*.

I riferimenti cartografici sono rappresentati da:

- Foglio 442 "CASTELSARDO" dell'I.G.M.I. [scala 1:50.000]
- Sezione 442-III "SEDINI" dell'I.G.M.I. [scala 1:25.000]
- Sezione 442100 "SEDINI" della C.T.R. [scala 1:10.000]
- Sezione 442130 "MONTE ERI" della C.T.R. [scala 1:10.000]
- Sezione 442140 "SU SASSU" della C.T.R. [scala 1:10.000]

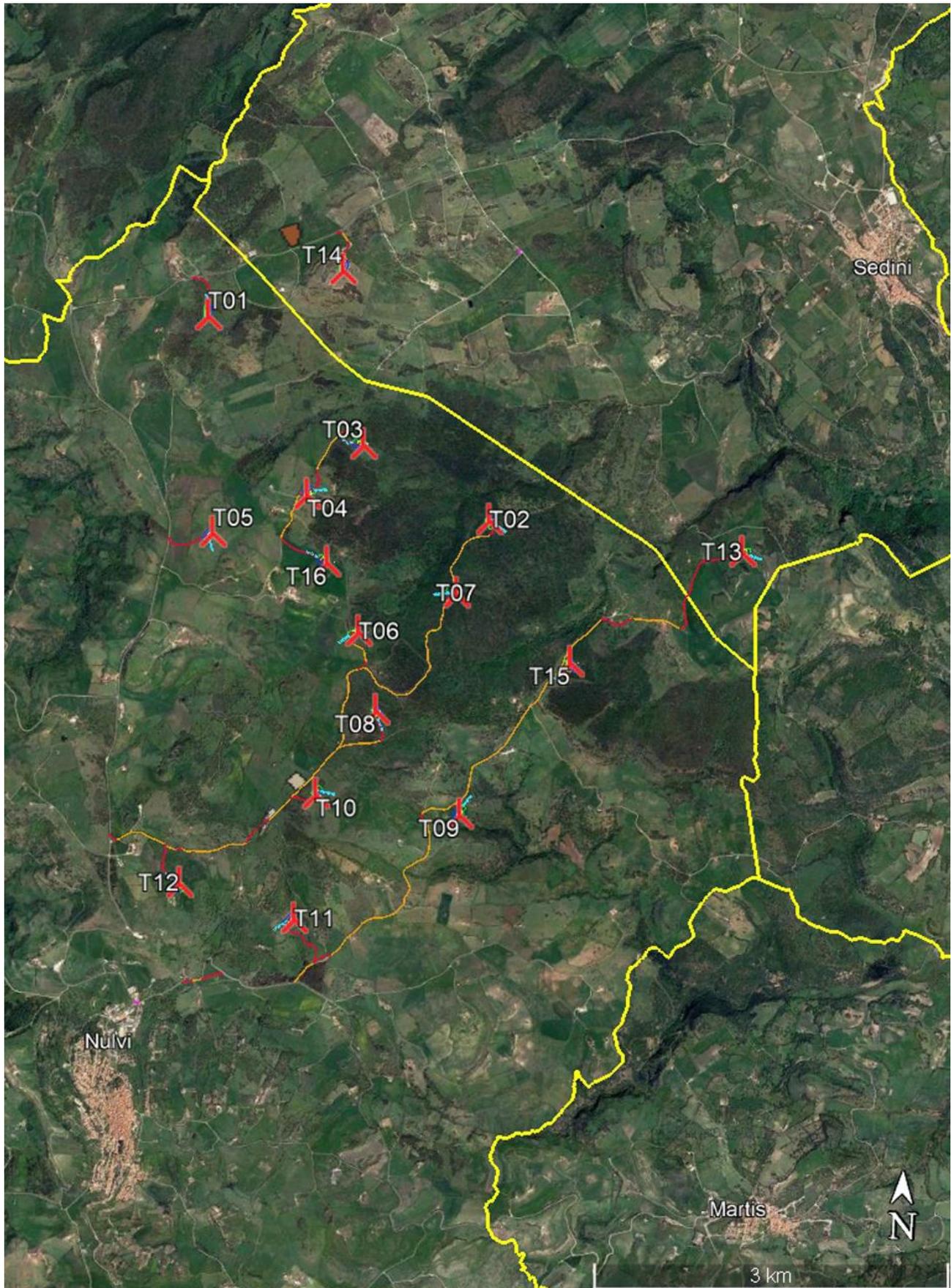


Figura 1.1 – Ubicazione degli interventi in programma su immagine satellitare estratta da Google Earth, 2022 con evidenza dei limiti amministrativi comunali (in giallo).

