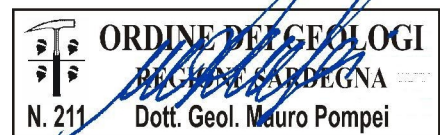
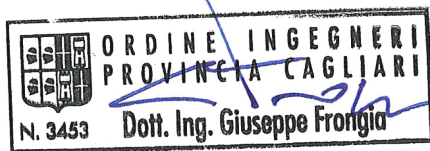


COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)			COD. ELABORATO WPD-B-RC2
ELABORAZIONI I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. con socio unico - Via Santa Margherita 4, 09124 Cagliari Tel./Fax +39.070.658297 Web www.iatprogetti.it	PAGINA 1 di 46		

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO DA 50.4 MW IN LOCALITÀ "MAMONE"

- COMUNI DI BITTI (NU) E BUDDUSÒ (SS) -



OGGETTO PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA
---	--



PROGETTAZIONE I.A.T. CONSULENZA E PROGETTI S.R.L. ING. GIUSEPPE FRONGIA RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA DOTT. MAURO POMPEI DOTT.SSA MARIA FRANCESCA LOBINA	GRUPPO DI LAVORO Ing. Giuseppe Frongia (coordinatore e responsabile) Ing. Marianna Barbarino Ing. Enrica Batzella Ing. Antonio Dedoni Ing. Gianluca Melis Ing. Emanuela Spiga Dott. Mauro Casti Dott. Maurizio Medda Dott. Matteo Tatti Dott. Geol. Mauro Pompei Dott. Geol. Maria Francesca Lobina Ing. Andrea Cappai
--	--

Cod. pratica 2019/0183

Nome File: **WPD-B-RC2**_Relazione geologica e geotecnica



0	30/06/2020	Emissione per procedura di VIA	MP/FL	GF	GF
REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEG.	CONTR.	APPR.

Disegni, calcoli, specifiche e tutte le altre informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della I.A.T. Consulenza e progetti s.r.l. Al ricevimento di questo documento la stessa diffida pertanto di riprodurlo, in tutto o in parte, e di rivelarne il contenuto in assenza di esplicita autorizzazione.



COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 1 di 46	

INDICE

1	GENERALITÀ.....	3
1.1	Premessa.....	3
1.2	Normativa di riferimento e relative prescrizioni.....	3
1.3	Descrizione sommaria degli interventi in progetto.....	4
1.4	Inquadramento topografico e territoriale	5
2	MODELLO GEOLOGICO	7
2.1	Contesto geologico dell'area vasta	7
2.2	Aspetti tettonici e strutturali	11
2.3	Assetto litostratigrafico locale.....	12
2.3.1	Settore G1 (Area 1).....	14
2.3.2	Settore G2 (Area 2).....	16
2.3.3	Settore G3 (Area 3).....	18
2.3.4	Settore G4 (Aree 4/5).....	20
2.3.5	Stazione elettrica.....	21
2.4	Assetto idrogeologico	21
2.5	Assetto morfologico e idrografico.....	22
2.6	Uso del suolo	26
2.7	Sismicità dell'area.....	29
2.8	Classificazione sismica	30
2.9	Categoria di sottosuolo	33
3	PERICOLOSITÀ GEOLOGICA.....	35
3.1	Pericolosità idraulica.....	35
3.2	Pericolosità da frana.....	36
3.2.1	Settore G1 (Area 1).....	37
3.2.2	Settore G2 (Area 2).....	38
3.2.3	Settore G3 (Area 3).....	39
3.2.4	Settore G4 (Area 4/5).....	40
3.3	Pericolosità da inondazione.....	41
3.4	Pericolosità idrogeologica	41
3.5	Pericolosità sismica.....	41
4	MODELLO GEOTECNICO	42
4.1	Modello geotecnico preliminare.....	42
4.2	Stima della capacità portante dei terreni di fondazione	43

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)	 <i>think energy</i>	OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 2 di 46	

5 CONCLUSIONI..... 44

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 3 di 46	

1 GENERALITÀ

1.1 Premessa

La WPD Italia S.r.l.⁽¹⁾, attraverso la controllata WPD Piano d'Ertilia S.r.l., ha in programma la costruzione di un impianto eolico in agro di Bitti (NU) in località Mamone. L'impianto sarà costituito da n. 15 aerogeneratori con una occupazione di superfici stimata in circa 10 ettari in fase di cantiere (7 ettari circa in fase di esercizio). Per le finalità del presente documento, si farà di seguito riferimento a quattro areali interessati dall'installazione delle turbine, di seguito indicati come G1, G2, G3 e G4.

In tale ambito, gli scriventi geologi *Dott.ssa MARIA FRANCESCA LOBINA*⁽²⁾ e *Dott. MAURO POMPEI*⁽³⁾ e sono stati incaricati per la stesura della presente «**RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA**» quale corredo obbligatorio degli elaborati progettuali ai fini del conseguimento del titolo autorizzativo.

Gli argomenti di seguito esposti si basano su dati originali in possesso degli scriventi provenienti da attività pregresse condotte nel medesimo contesto geologico di intervento, integrati da informazioni ricavate dalla miscellanea e cartografia geotematica regionale.

Si rimanda alla successiva fase progettuale l'esecuzione di indagini conoscitive dirette atte ad una più specifica analisi degli aspetti litostratigrafici e geomorfologici delle aree di intervento nonché per lo studio del sottosuolo locale a carattere geognostico e geotecnico.

Con le analisi attuate in questa sede 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 negativamente la fattibilità dell'intervento nel suo complesso. Ciò 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 dell'assetto geologico s.l. e geotecnico dei luoghi.

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»;

⁽¹⁾ Sede a Roma (RM) Via Aventino n. 120.

⁽²⁾ Albo Geologi della Regione Sardegna N. 222 – Sezione A.

⁽³⁾ Albo Geologi della Regione Sardegna N. 211 – Sezione A.

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 4 di 46	



- **D.M. 17.01.2018** «*Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni*»;
- **Circolare C.S. LL.PP. n. 617 del 02.02.2009** «*Istruzioni per l'applicazione delle nuove Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008*»;
- **D.M. 14.01.2008** «*Norme Tecniche per le Costruzioni*»;
- **Ordinanza del 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*»;
- **Circolare n. 218/24/3 del 09.01.1996** «*Istruzioni applicative per la redazione della Relazione Geologica e della Relazione Geotecnica*»;
- **D.M. LL.PP. 11.03.1988** «*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*» e relativa **Circ. Min. LL.PP. n. 30483 del 24.09.1988**;
- **Legge n. 64 del 02.02.1974** «*Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*», che prevede l'obbligatorietà dell'applicazione per tutte le opere, pubbliche e private, delle norme tecniche che saranno fissate con successivi decreti del Ministero per il Lavori Pubblici;
- **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)** adottato dalla Giunta Regionale con D.G.R. n. 54/33 del 30.12.2004 e reso esecutivo con Decreto Assessoriale n. 3 del 21.02.2005 con pubblicazione nel BURAS n. 8 dell'11.03.2005 e relative **Norme di Attuazione del P.A.I.** (aggiornamento al Decreto del Presidente della R.A.S. n. 35 del febbraio 2018).

1.3 **Descrizione sommaria degli interventi in progetto**

L'impianto in progetto erogherà una potenza di 50,4 MW, in accordo con la soluzione di connessione indicata da Terna, e sarà costituito da n. 15 aerogeneratori distribuiti lungo un asse orientato circa NW-SE che si estende in linea d'aria per circa 10 km.

Per le finalità del presente elaborato, gli aerogeneratori (AGn) sono suddivisi in quattro distinti gruppi ("Cluster") come di seguito denominati per semplicità di descrizione, a partire da quello in posizione più sud-occidentale:

- *Cluster G1* - AG01, AG02 e AG03, loc. Chicchili;
- *Cluster G2* - AG13, AG14 e AG15, loc. Sas Tacculas;
- *Cluster G3* - AG04, AG05 e AG06, in loc. Pessiche;
- *Cluster G4* - AG07, AG08, AG09, AG10, AG11 e AG12, loc. Pianu di Ertilia / Pranu e' Chedda.

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)	 think energy	OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 5 di 46	

L'impianto eolico in questione verrà collegato elettricamente, mediante una rete di cavidotti, ad una nuova stazione di trasformazione WPD, a sua volta collegata ad una futura stazione RTN di Terna da 150 KW.

Le predette stazioni si trovano a circa 7,5 km dall'impianto eolico, in località *Comidetanca*, a circa 2,60 km a ESE dell'abitato di Buddusò, in prossimità del tracciato della S.S. 389.

Sia per la realizzazione dei singoli aerogeneratori sia per il collegamento tra di essi è prevista la realizzazione di tratti nuova viabilità (piste di servizio) la cui lunghezza dipende dalla distanza rispetto a strade interpoderali preesistenti o dalla S.P. 50.

1.4 Inquadramento topografico e territoriale

Il settore in studio è ubicato nella Sardegna nord orientale, in prossimità del limite amministrativo tra le provincie di Nuoro e di Sassari. I comuni di Bitti infatti, nel cui territorio si sviluppa l'insieme di aerogeneratori in progetto, e di Buddusò che ospiterà la stazione elettrica, appartengono alla subregione storica della Barbagia di Nuoro, confinano a nord con i comuni del Monte Acuto e a nord-est e est con i territori delle Baronie.

Più precisamente l'areale interessato dal nuovo impianto ricade poco a nord del tratto della S.P. 50 successivo all'innesto con la strada Bitti-Mamone che poi consente di arrivare all'abitato di Lodè.

L'accesso all'area avviene agevolmente proprio dalla S.P. 50, collegata alla S.S. 389 nel tratto che da Bitti consente di arrivare a Buddusò.

I riferimenti cartografici sono i seguenti:

- Foglio 482 "BITTI" dell'I.G.M.I. [scala 1:50.000]
- Foglio 462 "PADRU" dell'I.G.M.I. [scala 1:50.000]
- Sezione 482-IV "MAMONE" dell'I.G.M.I. [scala 1:25.000]
- Sezione 462-I "PADRU" dell'I.G.M.I. [scala 1:25.000]
- Sezione 482010 della C.T.R. [scala 1:10.000]
- Sezione 482-020 della C.T.R. [scala 1:10.000]
- Sezione 462-140 della C.T.R. [scala 1:10.000]

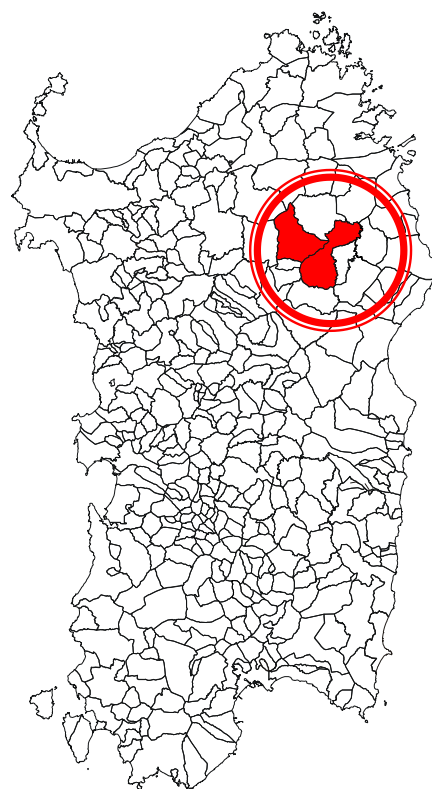




Figura 1.1
Inquadramento geografico delle pertinenze amministrative dei comuni di Buddusò e Bitti.

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 6 di 46	

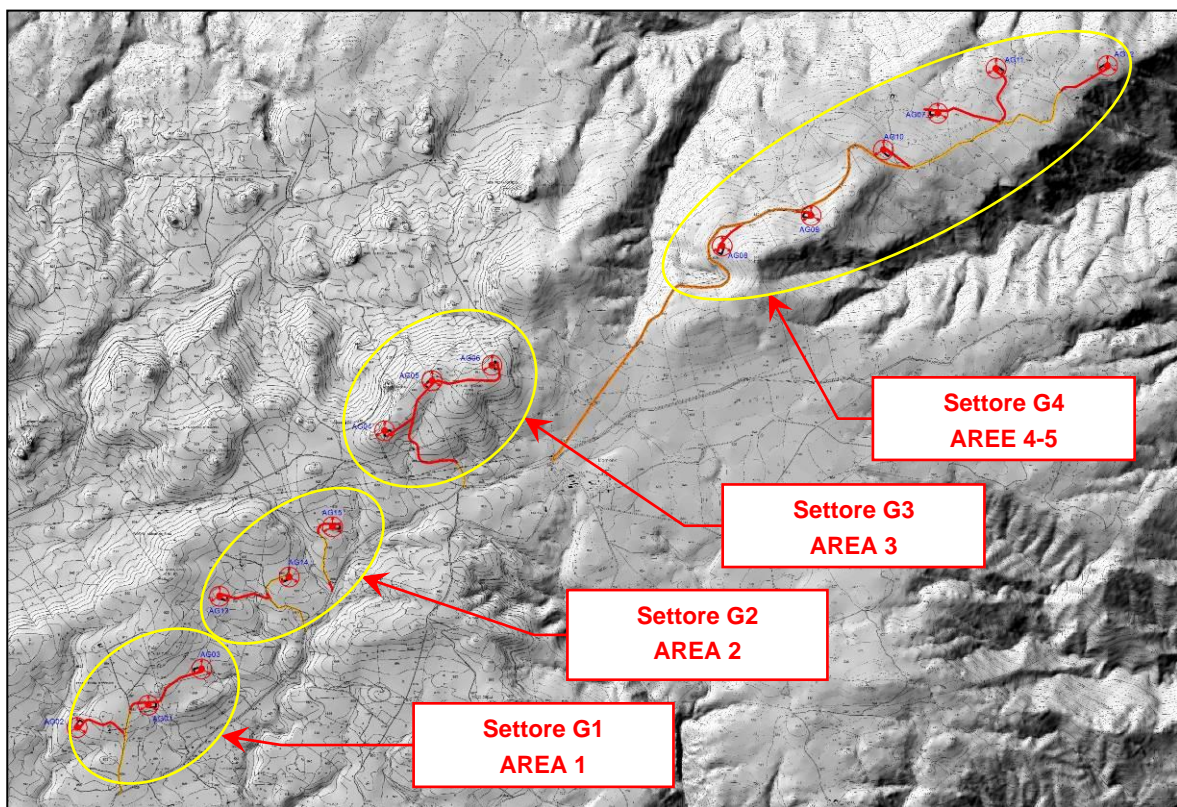
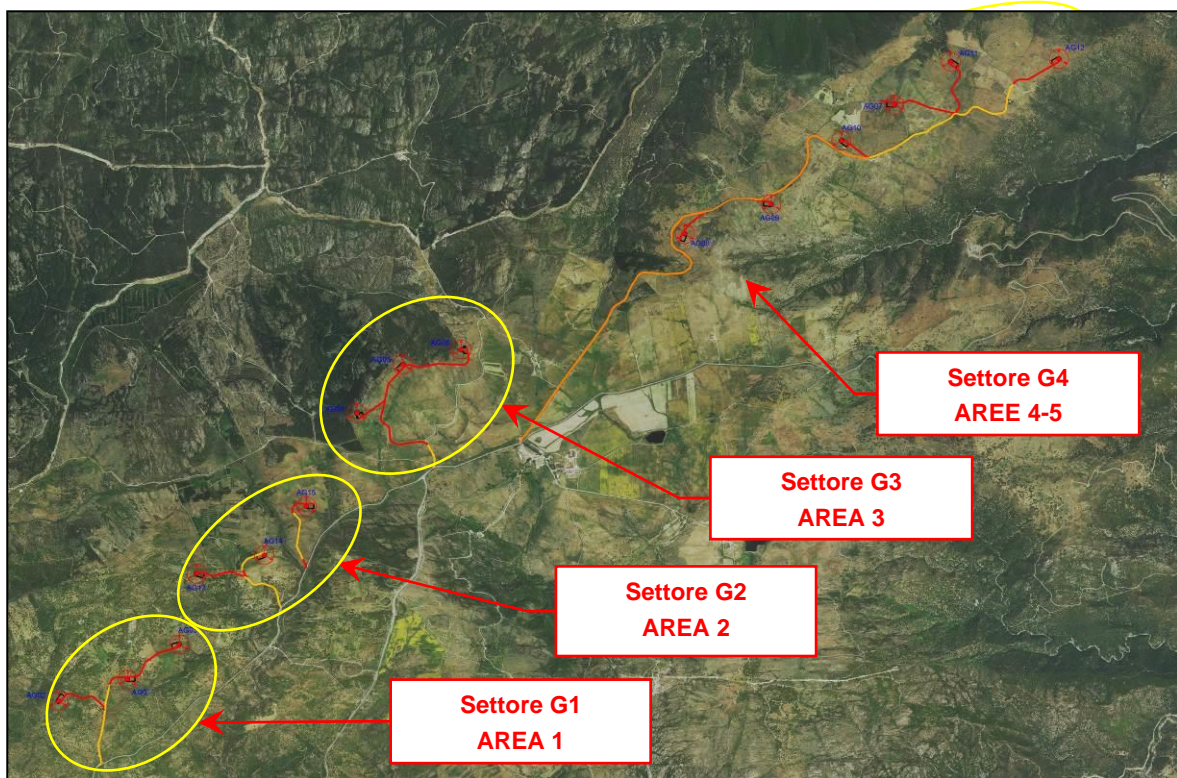




Figura 1.2 – Inquadramento geografico e topografico su base IGMI in scala 1:25000 con ubicazione dell'intervento (fuori scala).
Le ellissi rosse individuano i tre gruppi di aerogeneratori mentre le tratte in rosso la nuova viabilità di servizio. Le linee gialle e verdi la viabilità esistente.

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 7 di 46	

2 MODELLO GEOLOGICO

2.1 Contesto geologico dell'area vasta

Nella zonizzazione tettono-metamorfica del segmento sardo della catena ercinica, l'areale di intervento ricade nell'ambito del Complesso metamorfico in facies anfibolitica della Sardegna nord-orientale, che separa il settore gallurese a predominanza delle facies intrusive granitoidi dalla zona a falde interne dell'edificio collisionale a sua volta sovrascorsa sull'edificio a falde esterne SSW vergente.

Questo insieme di facies litologiche, verso nord è separato dal complesso migmatitico ercinico in virtù cosiddetta "Linea Posada-Asinara" interpretata dagli Autori come una zona di sutura che conserva le tracce dell'antico oceano andato in subduzione che separava i continenti di "Armorica" e di "Gondwana", e successivo impilamento crostale in diverse unità tettoniche nel Carbonifero medio.

