

OTTOBRE 2022



Sardeolica S.r.l. - Gruppo SARAS
PARCO EOLICO ON-SHORE "ASTIA"

POTENZA NOMINALE 31,7 MWp

COMUNE DI VILLAMASSARGIA (Sulcis Iglesiente)

Montana

ELABORATO R25

**RELAZIONE GEOLOGICA
PRELIMINARE**

Progettista

Ing. Laura Conti / Ordine Ing. Prov. Pavia n.1726

Coordinamento

Riccardo Festante

Eleonora Lamanna

Carla Marcis

Codice elaborato

2527-4953-VM_VIA_R25_Relazione Geologica.docx

Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2527-4953-VM_VIA_R25_Relazione Geologica.docx	31/10/2022	Prima emissione	MK	EL/CM	L.Conti

Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Conti	Direttore Tecnico - Progettista	Ord. Ing. Prov. PV n. 1726
Riccardo Festante	Coordinamento Progettazione, Tecnico competente in acustica	ENTECA n. 3965
Eleonora Lamanna	Coordinamento Studi Specialistici, Studio di Impatto Ambientale	
Carla Marcis	Coordinamento Progettazione, Ingegnere per l'Ambiente ed il Territorio, Tecnico competente in acustica	Ord. Ing. Prov. CA n. 6664 – Sez. A ENTECA n. 4200
Ali Basharзад	Progettazione civile e viabilità	Ord. Ing. Prov. PV n. 2301
Massimiliano Kovacs	Geologo - Progettazione Civile	Ord. Geologi Lombardia n. 1021
Massimo Busnelli	Geologo – Progettazione Civile	
Giuseppe Ferranti	Architetto – Progettazione Civile	Ord. Arch. Prov. Palermo – Sez. A Pianificatore Territoriale n. 6328
Fabio Lassini	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	Ord. Ing. Prov. MI n. A29719
Vincenzo Gionti	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	
Lia Buvoli	Biologa – Esperto GIS – Esperto Ambientale	
Sonia Morgese	Ingegnere Civile Ambientale – Esperto Ambientale Idraulica Junior	
Lorenzo Griso	Esperto GIS - Esperto Ambientale Junior	

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156
Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com





<i>Sara Zucca</i>	<i>Architetto – Esperto GIS - Esperto Ambientale</i>	
<i>Andrea Mastio</i>	<i>Ingegnere per l'Ambiente e il Territorio - Esperto Ambientale Junior</i>	
<i>Andrea Fronteddu</i>	<i>Ingegnere Elettrico – Progettazione Elettrica</i>	<i>Ord. Ing. Cagliari n. 8788 – Sez. A</i>
<i>Matthew Piscedda</i>	<i>Esperto in Discipline Elettriche</i>	
<i>Francesca Casero</i>	<i>Architetto – Esperto GIS - Esperto Ambientale Junior</i>	

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156
Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com



INDICE

1. PREMESSA GENERALE	5
1.1. PRESENTAZIONE DEL PROGETTO	5
1.2. LOCALIZZAZIONE AREA DI INTERVENTO.....	5
1.3. DATI GENERALI DEL PROGETTO	6
1.4. SCOPO DEL DOCUMENTO.....	7
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	8
3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	10
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	11
5. INQUADRAMENTO PEDOLOGICO	13
6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	15
7. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO	18
8. INQUADRAMENTO SISMICO.....	20
9. INQUADRAMENTO GEOTECNICO	22
10. CONCLUSIONI	23

ELABORATI GRAFICI

2527-4953-VM_VIA_T51_REVO_INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

2527-4953-VM_VIA_T52_REVO_INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

2527-4953-VM_VIA_T53_REVO_INQUADRAMENTO GEOPEDOLOGICO

1. PREMESSA GENERALE

1.1. PRESENTAZIONE DEL PROGETTO

Il presente documento costituisce parte integrante del progetto definitivo per la realizzazione di un nuovo Parco eolico della potenza complessiva di 31,7 MW, che prevede l'installazione di 5 aerogeneratori (di cui 4 da 6,8 MW e 1 da 4,5 MW), nel territorio comunale di Villamassargia (Sulcis-Iglesiente), la realizzazione delle relative opere di connessione, nonché la predisposizione della viabilità, delle opere di regimentazione delle acque meteoriche e delle reti tecnologiche a servizio del Parco.

La Società proponente è la Sardeolica S.r.l., con sede legale in VI strada Ovest, Z. I. Macchiareddu 09068 Uta (Cagliari) e sede amministrativa in Milano, c/o Saras S.p.A., Galleria Passarella 2, 20122 – Milano.

1.2. LOCALIZZAZIONE AREA DI INTERVENTO

I Comuni di Villamassargia e di Musei, cadevano nella Provincia Sud Sardegna, secondo la riforma della L.R. n. 2 del 4 febbraio 2016 - "Riordino del sistema delle autonomie locali della Sardegna". La LR n.7 del 12 aprile 2021 riorganizza la Regione in 8 Province: Città metropolitana di Sassari, Città metropolitana di Cagliari, Nord-Est Sardegna, Ogliastra, Sulcis Iglesiente, Medio Campidano, Nuoro e Oristano; sulla base di questa legge i territori comunali in argomento rientrano nella Provincia Sulcis Iglesiente.