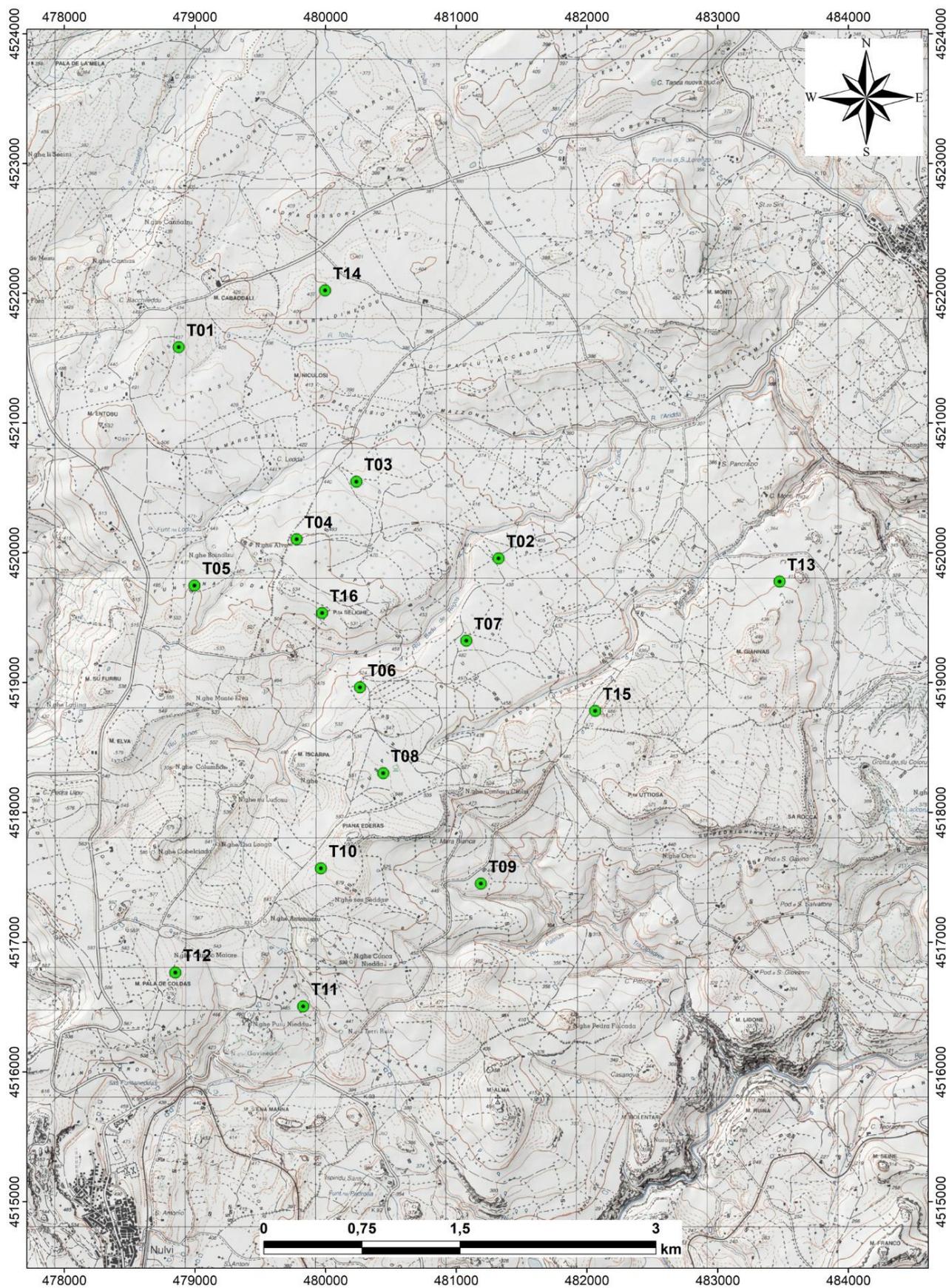


Figura 1.2 – Ubicazione degli aerogeneratori in programma su stralcio cartografia I.G.M.I. 25.000, fuori scala