Trattandosi di rocce caratterizzate da un medio-alto grado di metamorfismo regionale, polideformate ed intensamente strutturate (talora milonitizzate) nel corso dello sviluppo dell'orogenesi ercinica, l'originaria genesi dei protoliti del Complesso metamorfico in facies anfibolitica è riconoscibile esclusivamente dalla composizione mineralogica.

Nell'area in studio predominano gli Ortogneiss di Lodè-Mamone **[ONE]**, riconducibili a originarie rocce intrusive a chimismo granodioritico di età Ordoviciano, intercalate da litofacies aplo-pegmatitiche quarzoso feldspatiche **[ONEa]**.

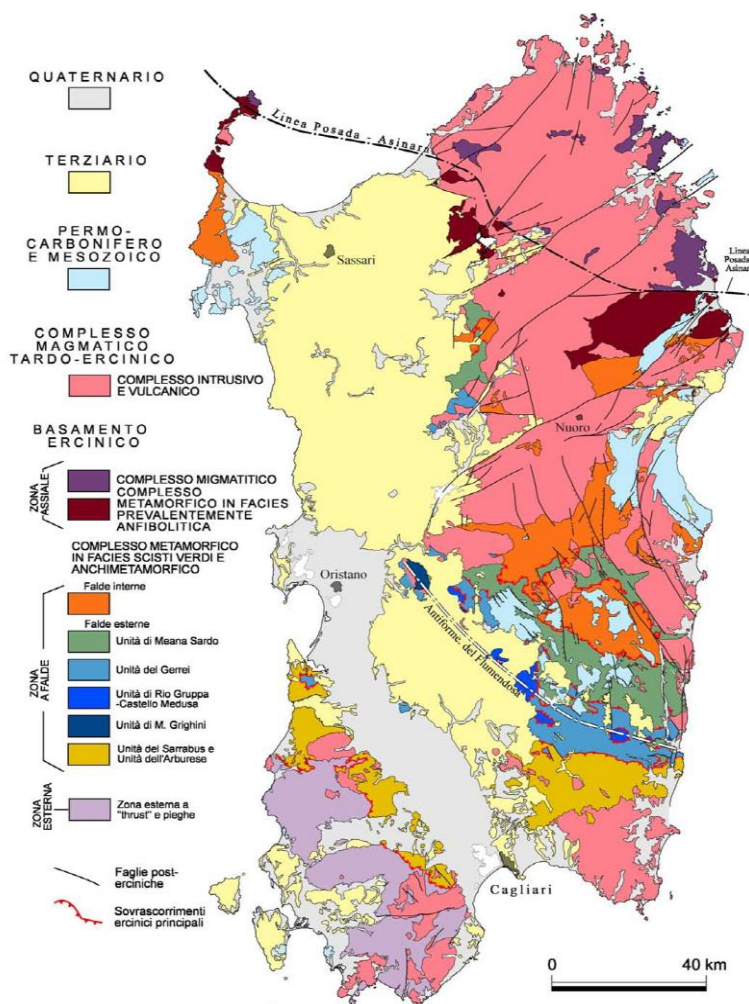



Figura 2.1 – Principali elementi strutturali del basamento ercinico sardo (estratto da "Guida all'escursione nel Basamento ercinico della Sardegna centro meridionale", a cura di A. Funedda e P. Conti, 2011)

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)	OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 8 di 46

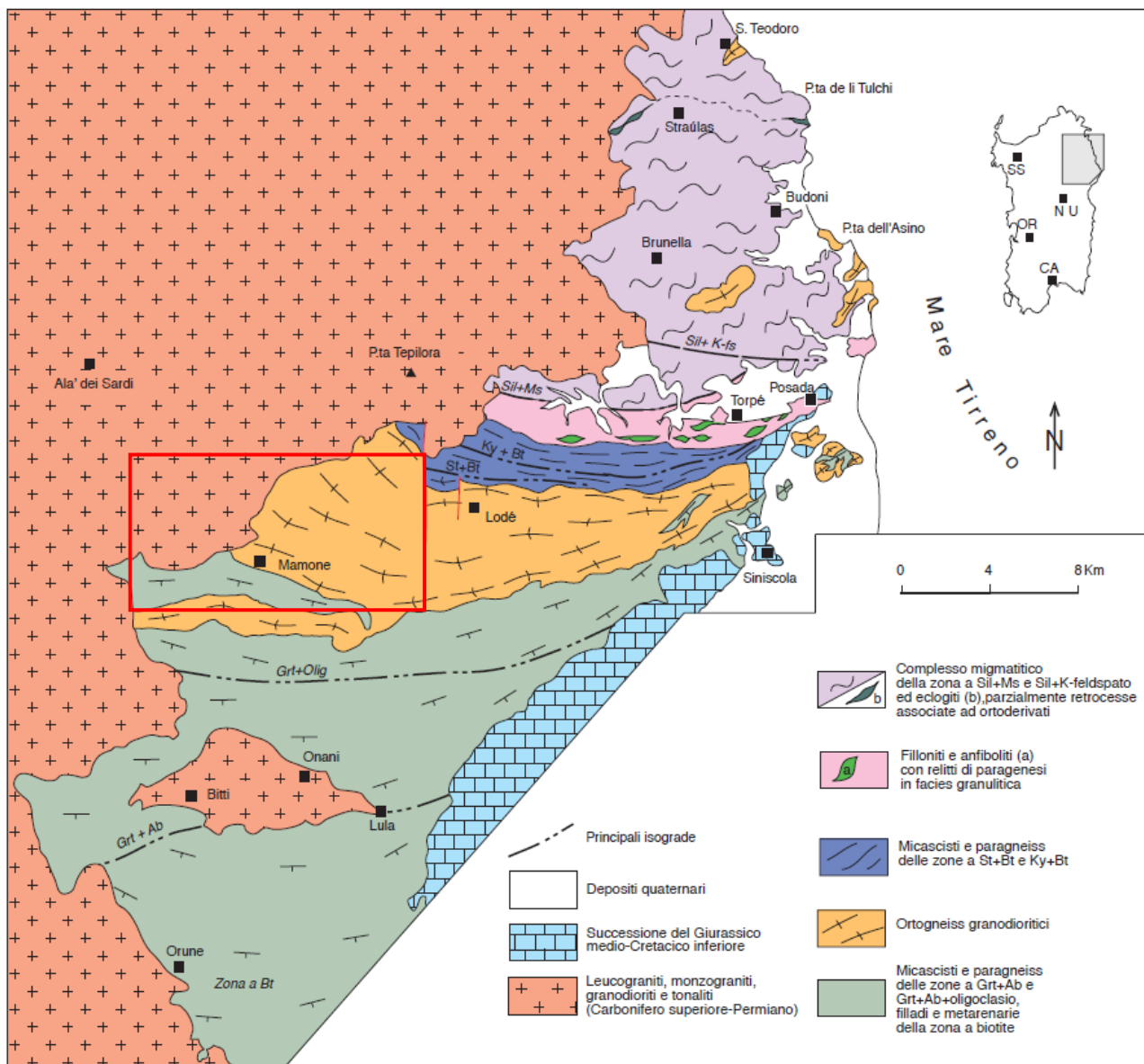




Figura 2.2
 Carta schematica del Basamento metamorfico della Sardegna nord-orientale (da Elter et alii, 1986).

Gli ortogneiss sono attraversati, secondo una direzione strutturale circa E-W, da micaschisti [mi] di età incerta verosimilmente costituenti un lembo della originaria copertura paleozoica (o precambriana?) di genesi sedimentaria intrappolata nel corso della collisione.

Come nel caso degli ortogneiss, anche i micaschisti risultano intensamente strutturati tanto da aver perso qualsiasi riferimento sia della originaria stratificazione sia delle prime fasi deformative.

Si ritiene che la messa in posto di queste rocce sia da mettere in relazione con il collasso gravitativo del cuneo orogenico così realizzato, con risalita dei nuclei metamorfici più profondi.

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 9 di 46



Sia gli ortogneiss che i micascisti presentano particolari tessiture caratterizzate da bandature varicolori e foliazione metamorfica che nei primi è data da un'alternanza di sottili letti ricchi in minerali lamellari (miche e cloriti) con altri formati in genere da minerali granulari sialici (quarzo con uno o più feldspati). Anche la fissilità dei micascisti è molto marcata e la presenza di grossi cristalli di quarzo produce una tessitura scistosa occhiadina.

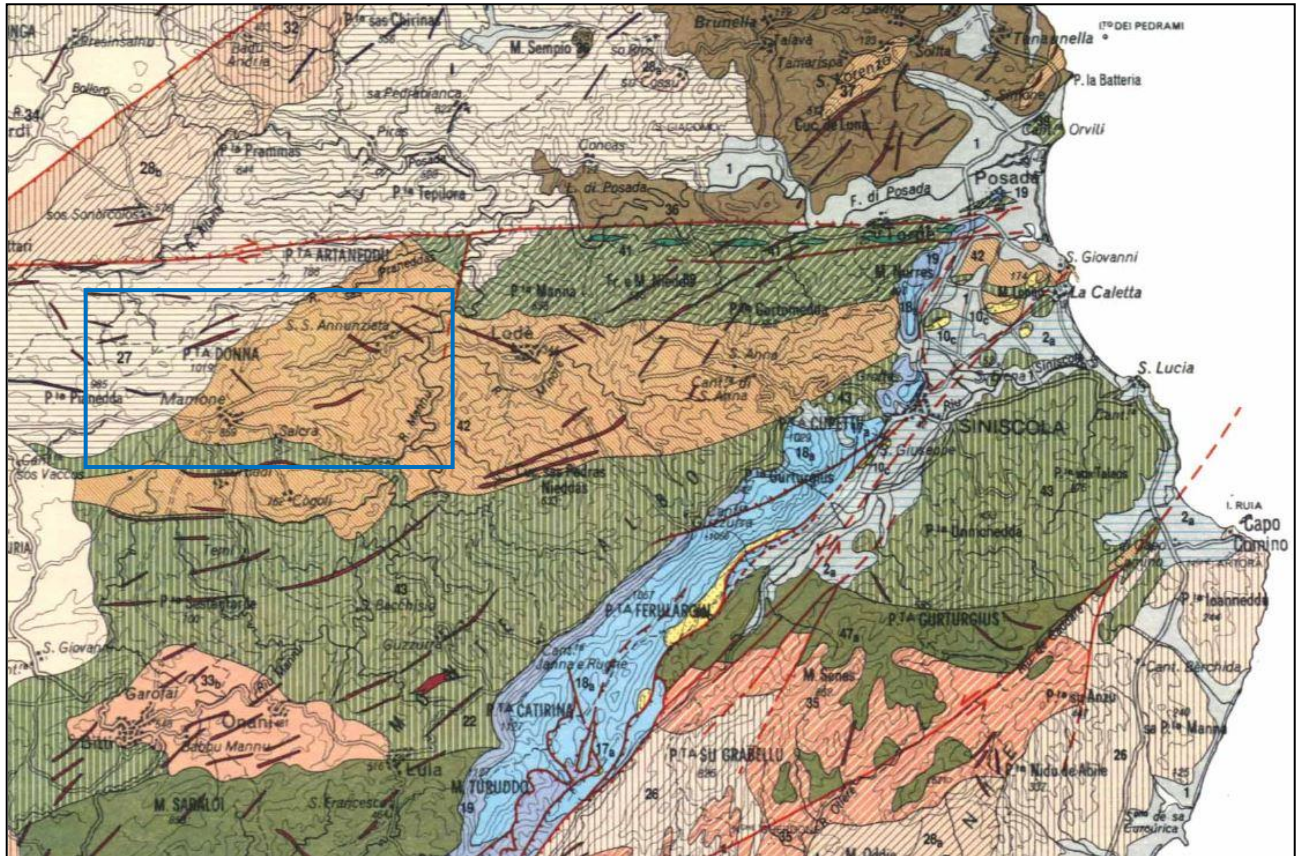
Oltre alla strutturazione ercinica precedentemente descritta, nel corso del Carbonifero medio e sino al Permiano inferiore, il basamento metamorfico del settore di intervento viene interessato dalla messa in posto di numerose intrusioni di magmi ad affinità calcalcalina ma con differente composizione mineralogica che hanno originato un potente complesso granitoide noto come "Batolite sardo-corso".

L'iniezione dei magmi calcalcalini è contemporanea alla formazione di bacini molassici continentali del Carbonifero superiore (Westfaliano) ed al vulcanismo tardo-paleozoico, maggiormente diffuso nella Sardegna centrale. Nell'area che ospiterà l'opera in progetto, le rocce granitoidi sono rappresentate essenzialmente dall'Unità intrusiva di Sos Canales [**OSCc**], costituita da leucograniti a granato (Facies di Loelle) che si appoggiano, secondo una linea di contatto NE-SW, al complesso metamorfico in facies anfibolitica descritto in precedenza ed accompagnati da un corredo tardo ercinico di corpi filoniani a chimismo soprattutto acido [**fq**] connesso con il collasso della catena ercinica.

Con la fine dell'orogenesi ercinica, a partire dal Permiano medio-superiore sino al Giurassico inferiore, la nuova catena montuosa subisce un'imponente fase di rimodellamento morfologico in ambiente continentale capace di dar luogo ad un vasto peneplano che, nella Sardegna nord-orientale, solo durante il Giurassico medio venne interessato da una diffusa sedimentazione marina. L'ingresso del mare, seppure in modo discontinuo, proseguì sino alla fine dell'era mesozoica, favorendo la deposizione di una potente successione di sedimenti carbonatici attualmente osservabili nel settore centrale (Sarcidano, Barbagie) e centro orientale (Ogliastra, Supramonte e Baronia) della Sardegna.

In prossimità del settore di intervento, le più vicine testimonianze della copertura mesozoica si rinvencono a circa 15 km ad E e SE con la lunga dorsale carbonatica che culmina, in direzione NE nel territorio di Posada. Le uniche coperture post-paleozoiche risultano afferenti al Quaternario recente e sono rappresentate dalla coltre detritica di genesi eluvio-colluviale [**b2**] che ricopre, in modo discontinuo, pendii e fondovali ampi ed i depositi alluvionali delle principali aste torrentizie [**b**].

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)	 think energy	OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 10 di 46	



DEPOSITI QUATERNARI

- 1 Ghiaie, sabbie, limi e argille dei depositi alluvionali, colluviali, eolici e litorali (Olocene).
- 2a Conglomerati, sabbie, argille più o meno compattate, in terrazzi e conoidi alluvionali (Pleistocene).

DEPOSITI CONTINENTALI E SUCCESSIONI MARINA OLIGOMICENICI

- 10c Conglomerati poligenici continentali, arenarie e calcareniti con Nummuliti rimaneggiati (Oligocene superiore - Aquitaniense).

SUCCESSIONI MARINE E TRANSIZIONALI DEL TRIAS MEDIO - CRETACICO INFERIORE DELLA SARDEGNA ORIENTALE

- 17a Depositi carbonatici di piattaforma costituiti da calcari bioclastici e marnosi, calcari oolitici, selciosi (Facies Urgoniana) e alla base marne e calcari marnosi paralic (Facies Purbekiana) (Berriasiano - Albiano inferiore).
- 18a Depositi carbonatici di piattaforma (F.ne di Monte Bardia); calcari bioclastici, calcari oolitici e micritici, talora selciosi, da litorali a circa litorali (F.ne di Monte Tului) (Dogger - Malm).
- 19 Dolomie, dolomie arenacee, calcari dolomitici da litorali a circolitorali fossiliferi (F.ne di Dorgali); arenarie quarzose, siltiti e argille fluvio-deltizie con livelli lignitiferi e con resti di piante (F.ne di Genna Seloe).

COMPLESSO VULCANICO DEL CARBONIFERO SUPERIORE - PERMIANO

- 22 Rioliti e riocaditi in espandimenti ignimbritici e colate, porfidi in ammassi subvulcanici, lave, brecce andesitiche e subordinati espandimenti dacitici.

COMPLESSO FILONIANO DEL CARBONIFERO SUPERIORE - PERMIANO

- 23 Principali filoni di porfidi granitici e ammassi di micrograniti; principali filoni aplitici e pegmatitici.
- 25 Principali corpi filoniani a composizione prevalentemente basaltica.

COMPLESSO PLUTONICO DEL CARBONIFERO SUPERIORE - PERMIANO

- 26 Leucograniti equigranulari
- 27 Leucograniti a granato
- 33b Tonaliti
- 34 Granodioriti a cordierite



COMPLESSO MIGMATITICO ERCINICO

- 36 Migmatiti leucocratiche, nebuliti, agmatiti, gneiss, talora con lenti a silicato di calcio (Precambriano ? - Ordoviciano superiore?).
- 39 Paragneiss, micascisti e quarziti in facies anfibolitica di pressione intermedia, diffuse miloniti di grado metamorfico variabile tra la facies anfibolitica e quella degli scisti verdi (Precambriano?).
- 41 Anfiboliti con relitti di paracenesi eclogitica (Precambriano?).
- 43 Micascisti e paragneiss (Paleozoico).

COMPLESSO METAMORFICO ERCINICO IN FACIES SCISTI VERDI E ANCHIMETAMORFICO - FALDE INTERNE

- 47a Metarenarie e filladi a biotite (Paleozoico).

Figura 2.3 – Inquadramento geologico del settore (fuori scala). Stralcio dalla Carta Geologica della Sardegna in scala 1:200.000 a cura del Comitato per il coordinamento della Cartografia Geologica e Geotematica della Sardegna

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 11 di 46	

2.2 Aspetti tettonici e strutturali

All'interno del basamento di medio grado metamorfico, l'aspetto tettonico-strutturale ercinico di maggior rilievo del settore è dato dall'Antiforme di Lodè-Mamone che rappresenta una piega a scala plurichilometrica, con immersione assiale verso SE. Tale mega-struttura, estesa per una trentina di chilometri dalla costa (settore Posada/La Caletta) fino alla zona di Mamone, è costituita da ortoderivati acidi (orto-gneiss granodioritici e augen gneiss a composizione granitica) interrotti al loro interno da due sottili fasce di micascisti che costituiscono due sinformi ad andamento circa E-W, la maggiore delle quali è estesa tra Mamone ed il Rio Mannu.

Le maggiori evidenze osservabili alla scala dell'affioramento riguardano la foliazione definita nel corso della penultima fase deformativa (D3) che oblitera le strutture precedenti con una giacitura moderatamente inclinata verso SE.

