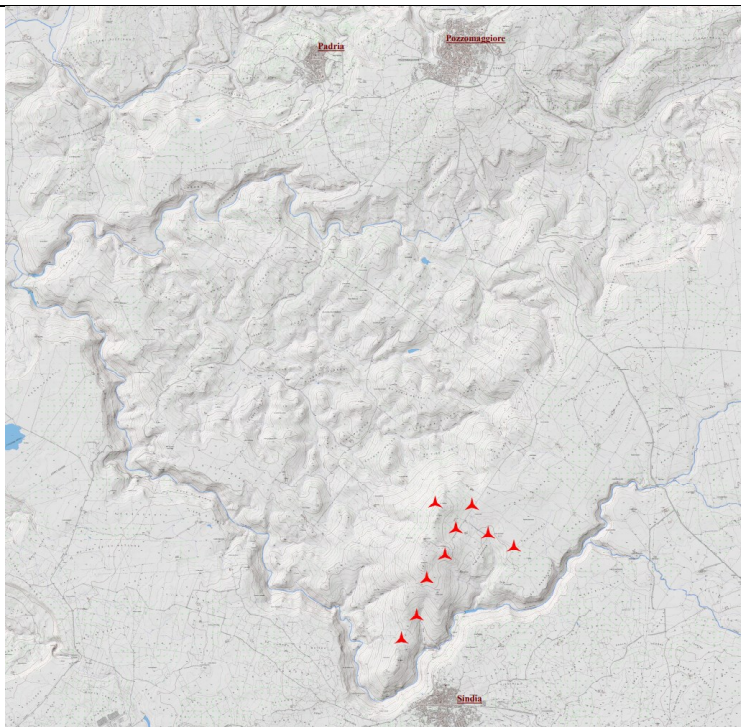




**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA IN LOCALITA' MONTE RUGHE POTENZA DI PICCO 64,8 MWp**



**VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE**

Elaborato:

**RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA**

Committente:

**EOS MONTE RUGHE s.r.l.**

Ing. Enrico De Girolamo

Coordinamento

**SO.GE.S s.r.l.**

Ing. Piero Del Rio

Prog. strutturali:

**Ing. Andrea Massa**

Studio Anemologico:

**Demoenergia 2050 Srls**

Studio Acustico

**Ing. Federico Miscali**

Prog. opere civili - elettriche:

**Studio Ing. Nicola Curreli**

Ing. Nicola Curreli  
Arch. Deidda Carla  
Dott. Arch. Pala Nicola  
Dott. Arch. Ginevra Fois  
SEI Impianti s.r.l.

Studio V.I.A.:

**SIGEA s.r.l.**

Dott. Geol. Luigi Maccioni: Coordinamento  
Ing. Manuela Maccioni - Paesaggistico  
Dott. Agr. Vincenzo Satta - Agron. flora, fauna  
Dott. Salvatore Ladinetti - Archeologia  
Dott. Geol. Valentino Demurtas Georisorse  
Dott. Geol. Stefano Demontis - Geotecnica  
Dott. Michele Orrù - GIS

Tavola:  
R.I. 04

Data:

DICEMBRE 2023

Rev:

Scala

## Sommario

1. INTRODUZIONE .....	3
2. IL PROGETTO IN SINTESI.....	3
2.1 Area di Servizio per il Cantiere .....	3
2.2 Viabilità di Servizio.....	4
2.3 Scavi e Riporti .....	4
2.4 Cavidotti ed Opere Edili.....	5
3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	6
4. MODELLO GEOLOGICO.....	9
4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE .....	9
4.2 GEOMORFOLOGIA.....	15
4.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E CENNI IDROGRAFICI.....	15
4.4 GEOLOGIA DELL'AREA INTERESSATA DALLE TORRI EOLICHE.....	16
4.5 GEOLOGIA DEL TRACCIATO DI CONNESSIONE.....	19
5. MODELLO SISMICO.....	20
5.1 PREMESSA.....	20
5.2 VALUTAZIONE DI PERICOLOSITÀ' SISMICA LOCALE.....	20
5.2.1 Pericolosità sismica di base .....	20
5.2.2 Sismicità storica dell'area.....	22
5.3 CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI AI FINI SISMICI .....	23
5.3.1 Approccio di calcolo della Risposta Sismica Locale (RSL).....	24
5.3.2 Spettro di risposta elastico.....	25
5.3.3 Parametri sismici dell'area di intervento .....	28
5.3.4 Valutazione del potenziale di liquefazione .....	29
6. MODELLO GEOTECNICO.....	30

6.1 PREMESSA .....	30
6.2 LITOSTRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO .....	30
6.3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....	30
6.4 TIPOLOGIA DELLE OPERE DI FONDAZIONE .....	31
6.5 MODELLAZIONE GEOTECNICA .....	31
7. INDAGINI PROPOSTE .....	32

## 1. INTRODUZIONE

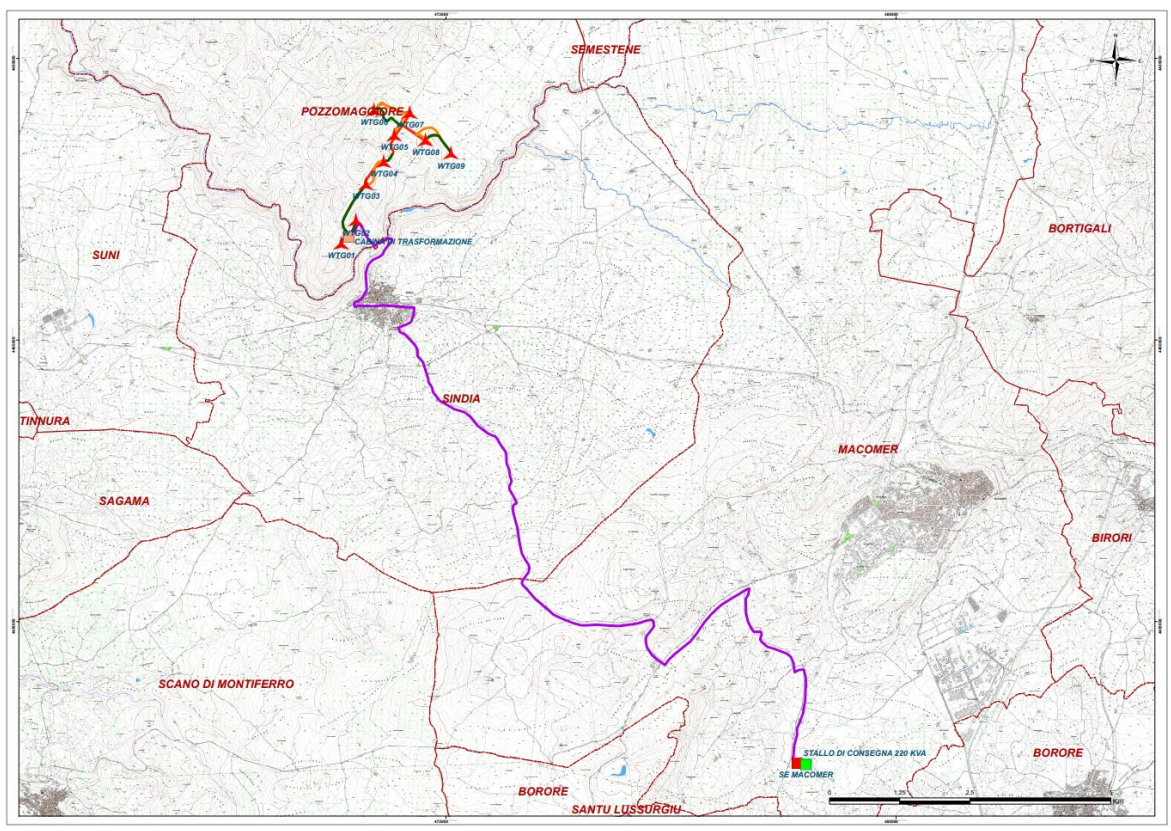


Figura 1 - Territori comunali interessati dal progetto

## 2. IL PROGETTO IN SINTESI

La realizzazione dell'impianto è stimata in 26 mesi. In ordine cronologico di esecuzione le opere da realizzare sono:

1. predisposizione area di servizio per il cantiere;
2. sistemazione e/o adeguamento della viabilità di servizio;
3. scavi e riporti per piazzole, fondazioni, sostegni e sottostazione;
4. realizzazione dei cavidotti ed opere edili sottostazione;
5. montaggio degli aerogeneratori;
6. opere di sistemazione ambientale.

### 2.1 AREA DI SERVIZIO PER IL CANTIERE

## **2.2 VIABILITÀ DI SERVIZIO**

L'installazione degli aerogeneratori in progetto richiede l'accessibilità fino ai siti di posa, di mezzi speciali per il trasporto della componentistica delle macchine, oltre che l'accesso delle due autogru necessarie per il montaggio delle torri, delle navicelle e dei rotori.