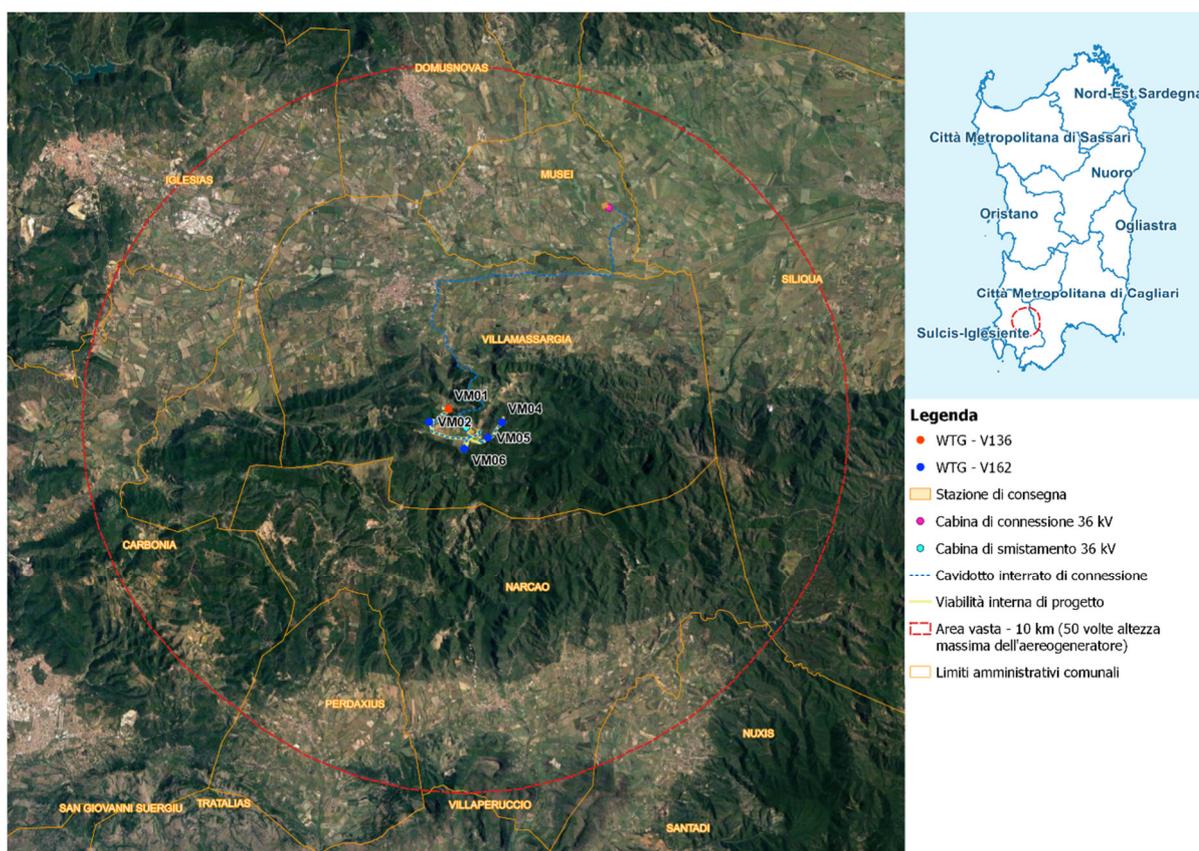


Figura 1.1: Inquadramento generale dell'area di progetto

Allo stato attuale, la Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) elaborata, prevede che l'impianto eolico venga collegato in antenna a 36 kV alla sezione 36 kV della Stazione Elettrica (SE) di successiva realizzazione, ipotizzata nel territorio comunale di Musei.

La connessione alla suddetta Stazione elettrica sarà realizzata mediante una linea elettrica 36 kV di circa 100 m in partenza da una cabina denominata di connessione e raccolta; a quest'ultima arriveranno le linee di alimentazione da una seconda cabina, detta di smistamento, in cavo interrato 36 kV posizionata ad una distanza di circa 14 km dalla prima. Alla cabina di smistamento arriveranno le linee a servizio delle WTG collegate tra loro in configurazione entra-esce.

1.3. DATI GENERALI DEL PROGETTO

Nella Tabella 1.1 sono riepilogati i dati principali del progetto, mentre in Tabella 1-2, in forma sintetica le principali caratteristiche tecniche dell'impianto e delle singole WTG che si prevede di installare.

Tabella 1.1: Dati di progetto

PARAMETRO	DESCRIZIONE
Richiedente	Sardegolica S.r.l.
Luogo installazione	Territorio comunale di Villamassargia
Denominazione impianto	Astia
Potenza nominale parco eolico	31,7 MW
Numero aerogeneratori	5
Connessione	Interfacciamento alla rete mediante connessione in MT su stazione elettrica (SE) della RTN da realizzare (STMG prot. N. GRUPPO TERNA/P20210104707-23/12/2021)
Coordinate impianto (accesso al sito)	39°14'14.54"N 8°39'57.64"E

Tabella 1-2: Coordinate WTG proposte (sistema di coordinate Monte Mario – fuso ovest – EPSG 3003) e principali caratteristiche degli aerogeneratori

WTG	COORDINATE GEOGRAFICHE		TIPOLOGIA E CARATTERISTICHE AEROGENERATORE				
	Latitudine N	Longitudine E	Modello	Potenza nominale [MW]	Altezza al mozzo [m]	Diametro rotore [m]	Altezza totale [m]
VM01	4343971	1470579	Vestas V136	4,5	82	136	150
VM02	4343602	1470021	Vestas V162	6,8	119	162	200
VM04	4343588	1472121	Vestas V162	6,8	119	162	200
VM05	4343143	1471713	Vestas V162	6,8	119	162	200
VM06	4342815	1471030	Vestas V162	6,8	119	162	200



1.4. SCOPO DEL DOCUMENTO

Il presente documento costituisce la relazione di inquadramento territoriale, con particolare riferimento agli aspetti geologico ed idrogeologico, dell'area in cui si sono inseriti le WTG.

Il documento analizza i seguenti elementi:

- Inquadramento territoriale;
- descrizione delle caratteristiche di suolo e sottosuolo "Inquadramento geomorfologico e geologico";
- descrizione delle caratteristiche litologiche "Inquadramento geotecnico"
- descrizione delle caratteristiche degli acquiferi e della profondità della falda "Inquadramento idrogeologico";
- descrizione delle caratteristiche sismiche locali "Inquadramento sismico";
- conclusioni sulla fattibilità dell'opera in progetto.

Per gli aspetti di inquadramento territoriale, geologico ed idrogeologico generale, la fonte dei dati deriva dal Piano Urbanistico Comunale "PUC" vigente del Comune di Villamassargia e di Musei, nonché dal geoportale cartografico della Regione Sardegna (<https://www.sardegnageoportale.it/>).

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area di progetto ricade nella parte sud del territorio comunale di Villamassargia ed in minima parte nel territorio comunale di Musei. Dal punto di vista cartografico le aree ricadono nei Fogli 555160, 556130, 555120 e 556090 della carta tecnica regionale (CTR) alla scala 1:10.000.