Escludendo gli effetti locali della blanda tettonica tardo mesozoica, ulteriori evidenze strutturali sono da riferire all'era Terziaria in quanto il settore di interesse viene coinvolto più o meno direttamente dalle vicende legate all'evoluzione geodinamica del Mediterraneo occidentale che hanno portato al distacco del blocco sardo-corso dal margine continentale sud-europeo ed alla sua rotazione in senso antiorario sino all'attuale posizione.

Gli eventi di maggiore interesse, limitatamente all'Oligocene superiore-Miocene, hanno riguardato l'attivazione di un'importante tettonica trascorrente con diffuso vulcanismo calcoalcalino, la formazione di bacini e fosse tettoniche e la sedimentazione di ambiente marino in ampi settori dell'isola.

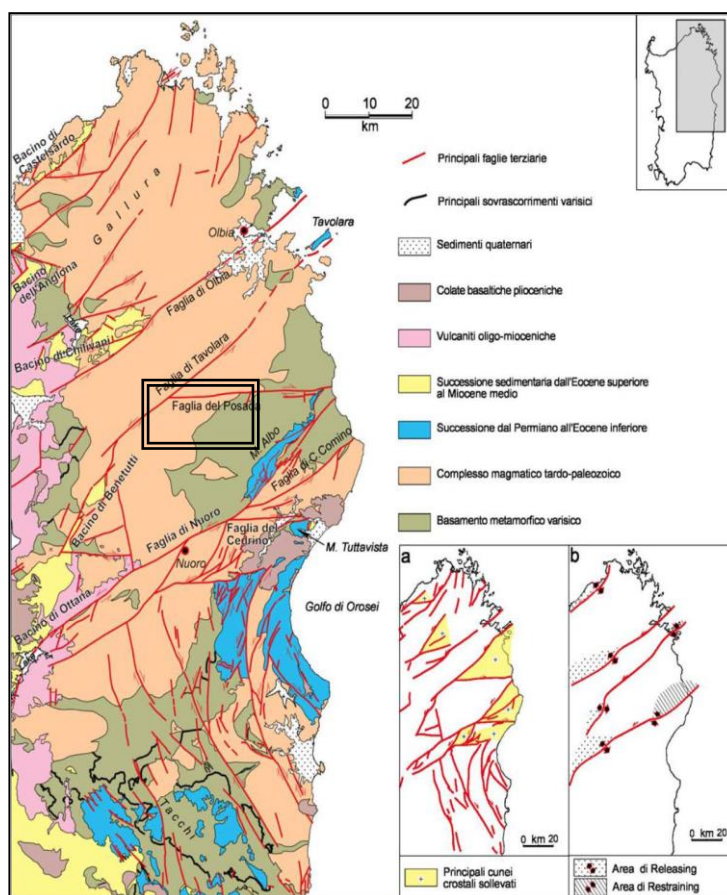




Figura 2.4 – Schema tettonico strutturale della Sardegna centro e nord orientale che evidenzia le principali linee trascorrenti terziarie (da Oggiano et alii, 2009).

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 12 di 46	

La Barbagia settentrionale, pur subendo un assestamento morfo-strutturale importante (il settore si trova compreso tra la Faglia di Posada, a carattere trascorrente destro, e la trascorrente sinistra del Cedrino/Nuoro rimanendo un alto strutturale) in virtù dell'attivazione di faglie ad orientamento variabile da N-S a NE-SW sino a E-W con rigetti soprattutto orizzontali, non verrà comunque coinvolto in episodi di nuova sedimentazione marina come del resto anche nel corso della fase tettonica estensionale tardo terziaria che porterà poi nel Pliocene alla formazione della fossa tettonica del Campidano. A quest'ultimo evento è invece da mettere in relazione un ulteriore riassetamento morfostrutturale e di ringiovanimento orografico dovuto a numerose faglie dirette orientate NNW-SSE che ribassano a gradinata tutta la successione mesozoica e terziaria verso SW predisponendo la nuova morfologia all'azione erosiva della nuova rete di drenaggio delle acque superficiali. Nel corso del Quaternario infatti il settore viene interessato esclusivamente dai fenomeni di rimodellamento indotti dalle variazioni del livello del mare dovute all'alternanza delle fasi glaciali e interglaciali del Pleistocene senza ulteriore strutturazione tettonica di rilievo.

2.3 Assetto litostratigrafico locale



Rispetto al contesto geologico e stratigrafico del settore, caratterizzato da elevata complessità tettonico-strutturale, l'assetto geologico e litostratigrafico dell'area di intervento risulta molto più semplificato in quanto si limita di fatto a poche tipologie di rocce e di conseguenza ad ampi settori monolitologici dai caratteri molto omogenei. Tali litologie rappresentano il substrato su cui poggia buona parte della locale viabilità di penetrazione agraria e interpodereale e sulla quale andranno posti i cavidotti e le fondazioni dei quindici aerogeneratori.

L'ubicazione di questi ultimi infatti segue grossomodo la linea di contatto tra le rocce leucogranitiche dell'UNITÀ INTRUSIVA DI SOS CANALES [Facies Loelle – **OSCc**] e l'ORTOGNEISS GRANODIORITICO DI LODÈ-MAMONE [**ONE**] la cui continuità è interrotta solo dai suoi differenziati leucocratici [**ONEa**] e dai micascisti [**mi**] del settore a sud e ovest di Mamone.

Il settore di intervento si caratterizza anche per la presenza di una coltre detritica olocenica di genesi eluvio-colluviale [**b2**] e alluvio-colluviale [**b**] talora significativa, non correttamente evidenziata nella cartografia geologica ufficiale rispetto alla sua reale estensione. Accanto a diffusi affioramenti rocciosi sono infatti presenti anche depositi detritici di pendio e di fondovalle utilizzati per attività agricole, come risulta evidente dalle immagini satellitari mostrandoci ampie coltivazioni a seminativo.

Di seguito viene descritta sinteticamente la stratigrafia del settore, a partire dalle unità litostratigrafiche più recenti con riferimento alla simbologia ufficiale della cartografia geologica:

- b** Depositi alluvionali e alluvio colluviali (Olocene).
- b2** Depositi eluvio-colluviali (Olocene).
- fq** Filoni idrotermali a prevalente quarzo, spesso mineralizzati a barite e fluorite (Carbonifero superiore – Permiano).

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 13 di 46	

- OSCc** Unità Intrusiva di Sos Canales (Facies Loelle) - Leucograniti a granato (Carbonifero superiore – Permiano).
- ONEa** Litofacies negli Ortogneiss di Lodè-Mamone - Meta-aplopegmatiti quarzoso-feldspatiche (Ordoviciano medio).
- ONE** Ortogneiss di Lodè-Mamone - Ortogneiss granodioritici grigi a grana media (Ordoviciano medio).
- mi** Micascisti prevalenti (Precambriano? - Paleozoico?).

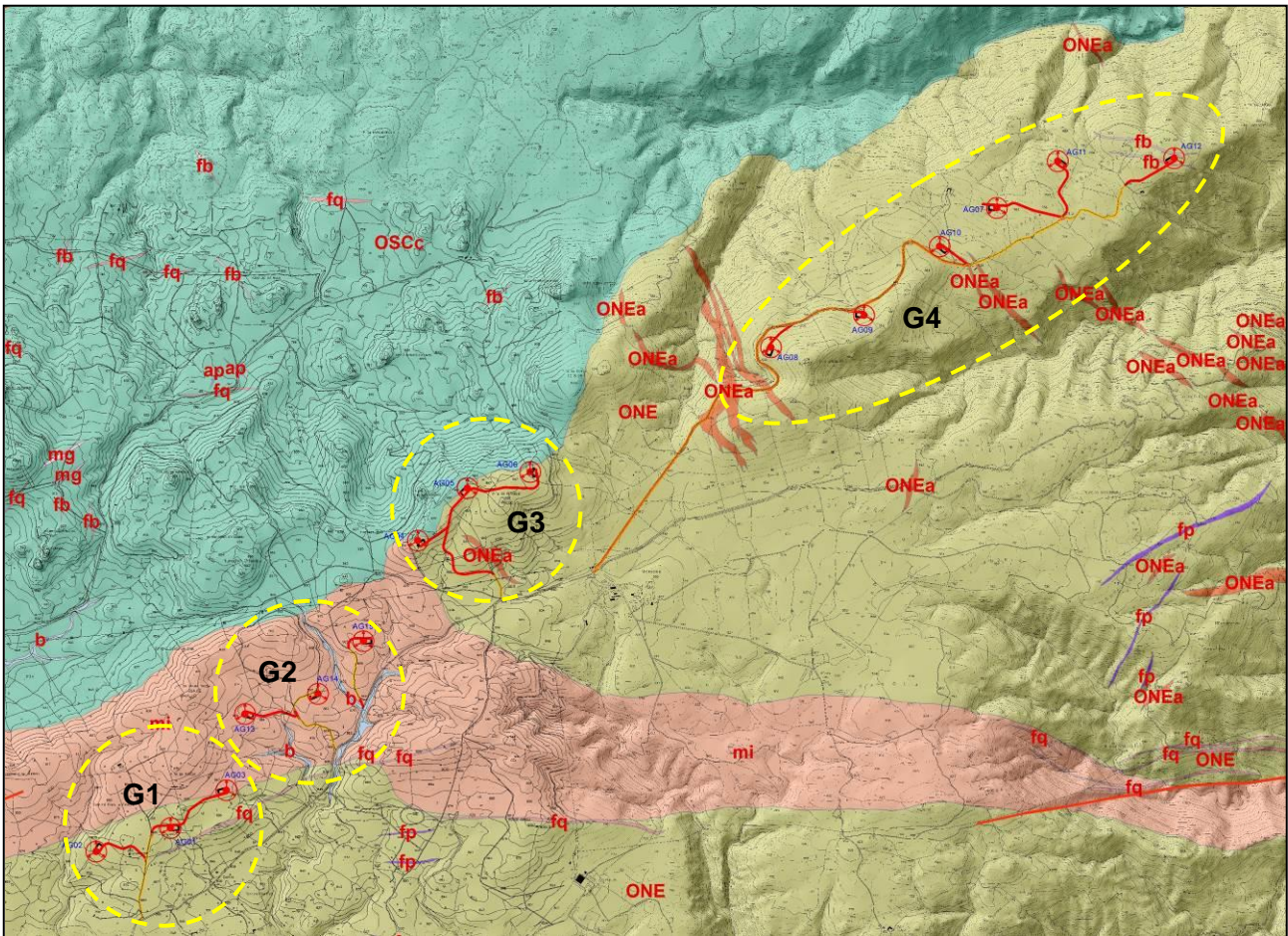




Figura 2.5 – Assetto geologico-stratigrafico dell'area di intervento (perimetro in azzurro) con individuazione dei quattro cluster di aerogeneratori (G1, G2, G3 e G4)

Fonte della cartografia: <http://www.sardegnameoportale.it/webgis2/sardegnameo/?map>.

- b** Depositi alluvionali e alluvio colluviali (Olocene).
- b2** Depositi eluvio colluviali (Olocene).
- fq** Filoni idrotermali a prevalente quarzo, spesso mineralizzati a barite e fluorite (Carbonifero superiore – Permiano)
- OSCc** Unità Intrusiva di Sos Canales (Facies Loelle) - Leucograniti a granato (Carbonifero superiore – Permiano).
- ONEa** Litofacies negli Ortogneiss di Lodè-Mamone - Meta-aplopegmatiti quarzoso-feldspatiche (Ordoviciano medio).
- ONE** Ortogneiss di Lodè-Mamone - Ortogneiss granodioritici grigi, a grana media (Ordoviciano medio).
- mi** Micascisti prevalenti (Precambriano? - Paleozoico?).

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 14 di 46	

Con riferimento alla distribuzione degli aerogeneratori in quattro gruppi (G1, G2, G3 e G4) riportata in Figura 2.5 e poiché lo sviluppo in lunghezza dell'impianto risulta di circa 10 km, per chiarezza si descriveranno gli aspetti geologici e stratigrafici di ciascun sub-settore di intervento, al fine di evidenziare eventuali criticità in grado di interferire negativamente con la realizzazione delle opere e proporre soluzioni progettuali adeguate.

2.3.1 Settore G1 (Area 1)

I tre aerogeneratori (AG01, AG02 e AG03) saranno realizzati nel versante sud e sud-ovest di Punta Sa Turilia, facente parte di una dorsale morfologica che vede in Sa Yanna Bassa la quota maggiore (954,85 m s.l.m.m.), tra le località Porto Luarre e Pessicchili.

Coerentemente con la cartografia geologica in Figura 2.6, le unità litologiche direttamente interessate dalle opere (aerogeneratori e nuova viabilità di servizio) sono le seguenti:

b Depositi alluvionali e alluvio colluviali

ONE Ortogneiss di Lodè-Mamone



mi Micascisti prevalenti

Gli aerogeneratori AG01 e AG02 hanno come substrato sulle rocce appartenenti all'Ortogneiss di Lodè-Mamone [**ONE**] mentre AG03 poggia in prevalenza sui micascisti [**mi**], che danno corpo alle zone a quota più elevata. Le rocce appartenenti all'Ortogneiss di Lodè-Mamone [**ONE**] costituiscono anche il substrato sul quale si svilupperà la nuova viabilità di servizio per il collegamento tra i siti di installazione a partire dalla viabilità esistente e per la posa dei cavidotti, con ottimali caratteristiche di portanza e stabilità.

In entrambi i casi si tratta di rocce compatte e finemente foliate con proprietà litotecniche elevate una volta superato lo spessore submetrico di alterazione corticale, che verranno meglio definite in fase di progettazione definitiva mediante specifiche indagini.

Nonostante la cartografia ufficiale risulti carente nella rappresentazione dei depositi di copertura del substrato roccioso e sebbene siano presenti ampi areali con roccia affiorante o sub affiorante, nella realtà dei luoghi è inequivocabile la presenza di una coltre eluvio-colluviale a granulometria sabbioso-limosa con talora abbondante scheletro clastico monogenico il cui spessore generalmente non supera i 0,50 m, confermata dalle numerose attività agricole del settore per la produzione di foraggiere.

Si ritiene che il passaggio tra la coltre eluvio-colluviale e il sottostante substrato roccioso alterato e detensionato possa avvenire con gradualità. L'assetto geologico descritto determina anche ottimali condizioni di stabilità gravitativa dei luoghi. In virtù delle modeste pendenze dei tratti di pendio coinvolti non si prevedono particolari problemi di stabilità in fase di realizzazione degli sbancamenti sia per la posa delle opere fondali sia per la realizzazione della nuova viabilità, se non quelli strettamente legati alle altezze dei fronti e alle caratteristiche litotecniche locali dell'ammasso.

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 15 di 46	

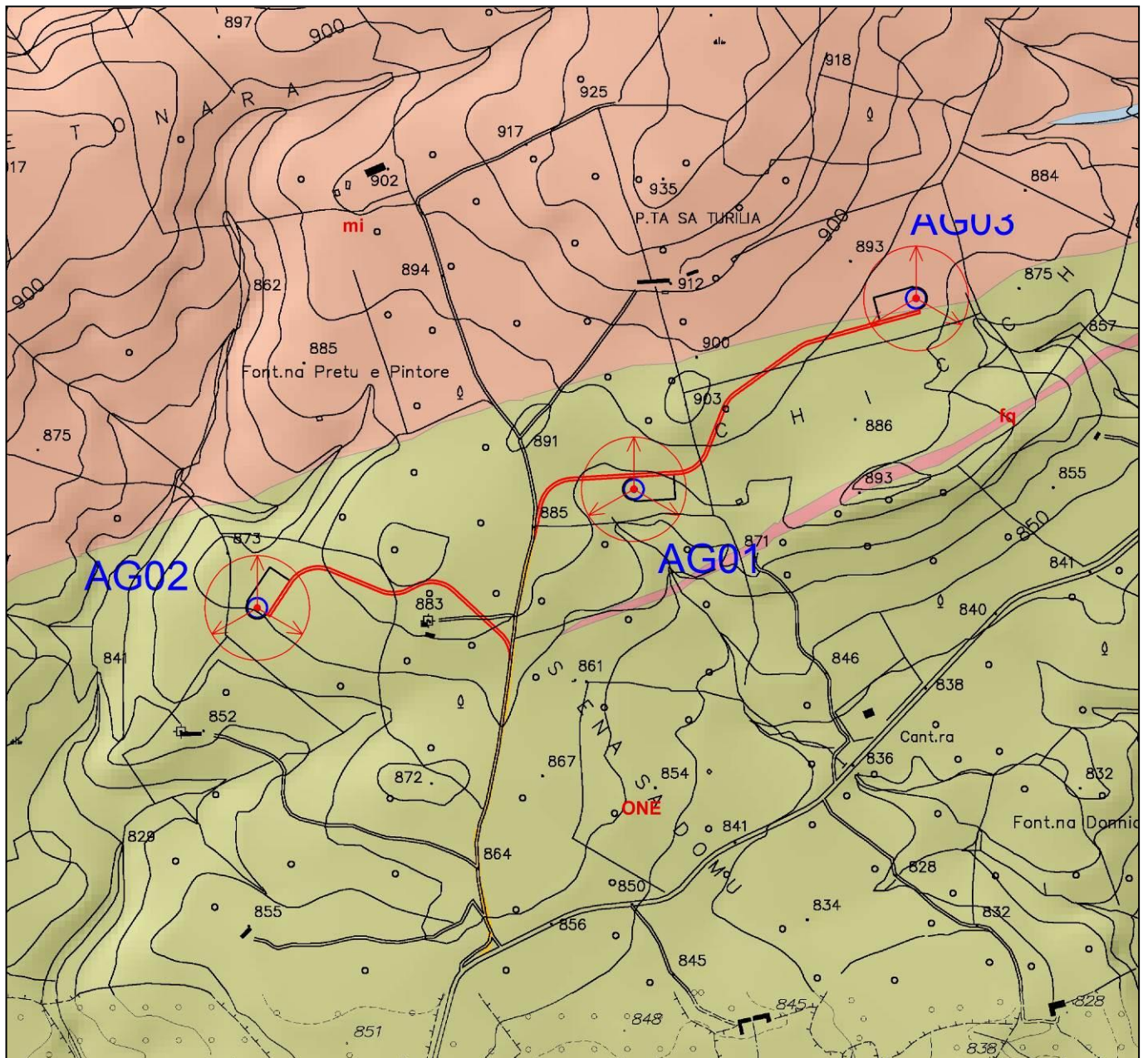




Figura 2.6 – Assetto geologico-stratigrafico del Settore G1 (cluster SW) di intervento con individuazione dei tre aerogeneratori (AG01, AG02 e AG03). In rosso la nuova viabilità.
 Fonte della cartografia: <http://www.sardegnameoportale.it/webgis2/sardegnameo/?map>.