A tal fine ci si avvarrà del sistema della viabilità esistente basato sulle strade di importanza locale e sovralocale, che presentano caratteristiche sostanzialmente idonee alla percorrenza dei mezzi speciali sebbene si renderanno necessari alcuni interventi puntuali di adeguamento del percorso di accesso al parco eolico.

Le caratteristiche principali dei predetti interventi sono descritte negli elaborati ricompresi dalla sigla RPS 01 alla RPS 12.

Si tratta, principalmente, di opere minimali di rimozione di cordoli, cartellonistica stradale e guard rail, che saranno prontamente ripristinati una volta concluse le attività di trasporto, nonché, di interventi di rimodellamento e adeguamento della viabilità interna.

Gli interventi previsti per la viabilità di servizio sono riportati in sintesi nella tabella 1

Sviluppo lineare totale della viabilità	m. 6000
Strade di nuova realizzazione	m. 2800
Sistemazione e strade provvisorie	m. 3200
Sistemazione strade esistenti	m. 500

*Tabella 1 -Viabilità di servizio*

## **2.3 SCAVI E RIPORTI**

Gli scavi per la posa dei cavi elettrici finalizzati al trasporto della energia elettrica prodotta e per il monitoraggio e telecontrollo delle macchine, avverranno, per quanto

possibile, al lato dei tracciati delle strade come evidenziato nella cartografia di progetto.

La seguente tabella riporta il bilancio dei volumi

<b>Fase lavorazione</b>	<b>Volume di Scavo m3</b>	<b>Volume di riutilizzo m3</b>	<b>Volume scarica e/o centro di recupero</b>
Area di cantiere	905,93	766,26	139,67
Piazzole	15.261,30	4.528,80	2.514,90
Fondazione aerogeneratori	18.000	1.000	17.000
Viabilità	6.049,63	2.341,61	3.708,03
Sottostazione	2060	2060	0
Cavidotti	5.152,00	3.709,44	412,16
Cavidotto AT	15.576,80	14.019,12	1.557,68
TOTALE			

*Tabella 2- Sintesi dei volumi scavi/riporti*

## **2.4 CAVIDOTTI ED OPERE EDILI**

Tutte le nuove linee elettriche collocate all'interno di cavidotti di idonea sezione, saranno interrate ad una profondità minima di un 1,4 metri dal piano di campagna, laddove il percorso coincide con quello della viabilità. Negli altri casi saranno interrate a profondità superiori.

Lo scavo sarà realizzato con mezzi meccanici per gran parte del tracciato ma, in prossimità di eventuali manufatti o situazioni particolari, si procederà anche manualmente.

La trincea di scavo assumerà una larghezza di 0,7 m per una profondità di 1,60 m, e sono previste delle buche di dimensioni maggiori (2,5 x 8,0 x 2,5 m) per la posa di giunti.

I cavidotti saranno posati su un letto di sabbia grezza di spessore di almeno 10 cm, mentre la larghezza dello scavo entro cui saranno posati sarà di 70 cm netti (usando una benna da 50).

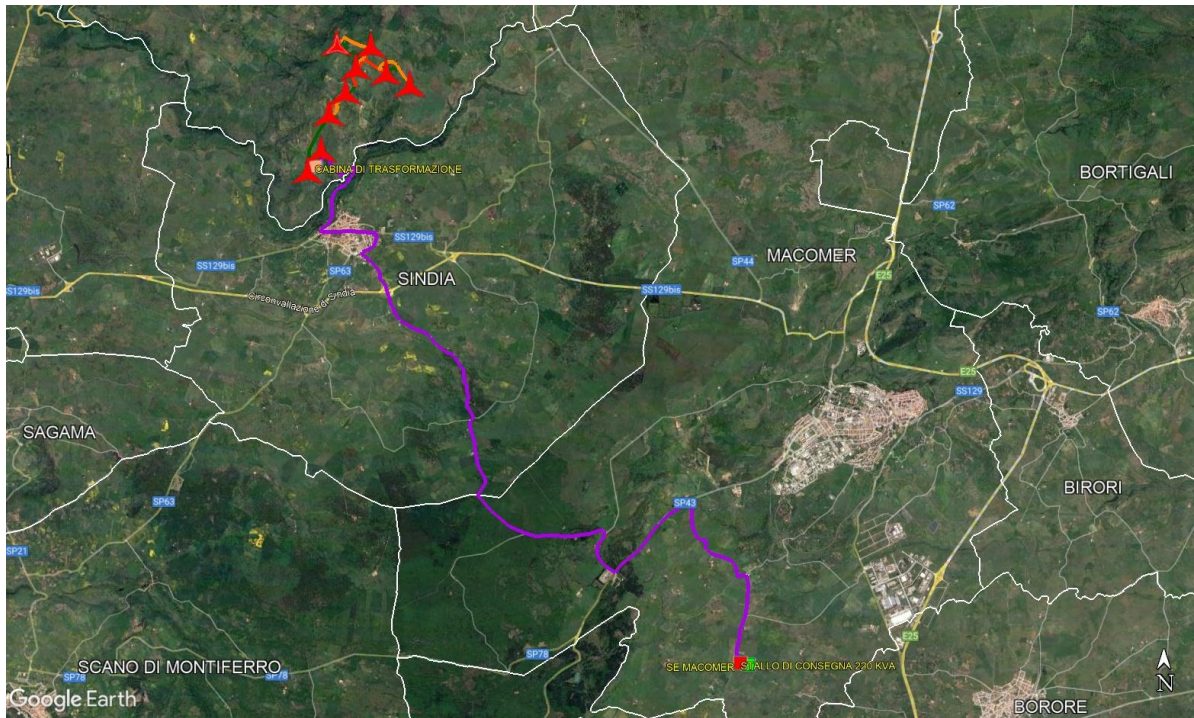
Insieme ai cavidotti sarà interrata una treccia di rame da 35 mmq. Il tutto sarà ricoperto da almeno 30 cm di sabbia grezza sulla quale verrà steso un corrugato da 50 mmq per alloggiare i cavi del controllo remoto che saranno ricoperti da 10 cm di sabbia. Si procederà quindi al ricoprimento con materiale arido, avendo cura di collocare un nastro di segnalazione a circa 50 cm dal piano di campagna.

Il rinterro avverrà immediatamente, avendo cura di costipare ed eventualmente innaffiare il materiale al fine di evitare successivi cedimenti; nei brevissimi tratti interessati da pavimentazione, si procederà al ripristino dopo qualche giorno a garanzia di una migliore tenuta della stessa.

Sono previsti scavi per i cavidotti per circa 5150 m. Considerato che parte del materiale di riempimento e ricoprimento dei cavi è costituito da sabbia, si avrà un surplus di materiale di scavo.

### **3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE**

Il sito di progetto ricade in provincia di Sassari nell'agro del comune di Pozzomaggiore. Il tracciato del cavidotto AT, dopo aver attraversato il territorio comunale di Sindia, connette l'impianto in progetto alla prevista stazione Terna in Comune di Macomer in provincia di Nuoro (Fig. 2).



*Figura 2 – Layout e tracciato cavidotto AT -RTN*

In figura 3 sono rappresentati i territori comunali interessati dall’impianto in progetto.