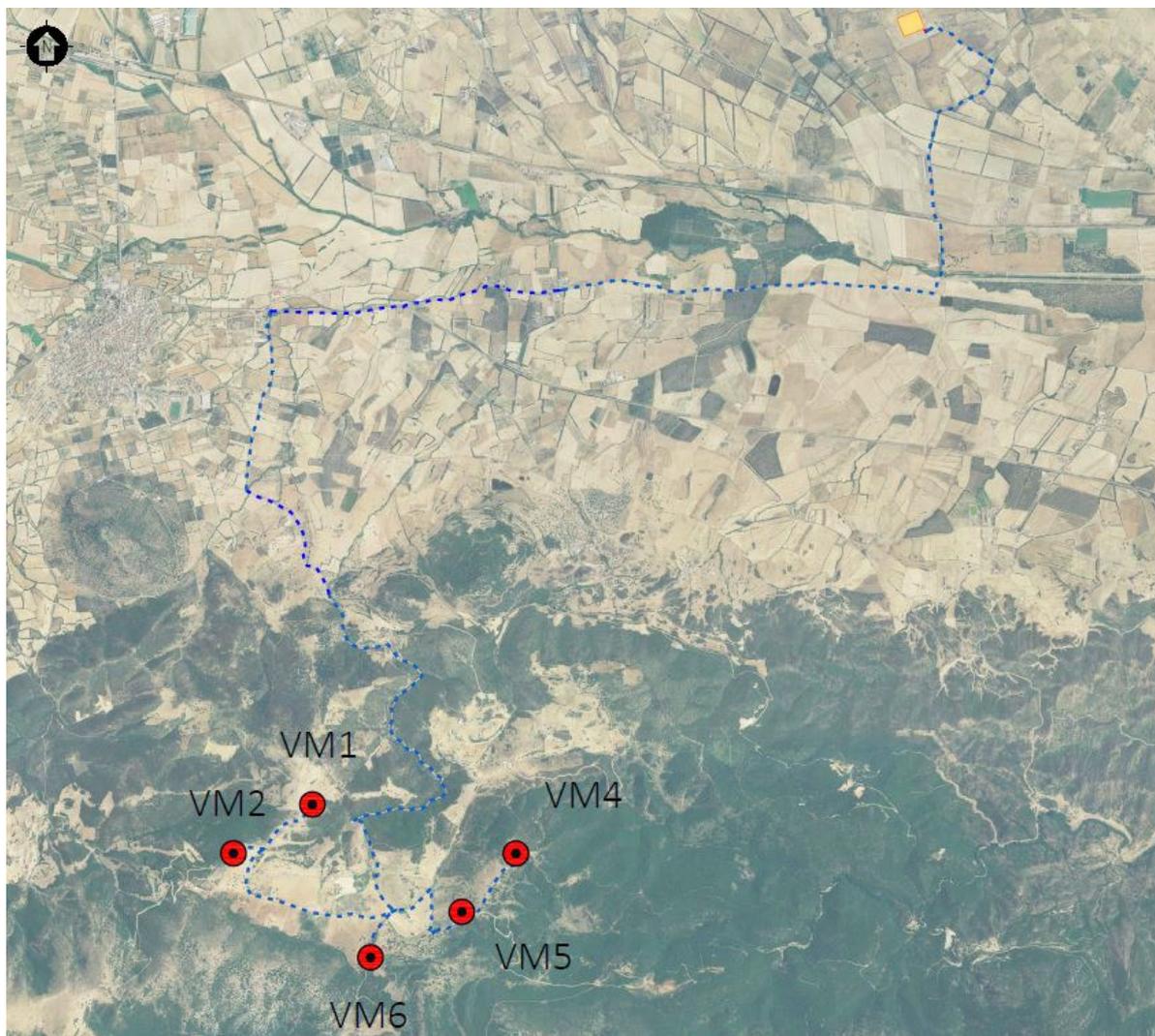


Figura 2-1: Inquadramento territoriale (immagine tratta da Google Earth)

Nello specifico l'area di interesse si estende su di un altopiano posto ad una quota media di circa 450 m slm, caratterizzato per la gran parte dell'estensione da vegetazione mediterranea bassa.

Gli aerogeneratori si trovano su un territorio prevalentemente collinare, dedicato al pascolo e all'agricoltura, ritmato dai monti e dai colli sulcitani, tra i quali spiccano i monti Arcosu e Rosas (circa 600 m s.l.m.) e i coni vulcanici di Acquafredda (Siliqua) e Gioiosa Guardia (Villamassargia), esaltati dalle rovine dei castelli medievali sulla sommità. I rilievi collinari sono ricoperti da vegetazione boschiva tipica della macchia mediterranea e da gariga.

La località interessata dalle opere di progetto è denominata "Astia" e occupa la sommità pianeggiante e sub-pianeggiante della catena montuosa che separa l'Alto Iglesiente dal Medio e Basso Sulcis. L'areale, prevalentemente adibito a pascolo ovino e bovino, con qualche coltivazione cerealicola, è in gran parte ricoperto da una fitta vegetazione a macchia mediterranea. Sino a qualche decennio fa il territorio era sfruttato anche a scopo estrattivo, come testimoniano le varie miniere e giacimenti, tra cui quella di

Orbai. Il territorio di Astia era collegato tramite numerose mulattiere che attraversano tutta la piana di Astia e giungono fino ai distretti minerari di Monte Scorra e Monte Giuanni.

Nelle figure seguenti si illustrano alcune foto effettuate durante il sopralluogo svoltosi il 11/04/2022.



Figura 2-2: paesaggio intorno al punto VM02



Figura 2-3: paesaggio intorno al punto VM04

Le aree in progetto sono situate in prossimità delle colline circondate da terreni coltivati e non, caratterizzati da piccoli arbusti ed in minima parte rari filari alberati (lungo i confini delle proprietà).

3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

La geomorfologia dell'area è fortemente influenzata dall'assetto strutturale e dalle caratteristiche litologiche del substrato. Non si hanno indizi, almeno nell'area esaminata, dell'attività di movimenti neotettonici presenti lungo il bordo del Campidano o del Cixerri che sono classicamente considerate fosse tettoniche con attività plio-pleistocenica.

Un ruolo erosivo importante è stato operato dal modellamento di una superficie di spianamento che caratterizza la parte più elevata del Sulcis e dunque tutti i rilievi che delimitano a N e a S il bacino del Cixerri.

Sui rilievi che delimitano il bacino questa superficie ha dato vita ad ampie spianate modellate quasi ovunque sul basamento paleozoico a quote medie di 500-600 m.

Sui rilievi lo spianamento ha condotto all'erosione i sedimenti terziari, e quelli vulcanici oligo-miocenici, sempre assenti sui rilievi. Localmente i processi di erosione areale hanno riesumato la superficie di discordanza presente alla base della formazione del Cixerri. L'importanza dell'erosione selettiva è inoltre responsabile della presenza della genesi dei picchi quali M. Gioiosa Guardia, Castello Acquafredda, il M. Sa Pibionada ed il M. Niu de Crobu.

La maggiore impronta nel modellamento dell'area è però dovuta ai processi fluviali che nei bacini del Campidano e del Cixerri hanno dato origine ai depositi di pianura e di conoide alluvionale, più o meno terrazzati, come i terreni presenti nel tratto attraversato da cavidotto fino alla cabina elettrica.

Nella Figura 3-1 viene rappresentato uno stralcio della tavola geomorfologica n. T51 visibile in allegato e completa di legenda.