- b** Depositi alluvionali e alluvio colluviali (Olocene).
- fq** Filoni idrotermali a prevalente quarzo, spesso mineralizzati a barite e fluorite (Carbonifero superiore – Permiano)
- ONE** Ortogneiss di Lodè-Mamone - Ortogneiss granodioritici grigi, a grana media (Ordoviciano medio).
- mi** Micascisti prevalenti (Precambriano? - Paleozoico?).

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 16 di 46	

2.3.2 Settore G2 (Area 2)

I tre aerogeneratori (AG13, AG14 e AG15) saranno realizzati nel versante meridionale della dorsale che vede il rilievo di Sa Yanna Bassa come zona di maggior elevazione (954,85 m s.l.m.m.), formando un allineamento di direzione SW-NE sino alla località Sas Tacculas.

Coerentemente con la cartografia geologica in Figura 2.7, le unità litologiche direttamente interessate dalle opere (aerogeneratori e nuova viabilità di servizio) sono le seguenti:

b/b2 Depositi alluvionali e alluvio colluviali



mi Micascisti prevalenti

Tutti gli aerogeneratori hanno pertanto come substrato i micascisti [**mi**], che danno corpo alle zone a quota più elevata.

Si tratta di rocce compatte e finemente foliate con proprietà litotecniche elevate una volta superato lo spessore submetrico di alterazione corticale, che verranno meglio definite mediante specifiche indagini geognostiche. Tali substrati contrassegneranno anche le tratte di nuova viabilità di collegamento tra i siti di installazione a partire dalla viabilità esistente, con ottimali caratteristiche di portanza e stabilità. Analogamente all'areale coinvolto dal Cluster 1, accanto ad ampi areali con roccia affiorante o subaffiorante sono presenti zone di pendio caratterizzate da una coltre eluvio-colluviale a granulometria sabbioso-limosa con talora abbondante scheletro clastico monogenico il cui spessore generalmente non supera i 0,50 m, confermata dalle numerose attività agricole del settore per la produzione di foraggiere.

Si ritiene che il passaggio tra la coltre eluvio-colluviale e il sottostante substrato roccioso alterato e detensionato possa avvenire con gradualità. L'assetto geologico descritto determina anche ottimali condizioni di stabilità gravitativa dei luoghi.

Le modeste pendenze dei luoghi destinati agli aerogeneratori non prevedono particolari problemi di stabilità in fase di realizzazione degli sbancamenti sia per la posa delle opere fondali sia per la realizzazione della nuova viabilità, se non quelli strettamente legati alle altezze dei fronti e alle caratteristiche litotecniche locali dell'ammasso per la cui definizione si dimanda alla esecuzione della specifica campagna di indagine.

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 17 di 46	

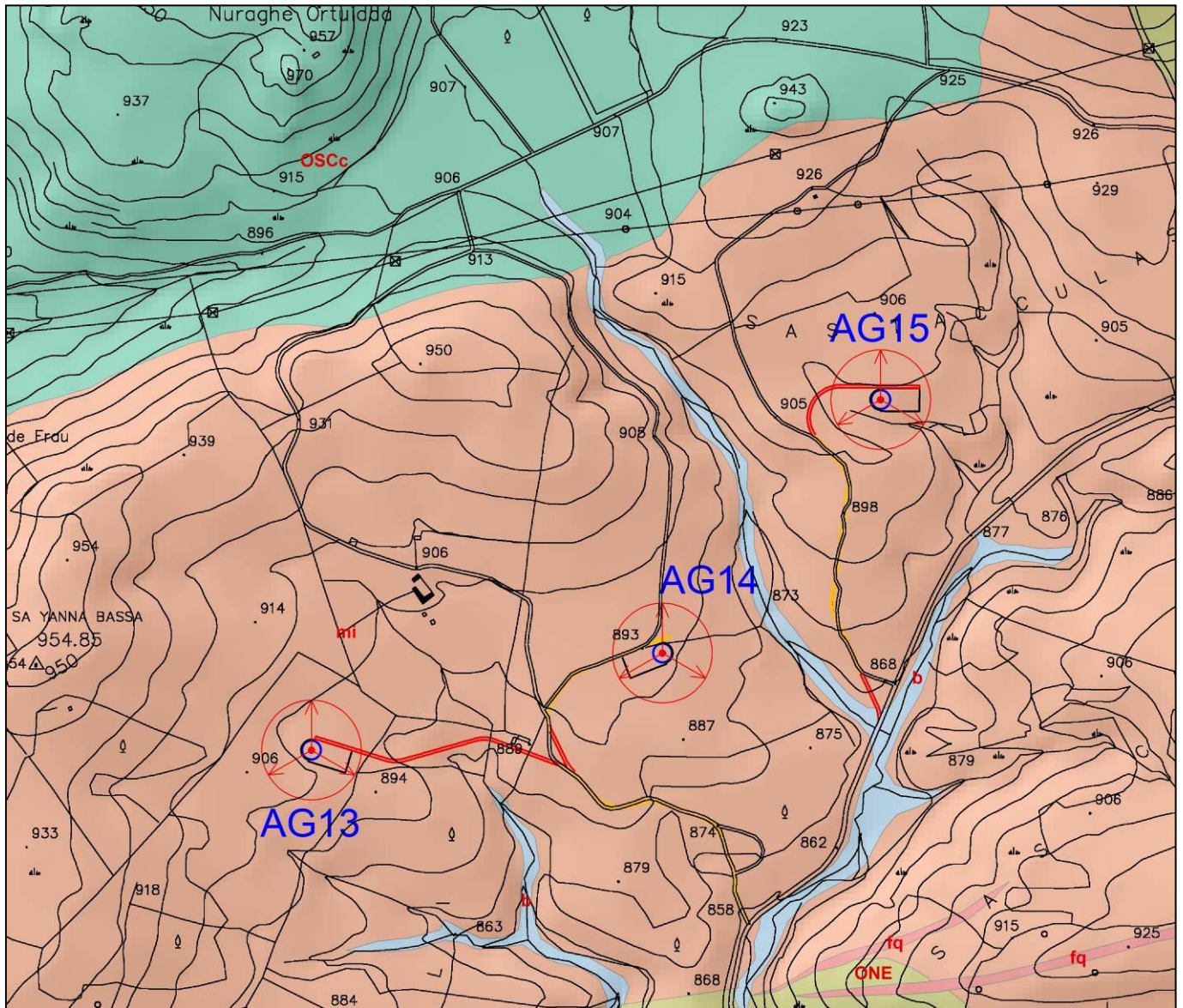




Figura 2.7 – Assetto geologico-stratigrafico del Settore G2 (Cluster 2) di intervento con individuazione dei tre aerogeneratori (AG13, AG14 e AG15). In rosso la nuova viabilità.

Fonte della cartografia: <http://www.sardegnameoportale.it/webgis2/sardegnameo/?map>.

- b2** Depositi eluvio colluviali (Olocene).
- fq** Filoni idrotermali a prevalente quarzo, spesso mineralizzati a barite e fluorite (Carbonifero superiore – Permiano)
- OSCc** Unità Intrusiva di Sos Canales (Facies Loelle) - Leucograniti a granato (Carbonifero superiore – Permiano).
- ONE** Ortogneiss di Lodè-Mamone - Ortogneiss granodioritici grigi, a grana media (Ordoviciano medio)..
- mi** Micascisti prevalenti (Precambriano? - Paleozoico?).

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 18 di 46	

2.3.3 Settore G3 (Area 3)

I tre aerogeneratori (AG04, AG05 e AG06), sono ubicati sulla parte sommitale di una dorsale morfologica che vede in Punta Su Pessiche la quota maggiore (~1000 m s.l.m.).

Coerentemente con la cartografia geologica in Figura 2.8, le unità litologiche direttamente interessate dalle opere (aerogeneratori e nuova viabilità di servizio) sono le seguenti:

b2 Depositi eluvio-colluviali

ONE Ortogneiss di Lodè-Mamone

OSCc Unità Intrusiva di Sos Canales (Facies Loelle) - Leucograniti a granato.



Tutti gli aerogeneratori avranno come substrato di appoggio le rocce appartenenti all'Ortogneiss di Lodè-Mamone, le cui qualità in termini di resistenza al taglio e compressibilità sono da considerarsi ottimali a favore della stabilità nel tempo delle opere, tenendo presente anche la favorevole conformazione morfologica dei luoghi di intervento.

Non è escluso un coinvolgimento del substrato granitico anche in un breve tratto di nuova viabilità di collegamento tra gli aerogeneratori AG04 e AG05. In ogni caso, trattandosi di rocce cristalline, sebbene interessate da fratturazione più o meno fitta e da fenomeni di alterazione \pm intensi, non si prevede alcuna problematica per quanto concerne la loro capacità portante rispetto ai carichi previsti e la stabilità nel tempo delle opere.

Anche in questo caso è verosimile la presenza della coltre detritica eluvio-colluviale a granulometria prevalentemente sabbiosa, anche grossolana, il cui spessore non dovrebbe superare i 0,50 m.

Come già evidenziato per i settori G1 e G2, si ritiene che il passaggio tra la coltre eluvio-colluviale ed il sottostante substrato roccioso alterato e detensionato (si stima uno spessore di alterazione compreso tra 0,50 m e 1,00 m) possa avvenire con gradualità.

La posizione morfologica sommitale dei tre aerogeneratori consente di ritenere pressoché nulla l'attività morfodinamica locale sia per quanto concerne fenomeni gravitativi sia per quanto riguarda le acque di ruscellamento superficiale, concentrato e/o diffuso. Non si prevedono condizioni di instabilità geomorfologica in fase realizzativa degli sbancamenti sia per la realizzazione della nuova viabilità sia per la posa delle opere fondali a meno di particolari condizioni dell'ammasso roccioso al momento non prevedibili.

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 19 di 46	

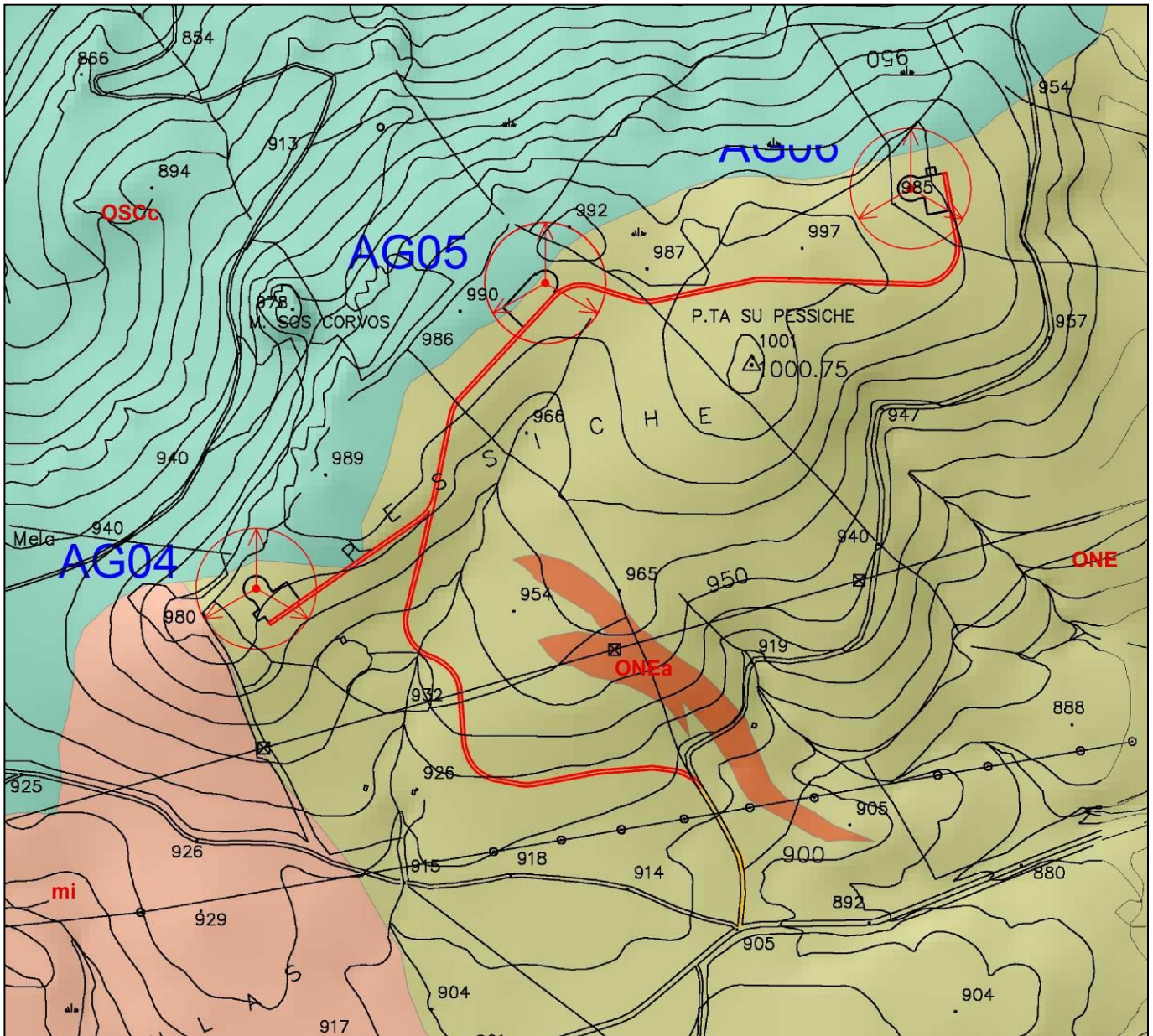


Figura 2.8 – Assetto geologico-stratigrafico del Settore G3 (Cluster 3) di intervento con individuazione dei tre aerogeneratori (AG04, AG05 e AG06). In rosso la nuova viabilità.

Fonte della cartografia: <http://www.sardegnameoportale.it/webgis2/sardegnameo/?map>.



b2 Depositi eluvio colluviali (Olocene).

OSCc Unità Intrusiva di Sos Canales (Facies Loelle) - Leucograniti a granato (Carbonifero superiore – Permiano).

ONE Ortogneiss di Lodè-Mamone - Ortogneiss granodioritici grigi, a grana media (Ordoviciano medio)..

ONEa Ortogneiss di Lodè-Mamone - Ortogneiss granodioritici grigi, a grana media (Ordoviciano medio).

mi Micascisti prevalenti (Precambriano? - Paleozoico?).

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 20 di 46

2.3.4 Settore G4 (Aree 4/5)

Questo settore è il più ampio e comprende sei aerogeneratori, denominati in sequenza, da SW a NE, AG08, AG09, AG10, AG07, AG11 e AG12 e risultano ubicati sia sulla parte sommitale del versante nord e nord est di Punta Martullo (994,37 m s.l.m.m.) che digrada con pendenze da moderate sino a modeste sino alla quota di circa 700 m in zona *Pranu e Chedda* per poi formare pendii più marcati lungo l'incisione del *Rio Sas Pruneddas* e del *Rio dell'Annunziata*.

Ad esclusione dell'aerogeneratore AG12, che risulta su un pianoro, tutti gli altri sono ubicati su pendio ma con modeste pendenze.

Coerentemente con la cartografia geologica in Figura 2.6, le unità litologiche direttamente interessate dalle opere (aerogeneratori e nuova viabilità di servizio) sono le seguenti:

b2 Depositi eluvio-colluviali

ONE Ortogneiss di Lodè-Mamone

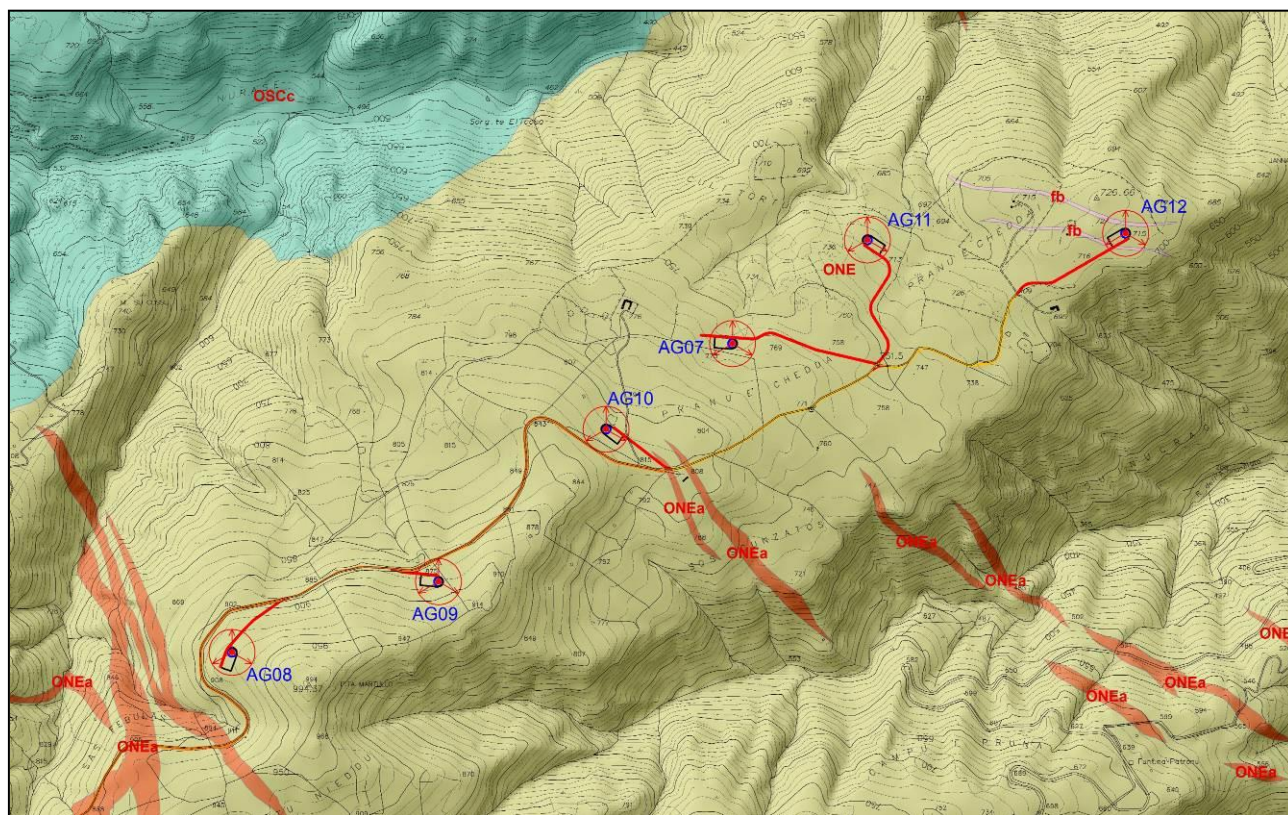


Figura 2.9 – Assetto geologico-stratigrafico del Settore G4 (Cluster 4) di intervento con individuazione dei cinque aerogeneratori (AG08, AG09, AG10, AG07, AG11 e AG12). In rosso la nuova viabilità.