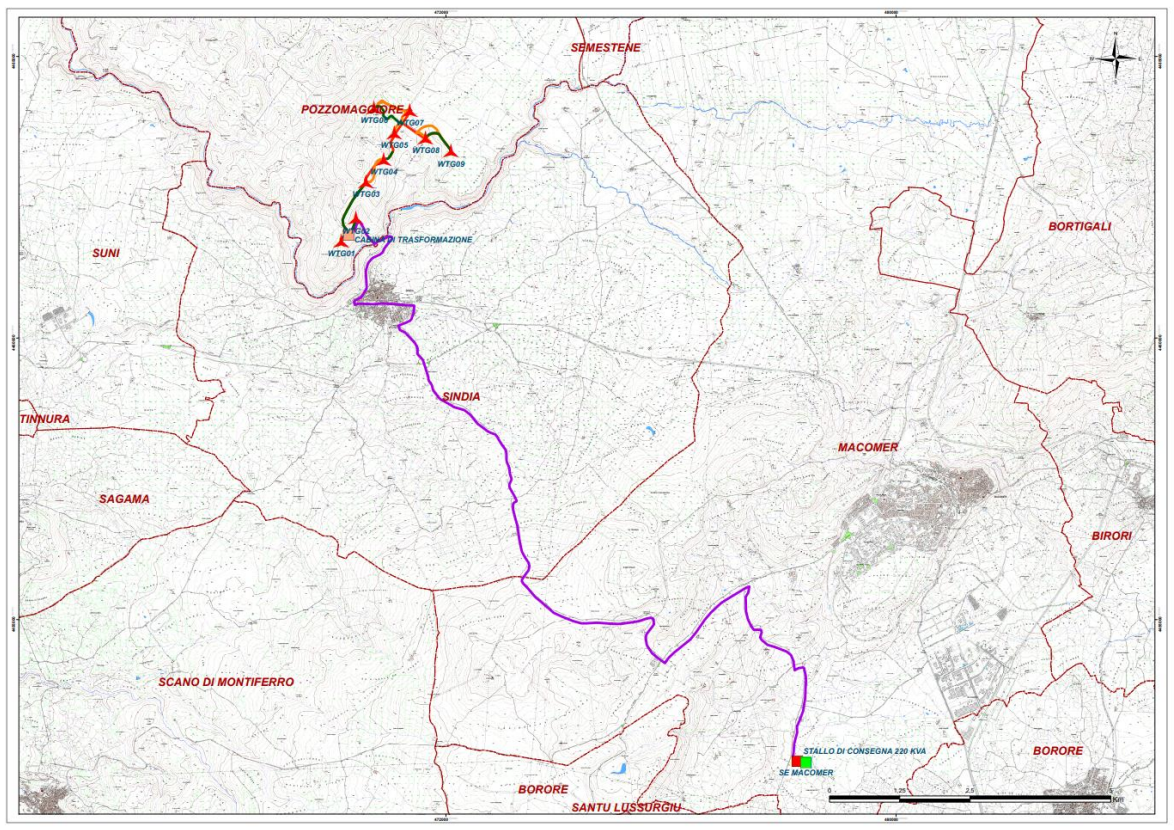


Figura 3 - Territori comunali interessati dal progetto su base topografica

Cartograficamente l'area dell'impianto ricade nei fogli IGM 487 "Bosa" e 498 "Macomer"; nel CTR nelle sezioni 497080 - 498050 della Carta Tecnica Regionale Numerica (CTR) in scala 1:10.000.

Il cavidotto AT di connessione interessa anche le sezioni CTR 497120 – 498090 – 498130.

## **4. MODELLO GEOLOGICO**

### **4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE**

L'area di sedime degli aerogeneratori è localizzata nel settore meridionale del comune di Pozzomaggiore, verso il confine del comune limitrofo di Sindia. Il confine tra i due comuni, in questo tratto, è definito dal corso d'acqua del Rio Mannu che fa parte del bacino idrografico del Fiume Temo, nella sua porzione marginale nord-orientale. In questo tratto il corso d'acqua, forma un'ansa ad U profondamente incisa, che costituisce il limite tra i territori comunali di Pozzomaggiore e Sindia.

Il territorio fa parte della sub regione del Meilogu, al confine con la Planargia a sud e con l'altopiano di Campeda a sud e ad est. È costituito essenzialmente da rocce vulcaniche che determinano morfologie collinari alternate e/o terminate da altopiani ubicati a diverse quote topografiche. È geologicamente localizzato nella parte centrale, in senso meridiano, della Fossa Sarda (Auct.) oligo-miocenica della Sardegna settentrionale dove si sono messe in posto ripetute e potenti successioni di lave e prodotti piroclastici di svariate decine di metri in un arco temporale che va dai 33 ai 13 milioni circa di anni, in riferimento all'intera Sardegna. Tale fossa è stata invasa da un mare miocenico, a partire dall'Aquitaniense, con deposizione di sequenze di sedimenti marini di vario tipo; nel panorama generale, la zona di Pozzomaggiore e l'altopiano di Campeda, quest'ultimo costituito da espansioni basaltici plio-quadernari che ricoprono le precedenti vulcaniti oligo-mioceniche, costituiscono un alto morfologico/strutturale, in seno alla grande Fossa Sarda. In questa fossa si sono messe in posto grandi quantità di prodotti vulcanici in facies lavica e piroclastica, mentre i sedimenti miocenici sono poco o niente presenti, se non in facies di ambienti di transizione e/o marina di mari poco profondi.

Gli altopiani basaltici in senso lato, comprese rocce similari poco frazionate, sono invece molto più recenti; queste vulcaniti si sono messe in posto in un arco temporale compreso tra 5 e 0,1 milioni di anni, sempre a livello regionale e sono rappresentate in modo preponderante da prodotti lavici.

Pertanto, sintetizzando il quadro geologico a livello regionale, nel Cenozoico si succedono i seguenti eventi:

1) Nell'Eocene medio si verifica in Sardegna un periodo di instabilità tettonica e di continentalità, testimoniate da un'imponente attività vulcanica e dall'assenza di sedimenti marini fino al Miocene inferiore, accompagnate dal ringiovanimento del rilievo e dalla conseguente deposizione in molti settori dell'Isola di potenti sequenze clastiche continentali sintettoniche, di ambiente fluviale e lacustre.

2) Le prime formazioni marine ben documentate e diffuse sono Aquitaniane.

La sequenza sedimentaria è successiva ed in parte contemporanea a un'imponente attività vulcanica orogenica calcocalina rappresentata da una varietà di prodotti effusivi ed esplosivi con composizione da andesitico-basaltica a dacitica fino a riolitica. Questo vulcanismo si esplica nell'arco temporale tra 33-13 Ma, anche se la maggior parte dei prodotti vulcanici è riferibile al Burdigaliano.

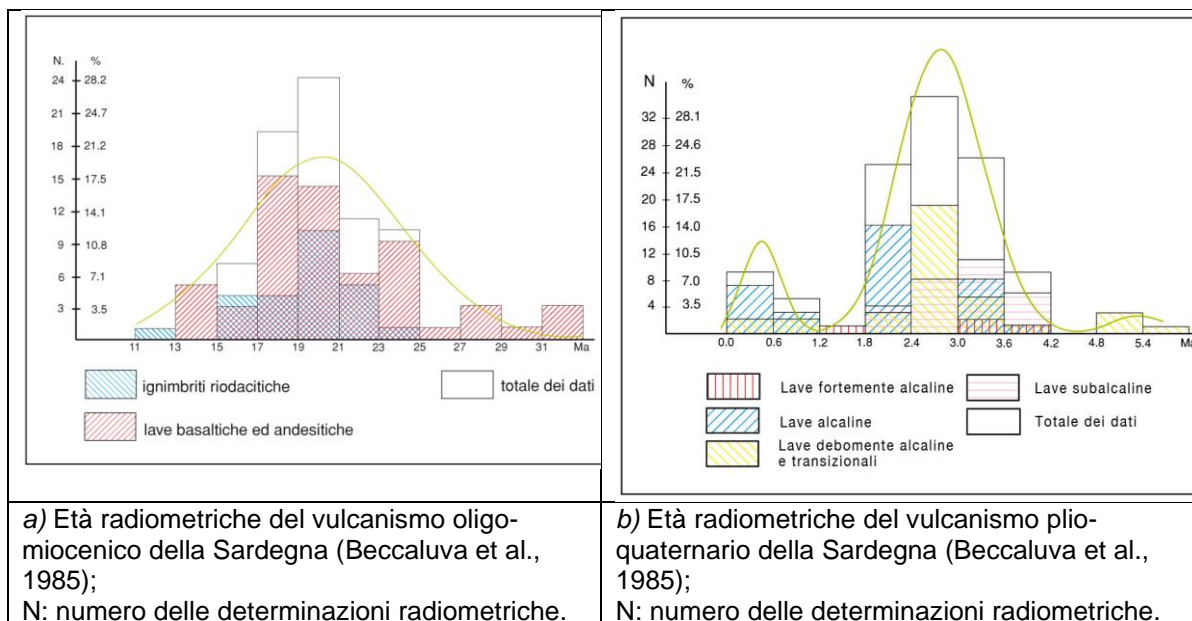


Figura 4. Età radiometriche vulcaniti: (a) Oligo-Miocene; (b) Plio-Quaternario.

3) Questo complesso vulcano-sedimentario è principalmente associato ad una tettonica trascorrente con faglie sinistre orientate NE-SW che caratterizzano tutta la Sardegna centro-settentrionale, coniugate con un altro sistema di faglie destre, di minore importanza, orientate E-W. Queste strutture testimoniano la più importante fase compressiva che ha interessato la nel Cenozoico.

La tettonica trascorrente con estesi lineamenti morfo-strutturali dell'Oligocene-Miocene inferiore è evidente, anche da immagini satellitari, nella Sardegna centro-settentrionale. L'entità dei rigetti orizzontali è chilometrica; i rigetti verticali di questo sistema, quando misurabili, raggiungono le centinaia di metri.

Nella figura 5, oltre lo schema tettonico strutturale terziario, è visibile il già accennato "alto strutturale/morfologico", in seno alla Fossa Sarda, di Campeda-Planargia a in seno ed a ridosso del quale sono pressoché assenti i depositi marini miocenici.