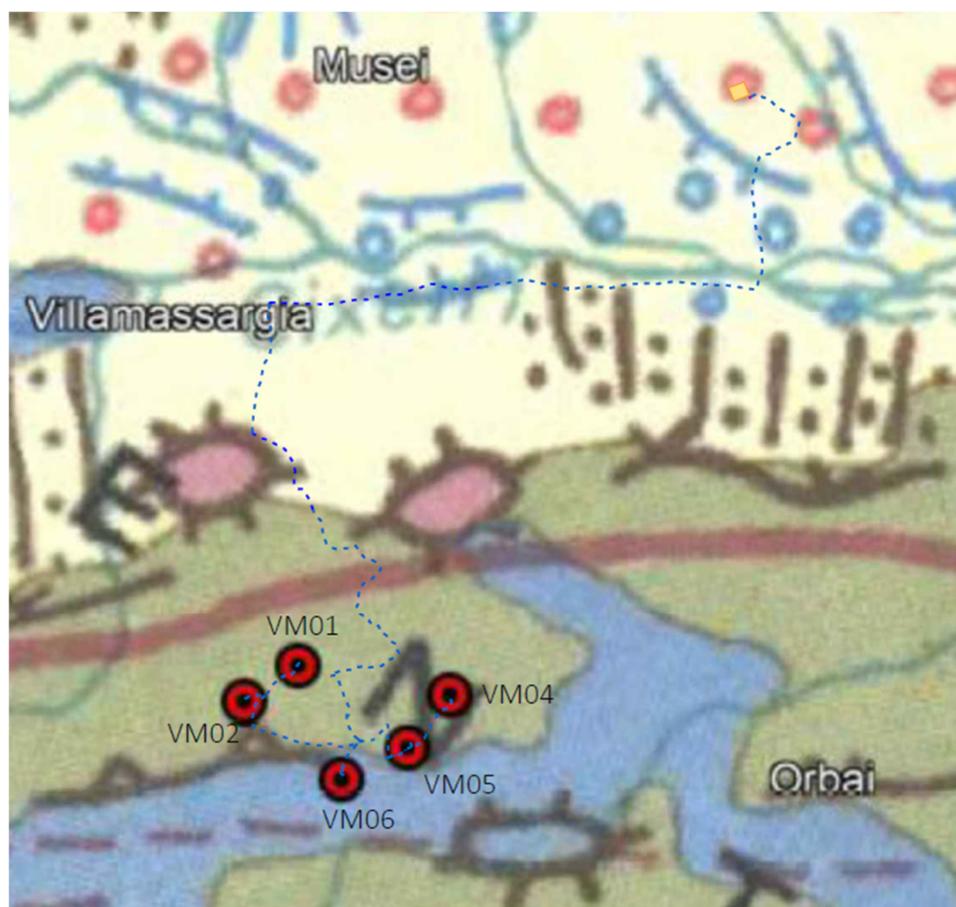


Figura 3-1: stralcio carta geomorfologica (fonte www.geonico.it)

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'assetto geologico e stratigrafico del Sulcis è molto complesso, poiché affiorano successioni sedimentarie e corpi magmatici di età molto antica, alcuni dei quali sono interessati da due eventi deformativi orogenici (orogenesi caledoniana e orogenesi varisica) che hanno prodotto intense deformazioni, fenomeni di metamorfismo e hanno prodotto intrusioni di corpi granitoidi.

A questi importanti eventi geologici sono seguiti altri eventi deformativi di minore intensità, legati alla complessa ed articolata evoluzione geologica successiva all'orogenesi ercinica (di età mesozoica e cenozoica), che hanno prodotto deformazioni soprattutto di tipo fragile, con sviluppo di faglie trascorrenti e di faglie dirette.

Dal punto di vista geologico-stratigrafico, l'area è costituita prevalentemente da rocce metamorfiche paleozoiche, da subordinati depositi sedimentari di età terziaria e da coperture alluvionali ed eluviocolluviali di età quaternaria.

La successione stratigrafica circostante l'area di interesse inizia con rocce metamorfiche di età cambriana appartenenti alla Formazione di Nebida, sormontate dalla potente successione carbonatica della Formazione di Gonnese ("Metallifero", Auct.). Si passa quindi prima alla formazione carbonatica terrigena di Campo Pisano ("Calcescisti", Auct.) e poi a quella terrigena di Cabitza.

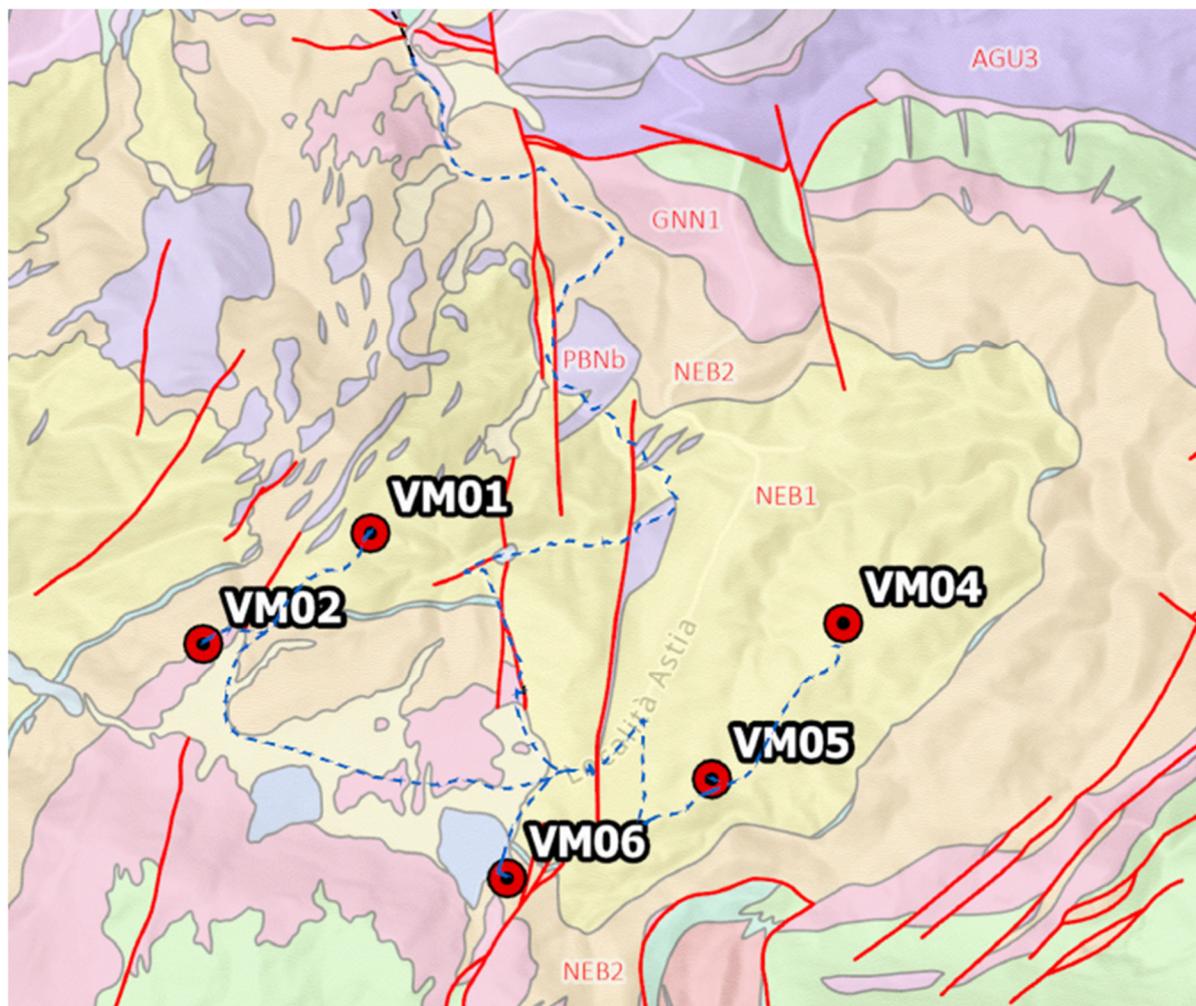
Analizzando in dettaglio le litologie presenti nelle aree di progetto degli aerogeneratori si riscontra:

- VM01-VM04-VM05: Membro di Matoppa (FORMAZIONE DI NEBIDA – NEB1). Metarenarie e Metasiltiti, con laminazioni piano-parallele, alternate a bancate decimetriche di metarenarie quarzose, con rari livelli carbonatici. CAMBRIANO INF. (ATDABANIANO)
- VM06: Membro di Punta Manna (FORMAZIONE DI NEBIDA – NEB2). Metarenarie quarzose e siltiti, con laminazioni incrociate e piano-parallele, verso l'alto alternanze di calcari, talvolta ricchi in archeociati, e dolomie con bioturbazioni, spesso silicizzate. CAMBRIANO INF.
- VM02: Membro della Dolomia rigata (FORMAZIONE DI GONNESA – GNN1). Dolomie grigio chiare ben stratificate e laminate, spesso con laminazioni stromatolitiche, con noduli e livelli di selce scura alla base. CAMBRIANO INF. (ATDABANIANO SUP.-LENIANO)

Dal punto di vista strutturale la successione descritta è interessata da una importante fase deformativa di età ordoviciana media ("Fase Sarda", Auct.) che ha prodotto deformazioni, un blando metamorfismo, intrusioni di rocce granitoidi (gli Ortogneiss di Capo Spartivento) e la famosa discordanza ("Discordanza Sarda") tra la successione Pre-Ordoviciano medio e quella dell'Ordoviciano superiore-Carbonifero inferiore che caratterizza la parte alta della successione paleozoica del Sulcis e dell'Iglesiente.

I caratteri principali del basamento paleozoico sardo e quindi pure quello del Sulcis-Iglesiente, derivano soprattutto dall'orogenesi ercinica, che ha prodotto importanti deformazioni, metamorfismo e magmatismo .

Di seguito si rappresenta uno stralcio della carta geologica (rappresentata nella sua completezza nella tavola n. T52 - Rif. 2527-4953-VM_VIA_T52_Rev0_Inquadramento geologico-strutturale) nella quale si evidenzia solamente la zona in cui sono presenti gli aerogeneratori.



Geologia



Figura 4-1: stralcio carta geologica (immagine tratta da: Geoportale della Sardegna¹)

¹ <https://www.sardegnegeoportale.it/index.php?xsl=2420&s=40&v=9&c=14479&es=6603&na=1&n=100&esp=1&tb=14401>

5. INQUADRAMENTO PEDOLOGICO

Per la descrizione dei caratteri pedologici è stata utilizzata la cartografia pedologica disponibile per l'area (carta dei suoli della Sardegna in scala 1:250.000), dove i suoli sono distinti per grandi unità caratterizzate da relativa uniformità dei caratteri litologici morfologici e della copertura vegetale.

In tavola T.53 viene rappresentato uno stralcio della carta dei suoli della Sardegna relativa alla zona in progetto.

La classificazione dei suoli si basa sulla tassonomia americana (*Soil Taxonomy*), in base alla quale i suoli vengono distinti in base ai caratteri morfologici del profilo, in particolare degli orizzonti diagnostici e di altre caratteristiche quali il regime termico e il regime idrico. Questa tassonomia prevede sei livelli, che in ordine gerarchico decrescente, sono: Ordine, Sottordine, Grande Gruppo e Sottogruppo (di significato genetico); Famiglia e Serie (di significato pratico).

Riassumendo i dati cartografici è possibile trarre le seguenti informazioni:

WTG	UNITA'	DESCRIZIONE SUOLI	CAPACITÀ D'USO DEL SUOLO	SUBSTRATO
WTG01 WTG02 WTG04 WTG05 WTG06	4	Roccia affiorante, da poco a mediamente profondi, con tessitura da franco sabbiosi a franco argillosi, da permeabili a mediamente permeabili, subacidi, parzialmente desaturati, erodibilità elevata, assenza di carbonati.	VII-VI	Substrato formato da metamorfiti (scisti, scisti arenacei, argilloscisti, ecc.) del Paleozoico e relativi depositi di versante
Suoli predominanti		Typic, Dystric e Lythic Xerorthens		
Suoli subordinati		Palexeralf, Haploxeralf, Rock outcrop, Xerofluvents		

La classificazione della capacità d'uso (Land Capability Classification, LCC) è un metodo che consente di differenziare le terre a seconda delle potenzialità produttive delle diverse tipologie pedologiche. La metodologia considera esclusivamente i parametri fisici e chimici permanenti del suolo.

Le classi di capacità d'uso raggruppano sottoclassi che possiedono lo stesso grado di limitazione o rischio. Sono designate con numeri romani dall'I all'VIII in base al numero ed alla severità delle limitazioni e sono definite come segue.

Suoli arabili

- Classe I: suoli senza o con poche limitazioni all'utilizzazione agricola. Non richiedono particolari pratiche di conservazione e consentono un'ampia scelta tra le colture diffuse nell'ambiente.
- Classe II: suoli con moderate limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono alcune pratiche di conservazione, quali un'efficiente rete di affossature e di drenaggi.
- Classe III: suoli con notevoli limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono un'accurata e continua manutenzione delle sistemazioni idrauliche agrarie e forestali.
- Classe IV: suoli con limitazioni molto forti all'utilizzazione agricola. Consentono solo una limitata possibilità di scelta.



Suoli non arabili

- Classe V: suoli che presentano limitazioni ineliminabili non dovute a fenomeni di erosione e che ne riducono il loro uso alla forestazione, alla produzione di foraggi, al pascolo o al mantenimento dell'ambiente naturale (ad esempio, suoli molto pietrosi, suoli delle aree golenali).
- Classe VI: suoli con limitazioni permanenti tali da restringere l'uso alla produzione forestale, al pascolo o alla produzione di foraggi.
- Classe VII: suoli con limitazioni permanenti tali da richiedere pratiche di conservazione anche per l'utilizzazione forestale o per il pascolo.
- Classe VIII: suoli inadatti a qualsiasi tipo di utilizzazione agricola e forestale. Da destinare esclusivamente a riserve naturali o ad usi ricreativi, prevedendo gli interventi necessari a conservare il suolo e a favorire la vegetazione

6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Le caratteristiche idrogeologiche del territorio sono molto variabili in rapporto alla variabilità delle caratteristiche litologiche o giaciture dei terreni presenti.

Le Unità Idrogeologiche rappresentano domini omogenei dal punto di vista stratigrafico e strutturale, con caratteristiche di permeabilità uniformi (grado e tipo), con comportamento analogo nei confronti dell'infiltrazione e dell'immagazzinamento, tra loro idraulicamente indipendenti e definite sulla base dei litotipi e dell'assetto geo-strutturale dell'area in oggetto e di considerazioni concernenti i meccanismi idraulici ed i parametri petrofisici caratteristici, tenendo comunque presente il loro grado di eterogeneità ed anisotropia.

Il tipo di permeabilità (porosità, fessurazione e/o carsismo) attribuito alle Unità Idrogeologiche dipende dalla natura dei litotipi che la costituiscono.

La permeabilità per porosità è tipica di rocce clastiche (siano esse sciolte, semicoerenti o coerenti), caratterizzate da meccanismi di circolazione negli interstizi intercomunicanti (porosità primaria o secondaria).

