

2022

Realizzazione di un impianto eolico della potenza di 995 kW

COMUNE DI NULVI

RELAZIONE GEOLOGICA





STUDIO DI GEOLOGIA MADAU
DOTT.MARCO MADAU
CONSULENZE DI GEOLOGIA APPLICATA
392221706 ingetec@fiscali.it
Via De Martini,267 Sassari

Premessa	3
Inquadramento cartografico	4
PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA E RISCHIO PER FRANA	5
Aggiornamento PAI	6
Geologia	7
ASSETTO STRUTTURALE.....	10
Idrogeologia	10
Caratteri geomorfologici di dettaglio	11
IDROGEOLOGIA	12
Idrografia.....	13
Indagine del sito	13
CLASSIFICAZIONE SISMICA	15
CATEGORIA DI SOTTOSUOLO SECONDO LE NTC 2018	15
Fattore topografico NTC 2018.....	16
Vita nominale del manufatto.....	16
CONCLUSIONI	18

Premessa

Il presente documento è stato redatto per la definizione del contesto geologico nel quale si intende realizzare un impianto eolico della potenza di 995 MW in Loc "SosCantareddos" nel comune di Nulvi, e la normativa che regola le trasformazioni edilizie del settore.

La relazione descrive gli elementi fisici che sono stati utilizzati per la definizione del livello di pericolosità di una porzione di territorio del comune di Nulvi e le interferenze potenziali determinate dall'opera in oggetto.

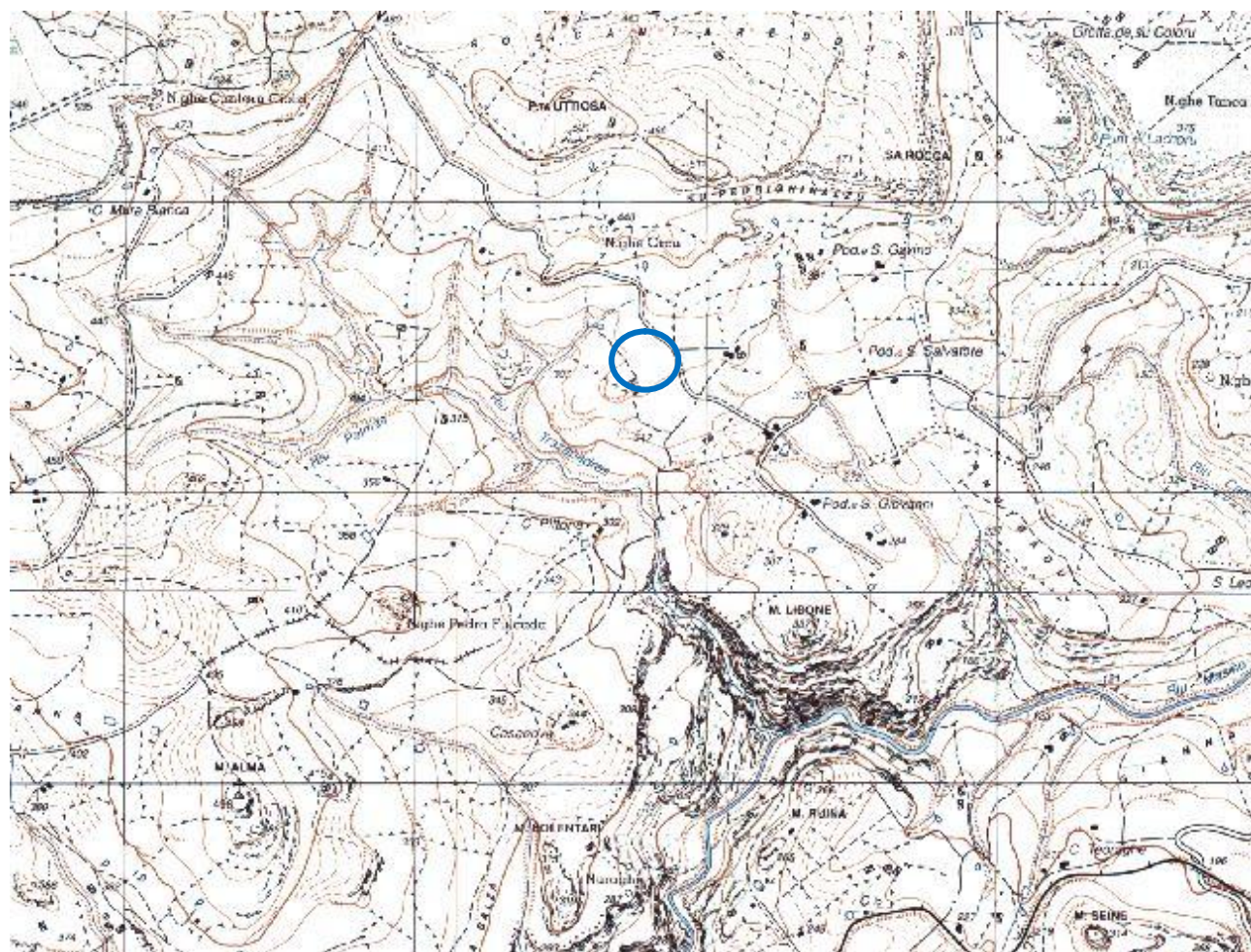
Lo studio geologico è stato eseguito secondo le modalità sotto riportate:

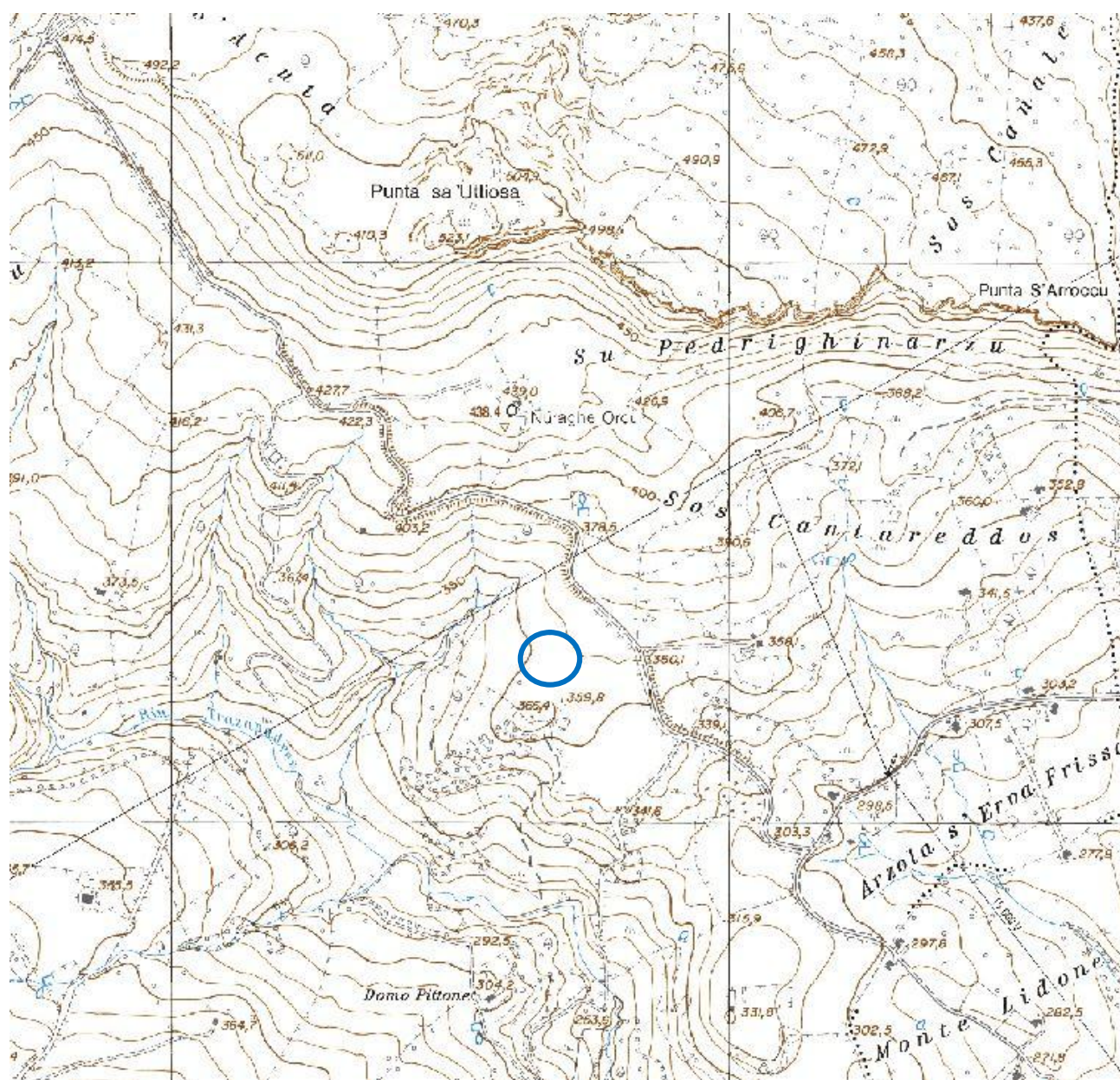
- analisi della bibliografia esistente per gli aspetti geologici dell'area vasta sia per l'assetto geologico di dettaglio;
- analisi della cartografia geologica e topografica esistente nelle diverse scale;
- analisi e sintesi delle conoscenze acquisite sulla stratigrafia, sulla geologia, l'idrogeologia e la geomorfologia del settore di interesse mediante rilevamento di campagna.
- Redazione della Relazione secondo il D.M. 11/03/88: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, sulla stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, criteri generali e prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" e sua circolare esplicativa, Circolare M.LL PP 24 settembre 1988 n°30483 e successive modifiche;
- Circolare del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 617 del 2 febbraio 2009 -Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;
- 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;
- Norme di Attuazione del P.A.I. (aggiornamento al Decreto del Presidente della R.A.S.n. 35 del 21.03.2008).