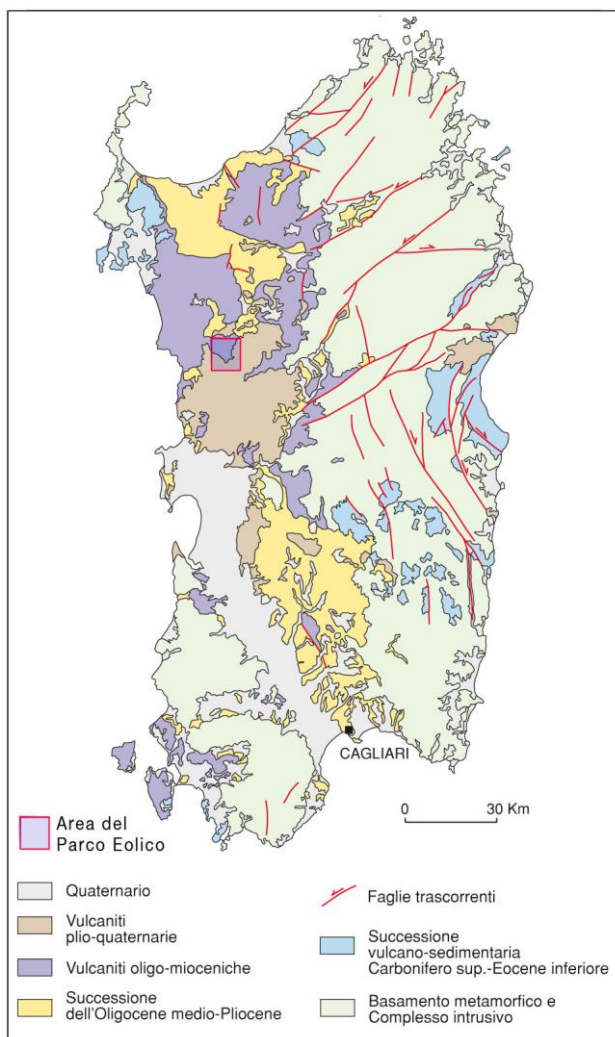
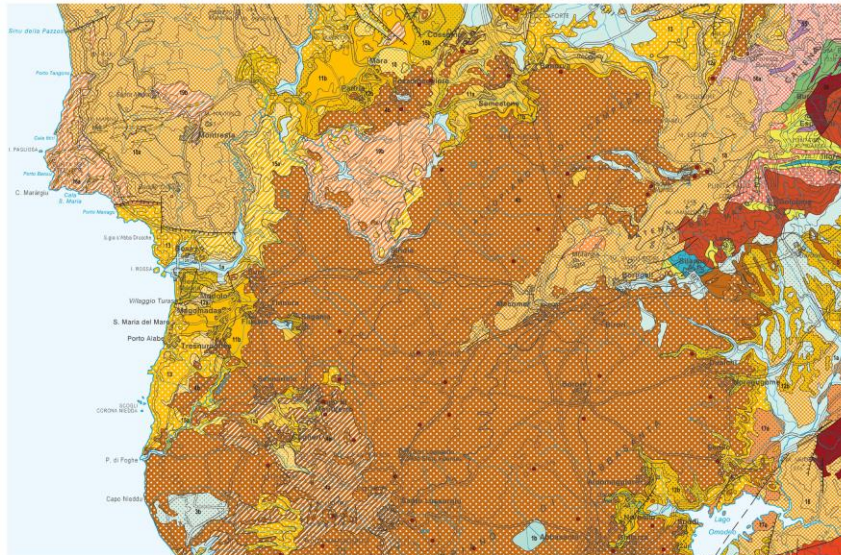


Figura 5. Schema strutturale dei principali lineamenti della tettonica trascorrente terziaria in Sardegna.

4) Nel Plio-Quaternario, in un regime geodinamico distensivo, si instaura in Sardegna un nuovo ciclo vulcanico anorogenico, in ambiente esclusivamente subaereo, che è presente nell'isola con diffusi espandimenti basaltici. Queste vulcaniti sono rappresentate essenzialmente da lave e da limitati prodotti piroclastici, sia per estensione areale che per volumi eruttati. Per completezza di informazione geopetrografica, a scala regionale, fanno parte di questo vulcanismo anche i complessi vulcanici del Monte Arci e del Montiferru; in questi complessi vulcanici sono presenti pressoché intere sequenze di lave differenziate da basalti subalcalini fino alle rioliti, e

da basalti alcalini e/o basaniti fino alle fonoliti, rispettivamente. Questo vulcanismo si esplica in un arco temporale compreso tra circa 5 e 0.1 Ma.

Nella carta geologica (Figura 6), che rappresenta uno stralcio della carta in scala 1:250.000, tale motivo è ulteriormente evidenziato.



## GEOLOGICAL MAP OF SARDINIA

SCALE 1 : 250,000

### Upper Miocene sedimentary succession

- Complex Related to the Opening of the Algero-Provençal and North Tertiary Basins
- 8 Marine deposits of the third Miocene sedimentary cycle. Fenestree-rich limestones and breccias of supratidal and intertidal environment, with benthic foraminifers, echinoids, molluscs, bivalves, algae (Torre del Sevo Fm.-Sinis); evaporitic, fine-grained limestones, sublittoral marls and bioclastic limestones, with foraminifers and molluscs (Calcani Lammari del Sinis; Capo S. Marco Fm.-Sinis). Messinian Shelf limestones and marly sandstones, with foraminifers, molluscs, annelids (Sinis) limestones with hermatypic corals, molluscs, foraminifers and algae (Monte Santo Limestones-Logudoro; M.te Santo, M.te Pelao). *Tortonian-Messinian*
  - 9 Continental deposits of the third Miocene sedimentary cycle. Conglomerate with clayey matrix and sandstones of alluvial environment, illitic-calcinitic shales (Nurra). *Tortonian-Lower Messinian* Coarse silico-clastic sands with calcinitic matrix of fluvio-marine environment (Sabbie di Florinas-Logudoro; Florinas, M.te Santo, Codrongianus); marly sandstones, siltstones often with carbonatic matrix, of sublittoral environment, with planktonic foraminifers, molluscs (Arenarie di Pirri-Campidano; Cagliari). *Serravallian-Messinian?*
- ### Lower-Middle Miocene volcano-sedimentary succession
- 10 Upper lava flows of the second Miocene volcanic cycle. Lava flows with rhyolitic to dacitic composition and peralkaline affinity (comendites), locally with well exposed ropy structures ("Comenditi" fm. p.p.; Su Ruvu Mannu Group-Sulcis; Sant'Antioco Island and San Pietro Island); calc-alkaline lavas in neck and crypto-cones, with an andesitic to rhyodacitic composition ("andesiti terminali- $\alpha_2$ "-Logudoro; M.te Larenta, Mara; Anglona). *Upper Langhian-Serravallian*
  - 11a Marine deposits of the second Miocene sedimentary cycle. Epibathyal marls and marly sandstones, with planktonic foraminifers, pelagic and benthic molluscs, corals (Argille di Fangario-Campidano; Cagliari). *Upper Langhian-Serravallian*
  - 11b Sandy and silty marls, sandstones, conglomerates and siliceous sands of sublittoral-epibathyal environment, with planktonic foraminifers, pelagic molluscs, echinoids, corals (Marme di Bonutta, Marme di Gesturi, Marmilla fm. p.p.-Marmilla, Trexenta; Campidano; Logudoro; Sassari; Gallura). *Upper Burdigalian-Middle-Upper Langhian*
  - 11c Littoral carbonatic deposits of the second Miocene sedimentary cycle. Sands, carbonatic sandstones and calcarenites (Calcani di Mores-Logudoro; Ardiara, Mores, Thiesi, Sassari; Sassari, Sennori; Anglona). *Upper Burdigalian*
  - 12a Continental deposits of the second Miocene sedimentary cycle. Conglomerates and sands with clayey matrix and clasts from the Variscan basement and Tertiary volcanics (Oppia Nuova Fm.-Logudoro; Mores, Tula; Sulcis; Masainas, Santadi); deltaic conglomerates and sandstones (Baronia; Grosse). *Upper Burdigalian-Langhian*
  - 12b Epilasticites of the second Miocene sedimentary cycle. Continental deposits: pomiceous pyroclastic rocks, poorly welded, tuffs and ashes ("Lacustre" p.p.-Goceano; Logudoro; Mores; Anglona; Perfugas, Laenu). *Burdigalian*
  - 13 Pyroclastic flows of the second Miocene volcanic cycle. Pyroclastic flows in one or more flow units, with rhyolitic and dacitic composition, with vitroclitic and brecciated levels ("trachiti superiori- $\alpha_2$ "-Cala Lunga and Monte Sirai Groups; Logudoro; Iglesias, Sulcis). *Upper Burdigalian-Langhian*
  - 14 Dikes of the second Miocene volcanic cycle. Dikes with basaltic composition (Arburese; M.te Arcuentu). *Upper Oligocene-Lower-Middle Miocene*
  - 15a Rhyolitic lavas of the second Miocene volcanic cycle. Lava flows of rhyolitic-dacitic composition ("andesiti superiori- $\alpha_2$ " p.p.-Mejogu; M.te Traessu, M.te Frusciu, Cossoine; Pianargia). *Burdigalian-Serravallian*
  - 15b Andesitic lavas of the second Miocene volcanic cycle. Lava flows and autoclastic breccias of andesitic composition ("andesiti superiori- $\alpha_2$ " p.p.-Carbonia group-Sulcis; Arburese; M.te Arcuentu, Valle del Temo; M.te Unurzu). *Burdigalian*