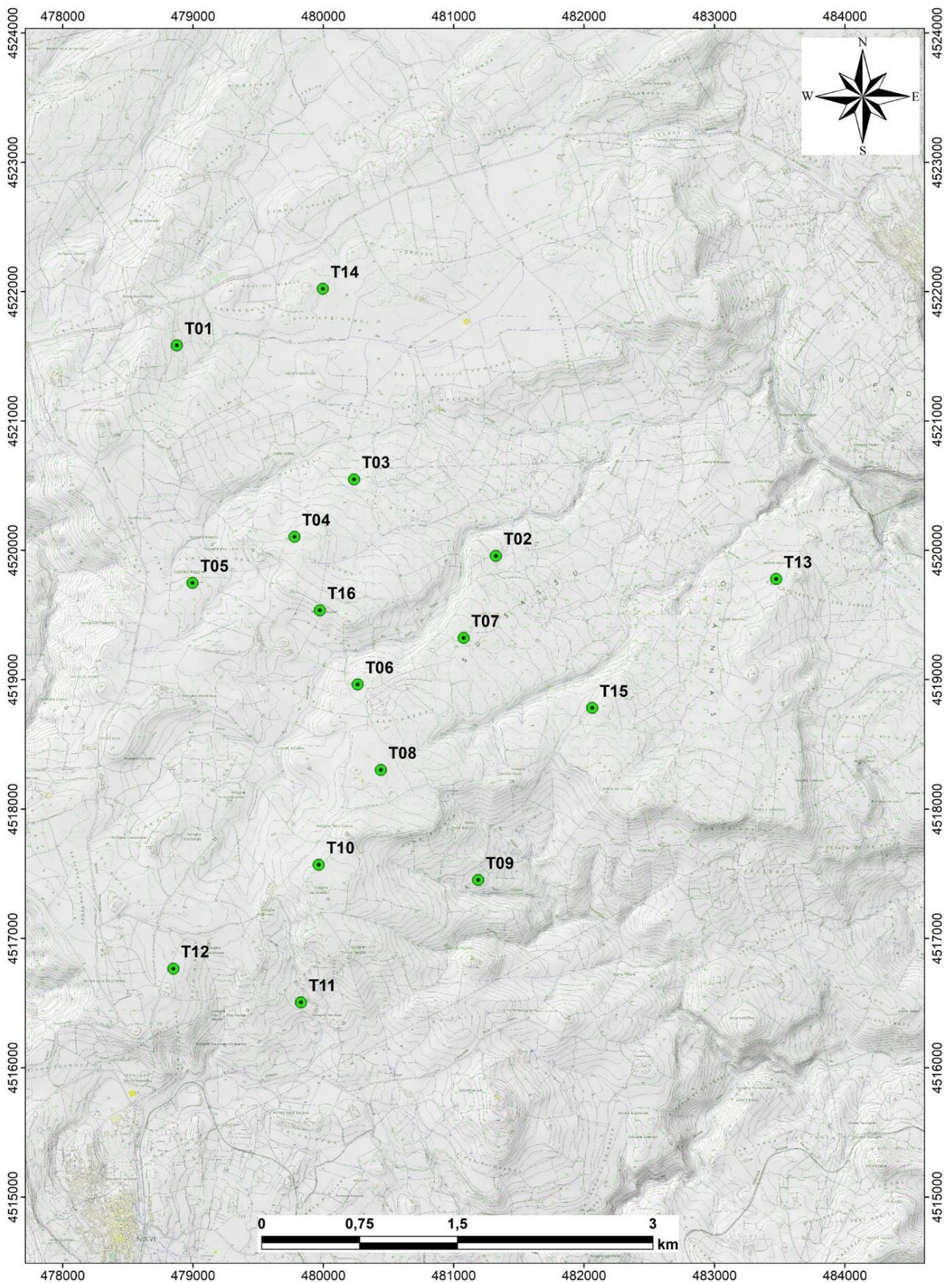


Figura 1.3 – Ubicazione degli aerogeneratori in programma su stralcio cartografia C.T.R. 10.000, fuori scala.