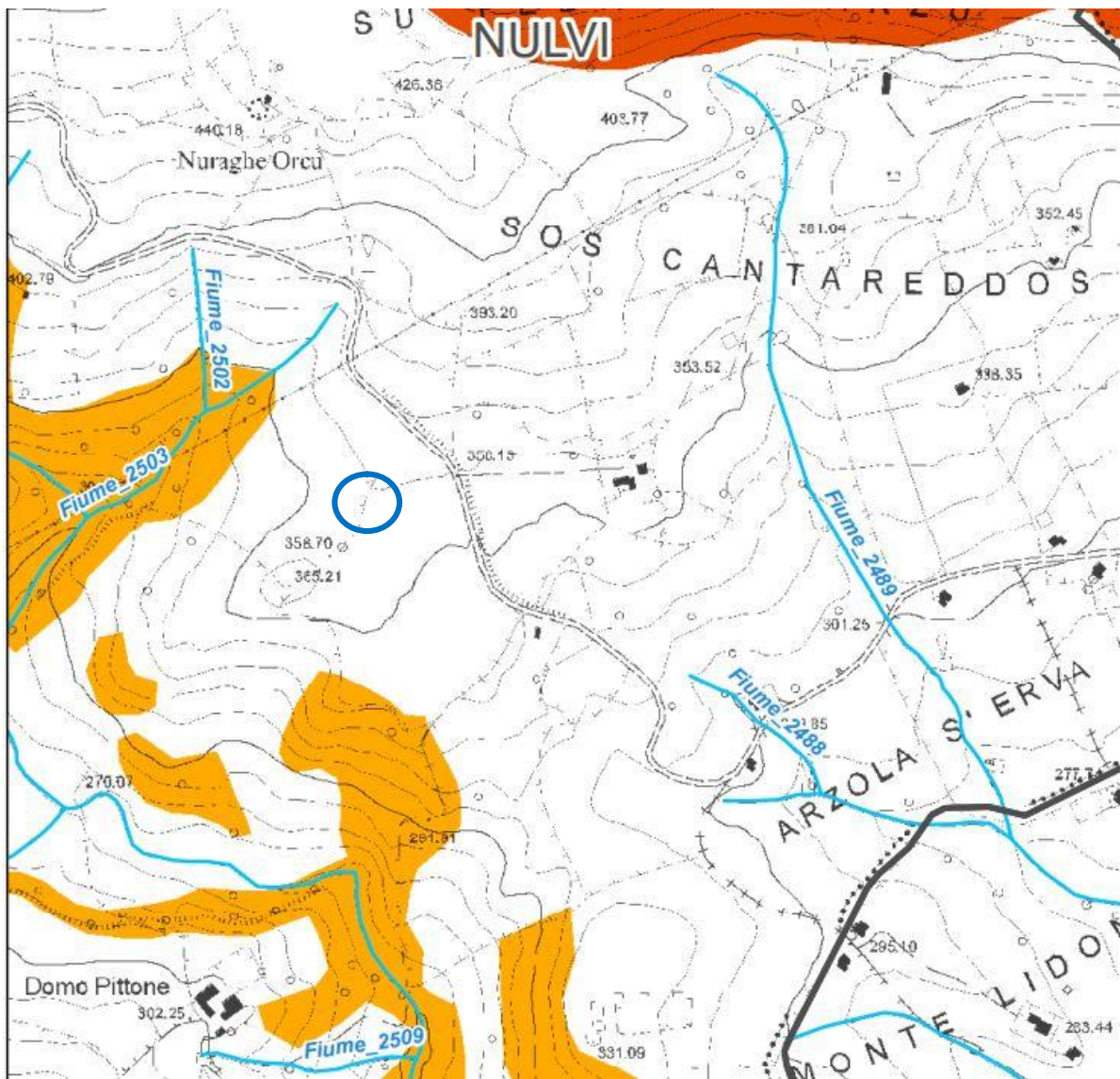
Per la definizione delle caratteristiche dei terreni sono stati utilizzati i parametri desunti da precedenti campagne di indagine effettuate dallo scrivente su terreni analoghi.