La permeabilità per fratturazione è tipica di rocce detritico-sedimentarie, carbonatiche, magmatiche (siano esse vulcaniche o intrusive) e metamorfiche. In esse i meccanismi di circolazione sono impostati lungo fratture primarie (fratture di ritenzione termica, clivaggio, etc.) o secondarie (fratture tettoniche, fratturazione da pressione di fluidi epitermali circolanti). I litotipi carbonatici sono inoltre generalmente caratterizzati dallo sviluppo di fenomeni carsici che inducono la creazione di una rete di fratture comunicanti.

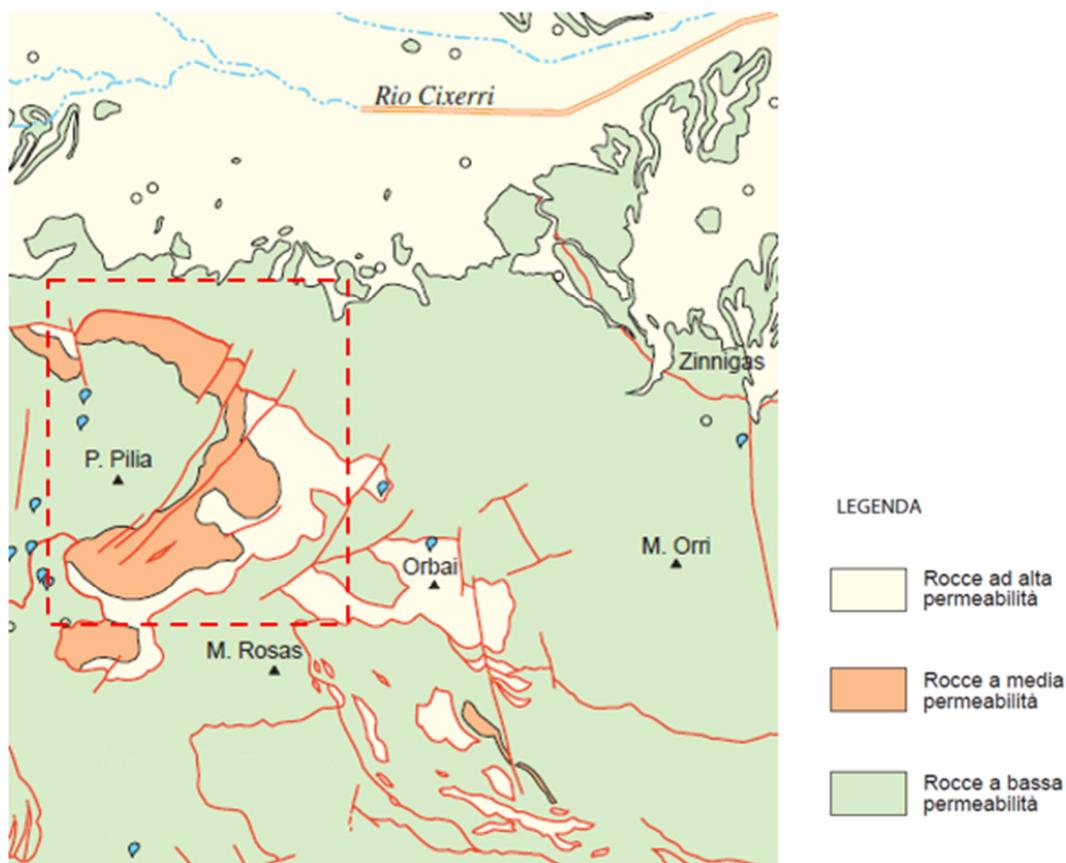


Figura 6-1: Stralcio carta della permeabilità, nel rettangolo tratteggiato in rosso l'area di progetto

Con riferimento alla Figura 5-2, in corrispondenza dell'area di studio sono presenti fundamentalmente le seguenti unità idrogeologiche:

SIGLA	Nome Unità Idrogeologica	Litologia	Descrizione permeabilità
OI-M 	Unità dei detriti di versante e dei depositi antropici minerari olocenica	Discariche minerarie, abbancamenti di fini di laveria, bacini di decantazione.	Tipo di permeabilità: porosità primaria. Grado di permeabilità: MEDIO-BASSO, localmente MEDIO nei livelli a matrice più grossolana.
OI-A 	Unità delle alluvioni quaternarie olocenica - pleistocenica	Alluvioni ciottolose con intercalazioni sabbiose terrazzate, depositi dei letti fluviali attuali.	Tipo di permeabilità: porosità primaria. Grado di permeabilità: MEDIO-BASSO, localmente MEDIO nei livelli a matrice più grossolana.
OIM-V 	Unità delle vulcaniti oligo-mioceniche	Lave andesitiche cupoliformi.	Tipo di permeabilità: fratturazione. Grado di permeabilità: BASSO, localmente MEDIO in corrispondenza delle aree più fratturate.
EO-Dt 	Unità detritica eocenico-oligocenica	Alternanze di conglomerati, arenarie, argille e subordinati calcari.	Tipo di permeabilità: fratturazione. Grado di permeabilità: MEDIO-BASSO localmente MEDIO nei livelli a matrice più grossolana.
CP-SB 	Unità silicea e basica idrotermale-tardoercinica	Filoni di quarzo, filoni lamprofici, filoni basici, "quarziti" Auct..	Tipo di permeabilità: fratturazione. Grado di permeabilità: BASSO, localmente MEDIO in corrispondenza delle aree più fratturate.
COr-Me 	Unità metamorfica cambro-ordoviciana	Metarenarie, metasiltiti, metavulcaniti basiche, metavulcanoclastiti, metacalcari silicizzati, metaconglomerati, quarziti, microconglomerati quarzosi.	Tipo di permeabilità: fratturazione. Grado di permeabilità: BASSO, localmente MEDIO in corrispondenza delle aree più fratturate.
C-Ca 	Unità carbonatica cambriana	Metacalcari micritici generalmente massivi, dolomie massive, dolomie e metacalcari dolomitici sottilmente laminati, metacalcarinodulari in alternanza con metargilliti.	Tipo di permeabilità: fratturazione e carsismo. Grado di permeabilità: MEDIO-ALTO
C-Me 	Unità metamorfica cambriana inferiore	Metarenarie, metargilliti, metasiltiti, metacalcari in lenti e banchi.	Tipo di permeabilità: fratturazione e subordinato carsismo nei livelli carbonatici. Grado di permeabilità: BASSO, localmente MEDIO in corrispondenza delle aree più fratturate e nei livelli carbonatici.

In dettaglio gli aerogeneratori ricadono in:

- VM01 – VM04 – VM05: unità metamorfica denominata C-Me
- VM02: unità carbonatica denominata C-Ca
- VM06: unità silicea e basica idrotermale denominata CP-SB

7. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

Con deliberazione in data 30.10.1990 n. 45/57, la Giunta Regionale suddivide il Bacino Unico Regionale in sette Sub-Bacini, già individuati nell'ambito del Piano per il Razionale Utilizzo delle Risorse Idriche della Sardegna (Piano Acque) redatto nel 1987. L'intero territorio della Sardegna è suddiviso in sette sub-bacini, ognuno dei quali caratterizzato in grande da generali omogeneità geomorfologiche, geografiche, idrologiche ma anche da forti differenze di estensione territoriale.