Fonte della cartografia: <http://www.sardegnameoportale.it/webgis2/sardegnameo/?map>.

b2 Depositi eluvio colluviali (Olocene).

OSCc Unità Intrusiva di Sos Canales (Facies Loelle) - Leucograniti a granato (Carbonifero superiore – Permiano).

ONE Ortogneiss di Lodè-Mamone - Ortogneiss granodioritici grigi, a grana media (Ordoviciano medio)

ONEa Ortogneiss di Lodè-Mamone - Ortogneiss granodioritici grigi, a grana media (Ordoviciano medio).

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 21 di 46	

In questo cluster domina pertanto un unico substrato roccioso formato dalle rocce scistose/foliate dell'Ortogneiss di Lodè-Mamone, interessate da una fascia di alterazione e detensionamento corticale variabile tra i 0,50 m e 1,00 m di spessore.

Sia gli scavi di fondazione sia quelli per le tratte di nuova viabilità che si diparte dall'attuale tracciato di penetrazione agraria, interagiranno con rocce di consistenza molto elevata e di qualità sostanzialmente ottimale una volta superato lo spessore sub metrico "decoeso", per garantire stabilità nel tempo alle opere. Sulla base della conformazione topografica dei luoghi e delle attuali conoscenze non si prevede infatti alcuna interazione tra gli aerogeneratori e le dinamiche morfologiche e idrauliche al contorno.

2.3.5 Stazione elettrica



A completamento dell'analisi, un'ulteriore facies litologica sinora non considerata si riscontra nel settore nel quale è prevista la realizzazione della stazione elettrica, in posizione abbastanza distante rispetto all'impianto eolico a qualche chilometro a ESE dell'abitato di Buddusò. Si tratta in questo caso dell'Unità Intrusiva di Buddusò (**BUDb** - Facies Santa Reparata) composta da rocce granitoidi (monzograniti) equigranulari, a marcata tendenza leucocrata, a grana da media a medio-fine e tessitura orientata afferente al Carbonifero sup. Permiano.

Come per le unità litologiche precedentemente descritte, ci si attende un ottimale comportamento di tale substrato per quanto riguarda la resistenza al taglio e alle deformazioni da carico una volta superato lo spessore di alterazione superficiale.

2.4 Assetto idrogeologico

La prevalenza del substrato roccioso cristallino e metamorfico nel settore di intervento ne condiziona decisamente l'assetto idrogeologico in quanto la porosità del substrato litificato risulta essenzialmente di tipo secondario, dovuta cioè alla sola fratturazione nel caso delle rocce metamorfiche foliate (micascisti ed ortogneiss) e per fratturazione ed alterazione per idrolisi nelle rocce granitoidi. In ogni caso si tratta di una permeabilità molto blanda (e con tempi molto lunghi per la ricarica di eventuali acquiferi sotterranei profondi caratterizzati da portate in genere poco significative).

Dall'analisi effettuata su base cartografica e da letteratura, nel settore al contorno delle zone di intervento le sorgenti alimentate dall'unità idrogeologica metamorfico-cristallina sono limitate a n. 8, di cui n. 4 (Funtana Abbas de Frau, Fontana Mela, Sorgente Elicosa e una senza nome) sono ubicate sul substrato granitoide OSCc, n. 1 (Funtana Pretu e Pintore) nelle rocce metamorfiche afferenti ai micascisti e n. 3 (Funtana Patronu, Funtana Saspiddagliu e Funtana Donnia) entro le rocce ortogneissiche di Mamone-Lodè. Al momento non si hanno dati sulle portate ma si presuppone che esse siano molto basse e a regime stagionale.

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 22 di 46	

Visti gli esili spessori e i caratteri di discontinuità della copertura detritica olocenica, si esclude anche la possibilità di formazione di accumuli idrici di tipo freatico degni di nota se non quelli strettamente legati alla infiltrazione delle acque zenitali in occasione di precipitazioni abbondanti.

Dalle informazioni ricavate si può quindi escludere la presenza di una circolazione idrica sotterranea nell'area di intervento perlomeno alle profondità previste in progetto per la realizzazione delle opere fondali degli aerogeneratori; per cui la realizzazione degli scavi e degli sbancamenti avverrà senza interazione alcuna con flussi idrici interni all'ammasso roccioso.

Non si esclude invece la possibilità di una circolazione idrica più profonda, in particolare entro l'ammasso roccioso granitoide, favorita dai fenomeni di arenizzazione più o meno spinti e da particolari condizioni del reticolo di discontinuità (es: intersezione tra fasce di fratturazione molto fitta o faglie estensionali). Tali falde idriche, intercettabili mediante pozzo trivellato, si ritiene siano di difficile estrazione a causa della ridotta trasmissività degli acquiferi rocciosi.

2.5 Assetto morfologico e idrografico

Lo sviluppo del nuovo impianto degli aerogeneratori avviene lungo una discontinua linea di alti morfologici ben modellati in sommità separati dai fondovalle del locale reticolo di drenaggio a carattere torrentizio appartenente al bacino idrografico del Fiume Posada, in prossimità della linea spartiacque con il Fiume Tirso.

Le incisioni vallive in questione, talvolta ben marcate (ad esempio il *Rio Goddi Trotta Ortosina*, *Rio de Mamone*, *Rio dell'Annunziata* ed il *Rio Sas Praneddas* per citarne alcuni tra i più importanti che vanno poi ad alimentare il *Fiume Posada*), isolano in qualche modo questi quattro segmenti di dorsale allineata strutturalmente secondo SW-NE e che nel tratto relativo al cluster G4 più orientale digrada verso est a formare un locale pianoro (Pranu 'e Chedda).

Fatto salvo questo assetto al contorno, gli areali di intervento (siti di posa degli aerogeneratori e nuova viabilità di collegamento) risultano posizionati quasi sempre nella parte più elevata rispetto alle testate delle vallecole secondarie o in posizione marginale rispetto agli assi di drenaggio facendo sì che non vi sia interferenza alcuna con la locale rete di scorrimento superficiale delle acque ruscellanti. Nonostante le altimetrie montane (variabili tra i 700 m circa di Pranu 'e Chedda ed i 1.019 m di *Punta sa Donna*), dell'esposizione agli agenti idrometeorici estremi e della predisposizione delle litologie metamorfiche all'alterazione nella loro parte corticale con produzione di una coltre detritica discontinua di spessore submetrico, non sono state osservate particolari condizioni morfodinamiche favorevoli allo sviluppo di franosità. Si segnalano solo locali fenomeni di erosione superficiale a solchi come conseguenza di lavorazioni agricole errate (arature a "rittochino") in areali con pendenze moderate e/o elevate.

L'attività morfodinamica più intensa si concentra soprattutto nei pendii che contornano l'alto morfologico interessato dagli interventi, coincidenti con i versanti delle vallecole più incise che sviluppano energie del rilievo importanti a causa delle acclività superiori al 100%.



COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 23 di 46	



Figura 2.9 – Foto aerea dell’ambito morfologico al contorno dell’aerogeneratore AG12 (Settore G4- Aree 4/5) Mentre il sito di imposta dell’impianto risulta sostanzialmente sub pianeggiante, al contorno si osservano i pendii rocciosi molto acclivi che delimitano il sovrastante pianoro. Fonte: Google Earth 2017.

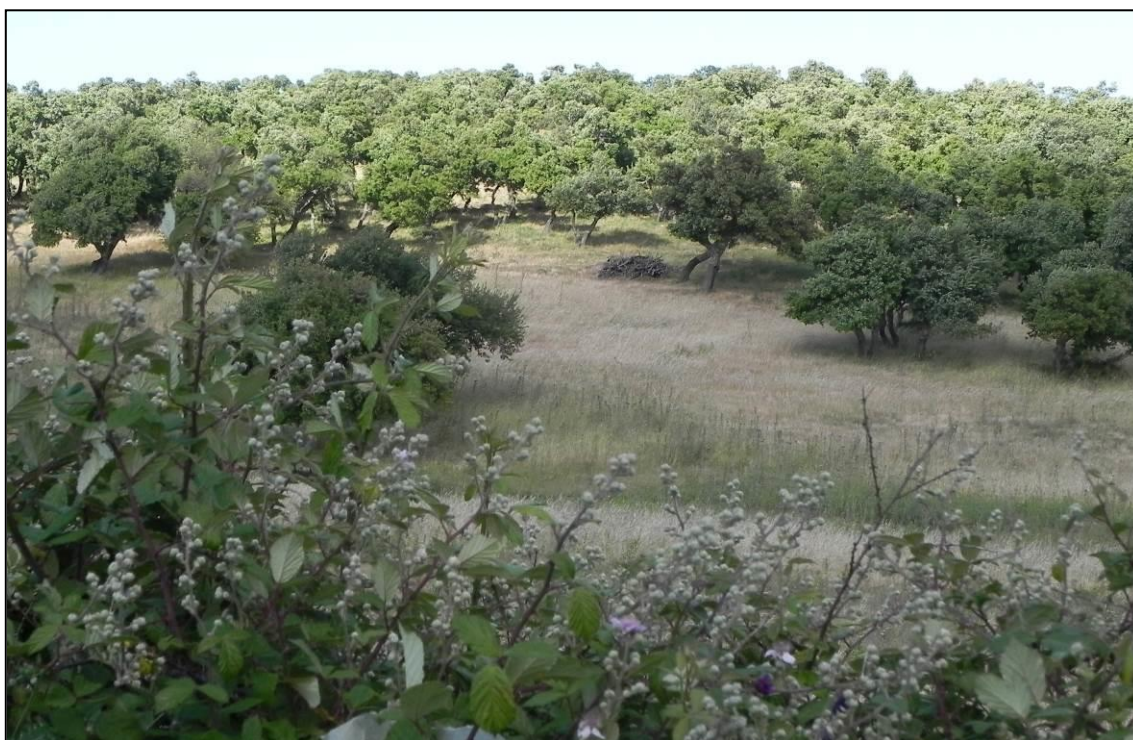


Figura 2.8 – Immagine dell’ambito morfologico al contorno dell’aerogeneratore AG01 (Settore G1- Area 1), in debole pendenza e vegetato da bosco a sughera..



COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 24 di 46	



Figura 2.10 – Immagine dell’ambito morfologico al contorno dell’aerogeneratore AG 14 (Settore G2- Area 2) caratterizzato da lievi pendenze.



Figura 2.11 – Immagine dell’ambito morfologico subpianeggiante al contorno dell’aerogeneratore AG2 (Settore G1- Area 1).





COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 25 di 46	



Figura 2.12 – Immagini dell’ambito morfologico al contorno della cabina elettrica caratterizzato da lievi pendenze.

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 26 di 46	

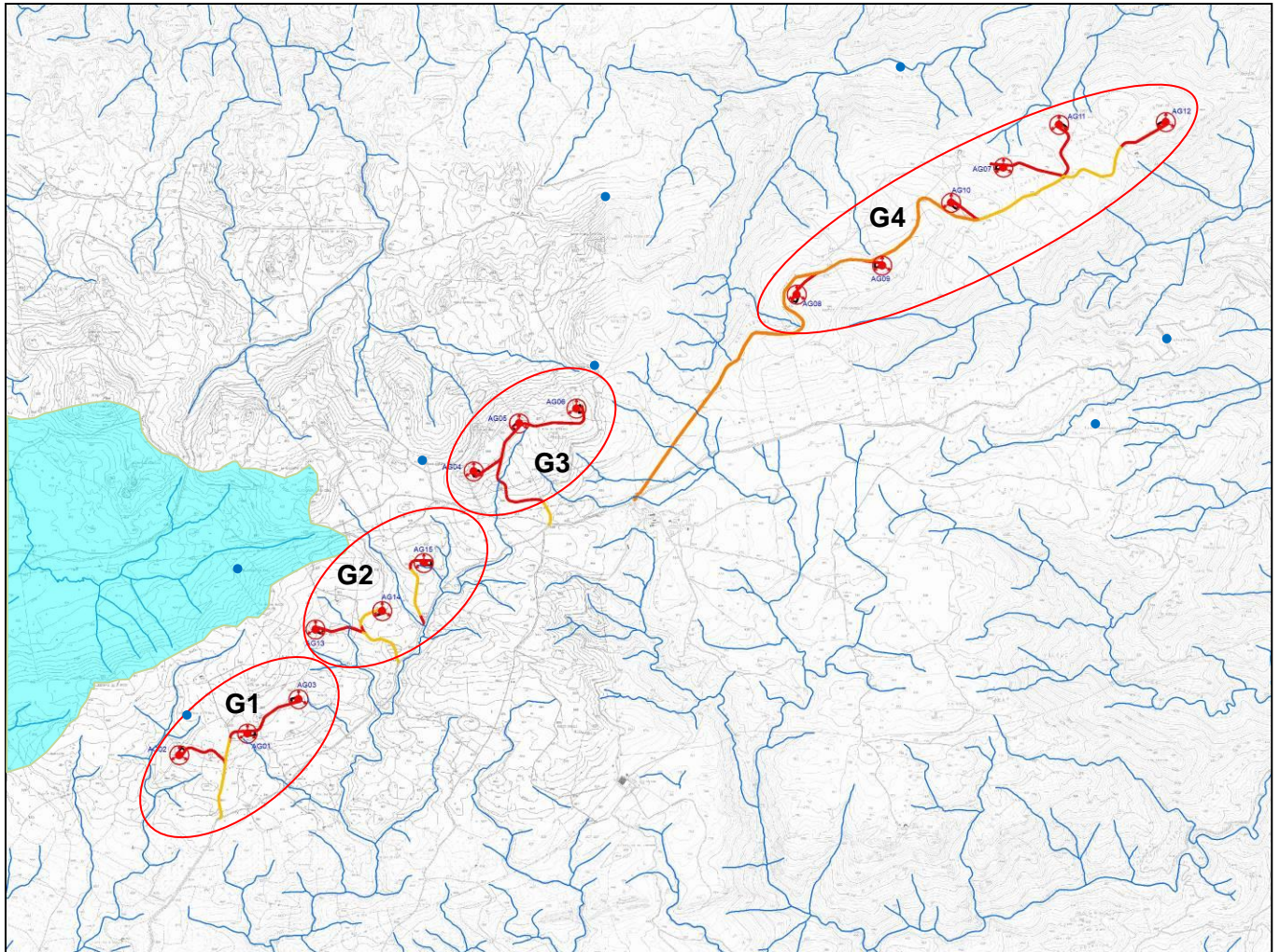


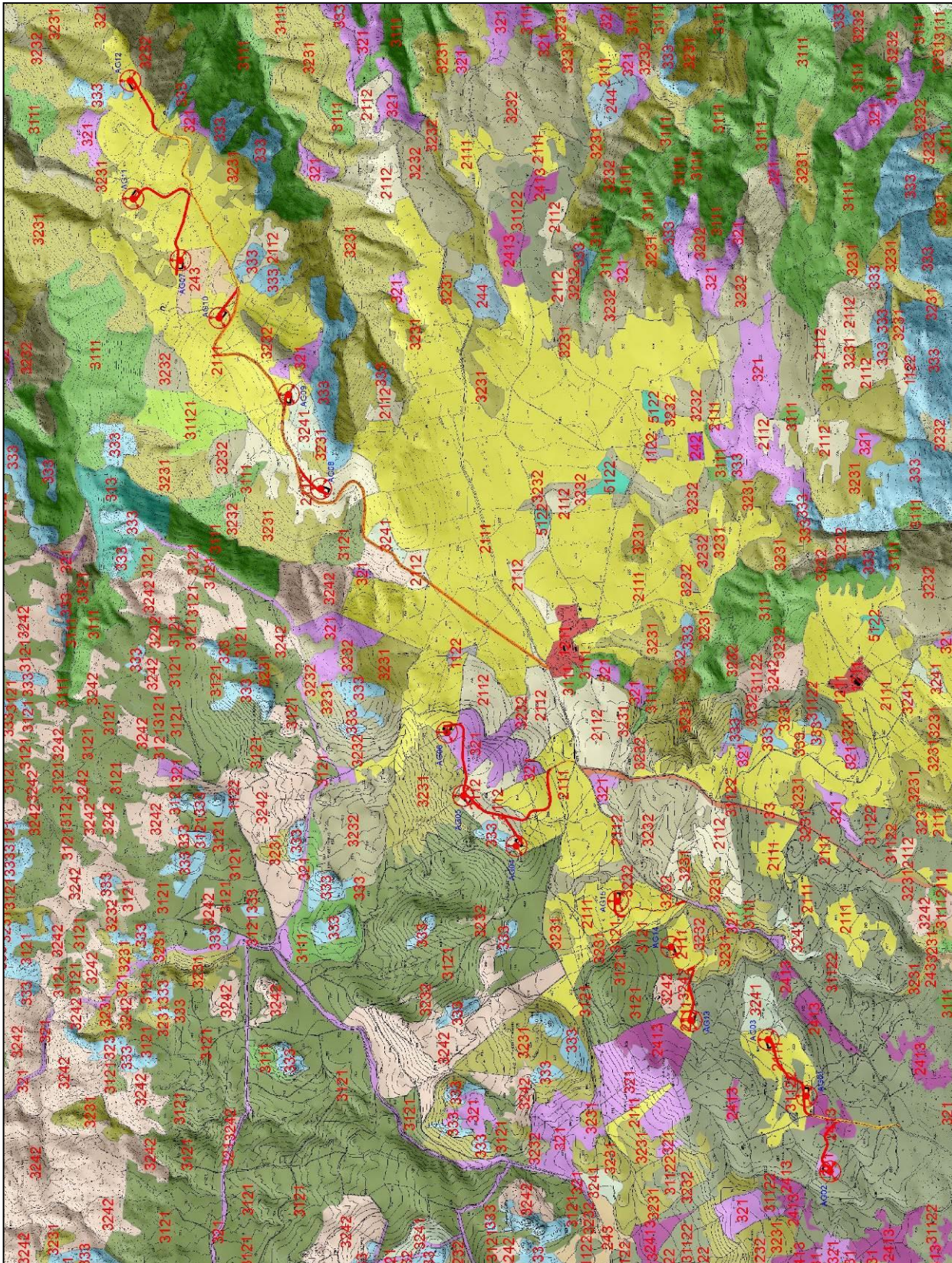




Figura 2.13 – Assetto idrografico di un idoneo contorno del settore di intervento con indicazione dei quattro cluster. I pallini blu indicano le principali sorgenti conosciute. L'area in celeste a sinistra dell'immagine appartiene al bacino idrografico del Fiume Tirso. Il resto fa parte del reticolo di drenaggio del Fiume Posada.