Lo scopo dello studio è quello di valutare la Compatibilità degli interventi realizzati in difformità rispetto al progetto approvato, rispetto alle prescrizioni del PAI per il livello di pericolosità individuato.

Inoltre si analizzeranno le trasformazioni del territorio indotte dall'opera in programma e l'assetto geomorfologico attuale e potenziale dell'area interessata. Sarà espressa una valutazione delle variazioni degli equilibri geomorfologici dei terreni, quindi si indicheranno le misure di mitigazione dell'eventuale incremento della pericolosità e del rischio che potrebbe derivare dalle opere in progetto.







PERICOLOSITA' DA FRANA

Classe	Intensità	Descrizione
		Aree studiate non soggette a potenziali fenomeni franosi
Hg1	Moderata	I fenomeni franosi presenti o potenziali sono marginali
Hg2	Media	Zone in cui sono presenti solo frane stabilizzate non più riattivabili nelle condizioni climatiche attuali a meno di interventi antropici (assetto di equilibrio raggiunti naturalmente o mediante interventi di consolidamento) zone in cui esistono condizioni geologiche e morfologiche sfavorevoli alla stabilità dei versanti ma prive al momento di indicazioni morfologiche di movimenti gravitativi
Hg3	Elevata	Zone in cui sono presenti frane quiescenti per la cui riattivazione ci si aspettano presumibilmente tempi pluriennali o pluridecennali; zone di possibile espansione areale delle frane attualmente quiescenti; zone in cui sono presenti indizi geomorfologici di instabilità dei versanti e in cui si possono verificare frane di neoformazione presumibilmente in un intervallo di tempo pluriennale o pluridecennali
Hg4	Molto elevata	Zone in cui sono presenti frane attive, continue o stagionali; zone in cui è prevista l'espansione areale di una frana attiva; zone in cui sono presenti evidenze geomorfologiche di movimenti incipienti

preferenziale NE-SO, delimitati da versanti non uniformi a causa dell'affioramento di bancate ignimbritiche che determinano un profilo a gradoni con formazione di pareti rocciose subverticali prive di una copertura vegetale.

Localmente, alla base dei versanti, sono presenti blocchi di dimensioni da decimetriche a metriche determinati dal distacco di volumi rocciosi instabili dalle cornici rocciose. Infatti, i litotipi sono caratterizzati da un'intensa rete di fratture aperte che interessano la compagine rocciosa e che determinano la formazione di blocchi prismatici irregolari.

Le coltri detritiche che ricoprono i versanti sono costituite da un colluvio formato da elementi pluricentrici non elaborati di vulcanite in matrice sabbioso-argillosa.

I rilievi tabulari emergono da estese superfici con debole pendenza sulle quali si riconoscono alcune colline isolate.