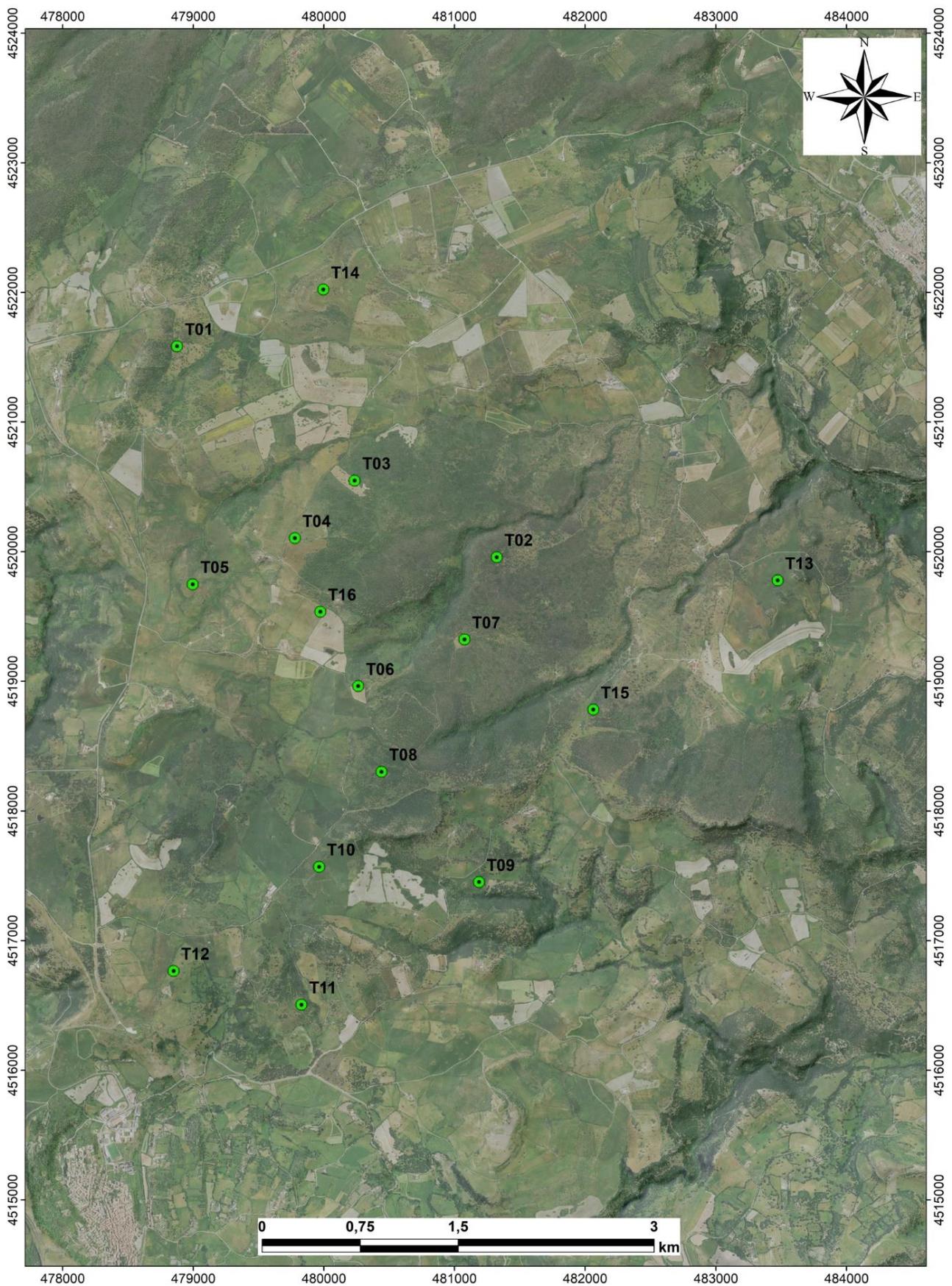


Figura 1.4 – Ubicazione degli aerogeneratori in programma su stralcio ortofotogrammetrico, fuori scala.

1.4 Descrizione sommaria del progetto

Il parco eolico in progetto sarà composto di n. 16 aerogeneratori, ciascuno costituito da 3 pale, con diametro massimo delle turbine di 172 m, altezza del mozzo di 135 m e altezza complessiva di circa 221 m.

Stante il fatto che la viabilità locale è interamente e 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 di alcune tratte.

Gli aerogeneratori saranno installati in piazzole accessibili a partire dalla nuova viabilità di accesso, con piste in terra battuta di larghezza di circa 5 m. Le piste saranno realizzate in misto stabilizzato e compattato con uno strato di fondazione in pietrisco costipato.

Gli aerogeneratori in progetto possono essere, ai fini della trattazione, raggruppati in n. 4 comparti (Figura 1.5):

- Settentrionale T01+T14;
- Centrale T02+T03+T04+T05+T07+T16;
- Meridionale T06+T08+T09+T10+T11+T12;
- Orientale T13 e T15.

L'impianto verrà collegato in antenna a 36 kV su una futura Stazione Elettrica della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) a 150/36 kV da inserire in entra-esce alle linee RTN a 150 kV "Sennori - Tergu" e "Ploaghe Stazione - Tergu".

Le opere funzionali alla connessione dell'impianto alla RTN riguarderanno anche i comuni di Osilo e di Ploaghe nel quale, in località *Serra de Attarzu*, è prevista la realizzazione di un'ulteriore cabina colletttrice in prossimità dell'area in cui si ipotizza sorgerà la succitata Stazione RTN.

Il cavidotto in antenna a 36 kV per il collegamento della centrale eolica alla stazione RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella medesima stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

Per ulteriori specifiche si rimanda agli elaborati tecnici di progetto.