2.6 Uso del suolo

La conformazione morfologica del settore di intervento che, nonostante le quote alto-collinari e montane vede estese superfici subpianeggianti o in debole pendenza, ha favorito un importante utilizzo antropico dei luoghi che in passato (soprattutto gli ultimi secoli) ha notevolmente condizionato la conservazione della copertura vegetazionale originaria. Infatti, pur essendo ancora presenti areali nei quali viene preservato il bosco a latifoglie (soprattutto nei versanti delle valli molto incise del locale reticolo idrografico) e vi siano vaste aree a macchia mediterranea in evoluzione, per il resto l'impronta dell'uomo ha segnato in modo sostanziale l'attuale utilizzo del suolo ai fini soprattutto agropastorali, insediativi e di sfruttamento del bosco.

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 27 di 46	



COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 28 di 46	

Accanto alle sugherete, che rappresentano un importante fonte economica locale e spesso utilizzate come pascolo o per locali coltivazioni negli spazi tra le piante, risulta evidente l'utilizzo dei suoli agricoli locali (piuttosto poveri e di spessore limitato) per coltivazioni foraggere non irrigue, associate ad aree a pascolo, a rari oliveti e altre coltivazioni promiscue.

Altre aree vegetate con specie autoctone costituiscono ciò che rimane della originaria copertura, variamente degradata da incendi, sovra-pascolo, disboscamenti e decespugliamenti e ora in fase di lenta ricrescita. Attorno ai seminativi sono presenti aree a ricolonizzazione artificiale (rimboschimenti a conifere prevalenti) ed altre ove coesistono usi agricoli, attività agroforestali e zone di lenta ricolonizzazione naturale laddove le colture sono state abbandonate da tempo.



La scarsa disponibilità d'acqua per la mancanza di acquiferi capaci di fornire portate interessanti da sfruttare mediante pozzi trivellati ha favorito la realizzazione di diversi piccoli bacini d'accumulo idrico sfruttando le caratteristiche di impermeabilità dei substrati rocciosi metamorfici e la locale rete idrica naturale. Dal punto di vista insediativo infine, il settore vede una scarsa presenza di fabbricati rurali mentre spicca, per estensione, l'area del carcere di Mamone.

In questo quadro generale, è stata prodotta una Carta dell'Uso del Suolo quale stralcio di predisposta dalla R.A.S. (2008) sulla base delle Linee Guida del progetto *Corine Land Cover*. Le classi d'uso che contraddistinguono il territorio in studio sono richiamate in Tabella 2.1.

Come si evince dalla cartografia in Figura 2.14 le classi d'uso direttamente interagenti con le opere in programma sono:

- ⇒ 2111 "seminativi in aree non irrigue"
- ⇒ 2112 "prati artificiali"
- ⇒ 31122 "sugherete"
- ⇒ 2413 "colture temporanee associate ad altre colture permanenti"
- ⇒ 321 "aree a pascolo naturale"
- ⇒ 243 "aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali"

Fatta salva l'analisi critica della cartografia ufficiale (che necessita di correzioni legate alla evoluzione nel tempo dell'uso del suolo dal 2008 ad oggi ed a errori di interpretazione avvenuti nel corso della sua stesura), si ritiene che perlomeno in via preliminare l'assetto descritto possa essere ritenuto valido rimandando ad eventuali integrazioni, aggiornamenti e miglioramenti della definizione cartografica se ritenuti necessari, a supporto della fase di progettazione definitiva.

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 29 di 46	



USO DEL SUOLO DEL SETTORE DI INTERVENTO	
CLASSI	DESCRIZIONE
1211	Insedimenti industriali/artigianali e commerciali e spazi connessi
1122	Fabbricati rurali
133	Cantieri
2111	Seminativi in aree non irrigue
2112	Prati artificiali
223	Oliveti
2413	Colture temporanee associate a colture permanenti
242	Sistemi colturali e particellari complessi
243	Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti
244	Aree agro-forestali
3111	Bosco di latifoglie
31121	Pioppeti, saliceti, eucalipteti, etc. anche in formazioni miste
31122	Sugherete
3121	Bosco di conifere
313	Boschi misti di latifoglie e conifere
321	Aree a pascolo naturale
3231	Macchia mediterranea
3232	Gariga
3241	Aree a ricolonizzazione naturale
3242	Aree a ricolonizzazione artificiale
333	Aree con vegetazione rada
5122	Bacini artificiali

Tabella 2.1 – *Legenda della Carta dell'Uso del suolo del settore di intervento con indicazione dei codici rappresentativi delle classi d'uso e relativa descrizione sintetica.*

2.7 Sismicità dell'area

La bassa sismicità della Sardegna è nota, in virtù della generale stabilità del blocco sardo-corso negli ultimi 7 m.a. L'attività tettonica viene pertanto considerata molto bassa o quiescente e generalmente non si rilevano deformazioni significative nel corso del tardo Quaternario (Pleistocene superiore ed Olocene) se non quelle dovute a fenomeni di subsidenza.

Dai dati macrosismici provenienti da studi INGV e di altri enti utilizzati per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04, consultabili dal sito web "DBMI04", per l'Isola non sono segnalati eventi sismici significativi, al massimo del VI grado della scala Mercalli. Si porta ad esempio il terremoto del 04.06.1616 che determinò danneggiamenti vari a edifici della Cagliari di allora e ad alcune torri costiere attorno a Villasimius.

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 30 di 46	

Terremoti degni di nota (oltre ai primi registrati dall'Istituto Nazionale di Geofisica negli anni 1838 e 1870 rispettivamente del VI e V grado della scala Mercalli) risalgono al 1948 (epicentro nel Canale di Sardegna, verso la Tunisia, VI grado) e al 1960 (V grado), con epicentro i dintorni di Tempio).

Degno di attenzione è sicuramente anche quello avvertito nel cagliaritano il 30.08.1977 provocato dal vulcano sottomarino Quirino mentre, più recentemente (03.03.2001) è stato registrato un sisma di magnitudo 3,3 Richter (IV grado scala Mercalli) nella costa di San Teodoro ed un sisma di analoga magnitudo il 09.11.2010, nella costa NW dell'Isola.

Altri episodi, con epicentro nel settore a mare poco a ovest della Corsica e della Sardegna, sono stati registrati nel 2011 con magnitudo compresa tra 2,1 e 5,3 de ipocentro a profondità tra 11 km e circa 40 km di profondità.

Si segnalano altri terremoti tra il 2006 e il 2007 nel Medio Campidano seppure di magnitudo mai superiore e 2,7 (13.07.2006, magnitudo 2,7 a 10 km di profondità con epicentro Capoterra; 23.05.2007, magnitudo 1,4 a 10 km di profondità con epicentro Pabillonis; 02.10.2007, magnitudo 1,4 a 10 km di profondità con epicentro tra Pabillonis e Guspini).

2.8 Classificazione sismica



Il panorama legislativo in materia sismica è stato rivisitato dalle recenti normative nazionali ovvero dall'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.

In relazione alla pericolosità sismica - 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_{g475}), 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 $V_{s30} > 800$ m/s alle quali si applicano norme tecniche differenti le costruzioni.

La classificazione sismica del territorio nazionale è rappresentata in Figura 2.15.

L'appartenenza ad una delle quattro zone viene stabilita rispetto alla distribuzione sul territorio dei valori di a_{g475} con una tolleranza 0,025g (Figura 2.16): a ciascuna zona o sottozona è attribuito un valore di pericolosità di base, espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido (a_g), che deve essere considerato in sede di progettazione.

Tutto il territorio regionale ricade in **Zona 4**, contraddistinto da «pericolosità sismica BASSA» a cui corrisponde la normativa antisismica meno severa ed al parametro a_g è assegnato un valore di **0,025÷0,05 g** da adottare nella progettazione.

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 31 di 46	

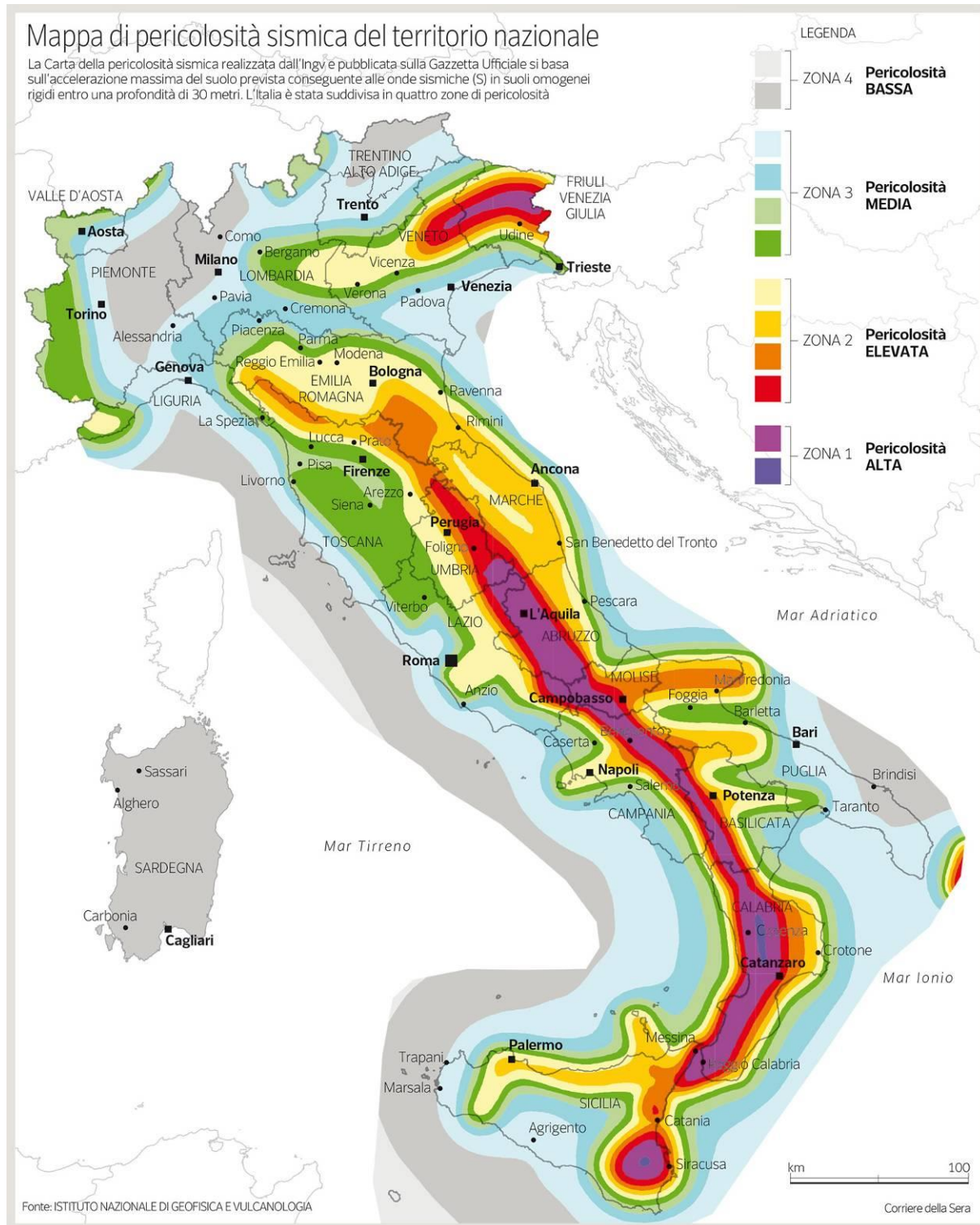




Figura 2.15 – Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale realizzata (INGV 2018).

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 32 di 46	

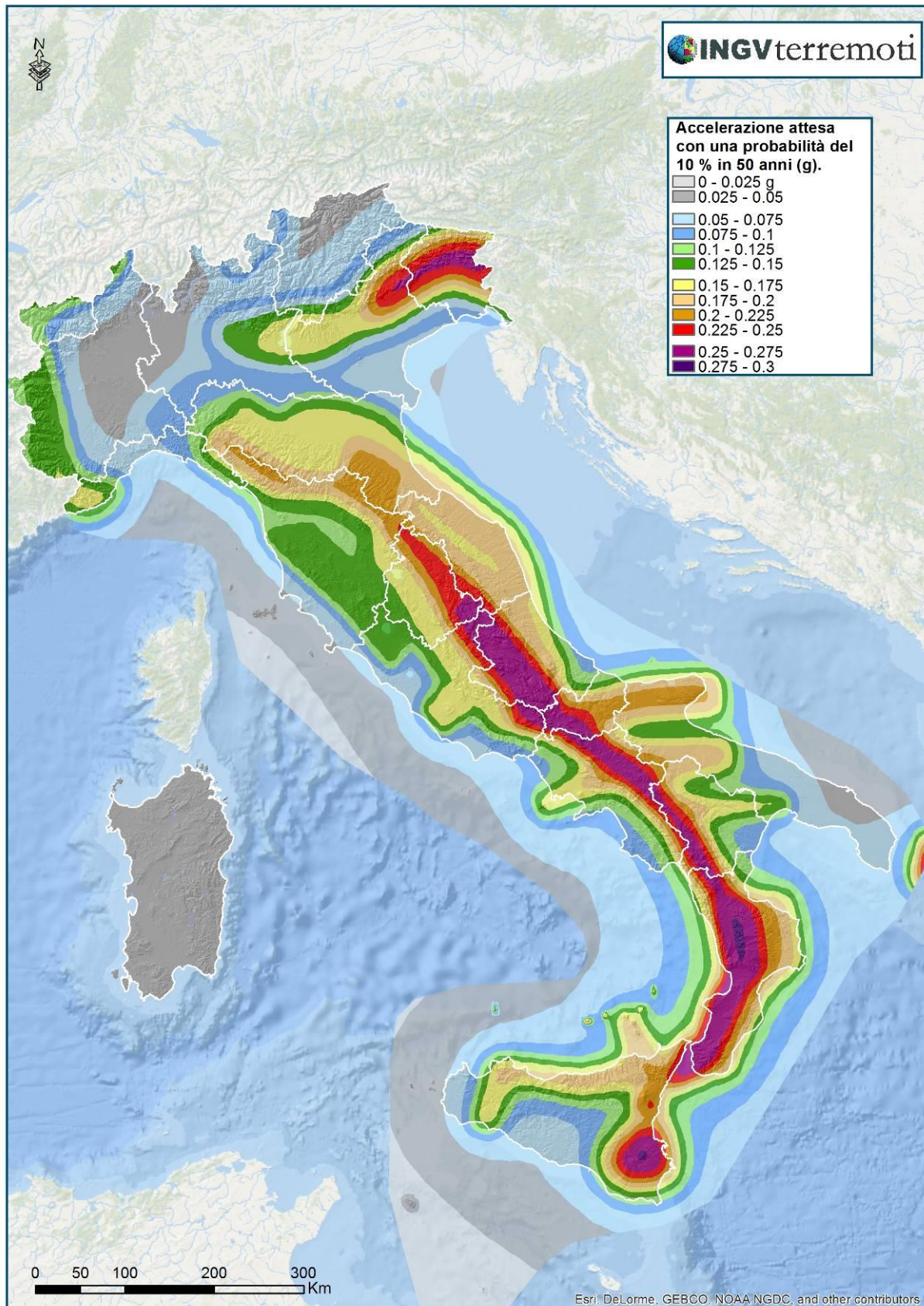




Figura 2.16 – Mappa dell'accelerazione attesa con una probabilità del 10% in 50 anni (INGV 2018).

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 33 di 46	

Pur tuttavia, con la ratifica delle Norme Tecniche per le Costruzioni avvenuta con l'aggiornamento del 17.01.2018, anche in questo ambito per le verifiche geotecniche è obbligatorio l'utilizzo del metodo delle tensioni limite.

Per quanto riguarda la massima intensità macrosismica I_{max} (che rappresenta una misura degli effetti che il terremoto ha prodotto sull'uomo, sugli edifici e sull'ambiente) si fa riferimento alla classificazione del Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti (G.N.D.T.).

Per i comuni della Sardegna, così come per quelli ove si segnalano intensità massime molto basse o non esiste alcun dato osservato, è stato assegnato un valore "ponderato" di intensità ($I_{max/pon}$), stimato per estrapolazione dai valori osservati nei comuni limitrofi oppure calcolando un risentimento massimo a partire dal catalogo NT.3 mediante opportune leggi di attenuazione. Dei 375 comuni della Sardegna, meno del 5% ha comunicato al G.N.D.T. i dati relativi all'intensità macrosismica MCS: in ogni caso, nella totalità delle rilevazioni, i valori sono risultati minori di 6.

2.9 Categoria di sottosuolo

Per la valutazione delle azioni sismiche di progetto, ai sensi del D.M. del 1701.2018, deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto nel suolo superficiale. Per tale motivo si esegue una classificazione dei terreni compresi fra il piano di campagna ed il "bedrock" attraverso la stima delle velocità medie delle onde di taglio (V_s).

Con l'approccio semplificato, la classificazione del sottosuolo si effettua in base alla configurazione stratigrafica ed i valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S_{eq}}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

essendo: h_i = spessore dello stato i -sesimo,



$V_{s,i}$ = velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato,

N = numero di strati,

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/sec.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato viene riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali alla testa dei pali.



Per depositi con profondità del substrato > 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S_{eq}}$ è definita dal parametro $V_{S_{30}}$ ottenuto ponendo $H = 30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 34 di 46	

Alla luce di quanto, ai fini della definizione delle azioni sismiche secondo le «*Norme Tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni*», un sito può essere classificato attraverso il valore delle V_{Seq} con l'appartenenza alle differenti categorie sismiche; ovvero:

- A]** ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m;
- B]** rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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;
- C]** depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s;
- D]** depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s;
- E]** 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.