### Upper Oligocene-Lower Miocene volcanic-sedimentary succession

- Complex Related to the W. Dipping Subduction of Africa Plate
- 16a Marine deposits of the first Oligo-Miocene sedimentary cycle. Sandstones, conglomerates, tuffites, with planktonic foraminifers, benthic molluscs, corals, echinoids, etc. ("Arenarie di Gesturi"; Nurallao Fm., Marmilla Fm. p.p.-Sarcidano; Isili; Trexenta; Gesturi; Marmilla; Logudoro; Anglona; Castelsardo; Arburese; Funtanazza) ichtyoflittic clayey marls, sandstones and siltstones with benthic molluscs ("Marme di Ales"-Marmilla, Arburese; Funtanazza). *Upper Oligocene-Lower Burdigalian*
  - 16b Littoral carbonatic deposits of the first Oligo-Miocene sedimentary cycle. Hermatypic limestones and carbonatic sandstones, with interlayered rare silico-clastic sediments, with molluscs (Calcani di Villagrecca, "Calcani di Isili"-Trexenta; Villagrecca, Sarcidano; Isili). *Upper Oligocene-Lower Burdigalian*
  - 17a Lacustrine deposits of the first Oligo-Miocene sedimentary cycle. Continental conglomerates and sandstones, with interlayered cherts, with plant remains ("Lacustre" p.p.-Barigadu; Lago Ormodeo; Anglona), cherty limestones, siltstones, sandstones alternating with rhyolitic tuffs, with ostracods; plant remains, algae, molluscs ("Lacustre" p.p.-Logudoro; Oshiri, Berchidda; Anglona; Arburese; Funtanazza; Nurra; Porto Conte). *Aquitanian-Burdigalian*
  - 17b Continental deposits of the first Oligo-Miocene sedimentary cycle. Polygenic conglomerates and sandstones of fluvial environment (Ussana Fm.-Logudoro; Piano Ladu; Anglona; Castledoria; Marmilla; Trexenta; Monastir; Nuramis; Sarrabus; M.te Genis; Genis; S. Nicolò Gerrei; Sarcidano; Villanovatulo); continental polygenic conglomerates, carbonatic sandstones with reworked macro-foraminifers (Conglomerato di Cuccuru 'e Flores-Baronia; M.te Albo, La Caletta, M.te Tuttavista, Lanaitto). *Oligocene-Aquitanian*
  - 18 Pyroclastic flows of the first Oligo-Miocene volcanic cycle. Pomiceous and lithic pyroclastic flows, weakly or strongly welded, with a rhyolitic-dacitic composition ("trachiti inferiori- $\tau_1$ "; Piroclastili di Siliqua-Pianargia; Goceano; Logudoro; Anglona; Valle del Coxeri). *Aquitanian-Burdigalian*
  - 18a Acid lavas of the first Oligo-Miocene volcanic cycle. Lava flows of rhyolitic dacitic composition (Logudoro; M.te Pizzinu di Romana). *Aquitanian-Burdigalian*
  - 18b Acidic lavas of the first Oligo-Miocene volcanic cycle. Lava flows and rare hyobasaltic lava bodies, with alternating rare pyroclastic deposits, of andesitic composition (Serbariu di sopra group-Sulcis; Serbariu; Barigadu; Pianargia; Campeda; Logudoro; Anglona). *Aquitanian*
  - 18c Hypoabyssal lava bodies of the first Oligo-Miocene volcanic cycle. Lavas in stocks and necks, of quartzo-andesitic-tonalitic-dacitic composition, with widespread hydrothermal alteration and related mineralization of Au and Cu (Complesso vulcanico di Siliqua, Andesiti di Monte Perda-Valle del Coxeri; M.te Silixanu, Acquafredda, M.te Exi, P.ta de su Ferru; Sulcis; Sarrochi; Nurra; Calabona). *Upper Oligocene*

Figura 6. Carta Geologica

## **4.2 GEOMORFOLOGIA**

Il paesaggio è collinare, tipico di aree vulcaniche, è caratterizzato da un'innumerabile serie di colate laviche e di prodotti scoriacei e/o misti emessi da vari centri di emissione, a volte a forma di domi affiancati e/o coalescenti, quali ad esempio Monte Ziera, Monte Rughe, Monte Carru, Monte Ozastru, Monte Murale, etc.. Le quote di queste alture, brulle e di variabile rocciosità, sono comprese tra i 350 e i 650 metri circa. Le aree più pianeggianti e più rare in questa porzione di territorio indagato sono costituite da pianori di vulcaniti basaltiche più recenti.

Il Rio Mannu, che incide e condiziona fortemente questo paesaggio forma una marcata ansa ad "U" nella parte meridionale del territorio comunale, al confine con Sindia, e si è impostato ed approfondito al limite tra le due serie di vulcaniti di età diversa.

## **4.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E CENNI IDROGRAFICI**

Il territorio ricade nel bacino idrografico del Fiume Temo e ne costituisce la parte più orientale con il suo affluente Rio Mannu; quest'ultimo contribuisce con consistenti apporti alle portate totali del Temo.

I fattori che condizionano la circolazione idrica sotterranea è condizionata molteplici fattori, riconducibili alle caratteristiche idrologiche dei terreni, stimate in fase di indagine in maniera qualitativa.

Le proprietà idrogeologiche dei terreni qualitativamente valutate in via preliminare sono: il tipo di permeabilità primaria, per porosità, e secondaria, per fessurazione, oltre al grado di permeabilità relativa, definibile in prima approssimazione in quattro grandi categorie: a) elevata; b) media; c) scarsa e d) impermeabile.

La gran parte dei terreni sono caratterizzati esclusivamente da permeabilità per fratturazione. Le litologie vulcaniche prevalentemente andesitiche, dell'Oligo-Miocene, e basaltiche, del Plio-Quaternario, sono dominanti.



Localmente, in corrispondenza delle limitatissime aree caratterizzate da presenza depositi di versante e coltri eluvio-colluviali, la permeabilità è per porosità.

Tutte le WTG ricadono in aree caratterizzate da una media/bassa permeabilità (per fratturazione). La circolazione idrica avviene prevalentemente per fratturazione e risente quindi delle discontinuità presenti nelle vulcaniti. Di solito tale rete è più fitta al tetto ed al letto di ogni singola colata lavica ed al contatto tra le vulcaniti di diversa età, appartenenti ai due cicli vulcanici sopra citati.

È possibile fare una valutazione di massima in base alle sorgenti ubicate di preferenza al contatto tra gli espandimenti basaltici plio-quadernari (in particolare degli altopiani di Campeda e della Planargia e le sottostanti vulcaniti oligo-mioceniche.

Sempre in via generale si può evincere che le vulcaniti antiche mostrino un grado di permeabilità per fessurazione più basso rispetto alle vulcaniti più recenti e che la maggiore discontinuità capace di drenare le acque sia proprio in contatto tra le due formazioni

Il settore è pertanto dominato da litologie a permeabilità da molto bassa a medio bassa per fratturazione in cui la circolazione idrica sotterranea è circoscritta principalmente lungo le linee di discontinuità tettonica e le fratturazioni.

#### **4.4 GEOLOGIA DELL'AREA INTERESSATA DALLE TORRI EOLICHE**

L'area individuata per il parco eolico, in territorio di Pozzomaggiore è situata poco più a nord dell'abitato di Sindia oltre il Rio Mannu. I prodotti vulcanici terziari oligo-miocenici affiorano in una finestra di erosione ed appartengono al ciclo vulcanico oligo-miocenico. In dettaglio fanno riferimento alla formazione "Andesitoide superiore" (istituita dal Deriu, 1964) o alla serie "SA2" (istituita dal Coulon, 1977); le due serie sono, in pratica, pressoché equivalenti. Piccoli affioramenti di sedimenti marini sovrastano la formazione "Andesitoide superiore".

Per un migliore inquadramento si riporta di seguito, in figura 7 uno sketch map geologico di un lavoro specialistico petrografico (Lonis et al., 1997).