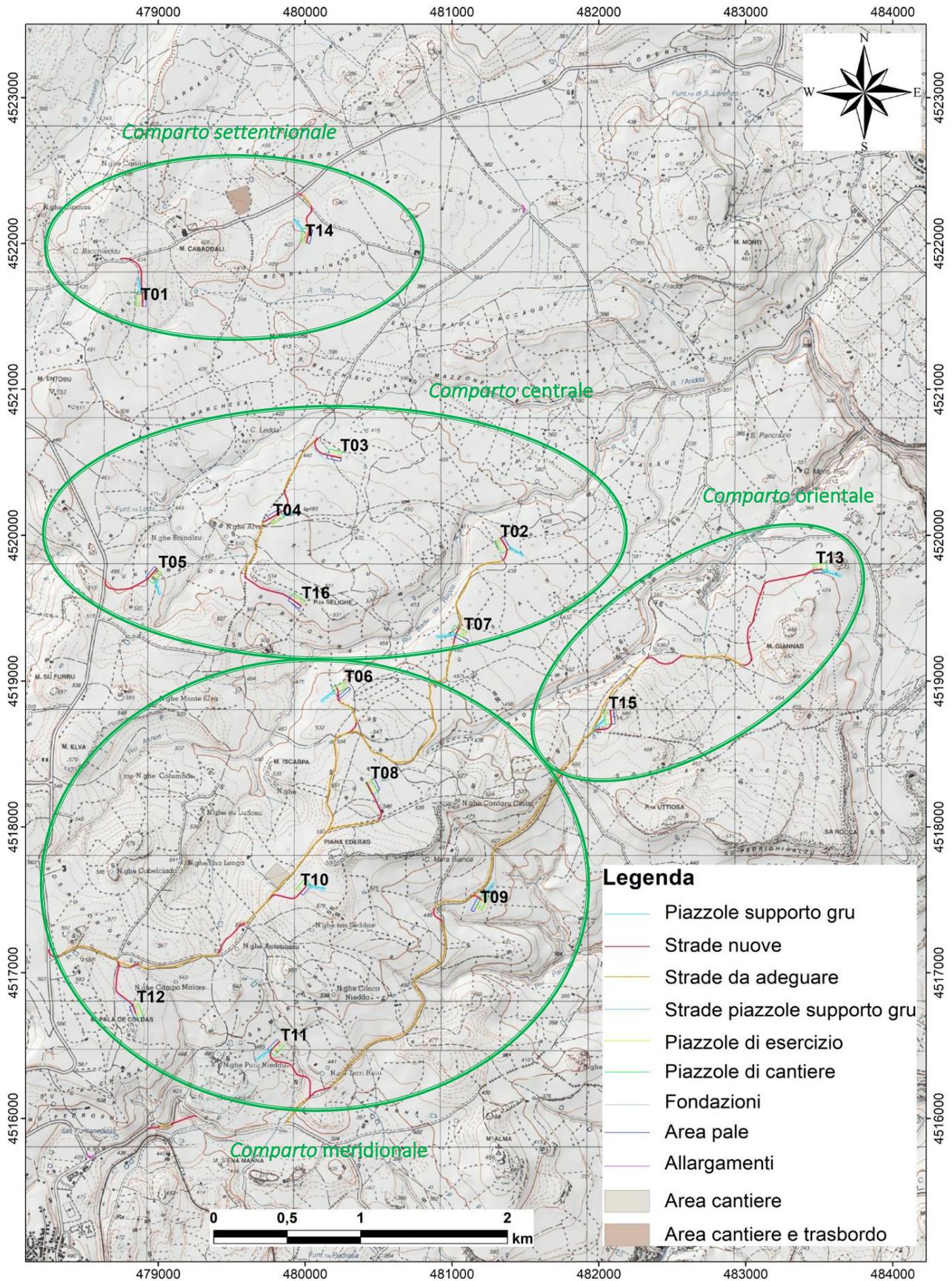


Figura 1.5 – Distribuzione degli aerogeneratori in programma.

2 MODELLO GEOTECNICO

2.1 Modello stratigrafico di riferimento

Le aree di intervento si caratterizzano per la diffusa presenza, in affioramento o sotto una debole copertura detritica di natura eluvio-colluviale, di rocce vulcaniche fortemente litoidi di età oligo-miocenica, rappresentate principalmente da ignimbriti riolitiche densamente saldate afferenti all'unità delle Piroclastiti di Logulentu [LGU] e da spesse colate andesitiche riferibili all'unità di Osilo [OSL]. Solamente nel settore settentrionale il sito T14 e nel settore orientale il sito T13 ricadono in aree caratterizzate dall'affioramento di rocce epiclastiche litoidi di ambiente lacustre afferenti alla Formazione del Rio Minore [LRM].