Secondo la classificazione del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) aggiornato al 2015 della Regione Autonoma Sardegna, l'area di progetto è inclusa nel sub-bacino num. 07 Flumendosa – Campidano – Cixerri. Il Sub_Bacino si estende per 5960 Km², pari al 24.8 % del territorio regionale; è l'area più antropizzata della Sardegna ed il sistema idrografico è interessato da diciassette opere di regolazione in esercizio e otto opere di derivazione. I bacini idrografici di maggior estensione sono costituiti dal Flumendosa, dal Flumini Mannu, dal Cixerri, dal Picocca e dal Corr'e Pruna; numerosi bacini minori risultano compresi tra questi e la costa.

Nell'ambito del seguente studio si considera il Riu Cixerri.

Lo studio idrologico-idraulico effettuato è stato rivolto all'individuazione e alla valutazione del regime idraulico tipico del corso d'acqua presente nella zona in esame anche in relazione ad interferenze esercitate da eventuali opere idrauliche presenti o in progetto, con particolare attenzione ai fenomeni di piena, con riferimento specifico alle *Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)*.

In riferimento alla suddetta Normativa P.A.I., sono stati svolti indagini e studi rivolti all'individuazione di zone soggette a dissesti in corso o probabili, nell'intorno della zona di nostro interesse e alla valutazione della stabilità globale dell'area.

Per la trattazione completa ed esaustiva sullo studio idrologico-idraulico si rimanda all'elaborato tecnico 2527-4953-VM_VIA_R31_Rev0_Relazione idrologica e idraulica.

Nel seguito viene effettuata una valutazione sul Rischio e Pericolo Geomorfologico.

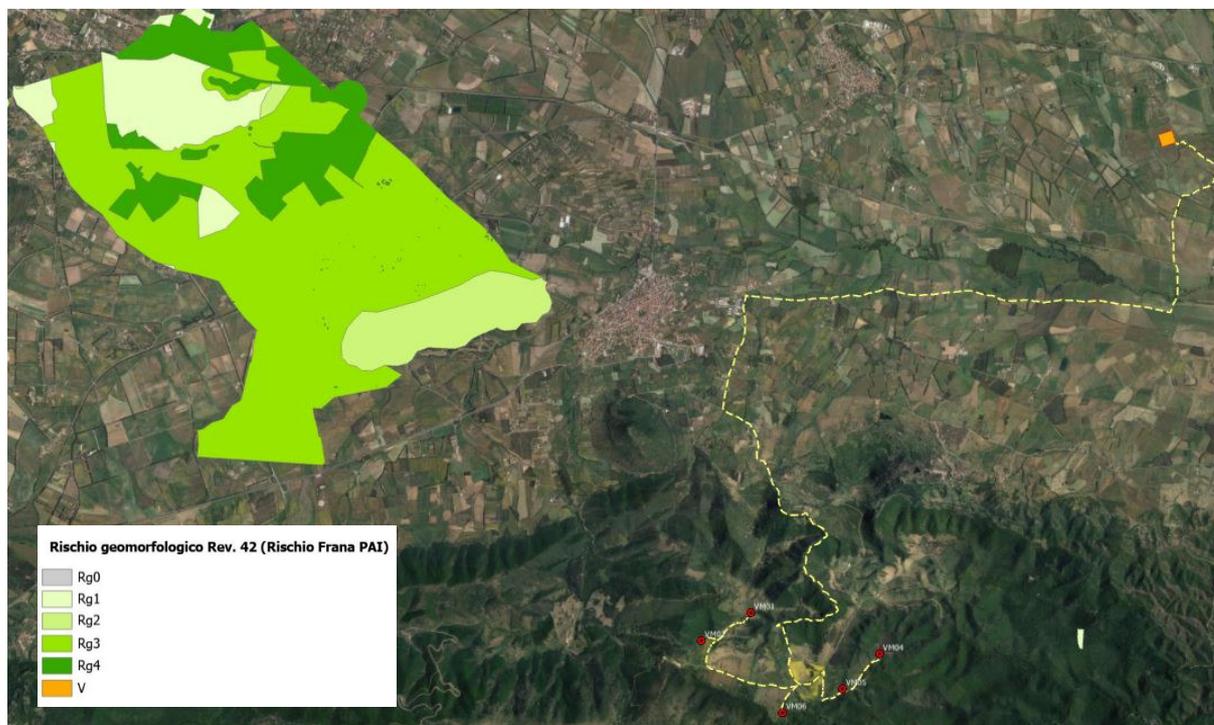


Figura 7-1: Stralcio mappa PAI rischio geomorfologico Fonte:
(<https://www.sardegnageoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=pai>)



Dalla mappa PAI del geoportale della Sardegna, sopra riportata si evince che nelle aree di progetto, dalla posizione degli aerogeneratori, lungo il percorso del cavidotto fino alla cabina elettrica, non sono presenti rischi geomorfologici. Nel territorio comunale di Villamassargia sono presenti dei rischi solo nella porzione nord occidentale del comune.

8. INQUADRAMENTO SISMICO

Con l'introduzione dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 2003 e s.m.e i. sono stati rivisti i criteri per l'individuazione delle zone sismiche. Inoltre, sono state definite le nuove norme tecniche per la progettazione di nuovi edifici, di nuovi ponti, per le opere di fondazione, per le strutture di sostegno, ecc.

Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo.

A tal fine è stata pubblicata l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003.

Il provvedimento detta i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 - "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"), hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale.

<i>Zona 1 – È la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti</i>
<i>Zona 2 – Nei comuni inseriti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti</i>
<i>Zona 3 – I comuni inseriti in questa zona possono essere soggetti a scuotimenti modesti</i>
<i>Zona 4 – È la zona meno pericolosa</i>

Di fatto, viene eliminato il territorio "non classificato", che diviene zona 4, nel quale è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica. 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).

Il nuovo studio di pericolosità, allegato all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche.

Suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido (OPCM 3519/06).

<i>Zona sismica</i>	<i>Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)</i>
1	$ag > 0.25$
2	$0.15 < ag \leq 0.25$
3	$0.05 < ag \leq 0.15$
4	$ag \leq 0.05$

Il territorio dei comuni di Villamassargia e Musei come tutta la regione Sardegna ricade nella zona sismica 4, come indicato nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Sardegna n. 15/31 del 30.03.2004.

In particolare, l'area in esame presenta un valore di ag compreso tra 0,025 e 0,050 g.