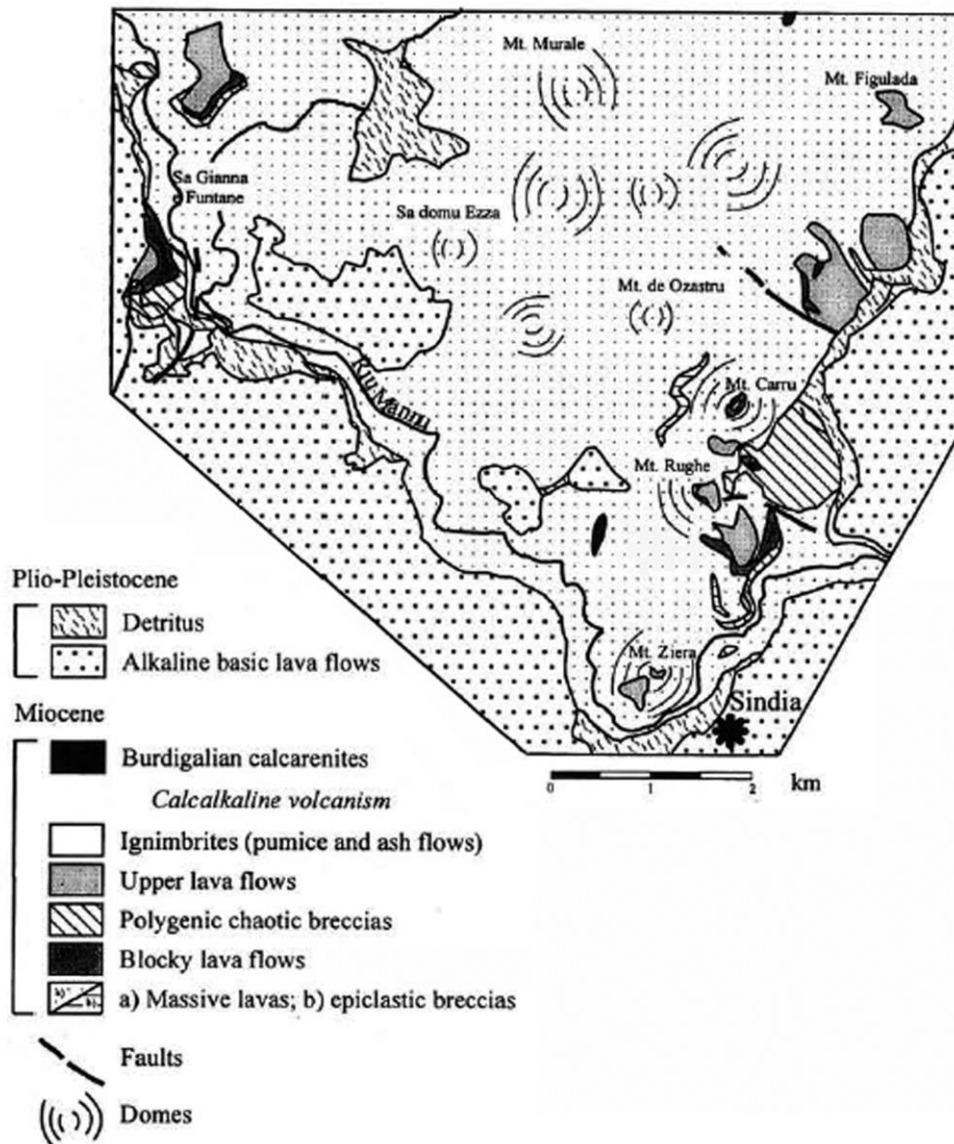


Figura 7. Sketch map geologico (Lonis et al., 1997).

La sequenza stratigrafica che si evince da questa carta, dal basso verso l'alto è pertanto la seguente:

#### A) MIOCENE

1) lave massive con scarsi depositi epiclastici. Le lave (a) formano numerose cupole generalmente ricoperte da breccie autoclastiche. I depositi epiclastici (b) sono

rappresentati da breccie poligeniche scarsamente classate con clasti da centimetrici a decimetrici ed abbondante matrice cineritica; talvolta con strutture sedimentarie da rimaneggiamento. I flussi piroclastici sono rari;

2) colate laviche a blocchi (spessore 15 m) costituite da grandi blocchi, con clasti angolosi;

3) breccie caotiche poligeniche con clasti angolosi (dimensioni da pochi cm a pochi dm) inseriti in una matrice fine (circa 15-20%) Queste breccie rappresentano dei flussi piroclastici a blocchi e ceneri. L'attività vulcanica è subacquea subordinata ed è rappresentata dalle lave a cuscino, breccie a cuscino e ialoclastiti;

4) colate laviche potenti, spesse almeno 10 m (M. Rughe) con presenza di breccie scoriacee alla base delle stesse e giunti verticali di fessurazione colonnare da sovraraffreddamento;

5) flussi piroclastici ignimbricitici pomiceo cineritici (rari), affioranti marginalmente solo nel settore occidentale di quest'area;

6) calcareniti burdigaliane affioranti anch'esse nell'estremo settore occidentale, che chiudono la sequenza miocenica;

La potenza della sequenza vulcanica esposta e visibile in questo settore è pari ad almeno 250 m.

## B) PLIO-QUATERNARIO

Attorno all'area delle torri eoliche, soprattutto in territorio di Sindia, a sud e a sud-ovest del parco stesso sono presenti estesi flussi lavici di basalti da subalcalini ad alcalini anorogenici del Plio-Pleistocene (Campeda e Planargia). Questi formano degli altopiani (plateau) a causa della maggiore fluidità delle lave basaltiche, rispetto a quelle andesitiche oligo-mioceniche, eruttare. La parte preponderante di questi plateau affiora sulla sponda sinistra del Rio Mannu; ricoprono le vulcaniti più antiche formando una cornice potente una decina di metri.

Più piccoli espandimenti basaltici, sia per estensione areale che per volumi eruttati e quindi con potenze minori, sono presenti anche ad ovest e ad est dell'area interessata dal parco.

Completano il quadro geologico gli affioramenti di questo settore le coltri eluvio-colluviali ed i depositi di versante di età olocenica. Questi ultimi affiorano prevalentemente sulla sponda sinistra del Rio Mannu, in territorio comunale di Sindia, ed in misura minore in parte del versante orientale di Monte Rughe.

La carta geologica in allegato cartografico, in scala 1:10.000, con un dettaglio di conseguenza maggiore, ripropone la sequenza sopra illustrata pur sintetizzando e raggruppando alcune facies di vulcaniti oligo-mioceniche, rispetto a quella ricostruita nell'articolo citato con finalità petrografiche prettamente scientifiche.

La sequenza, indicata dal basso verso l'alto della serie, è la seguente:

a - Depositi di versante. *OLOCENE*

b2 - Coltri eluvio-colluviali. *OLOCENE*

BPL1 - Subunità di Campeda (BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA).  
Basalti e trachibasalti. *PLIOCENE-PLEISTOCENE*

BPL4 - Subunità di Sindia (BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA). Basalti e  
trachibasalti. *PLIOCENE-PLEISTOCENE*

RESa - Litofacies nella FORMAZIONE DI MORES. Calcareniti, calcari bioclastici  
fossiliferi. *BURDIGALIANO*

PED - UNITÀ DI MONTE PEDRU. Andesiti basaltiche e basalti.  
*BURDIGALIANO*

MRH - UNITÀ DI MONTE RUGHE. Andesiti basaltiche ed andesiti ipocristalline.  
*AQUITANIANO-BURDIGALIANO*

#### **4.5 GEOLOGIA DEL TRACCIATO DI CONNESSIONE**

## **5. MODELLO SISMICO**

### **5.1 PREMESSA**

La normativa antisismica italiana disciplina la progettazione e la costruzione di nuovi edifici soggetti ad azioni sismiche, nonché la valutazione della sicurezza e gli interventi di adeguamento su edifici esistenti soggetti al medesimo tipo di azioni.

Con l'Ordinanza 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 le costruzioni in zona sismica», entrata in vigore dal 25.10.2005, in concomitanza con la pubblicazione della prima stesura delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" e dalla successiva o.p.c.m. n. 3519/2006, sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale.

### **5.2 VALUTAZIONE DI PERICOLOSITÀ' SISMICA LOCALE**

#### **5.2.1 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE**

In relazione alla pericolosità sismica di base, espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi, il territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone con livelli decrescenti di pericolosità in funzione di altrettanti valori di accelerazione orizzontale massima al suolo ( $a_g$  475), ossia quella riferita al 50esimo percentile, ad una vita di riferimento di 50 anni e ad una probabilità di superamento del 10% attribuiti a suoli rigidi caratterizzati da  $V_s$  30 > 800 m/s alle quali si applicano norme tecniche differenti le costruzioni.