Il substrato lapideo è spesso affiorante, talora alterato e fratturato nella parte sommitale e litoide a breve profondità, sormontato da una esigua coltre terrigena eluvio-colluviale di spessore decimetrico in parte pedogenizzata rappresentata da terre sabbioso limose, con clasti dispersi da centimetrici a decimetrici afferenti alle litologie del substrato.

Per questi depositi il grado d'alterazione è molto basso.

Gli spessori massimi della copertura si raggiungono nelle aree depresse per ridursi verso gli spartiacque, ove i processi erosivi hanno determinato l'affioramento del substrato roccioso.

Una volta superato lo spessore submetrico di alterazione corticale, che verrà meglio definito in fase di progettazione definitiva mediante specifiche indagini geognostiche, si rinviene un livello litoide compatto, con elevate proprietà litotecniche, di portanza e di stabilità. Si ritiene che il passaggio tra la coltre eluviale e il sottostante substrato roccioso alterato e detensionato sia netto.

La sequenza stratigrafica locale è stata ricondotta alla sovrapposizione dei seguenti strati a partire dall'alto:

- LL_A Terre di riporto e suoli
- LL_B Colluvi limo-argillosi
- LL_C Depositi epiclastici coerenti da marnoso-arenacei a conglomeratici
- LL_D Ignimbriti saldate riolitiche
- LL_E Lave andesitiche

2.2 Parametrizzazione geotecnica preliminare

Indicando con LT "strato litotecnico" che comprende uno o più strati litologici, esulando lo strato sommitale poco significativo ai fini applicativi che interessano, la successione litotecnica adottata è la seguente:

- LT_B Terre limo-argillose LL_B + LL_C1
- LT_C Substrato epiclastico LL_C
- LT_D Substrato lapideo vulcanico LL_D + LL_E

A cui sono stati assegnati i seguenti parametri geotecnici in via preliminare e del tutto indicativa sulla base di dati provenienti da letteratura tecnica coadiuvate da informazioni estrapolate da indagini pregresse svolte in contesti geologici analoghi.

Strato LT_B

Non costituiscono un piano sufficientemente performante per le fondazioni delle torri eoliche e se né consiglia la totale asportazione.

Parametri geotecnici indicativi:

–	Peso di volume naturale	γ_{nat}	=	18,50÷19,00 kN/m ³
–	Angolo di resistenza al taglio	φ	=	20÷22°
–	Coesione non drenata	c_u	=	0,30÷0,40 daN/cm ²
–	Modulo Edometrico	E_{ed}	=	50÷60 daN/cm ²

Strato LT_C

Parametri geotecnici indicativi:

–	Peso di volume naturale	γ_{nat}	=	20,50÷22,00 kN/m ³
–	Angolo di resistenza al taglio	φ	=	25÷33°
–	Coesione	c	=	1,50÷2,50 daN/cm ²
–	Modulo di comprimibilità	E	>	1.000 daN/cm ²

Strato LT_D

Parametri geotecnici indicativi:

–	Peso di volume naturale	γ_{nat}	=	23,00 kN/m ³
–	Angolo di resistenza al taglio	φ	=	34÷40°
–	Coesione	c	=	2,00 daN/cm ²
–	Modulo di comprimibilità	E	>	1.000 daN/cm ²

Gli altri parametri che si possono assumere indicativamente in sede di verifiche sono (con diretto riferimento agli identificativi delle torri eoliche):

- zona sismica **IV**
- Categoria di sottosuolo **A**
- Coefficiente di amplificazione sismica **T1 o T2**
- Accelerazione massima **ag/g = 0,0588**

A causa della marcata frazione argillosa che predispone il sedimento a rigonfiamento e contrazione con il variare del grado di umidità, le caratteristiche geotecniche della copertura terrigena, allo stato attuale delle conoscenze, pongono limitazioni nella scelta della tipologia fondale.