Seppur senza il conforto di riscontri sperimentali diretti se non riferibili a contesti geologici analoghi, la presenza del substrato roccioso sub affiorante o sotto copertura di uno strato detritico di spessore sub metrico consente, cautelativamente, di adottare una **categoria di sottosuolo di tipo "A"** ovvero « **Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m** ».

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)	 <small>think energy</small>	OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 35 di 46	

3 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

3.1 Pericolosità idraulica

Con deliberazione del 30.10.1990 n. 45/57, la Giunta Regionale ha suddiviso il Bacino Unico Regionale in Sub-Bacini, già individuati nell'ambito del Piano per il Razionale Utilizzo delle Risorse Idriche della Sardegna (Piano Acque) redatto nel 1987.

Ciascuno dei sub-bacini, è caratterizzato in grande da generali omogeneità geomorfologiche, geografiche, idrologiche ma anche da forti differenze di estensione territoriale.

Sulla base di questa suddivisione, il territorio comunale di Bitti è ricompreso nel sub-bacino 5 "Posada-Cedrino".

In data 11.03.2005 è stato pubblicato sul B.U.R.A.S. il Decreto dell'Assessore dei Lavori Pubblici 21.02.2005 n. 3 con il quale è stata resa esecutiva la Deliberazione n. 54/33 assunta in data 30.12.2004 dalla Giunta Regionale, in qualità di Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino. Con tale deliberazione è stato adottato il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI).

Con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 del 21 dicembre 2007 sono state approvate le procedure di adozione e approvazione dello studio denominato «*Approfondimento e studio di dettaglio del quadro conoscitivo dei fenomeni di dissesto idrogeologico nei sub-bacini Posada-Cedrino e Sud-orientale. Piano di Coordinamento degli interventi necessari al riassetto idrogeologico nelle aree colpite dagli eventi alluvionali*» redatto dal Centro Interdipartimentale di Ingegneria e Scienze Ambientali (CINSA) dell'Università degli Studi di Cagliari quale variante al PAI.

La variante al Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) relativa al sub-bacino Posada-Cedrino è stata adottata preliminarmente dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino con deliberazione n. 4 del 21/12/2007 ed in via definitiva con deliberazione n. 2 del 25.02.2010.

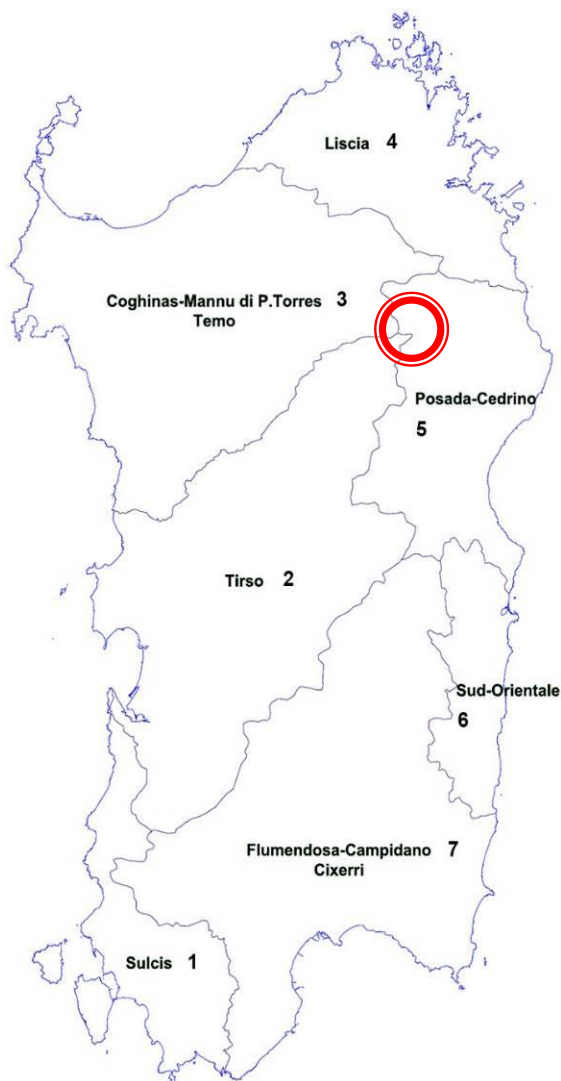




Figura 3.1 – Suddivisione del bacino Unico della Sardegna nei 7 sub-bacini.

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 36 di 46	

3.2 Pericolosità da frana

La vigente perimetrazione del Piano di Assetto Idrogeologico del bacino del Fiume Posada risulta quella adottata in via definitiva dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino con deliberazione n. 2 del 25.02.2010. L'attuale situazione della pericolosità da frana del settore al contorno dell'areale interessato dalle opere vede pertanto ancora la presenza di ampie zone di territorio non censite e altre ricadenti in livelli di pericolosità moderata (Hg1), media (Hg2) e elevata (Hg3).

In attesa dello studio ai sensi dell'art. 8 comma 2 e la conseguente procedura di variante ai sensi dell'art. 37 delle Norme di Attuazione del PAI, si terrà conto dei vigenti livelli di pericolosità per l'analisi dello stato attuale dei luoghi.

Nel caso in cui le verifiche di dettaglio previste per la fase progettuale definitiva dovessero mettere in evidenza condizioni morfodinamiche puntuali potenzialmente capaci di interagire negativamente con le opere in progetto, verranno definite opportunamente anche le eventuali contromisure atte ad evitare qualsiasi problema sia in fase di esecuzione dei lavori sia in fase di esercizio degli impianti.

Di seguito verranno descritte per ciascun cluster, le situazioni di eventuale criticità presenti nei settori di intervento in funzione della distribuzione della pericolosità da frana al contorno.

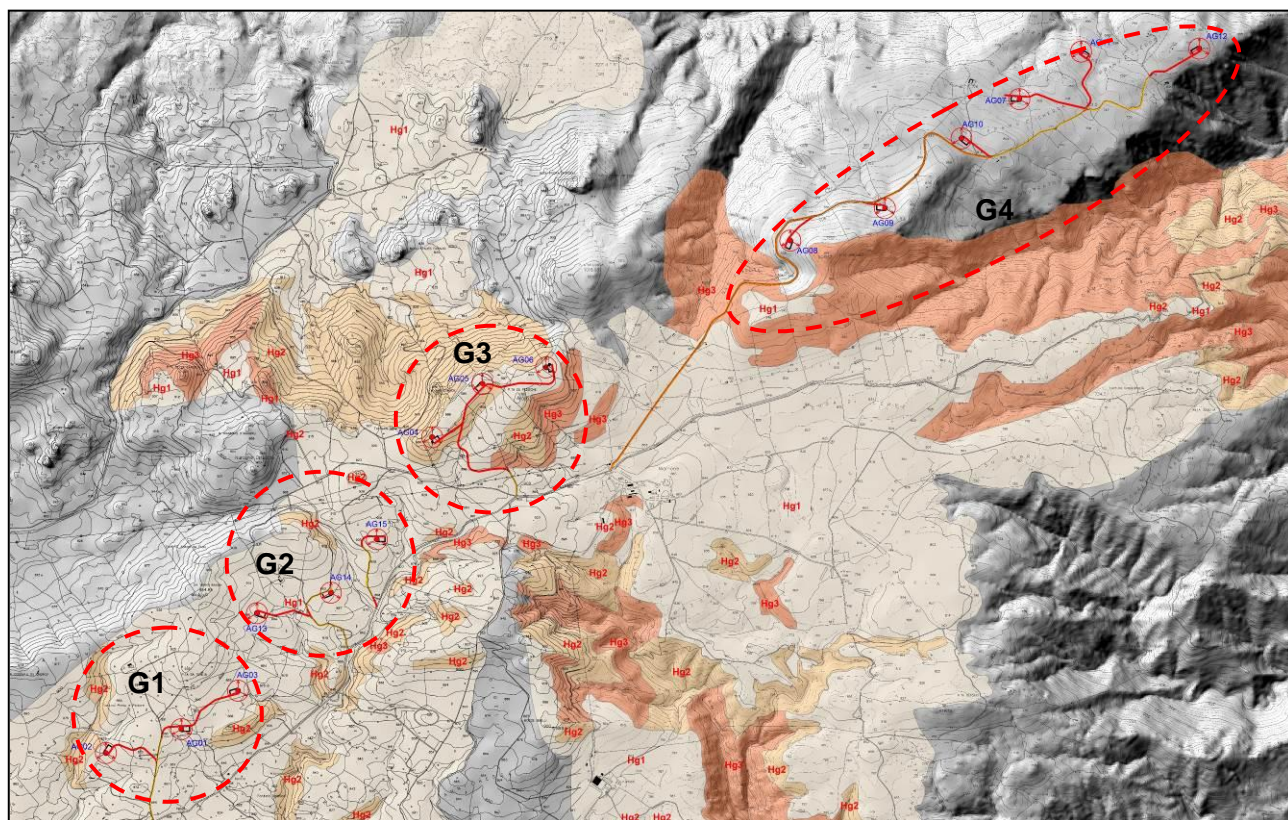




Figura 3.2 – Distribuzione delle aree a pericolosità da frana in un idoneo contorno dell'area di interesse con individuazione dei quattro cluster di aerogeneratori (G1, G2, G3 e G4).

Fonte della cartografia: <http://www.sardegnameoportale.it/webgis2/sardegnameo/?map>

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 37 di 46	

3.2.1 Settore G1 (Area 1)

In questo settore i tre aerogeneratori ricadono in aree perimetrale Hg1 (pericolosità da frana moderata o assente) come anche i tratti di nuova viabilità necessari per accedere ai singoli impianti e la viabilità preesistente. Questo livello di pericolosità rende compatibili, con l'attuale situazione morfodinamica dei luoghi, tutti gli interventi in progetto senza necessità di ulteriori approfondimenti o verifiche ai sensi delle Norme di Attuazione del P.A.I.

Lo stato di fatto e le possibili evoluzioni dell'assetto morfodinamico locale in condizioni di criticità meteo climatica saranno comunque oggetto di verifica in fase di progettazione esecutiva.

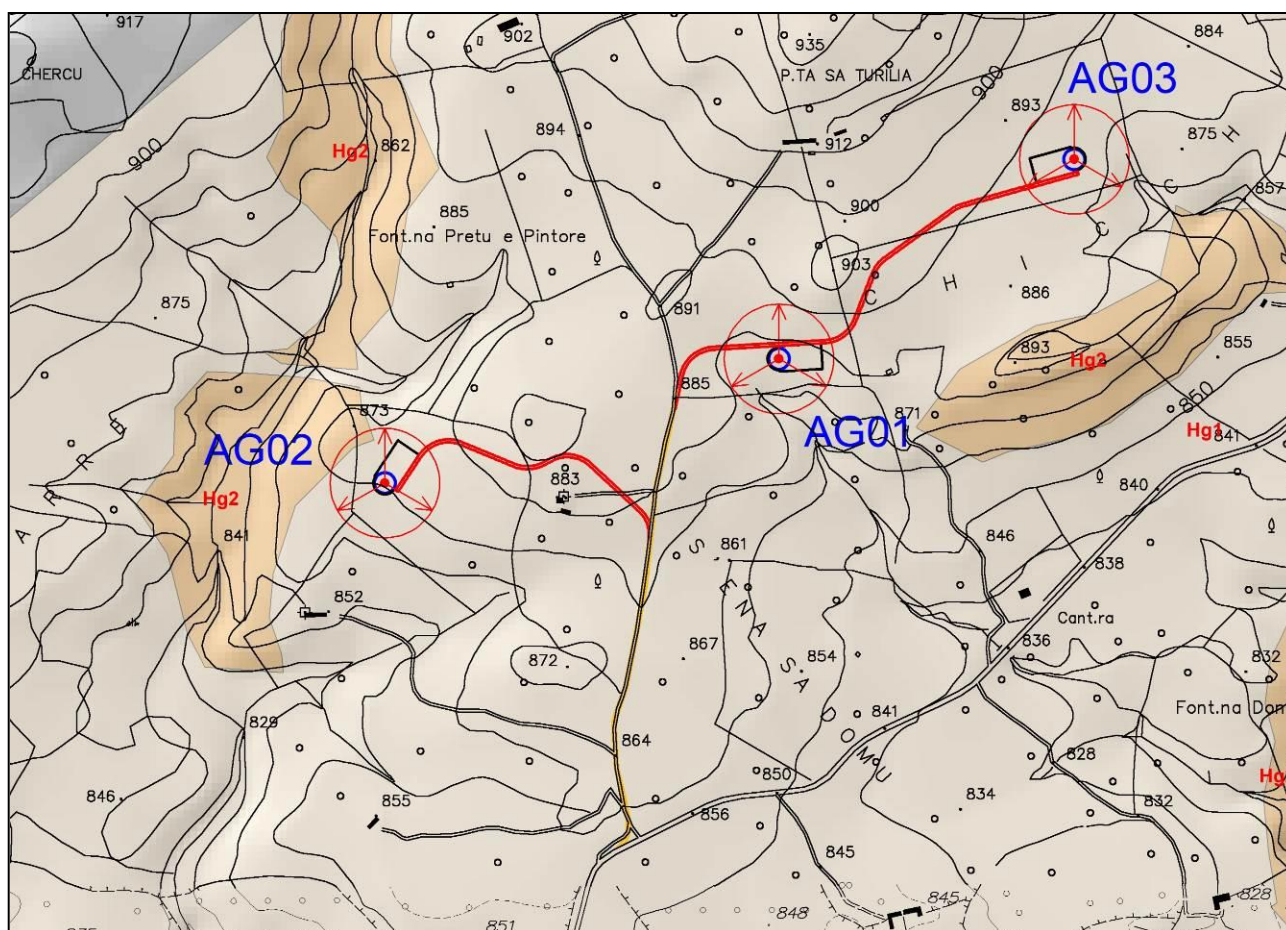




Figura 3.3 – Distribuzione delle aree a pericolosità da frana in un idoneo contorno del Settore G1 – Area 1.
 Fonte della cartografia: <http://www.sardegnameoportale.it/webgis2/sardegnameo/?map>.

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 38 di 46	

3.2.2 Settore G2 (Area 2)

Anche nel caso in questione tutti gli aerogeneratori del cluster ricadono in aree perimetrale Hg1 (pericolosità da frana moderata o assente) come anche i tratti di nuova viabilità necessari per accedere ai singoli impianti. Questo livello di pericolosità rende compatibili con l'attuale situazione morfodinamica dei luoghi, gli interventi in progetto senza la necessità di un approfondimento ai sensi delle Norme di Attuazione del P.A.I.

Lo stato di fatto e le possibili evoluzioni dell'assetto morfodinamico locale in condizioni di criticità meteo climatica saranno comunque oggetto di verifica in fase di progettazione esecutiva.

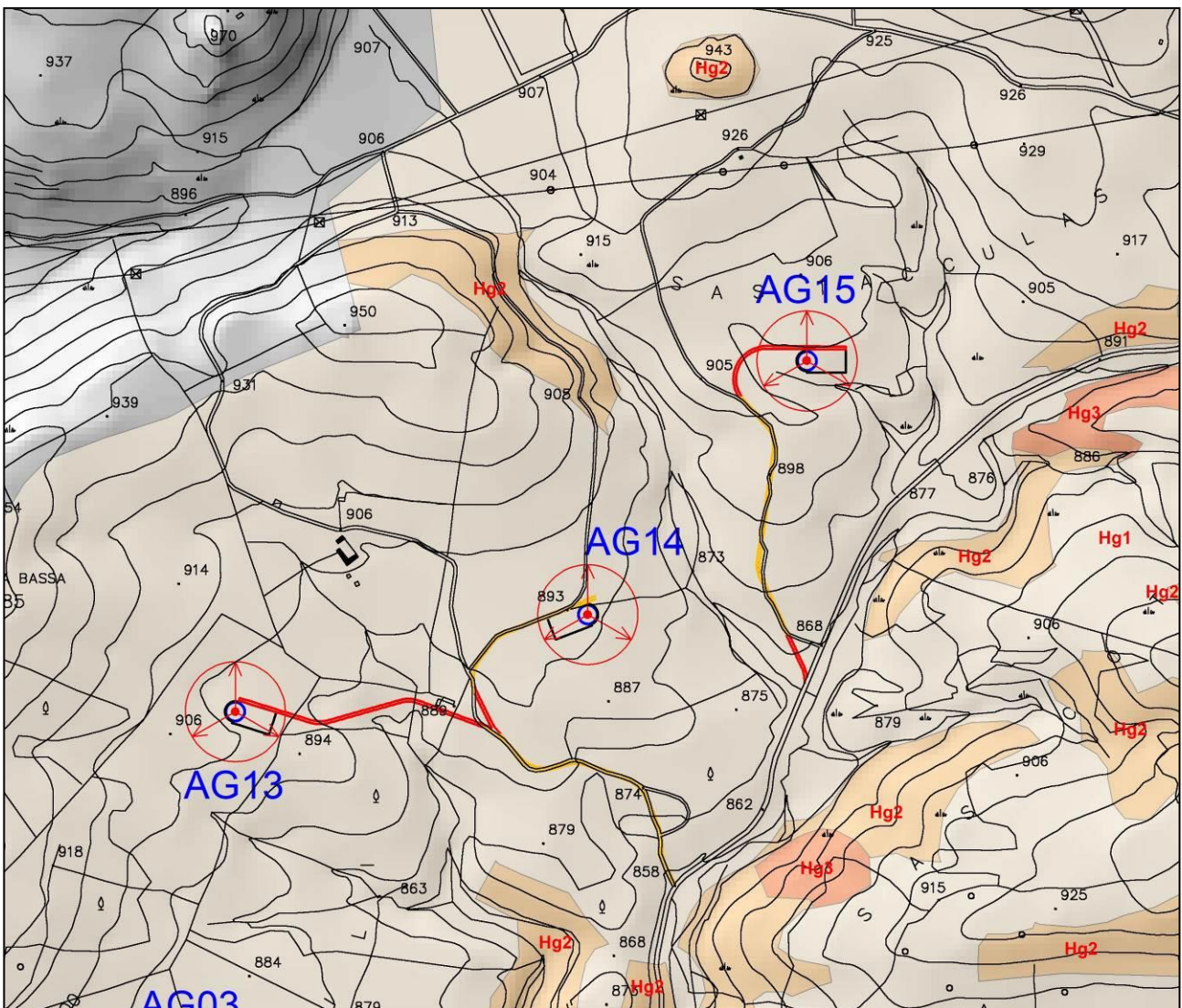




Figura 3.4 – Distribuzione delle aree a pericolosità da frana in un idoneo contorno del Settore G1 – Area 2.