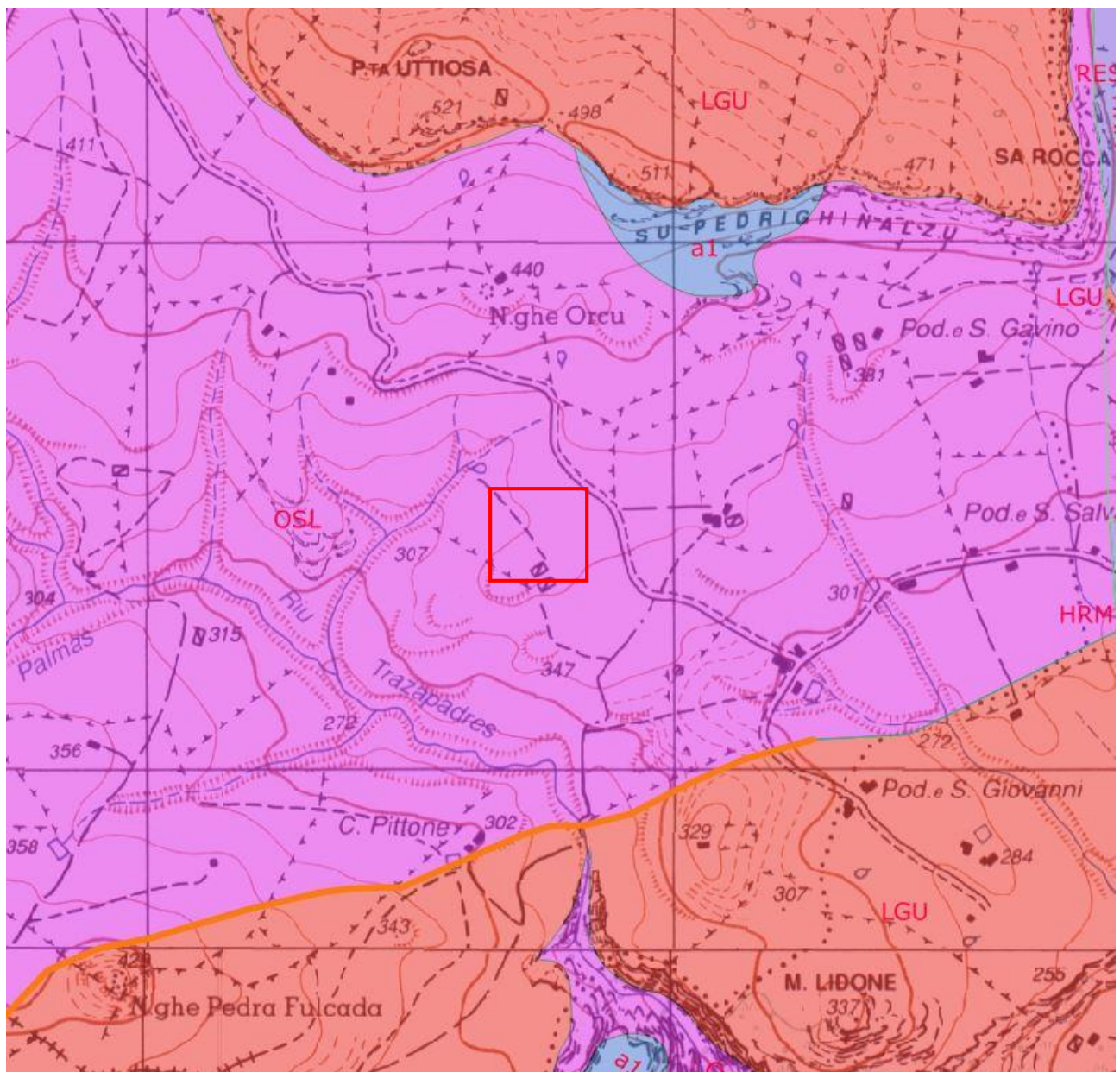
Il sito in esame è posto lungo le pendici meridionali della piana che culmina nel settore nella Punta Uttiosa. Il litotipo che occupa questa porzione di territorio è rappresentato dalle litologie della Unità di Osilo. Si tratta di litologie a chimismo andesitico, si tratta di lave e piroclastiti deposte quando la massa aveva ancora una temperatura elevata (700-900°C) e perciò con elementi tenacemente saldati tra di loro.

Localmente, alla base dei versanti, sono presenti blocchi di dimensioni da decimetriche a metriche determinati dal distacco di volumi rocciosi instabili dalle cornici rocciose. Infatti, i litotipi sono caratterizzati da un'intensa rete di fratture aperte che interessano la compagine rocciosa e che determinano la formazione di blocchi prismatici irregolari.

Le coltri detritiche che ricoprono i versanti sono costituite da un colluvio formato da elementi pluricentrici non elaborati di vulcanite in matrice sabbioso-argillosa.