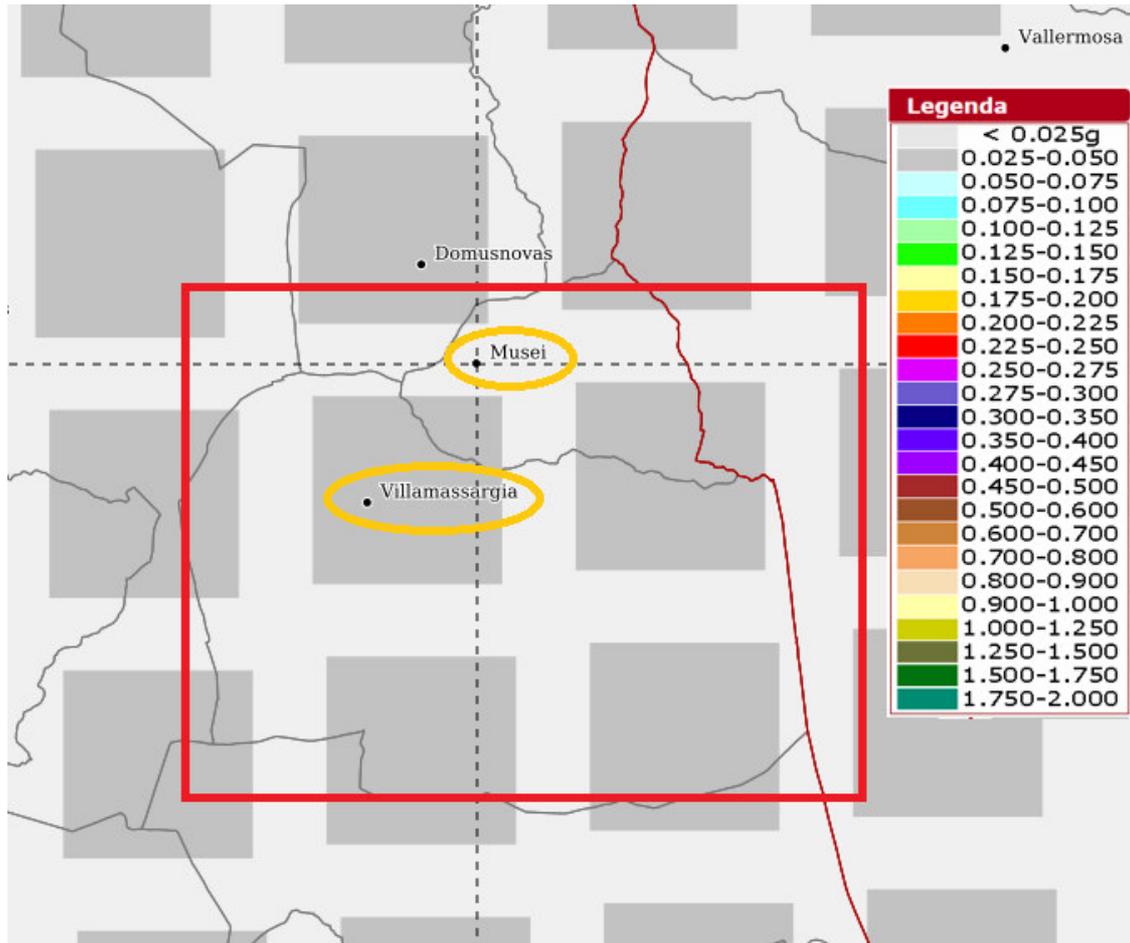


Figura 8-1: stralcio carta pericolosità sismica

9. INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Come descritto nel capitolo precedente (cap. 4) nell'area in esame affiorano successioni sedimentarie e corpi magmatici di età molto antica, intensamente fratturati, affioranti al di sotto di una coltre costituita da terreno vegetale della profondità di circa un metro.

Attualmente non si rilevano né sono noti dissesti, cedimenti o deformazioni anomale dei terreni che saranno oggetto per la realizzazione delle fondazioni.

Dal punto di vista idrogeologico si ritiene che le opere in progetto non possano in alcun caso interferire con le falde idriche presenti, in quanto il livello statico delle stesse si trova ad una profondità ben superiori. Si esclude, quindi, la presenza di una falda superficiale che possa interferire con gli scavi per realizzare il piano di posa delle fondazioni.

Per poter effettuare una valutazione sulle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione sarà necessario effettuare delle indagini dirette in sito, in una successiva fase ben prima della progettazione esecutiva delle opere.

Il basamento di fondazione sarà del tipo a plinto superficiale su fondazioni profonde costituite da pali trivellati, da realizzarsi in opera in calcestruzzo armato. Si prevede l'adozione di due tipologie differenti di plinti, ovvero:

- Torre di altezza 119 mt – Modello V162: basamento di fondazione è a pianta circolare di diametro 30 mt; al fine di contenere i cedimenti e garantire la stabilità dell'opera il manufatto di fondazione poggerà su fondazioni profonde costituite da n° 12 pali trivellati di diametro 120 cm e lunghezza 20 mt;
- Torre di altezza 82 mt – Modello V136: basamento di fondazione è a pianta circolare di diametro 21,40 mt; al fine di contenere i cedimenti e garantire la stabilità dell'opera il manufatto di fondazione poggerà su fondazioni profonde costituite da n° 12 pali trivellati di diametro 120 cm e lunghezza 20 mt.

10. CONCLUSIONI

A seguito dell'analisi del territorio si evincono le seguenti osservazioni:

- L'area in esame è situata su una zona collinare alla quota media di circa 450 m sul livello del mare.
- La tipologia delle opere previste in progetto prevede la realizzazione di strutture in elevazione, le cui fondazioni con platea circolare poggiano direttamente sul terreno, previa la realizzazione di una serie di pali trivellati profondi di sostegno.
- Il terreno esistente in esame, è composto da rocce metamorfiche di età cambriana appartenenti alla Formazione di Nebida, sormontate dalla potente successione carbonatica della Formazione di Gonnese ("Metallifero", Auct.) per passare poi alla formazione carbonatica terrigena di Campo Pisano ("Calcescisti", Auct.) e infine a quella terrigena di Cabitza.
- L'area, per la natura geologica e per l'assetto geomorfologico, esclude movimenti franosi che possano interferire con le stesse strutture. Si tratta per lo più, infatti, di rocce molto competenti, nelle quali l'avanzamento del versante avviene per erosione dello stesso.
- Dal punto di vista sismico i territori dei comuni di Villamassargia e Musei come tutta la regione Sardegna ricadono nella zona sismica 4, in particolare l'area in esame presenta un valore di ag compreso tra 0,025 e 0,050 g, che significa un valore di rischio sismico molto basso, quasi nullo.

In conclusione, si verifica la compatibilità dell'opera in progetto con le condizioni geomorfologiche, geologiche, idrogeologiche e sismiche presenti al contorno, sempre in considerazione dei limiti delle indagini di dettaglio che saranno eseguite prima della realizzazione dell'impianto in fase di progettazione esecutiva, secondo le prescrizioni delle normative di riferimento.

Preliminarmente alla realizzazione, saranno eseguiti gli studi che, oltre ottemperare a quanto richiesto in merito dal D.M. 17 gennaio 2018, saranno finalizzati alla definizione della profondità, morfologia e consistenza del substrato, previa esecuzione di idonee indagini geognostiche (quali sondaggi e prove penetrometriche).

Le indagini geotecniche e sismiche di dettaglio consentiranno la definizione della locale situazione idrogeologica e dei parametri geomeccanici caratteristici, al fine della corretta installazione delle opere di progetto.