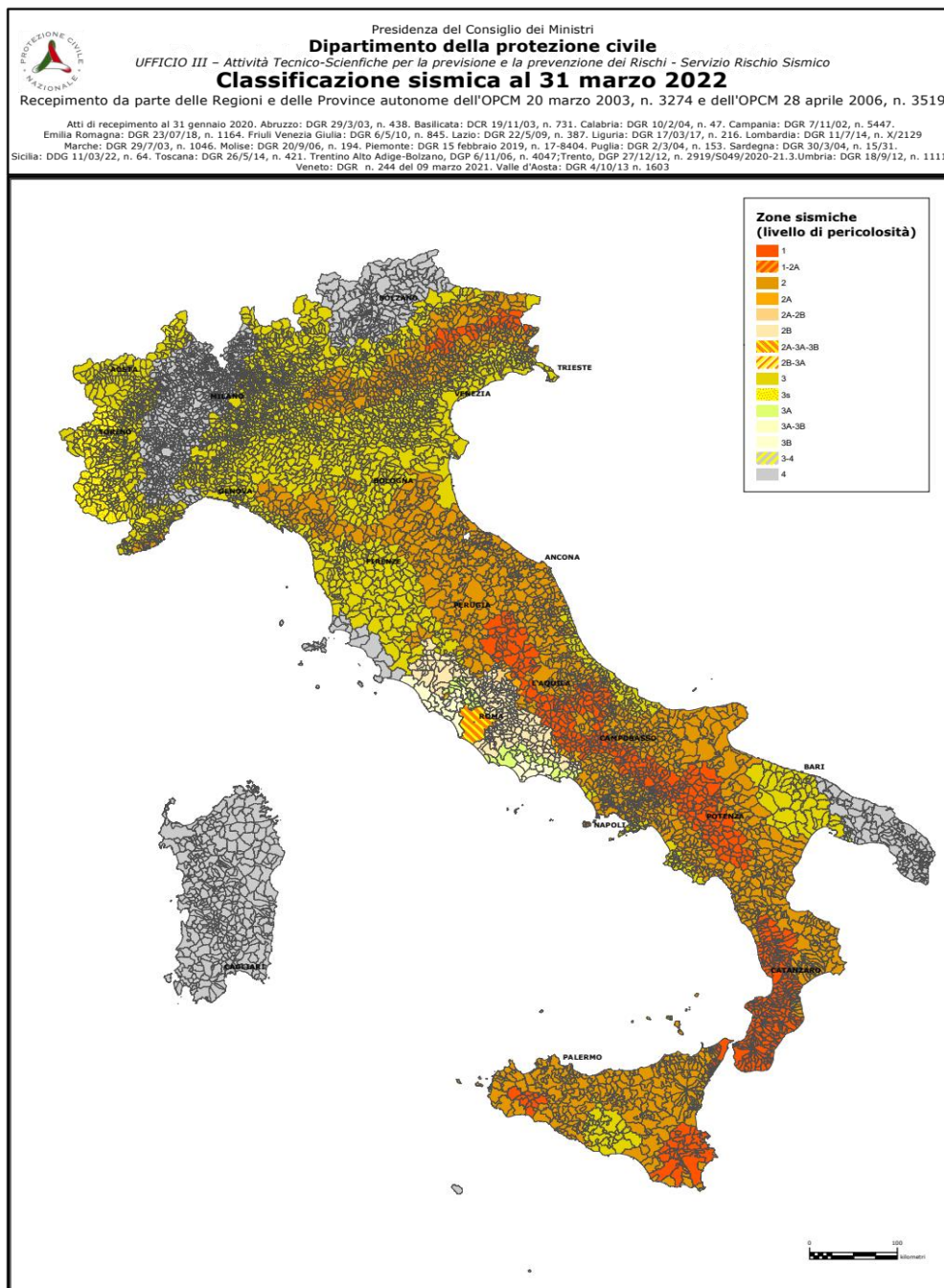


Figura 8 - Classificazione sismica al 31 marzo 2022

A ciascuna zona, inoltre, viene attribuito un valore dell'azione sismica utile per la progettazione, espresso in termini di accelerazione massima su roccia (zona 1=0.35

g, zona 2=0.25 g, zona 3=0.15 g, zona 4=0.05 g, come riportato nella seguente tabella.

Zona	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ $a_g$ ]	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [ $a_g$ ]
1	$0,25 < a_g \leq 0,35g$	0,35g
2	$0,15 < a_g \leq 0,25g$	0,25g
3	$0,05 < a_g \leq 0,15g$	0,15g
4	$\leq 0,05g$	0,05g

Tabella 3. Zona /azione sismica utile per la progettazione

La classificazione sismica del territorio nazionale è rappresentata nella figura 1 successiva.

Come si può osservare dalla figura 1, l'intera regione Sardegna ricade in zona "4", ossia tutti i comuni sono contraddistinti da «pericolosità sismica Bassa» a cui corrisponde la normativa antisismica meno severa ed al parametro  $a_g$  è assegnato un valore di  $0,025 \div 0,05$  g da adottare nella progettazione.

### 5.2.2 SISMICITÀ STORICA DELL'AREA.

La storia sismica del territorio interessato dall'opera in progetto è stata ricostruita attraverso il database Macrosismico Italiano e il catalogo storico.

Il primo evento storico risale al 1616 con intensità stimata 4 avvenuta a Cagliari; nel 1771 è registrato un sisma a Cagliari, Villacidro e Teulada con area epicentrale nella Sardegna Meridionale. Nel secolo successivo l'evento del 1838, il più forte, che raggiunse il VI grado della scala Mercalli, poi nel 1850, nel 1870 e successivamente il più forte, registrato a Teulada con intensità 5 nel 1897 e con area epicentrale nel Tirreno meridionale.

Nel XX secolo si segnalano gli eventi del 1944, 1948, 1960 e del 1977. In tempi più recenti si segnala il sisma del 26 aprile 2000, del 3 marzo 2001, del 12 dicembre 2004, del 5 febbraio 2009, del 9 novembre del 2010 (grado 3.3 della scala Richter)

che ha colpito il settore NO della Sardegna. Nel medio Campidano, si segnalano quelli del: 13 luglio 2006, magnitudo 2,7 a 10 km di profondità con epicentro Capoterra; 23 aprile 2007, magnitudo 1,4 a 10 km di profondità con epicentro Pabillonis; 2 ottobre 2007, magnitudo 1,4 a 10 km di profondità con epicentro tra Pabillonis e Guspini.

Infine, nel 2011, in cui una serie di sismi con epicentro nel settore poco a ovest della Corsica sono stati registrati anche nel settore settentrionale della Sardegna.

Si tratta, pertanto, di eventi di bassa energia, generalmente con intensità inferiore a 5, rari e piuttosto superficiali (profondità inferiori a 20 km). Dal punto di vista della pericolosità sismica, ossia della probabilità di occorrenza di questi eventi, il livello è così basso che non è possibile valutare in maniera adeguata e affidabile; pertanto, per tutta la Sardegna è stato assegnato un valore di "default" di accelerazione massima molto pari a 0,050 g.

### **5.3 CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI AI FINI SISMICI**

Per la definizione delle azioni sismiche di progetto, ai sensi del d.m. del 17.01.2018 deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto nel suolo superficiale.

Ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente  $V_s$  eq di propagazione delle onde di taglio entro gli strati caratterizzati da una velocità delle onde sismiche inferiore a 800 m/s. Per identificare la categoria di sottosuolo finalizzata alla definizione dell'azione sismica di progetto, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ .



### 5.3.1 APPROCCIO DI CALCOLO DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE (RSL)

I valori di  $V_s$  eq possono essere ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito (Es. prove penetrometriche).

Di seguito è riportata la suddivisione del sottosuolo in categorie in base al d.m. 17 gennaio 2018 "Norme tecniche per le costruzioni".

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<b><i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficiale terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i></b>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati oppure di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalenti compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

*Tabella 4. Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato dal d.m. 17/2018*

Nel caso specifico, in relazione all'assetto geologico e da quanto emerso dall'esame delle stratigrafie di indagini eseguite si ritiene verosimile l'appartenenza alla categoria di sottosuolo A.

La normativa contempla anche le condizioni morfologiche del sito in esame; essa per configurazioni topografiche superficiali semplici, individua le seguenti classi:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 5. - *Categorie topografiche dal d.m. 17/2018*

L'area in oggetto è posizionata su pendii con inclinazione media inferiore a 15%, pertanto appartiene alla categoria T1.

### 5.3.2 SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO

Ai fini delle NTC le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri sul sito di riferimento rigido orizzontale:

- **ag** - accelerazione orizzontale massima al sito
- **F<sub>0</sub>** - valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- **T<sub>c</sub>**- periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Poiché le probabilità PVR di superamento nel periodo di riferimento VR variano al variare dello stato limite considerato, nelle verifiche devono essere presi in considerazione tutti i meccanismi di stato limite ultimo e di esercizio. In particolare,

sono da valutare gli Stati Limite di Esercizio SLO (Stato Limite di Operatività) e SLD (Stato Limite di Danno) e gli Stati Limite Ultimi SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) e SLC (Stato Limite di prevenzione del Collasso). Per la determinazione di  $a_g$  (accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido) è indispensabile conoscere le coordinate geografiche decimali dell'opera da verificare.

I valori di  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$  per gli "stati limite di esercizio", SLO e SLD, e per gli "stati limite ultimi", SLC e SLD, sono calcolati con interpolazione basata sulle distanze, per maglie di riferimento rappresentative dell'intera area nella quale dovranno essere attuati gli interventi, utilizzando la classe d'uso I di cui alla tabella successiva.

<b>CLASSE I</b>	<b>Presenza occasionale di persone, edifici agricoli</b>
CLASSE II	Normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziale. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente.
CLASSE III	Affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti con attività particolarmente pericolose per l'ambiente
CLASSE IV	Funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente.

Tabella 6. Classi d'uso

I dati sismici locali sono calcolati sulla base della Vita nominale VN di un'opera, convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di $V_N$ (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	$\leq 10$
2	<b>Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari</b>	$\geq 50$
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	$\geq 100$

Tabella 7. Valori minimi della Vita nominale  $V_N$  di progetto per diversi tipi di costruzioni

Nelle NTC 2018 i valori minimi di  $V_N$  da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.I. Nel caso in esame si tratta di costruzioni con livelli di prestazioni ordinari " $V_N$ . 50

Le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate, inoltre, in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale di progetto  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$

$$V_R = V_N \cdot C_U.$$

Nelle NTC 2018 scompare la limitazione di 35 anni come periodo minimo di riferimento per la valutazione dell'azione sismica. Questo comporta valutazioni differenti del periodo di ritorno  $T_R$  per le Costruzioni temporanee e provvisorie. Rimangono inalterati i valori del coefficiente d'uso  $C_U$ , definito al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 2.4.II.