I rilievi tabulari emergono da estese superfici con debole pendenza sulle quali si riconoscono alcune colline isolate. Le condizioni di deposizione dell'espandimento ignimbritico, la morfologia del bacino sottostante e la posizione stratigrafica degli eventi determinano una variazione di facies all'interno del complesso effusivo.

Lungo la superficie, presso alcune sezioni stradali, si possono riconoscere le bancate con fronti subverticali, immergenti verso sud est; l'ammasso roccioso si presenta con una struttura fiammata, per la presenza di elementi disposti secondo la direzione di flusso.



ASSETTO STRUTTURALE

L'assetto strutturale del territorio è caratterizzato dalla presenza di tre sistemi principali di faglie con età e direzioni differenti.

Il primo sistema , con direzione NNW-SSE, è rappresentato da faglie del Burdigaliano medio – superiore ;

le faglie del secondo sistema hanno direzione E-W e subiscono una riattivazione nel Serravalliano;

Nel terzo gruppo vi sono i lineamenti strutturali con direzione N-S e giacitura subverticale la cui età pleistocenica è connessa alle numerose effusioni basaltiche. Questi sistemi di lineamenti tettonici delineano diversi bacini tettono-sedimentari, fra i quali quello di Porto Torres, di Chilivani-Berchidda e del Lugudoro, i quali formano l'estremità settentrionale del grande riftoligo-miocenico sardo.

Idrogeologia

I litotipi vulcanici presenti nel settore in esame, a causa della loro bassa permeabilità primaria, determinano condizioni di scarsa infiltrazione delle acque superficiali che scorrono lungo i versanti per ruscellamento areale o incanalato.

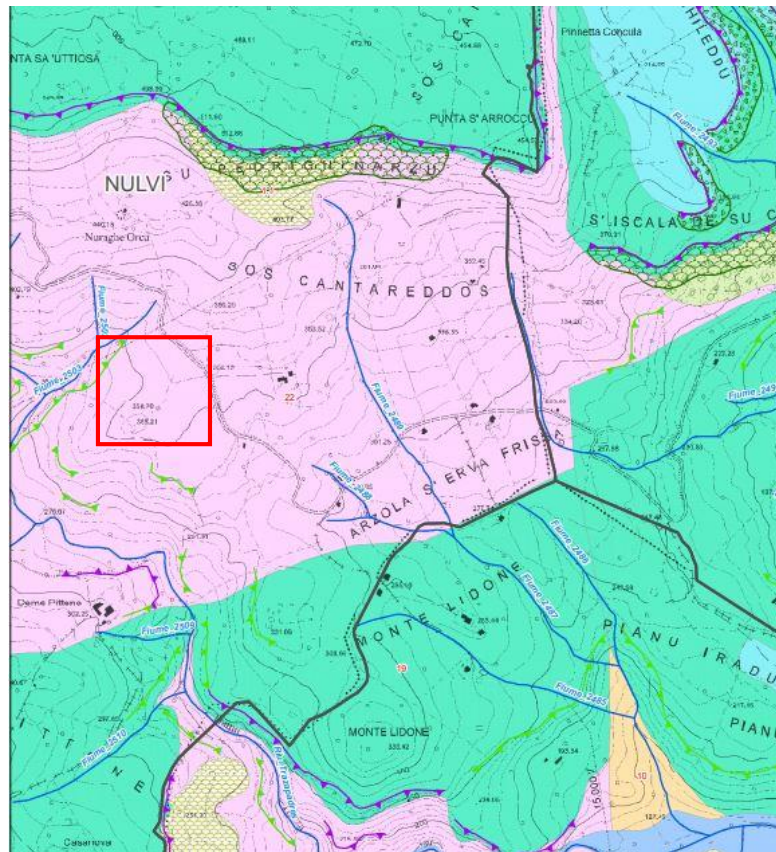
La circolazione idrica in profondità avviene per fessurazione a causa della formazione di fessure da raffreddamento post-deposizionale o attraverso fratture formatesi durante i movimenti tettonici successivi alla messa in posto del complesso vulcanico.

La permeabilità, in questo caso, è fortemente influenzata dalla presenza, all'interno delle fratture, di un riempimento di natura argillosa.

La presenza di litologie a differente grado di fessurazione determina la formazione di falde sovrapposte sostenute da livelli impermeabili lapidei o argillosi.

I depositi recenti ed attuali, rappresentati dai colluvi e dai depositi di pendio, sono caratterizzati, invece, da una permeabilità per porosità che tuttavia risulta medio-bassa a causa di una forte percentuale di materiali fini che ostruiscono in parte gli spazi tra gli elementi del deposito.