Fonte della cartografia: <http://www.sardegnameoportale.it/webgis2/sardegnameoportale/?map>.

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 39 di 46	

3.2.3 Settore G3 (Area 3)

Si riscontra la seguente situazione:

- gli aerogeneratori AG04, AG05 e AG06 ricadono in classe di pericolosità moderata (Hg1) come anche una parte della viabilità di collegamento tra gli impianti e con la viabilità esistente,
- un tratto di circa 443 m della nuova viabilità di collegamento tra gli aerogeneratori AG04 e AG05 ricade in Hg2 (pericolosità media) come anche circa 116 m di quella che collega AG05 a AG06. L'interazione tra opere in progetto (viabilità e cavidotti) e settori a pericolosità media determina la necessità di approfondimenti di indagine ai sensi del Titolo III delle NA. del P.A.I ed in particolare degli artt. 23, 25, 28 e 29.

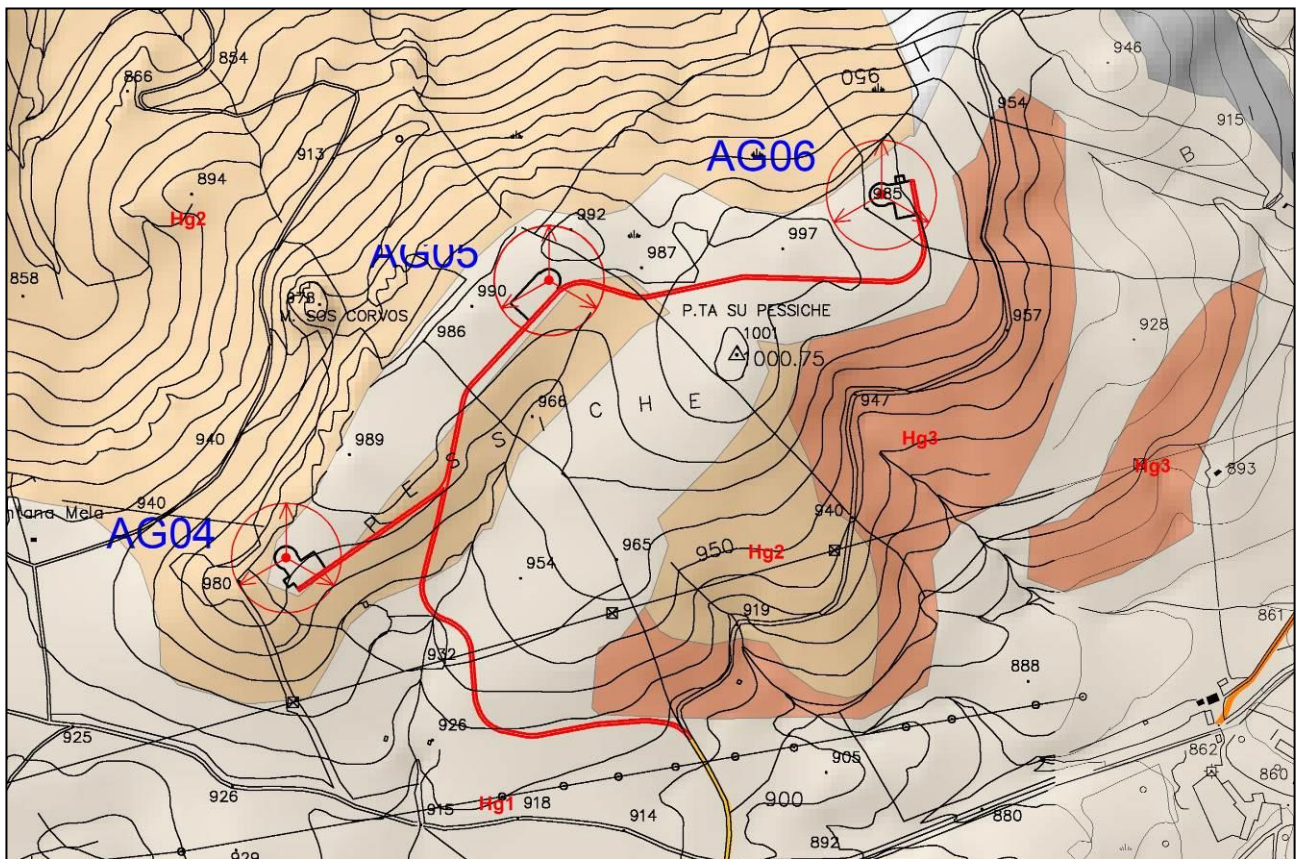




Figura 3.5– Distribuzione delle aree a pericolosità da frana in un idoneo contorno del Settore G3 – Cluster 3.

Fonte della cartografia: <http://www.sardegnaegeoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map>.

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 40 di 46	

3.2.4 Settore G4 (Area 4/5)

Si riscontra la seguente situazione:

- la posizione di tutti gli aerogeneratori ricade in aree non perimetrate dal P.A.I.,
- un tratto di circa 700 m della viabilità esistente necessaria per raggiungere i luoghi di intervento a partire dalla S.P.50 ricade in Hg3. Nel caso in cui dovesse rendersi necessario intervenire sulla suddetta viabilità per consentire il transito dei mezzi di cantiere, dovranno essere valutati gli effetti delle alterazioni dello stato di fatto sulle dinamiche morfologiche in atto. Solo in questo caso risultano necessari di approfondimenti di indagine ai sensi del Titolo III delle Norme di Attuazione del PAI ed in particolare degli artt. 23, 25, e 28.

Per quanto concerne l'ubicazione degli aerogeneratori in aree non censite dal PAI, si fa presente che da una prima valutazione si ritiene che per gli aerogeneratori AG08, AG11 e AG12 le condizioni al contorno siano sufficientemente favorevoli alla stabilità riservandosi di approfondire la situazione degli aerogeneratori AG07, AG9 e AG10 per quanto concerne il controllo delle acque di ruscellamento provenienti dai tratti di pendio sovrastanti. In ogni caso lo stato di fatto dei luoghi e le possibili evoluzioni in condizioni di criticità meteorologica sarà oggetto di verifica in fase di progettazione esecutiva.

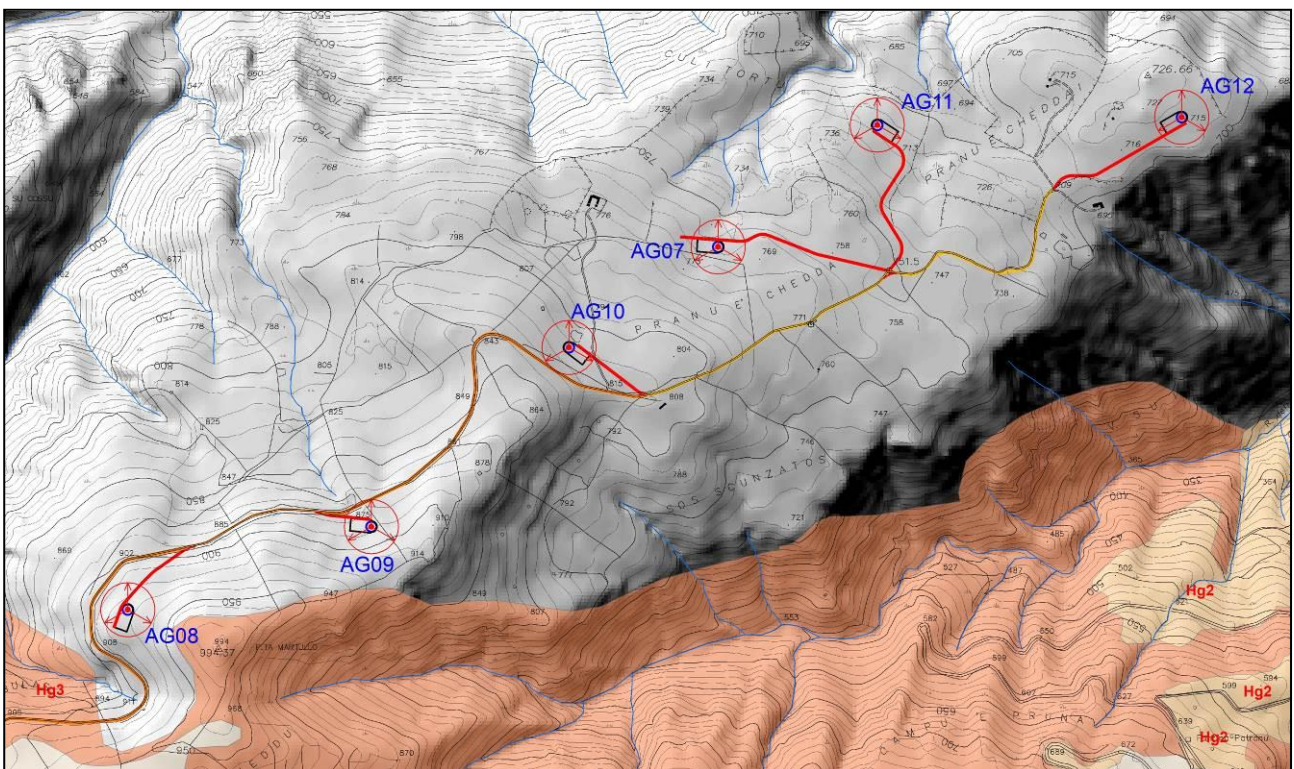




Figura 3.6 – Distribuzione delle aree a pericolosità da frana in un idoneo contorno del Settore G4 - Aree 4/5.

Fonte della cartografia: <http://www.sardegnameoportale.it/webgis2/sardegnamee/?map>.

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 41 di 46	

3.3 **Pericolosità da inondazione**

Le cartografie ufficiali di cui al Piano di Assetto Idrogeologico vigente, al Piano Gestione e Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) ed al Piano delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.) non indicano alcuna criticità in virtù della loro posizione planoaltimetrica non suscettibile ad eventi alluvionali (esondazioni, allagamenti con ristagni). In ragione di quanto e della posizione marginale rispetto al deflusso delle acque di ruscellamento concentrate, non si ravvisano pertanto elementi predisponenti a condizioni di pericolosità idraulica.



3.4 **Pericolosità idrogeologica**

L'assetto idrogeologico del settore interessato dall'impianto è condizionato dalla presenza di un substrato roccioso sostanzialmente poco permeabile e da una coltre detritica prevalentemente colluviale di spessore poco significativo, non favorevole alla formazione di una circolazione idrica sotterranea a carattere freatico.

Altri flussi idrici sotterranei possono impostarsi entro gli ammassi rocciosi a profondità decisamente maggiori rispetto alle quote direttamente influenzate dalle opere di fondazione per cui non si prevedono interazioni di quest'ultima con le opere in progetto. Per le stesse ragioni non sussistono i presupposti affinché l'opera in progetto possa influenzare in qualche modo le caratteristiche qualitative o idrodinamiche delle acque sotterranee.

3.5 **Pericolosità sismica**

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

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 42 di 46	

4 MODELLO GEOTECNICO

4.1 Modello geotecnico preliminare

Richiamando quanto esposto nel capitolo dedicato alla modellazione geologica, vista l'ampiezza del settore di intervento che si estende per circa 10 km con gli impianti accorpati in quattro differenti settori denominati G1, G2, G3 e G4, si ritiene utile analizzare gli aspetti geotecnici degli stessi limitatamente alle zone di imposta degli aerogeneratori che costituiscono le opere di maggior impatto sul sottosuolo.

La semplicità dell'assetto litostratico dei luoghi precedentemente decritta facilita questa prima valutazione in quanto, sostanzialmente, è possibile definire una stratigrafia litotecnica con tre distinte unità che hanno diretto riferimento con quelle definite nella modellazione geologica.

Non essendo stato possibile al momento eseguire alcuna campagna di indagine diretta, la caratterizzazione litotecnica viene effettuata, in via preliminare e cautelativa, sulla base di dati provenienti da letteratura tecnica coadiuvate da informazioni estrapolate da indagini pregresse svolte in contesti geologi analoghi.

Si propone pertanto la seguente stratigrafia litotecnica indicativa che assume valore per tutti i quattro cluster di aerogeneratori.

Unità A – Suoli detritici eluvio-colluviali, a granulometria sabbio-limosa, con grado di pedogenesi variabile, incoerenti, da poco a moderatamente addensati, di spessore medio pari a 0,50 m.



I parametri geotecnici associabili in via cautelativa sono:

- Peso di volume naturale $\gamma = 17,00 \div 17,50 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di resistenza al taglio $\varphi' = 27 \div 28^\circ$
- Coesione efficace $c' = 0,00 \div 0,10 \text{ daN/cm}^2$
- Modulo elastico $E_{el} = 80 \div 100 \text{ daN/cm}^2$

Unità B – Coltre di alterazione eluviale \pm spinta del substrato roccioso (metamorfico e/o cristallino), in genere consistente, di spessore variabile tra 0,50 m e 1,00 m, con caratteristiche litotecniche che aumentano gradualmente con la profondità.

I parametri geotecnici associabili in via cautelativa sono:

- Peso di volume naturale $\gamma = 18,00 \div 18,50 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di resistenza al taglio $\varphi' = 30 \div 32^\circ$
- Coesione efficace $c' = 0,10 \div 0,20 \text{ daN/cm}^2$
- Modulo elastico $E_{el} = 200 \div 250 \text{ daN/cm}^2$

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)	 think energy	OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 43 di 46	

Unità C - Roccia in posto, sia in facies metamorfica (micascisti, ortogneiss) sia in facies intrusiva (leucograniti), interessata da più sistemi di giunti variamente orientati e inclinati e talora da layering sia primario sia secondario o/o fissilità più o meno marcata e da fenomeni di alterazione in genere blandi.



I parametri geotecnici associabili in via cautelativa sono:

- Peso di volume naturale $\gamma = 20,00 \div 21,00 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di resistenza al taglio $\varphi' = 32 \div 36^\circ$
- Coesione efficace $c' = 0,10 \div 0,20 \text{ daN/cm}^2$
- Modulo elastico $E_{el} = 350 \div 450 \text{ Mpa}$

4.2 Stima della capacità portante dei terreni di fondazione

Sulla base di quanto esposto, tutte le strutture di fondazione degli aerogeneratori andranno a poggiare sul substrato roccioso in facies litotecnica C.

Fermo restando la necessità di supportare le valutazioni in questa sede con i dati provenienti dalle indagini geognostiche puntuali eseguite ad hoc, orientativamente si possono assumere valori di capacità portante dell'ordine di **2,5 daN/cm²**, senza che si manifestino cedimenti di entità apprezzabile o comunque pregiudizievoli per la stabilità delle strutture in progetto.

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 44 di 46	

5 CONCLUSIONI

Dagli elementi esaminati, l'assetto geologico del settore territoriale nel quale si prevede la realizzazione dell'impianto eolico in progetto, si caratterizza per la predominanza di substrati rocciosi sia in facies metamorfica (MICASCISTI, ORTOGNEISS GRANODIORITICI DI MAMONE – LODÈ) sia cristallina intrusiva (leucograniti della UNITÀ INTRUSIVA DI SOS CANALES – FACIES DI LOELLE), interessati nel primo metro corticale da fenomeni più o meno spinti di alterazione eluviale e da detensionamento e ricoperti da una coltre detritica eluvio-colluviale e di versante discontinua e di spessore sub-metrico.



Questa configurazione litostratigrafica consente di prevedere l'appoggio diretto delle opere fondali degli aerogeneratori su substrato roccioso dotato di elevate caratteristiche di resistenza al taglio e di rigidità tali da evitare qualsiasi condizione di instabilità dell'insieme opera-terreno nel tempo.

La configurazione planoaltimetria ed orografica del settore e la posizione dei singoli aerogeneratori sulla sommità di dorsali morfologiche ben modellate o su pendio a modesta pendenza associate all'assenza di fattori potenzialmente predisponenti all'instaurarsi di fenomeni franosi di qualsiasi tipologia, favorisce inoltre diffuse condizioni di stabilità morfologica dei luoghi.

Non si prevede altresì che l'evoluzione morfodinamica naturale delle aree coinvolte possa in qualche modo compromettere la funzionalità delle opere per dissesti di tipo idraulico in quanto i siti di intervento ricadono in posizioni prive di pericolosità da inondazione/allagamento. Non si ritiene inoltre che gli interventi da realizzare, compresa la viabilità di servizio e gli scavi per i cavidotti, possano alterare le attuali dinamiche di deflusso superficiale, non trovandosi gli stessi in corrispondenza di elementi del reticolo idrografico o in prossimità dei principali corsi d'acqua.

Alla luce delle suddette constatazioni non si ravvisano criticità che possano predisporre il sito di intervento a fenomeni di denudazione o erosione accelerata da parte delle acque di scorrimento superficiale, crolli o frane innescate dall'arretramento dei versanti, piuttosto che alterazioni del tracciato o del regime dei corsi d'acqua, sovraescavazioni in alveo, anche in ragione della posizione ininfluente rispetto al reticolo idrografico. Poiché ciò vale anche nel settore gravato da vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923, le opere sono compatibili con i regimi normativi di tutela dell'ambiente fisico.

Sotto il profilo idrogeologico, la predominanza di rocce cristallino-metamorfiche a permeabilità da nulla a molto bassa che consente un'infiltrazione solo ed esclusivamente attraverso una porosità secondaria per fratturazione dotata di trasmissività irrilevante, consente di escludere qualsiasi interazione tra scavi e sbancamenti e flussi idrici sotterranei se non con quelli temporanei dovuti a particolari condizioni meteorologiche (piogge intense, scioglimento di eventuali accumuli nevosi) capaci di saturare il modesto spessore detritico eluvio colluviale e lo strato di alterazione della roccia.

COMMITTENTE WPD Piano d'Ertilia S.r.l. Via Aventino, 102 - Roma (RM)		OGGETTO PARCO EOLICO IN LOC. "MAMONE" PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI	COD. ELABORATO WPD-B-RC2
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	PAGINA 45 di 46	

Per quanto concerne gli aspetti geotecnici, come già accennato in precedenza, ad esclusione della coltre detritica superficiale e alcune facies di alterazione corticale della roccia i substrati rocciosi in posto offrono elevate garanzie di stabilità nel tempo per le opere fondali.

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 progettazione.

Tale campagna dovrà chiarire gli aspetti litostratigrafici ancora indefiniti e dissipare qualsiasi incertezza sulle caratteristiche litologiche del sottosuolo (ad esempio lo spessore e caratteristiche litotecniche della coltre detritica olocenica e 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 dei manufatti in elevazione.