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	<b>0,7</b>	1,0	1,5	2,0

Tabella 8. NTC 2018, Valori del coefficiente d'uso  $C_U$

Vita Nominale	Classe d'uso dell'opera	Periodo di riferimento per l'azione sismica
$V_N \geq 50$	II	$V_R = 50$

Tabella 9. Valori caratteristici del sito

### 5.3.3 PARAMETRI SISMICI DELL'AREA DI INTERVENTO

In base ai dati di localizzazione, tipologia dell'opera e classe d'uso sono stati calcolati i parametri sismici relativi alle verifiche SLO, SLD, SLE e SLC

Per quanto sopra, posto come coordinate geografiche dell'area:

Latitudine 40.49727; Longitudine 8.90411

per VR=50 anni si ottengono i seguenti periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite di Operatività SLO, Stato Limite del Danno SLD, Stato Limite di Salvaguardia dell'Esercizio SLE e Stato Limite di prevenzione del Collasso SLC:

81% Operatività (SLO) TR = 50 anni

63% Danno (SLD) TR = 50 anni

10% Salvaguardia Esercizio (SLE) TR = 475 anni

5% Collasso (SLC) TR = 975 anni

Le forme spettrali previste dalle NTC/2018 definite dai parametri  $a_g$ ,  $F_0$ , e  $T_c^*$  (calcolati con il programma AMV Softwarecompany) sono riportate nella tabella sottostante.

STATO LIMITE	$T_R$ (anni)	$a_g/g$	$F_0$	$T_c^*$
SLO	50	0,0186	2,61	0,27
SLD	50	0,0235	2,67	0,3
SLV	475	0,05	2,88	0,34
SLC	975	0,0603	2,98	0,37

Tabella 10. Forme spettrali previste dalle NTC/2018 definite dai parametri  $a_g$ ,  $F_0$ , e  $T_c^*$  (calcolati con il programma AMV Softwarecompany)

L'accelerazione massima attesa al sito  $a_{max}$  si ricava dal valore dell'accelerazione orizzontale massima del sito  $a_g$  su suolo rigido con la seguente relazione

$$a_{max} = a_g \cdot S_s \cdot S_T$$

in cui

SS coefficiente di amplificazione stratigrafica indicato nella Tab. 3.2.II delle NTC/2018 relativo a ciascuna classe di sottosuolo.

ST coefficiente di amplificazione topografica riportato nella Tab. 3.2.III delle NTC/2018.

Utilizzando per i terreni in esame un sottosuolo di categoria A, quindi caratterizzati da un coefficiente SS=1 ed essendo la morfologia dell'area pianeggiante, quindi una configurazione topografica di categoria T1 (ST=1), le accelerazioni orizzontali massime del sito riferite ai vari stati limite sono le seguenti:

STATO LIMITE		$a_{max}$
Stati limiti di esercizio	SLO	0,01302
	SLD	0,01645
Stati limiti ultimi	SLE	0,035
	SLC	0,04221

Tabella 11. Valori  $a_{max}$

#### 5.3.4 VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

La liquefazione dei terreni avviene soprattutto nelle litologie costituite da sabbie fini, da limi saturi quando la pressione dell'acqua nei pori aumenta progressivamente fino ad eguagliare la pressione totale di confinamento e, conseguentemente, gli sforzi efficaci da cui dipende la resistenza al taglio, si riducono a zero. Le verifiche vengono omesse in quanto le caratteristiche litostratigrafiche, idrogeologiche e sismiche nell'area permettono di escludere l'instaurarsi di fenomeni di liquefazione.

## **6. MODELLO GEOTECNICO**

### **6.1 PREMESSA**

Questo capitolo illustra le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche del sito in relazione alle problematiche individuate e alle soluzioni progettuali proposte. In questa fase il modello è ricavato attraverso l'esecuzione di pozzetti esplorativi eseguiti mediante escavatore a braccio rovescio associato a osservazioni di campagna e rilievi stratigrafici lungo alcuni tagli stradali.

### **6.2 LITOSTRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO**

Dal punto di vista litologico, sotto lo strato pedogenetico argilloso di spessore sempre inferiore a 80 cm, sono state individuate 2 tipologie di terreno su cui saranno imbastite le fondazioni degli aerogeneratori:

- Andesiti Basaltiche
- Basalti e trachibasalti

Si tratta di litologie aventi caratteristiche geomeccaniche da eccellenti a molto buone in quanto dotate di elevate capacità di resistenza alla compressione, in grado quindi di sopportare i carichi previsti dalle fondazioni senza rotture e/o sensibili deformazioni. In ogni caso, su ciascuna area delle fondazioni andranno effettuate le relative verifiche strutturali e geotecniche di questo progetto definitivo, rimandando ad indagini geognostiche di dettaglio per una definizione compiuta della situazione stratigrafica e dei parametri meccanici dei punti specifici nei quali verranno realizzate le fondazioni degli aerogeneratori.

### **6.3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA**

Durante la campagna di scavo dei pozzetti geognostici sono stati prelevati campioni di terra la cui analisi ha permesso di determinare le caratteristiche delle tre tipologie rilevate riportate nella seguente tabella 12.

	Angolo di attrito $\phi$ (°)	Peso di volume $\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	Coesione $c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Costante di winkler $k$ (kg/cm <sup>3</sup> )		Resistenza alla compresione $\sigma_c$ (Mpa)	Modulo elastico $E$ (kg/cm <sup>2</sup> )
ANDESITI BASALTICHE CGU	35 - 45	2,15 - 2,4	200	8,44	46,22	2,76 - 57,65	3,2/10

Tabella 12. Caratteristiche geotecniche delle litologie

Queste litologie si presentano in superficie molto alterate tanto da poter essere assimilabili a rocce deboli ( $\sigma_c < 25$  Mpa), tuttavia le loro resistenza a compressione monoassiale tende ad aumentare rapidamente con la profondità.

#### 6.4 TIPOLOGIA DELLE OPERE DI FONDAZIONE

La tipologia delle opere di fondazione è consona alle caratteristiche meccaniche del terreno definite in base alla modellazione geotecnica effettuata.

Le fondazioni previste hanno tutte diametro pari a 25 metri, un'altezza minima di 50 cm ed un'altezza massima di 425 cm.

Come da indicazioni del fornitore degli aerogeneratori, le fondazioni dovranno avere una classe di resistenza C50/60 e nella connessione dell'anchor cage si dovrà utilizzare una malta C90/105.

La connessione tra l'aerogeneratore e la fondazione è realizzata a mezzo di 120+120 barre M36 post-tese, fornite dalla casa di produzione dell'aerogeneratore ed annegate nel getto di fondazione, e delle quali si riporta la vista isometrica.

#### 6.5 MODELLAZIONE GEOTECNICA

Ai fini del calcolo strutturale, il terreno sottostante l'opera viene modellato secondo lo schema di Winkler, cioè un sistema costituito da un letto di molle elastiche mutuamente indipendenti. Ciò consente di ricavare le rigidezze offerte dai manufatti



di fondazione, siano queste profonde o superficiali, che sono state introdotte direttamente nel modello strutturale per tener conto dell'interazione opera/terreno.

## **7. INDAGINI PROPOSTE**

La puntuale ed esaustiva caratterizzazione dei terreni di imposta degli aerogeneratori sarà determinata attraverso una campagna di indagini geognostiche e geofisiche così articolata:

- n° 2 pozzetti esplorativi da eseguirsi mediante escavatore a braccio rovescio spinti sino alla profondità di 3 metri dal p.c. o al raggiungimento del bed-rock qualora lo scavo risulti impedito;
- n° 1 perforazione ad andamento verticale eseguita a rotazione a carotaggio continuo, con carotieri di diametro compreso fra 86 e 127 mm, spinta sino alla profondità minima di 20 metri dal p.c.
- n° 6 indagine geofisiche mediante metodologia MASW da eseguirsi in ognuno dei sei areali in cui ricadono i seguenti gruppi di aerogeneratori:

La prospezione geofisica si prefigge di fornire risultati per una profondità minima pari a 30 metri relativamente a:

- Prove e analisi di laboratorio su rocce (peso di volume; prova di compressione monoassiale su provini cilindrici in controllo di carico con determinazione del carico di rottura).
- Prove e analisi di laboratorio su terre (peso di volume; prove di taglio diretto; eventuali prove di compressione edometrica e determinazione dell'indice plastico).

Le prove e analisi su roccia saranno eseguite in numero di almeno una per carotaggio. Le prove e le analisi su terre saranno meglio definite in corso di scavo e in relazione alle configurazioni geometriche finali previste dal progetto per ciascuna fondazione.