Il bacino idrogeologico è per questi motivi esteso ed esterno all'area in studio. L'idrografia principale è impostata secondo la direzione strutturale NE-SO. Il settore in esame è situato all'interno del bacino idrografico di un piccolo affluente destro del II principale collettore delle acque superficiali nel settore è rappresentato dal RIU TRAZAPADRES .e classificazione N_Strahler: 3Sub_Bacino:



FENOMENI FRANOSI

Elementi puntuali

	Stato		
	Attivo	Quiescente	Stabilizzato
Cavità artificiale			
Cavità naturale			
Frana puntuale			

Elementi lineari

	Alveo inciso
	Scarpata di terrazzo
	Scarpata rocciosa
	Scarpata stradale instabile
	Imbocchi di cavità (naturali o/artificiali) potenzialmente instabili

Elementi areali

	Stato		
	Attivo	Quiescente	Stabilizzato
Cavità artificiale			
Complessa			
Crollo			
Dilavamento diffuso			
Falesia costiera			
Scivolamento o scorrimento			
Colamento			
Deformazione gravitativa profonda			
Espansione laterale			
Conoide			
Franosità diffusa			
Soli slip			

Idrografia

Il principale collettore delle acque superficiali nel settore è rappresentato dal RIU TRAZAPADRES .

All'interno del bacino idrografico sono presenti alcune sorgenti, che alimentano il piccolo corso d'acqua. La loro portata non è elevata e risente del regime delle precipitazioni.

Queste emergenze idriche si trovano al contatto tra litologie a diverso grado di permeabilità (sorgenti di contatto), ossia all'interno di ammassi rocciosi costituiti dallo stesso litotipo (andesiti), ma in presenza di disomogeneità di costituzione legate alla fratturazione ed al grado di alterazione della roccia.

Indagine del sito

Per la caratterizzazione dei terreni che occupano l'area in esame è stata eseguita una ricognizione speditiva dei vari affioramenti che si possono osservare nelle zone adiacenti.

Per la determinazione dei parametri geomeccanici del substrato ignimbrico, si è utilizzata la classificazione dell'ammasso roccioso RMR di Bieniawski(1989)

La classificazione di Bieniawski tiene conto di 5 parametri relativi allo stato della roccia e dell'ammasso roccioso e di un indice di correzione il cui valore è funzione dell'orientamento delle discontinuità e del problema affrontato (gallerie, versanti e fondazioni).

$$RMR = (A1 + A2 + A3 + A4 + A5) - I_c;$$

I parametri sono:

A 1	<Co> (Resistenza a compressione monoassiale);
A 2	<RQD%> (Rock Quality Designation);
A 3	<s> (Spaziatura delle discontinuità);
A 4	Condizioni dei giunti
A 5	Condizioni idrauliche dei giunti
I c	Indice di correzione

Gli indici A1-A5 sono quelli relativi alla classificazione di Bieniawski e si ricavano dalla seguente tabella.

PARAMETRI			INTERVALLI DI VALORI						
1	RES IST ENZ	Carico	>10	4-	2-4	1-2	Non applicabile		
		Compressione	>250	100	50-100	25-50	5	1-5	<1
	Indice		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD (%)		90-100	75-	50-75	25-50	<25		
	Indice		20	17	13	8	3		
3	SPAZIATURA GIUNTI (m)		>2	0,6	0,6-	0,06-0,2	<0,06		
	Indice		32	15	10	8	5		
4	CONDIZIONE GIUNTI		Superfici molto scabre non continue.	Superfici scabre . Apertura <1m	Superfici scabre . Apertura <1m	Superfici lisce o laminate o riempimento <5mm o apertura 1-5mm. Giunti	Riempimento tenero con spessore >5mm o giunti aperti >5 mm. Giunti continui		
	Indice		30	25	20	10	0		
5	CONDIZIONE IDRICA	Afflusso per 10m di lunghezza	Assente	<10	10-25	25-125	>125		
		Rapporto Pressione acqua nei giunti/Pressione	0	<0,1	0,1-0,2	0,2-0,5	>0,5		
		Condizioni generali	Giunti asciutti	Umidità	Bagnati	Stillicidio	Venute d'acqua		
	Indice		15	10	7	4	0		

La somma dei 5 indici parziali fornisce il Basic RMR (BRMR).