Si potranno prevedere fondazioni dirette solo nel substrato litificato epiclastico [**Strato LT_C**], o vulcanico [**Strato LT_D**] fatti salvi i necessari accorgimenti operativi per evitare il detensionamento del piano di fondazione (immediato getto contro terra di magrone).

2.3 Stima della capacità portante

Ad esclusione della coltre detritica superficiale e di alcune facies di alterazione corticale della roccia, il substrato litoide in posto [**Strato LT_2** e **Strato LT_E**] offre elevate garanzie di stabilità nel tempo per le opere fondali.

In ogni caso, stante le dimensioni della struttura di posa degli aerogeneratori, è prevedibile il superamento dei terreni di copertura e l'interferenza con i soli termini del basamento litoide le cui caratteristiche meccaniche garantiscono prestazioni adeguate in relazione alle opere in programma.

Fermo restando la necessità di supportare le valutazioni in questa sede con i dati provenienti dalle indagini geognostiche puntuali eseguite ad hoc, indicativamente e cautelativamente si possono assumere valori di capacità portante dell'ordine di **2,00÷2,50 daN/cm²**, senza che si manifestino cedimenti di entità apprezzabile o comunque pregiudizievoli per la stabilità delle strutture in progetto.

3 CONCLUSIONI

L'analisi geotecnica eseguita a supporto del progetto per la realizzazione di un impianto eolico nel territorio comunale di Nulvi e Sedini, ha permesso di evidenziare, in conformità alla normativa vigente in materia, quanto di seguito esposto.

Il settore ove si prevede la realizzazione del Parco Eolico "Orria" è contraddistinto da un substrato litoide prevalentemente di natura vulcanica, sormontato da una coltre da decimetrica a metrica eluvio-colluviale di colore bruno, superficialmente rimaneggiata dalle pratiche agricole. A causa della marcata frazione argillosa che predispone il sedimento a rigonfiamento e contrazione con il variare del grado di umidità, si sconsiglia l'appoggio delle fondazioni su questi terreni.

Il substrato roccioso ha invece una buona consistenza meccanica globale a livello di ammasso, stabile e indeformabile, capace di sostenere in sicurezza carichi unitari superiori alla resistenza a compressione uniaassiale dell'ammasso roccioso.

Questa configurazione consente l'adozione di fondazioni dirette purché si preveda il superamento della coltre detritica superficiale e l'individuazione del piano di posa entro il basamento vulcanico e vulcano-sedimentario litoide [**Strato C, Strato D e Strato E**] le cui caratteristiche meccaniche offrono elevate garanzie di stabilità nel tempo per le opere fondali, fatti salvi i necessari accorgimenti operativi per evitare il detensionamento del piano di fondazione (immediato getto contro terra di magrone).

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 delle strutture da flusso delle lave e delle ignimbriti non predispone a fenomeni di instabilità durante le operazioni di sbancamento, nemmeno se a sezione obbligata. Durante la stagione piovosa, potrebbero manifestarsi locali crolli di detrito.

Per detti motivi si ritiene che nulla osti alla realizzazione dell'intervento in progetto, fatta salva l'esigenza di acquisire riscontri diretti attraverso l'esecuzione di una campagna di indagini geognostiche che dovrà obbligatoriamente supportare la successiva fase di progettazione per chiarire gli aspetti litostratigrafici indefiniti e dissipare qualsiasi incertezza sulle caratteristiche litologiche del sottosuolo (ad esempio lo spessore e caratteristiche litotecniche del cosiddetto "cappellaccio di alterazione della roccia"), con valutazione della tipologia dei prodotti di alterazione, proprietà geomeccaniche dei diversi substrati rocciosi, ovvero affinare il modello geologico per orientare al meglio le scelte progettuali, nonché per individuare l'ottimale profondità per la posa delle opere fondali degli aerogeneratori, della viabilità di accesso e del cavidotto.