$$= (7+13+15+25+15) = 75$$

Per la stima dell'indice di correzione I_c si deve fare riferimento alla seguente tabella:

Orientamento dei giunti		Molto favorevole	Favorevole	Discreto	Sfavorevole	Molto sfavorevole
Gallerie e	Indice	0	-2	-5	-10	-12
Fondazioni		0	-2	-5	-15	-25
Versanti		0	-5	-7	-50	-60

Nel caso in esame la giacitura delle fratture risulta favorevole e quindi la riduzione è pari a 2

Applicando alla BRMR la correzione I_c si ottiene l'indice RMR, correlato alla qualità dell'ammasso roccioso e alle sue caratteristiche meccaniche secondo la seguente tabella:

RMR	0-25	25-50	50-70	70-90	90-100
CLASSE	V	IV	III	II	I
QUALITÀ	Molto scadente	Scadente	Discreta	Buona	Ottima
Coesione (Mpa)	<0,1	0,1-0,15	0,15-0,20	0,2-0,3	>0,3
$\phi(^{\circ})$	<30	30-35	35-40	40-45	>45

Nel caso in studio dopo un'attenta osservazione delle condizioni dell'ammasso roccioso si può attribuire un indice corretto pari 73 al quale corrispondono

Coesione $C = 5$ BRMR = 365 Kpa

$\Phi = 5 + \text{BRMR}/2 = 41,5^{\circ}$

CLASSIFICAZIONE SISMICA

In seguito alla adozione delle NTC pubblicate nel DECRETO 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni». (18A00716) (GU Serie Generale n.42 del 20-02-2018 - Suppl. Ordinario n. 8) Anche in Sardegna si devono effettuare le verifiche considerando gli effetti sul fabbricato delle azioni sismiche.

Il terreno di fondazione di qualsiasi struttura deve essere in grado di sopportare il carico che gli viene trasmesso dalle strutture sovrastanti senza che si verifichi rottura e senza che i cedimenti della struttura siano eccessivi.

In questo capitolo affronteremo il problema della determinazione della resistenza limite a taglio (carico ultimo o carico limite) di una fondazione.

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO SECONDO LE NTC 2018

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, è necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale attraverso analisi specifiche. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può utilizzare un approccio semplificato, che si basa sulla definizione standard di alcune categorie di sottosuolo di fondazione (NTC18):

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

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

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

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

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

VITA NOMINALE:

50 (anni)

CLASSE DI UTILIZZO:

Classe II ▼

VITA DI RIFERIMENTO:

50

SPETTRO:

SLV 10% ▼

PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO
DELLA VITA DI RIFERIMENTO:

10 %

PERIODO DI RITORNO

475 (anni)

LATITUDINE:

40.80657

LONGITUDINE:

8.79490

RISULTATI:

AG/G:

0.05

F0:

2.88

TC:

0.34

CONCLUSIONI

L'osservazione di scavi aperti presenti in aree limitrofe al sito in oggetto permette di definire le seguenti caratteristiche qualitative per l'area oggetto dell'intervento:

il litotipo si presenta compatto al di sotto di una profondità variabile da 0,5 m a 1 m , sovrastato da un detrito caotico con clasti eterometrici di vulcanite in matrice sabbioso argillosa.

la fratturazione è poco marcata nel litotipo andesitico.

non si rileva la presenza di cavità estese o fenomeni di dissoluzione nelle facies tufacee più erodibili dell'ammasso roccioso.

Dall'esame morfologico del sito e dalle caratteristiche tecniche dei terreni, in relazione alle caratteristiche progettuali dell'opera si può affermare:

- nel settore non si osservano dissesti profondi in atto e/o potenziali;
- lungo i versanti può essere presente una limitata circolazione idrica occasionale, circoscritta; questa non pare possa determinare intensa erosione a carico del detrito superficiale;
- alla fascia detritica superficiale, che non modifica le condizioni del bedrock lapideo;
- Non si è rilevata la presenza di fronti rocciosi attivi, in quanto la porzione di versante esaminata non evidenzia rotture di pendio con cornici rocciose d'altezza rilevante, dalle quali si possono distaccare blocchi instabili. la realizzazione dell'opera non ha innescato fenomeni di instabilità;
- le opere pubbliche realizzate per rimuovere le cause di instabilità all'interno del territorio comunale non hanno subito alcuna interferenza per la realizzazione dell'opera