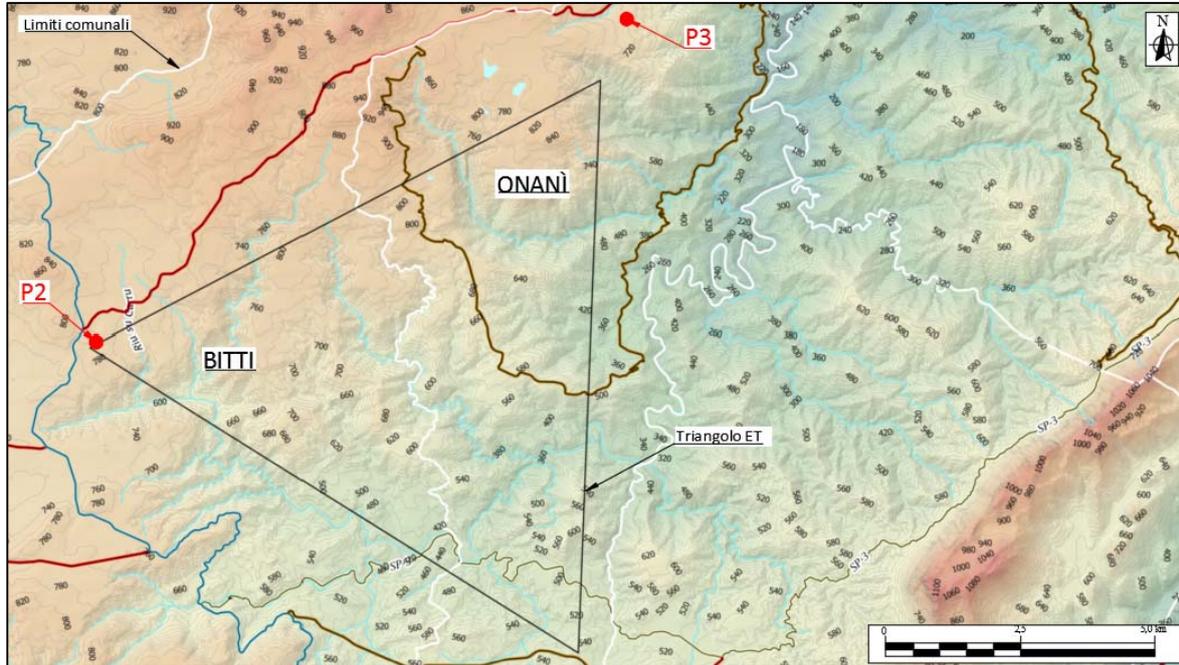




ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR

Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna

CUP: I49E20000030005



PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

Relazione geologica, idrogeologica e geotecnica

Progettista:



E&G s.r.l.
prof. ing. Quintilio Napoleoni

Geologi incaricati della relazione geologica:

prof. Giacomo Oggiano
dott. Stefano Cuccuru

Committente:



Istituto Nazionale di Fisica
Nucleare

Responsabile Unico del Procedimento:

dott. ing. Gaetano Schillaci

Codice					Formato	Revisione	Data
E	T	_	R	03	A4	B	10 Luglio 2020

Firma:

il progettista:
prof. ing. Quintilio Napoleoni





Fondata nel 1562

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SASSARI

Realizzazione di due pozzi per la raccolta di rumore microsismico in Sardegna

Relazione geologica, idrogeologia, geotecnica

Aprile 2020

Prof. Giacomo Oggiano

Dr. Geol. Stefano Cuccuru

Sommario

1 Introduzione	3
2 Vincolistica di riferimento	3
3 Inquadramento topografico	4
4 Inquadramento geologico	5
Stratigrafia.....	5
Assetto strutturale	6
Tettonica terziaria.	7
5 Inquadramento idrogeologico	8
6 Vincolistica	9
7 Indagini geotecniche	11
8 Conclusioni	13

1 Introduzione

I sottoscritti Prof. Giacomo Oggiano e il Dr. Stefano Cuccuru, rispettivamente docente di Geologia Strutturale e consulente geologo, entrambi dell'Università di Sassari, su commissione dell'INFN sono stati incaricati di eseguire il presente studio al fine di inquadrare dal punto di vista geologico, geotecnico e idrogeologico il territorio interessato da una futura infrastruttura scientifica per esperimenti fisici da realizzarsi tra i comuni di Bitti e Onani.

Nello specifico, la presente relazione è relativa al progetto di perforazione di due pozzi, della profondità di circa 250 m dal p.c., funzionali all'installazione di due sismometri e la relativa strumentazione di superficie per la misura del rumore sismico. La perforazione consentirà inoltre di acquisire ulteriori conoscenze sulla tipologia e qualità dell'ammasso roccioso lungo i 250 m di perforazione nonché confermare il modello idrogeologico proposto.

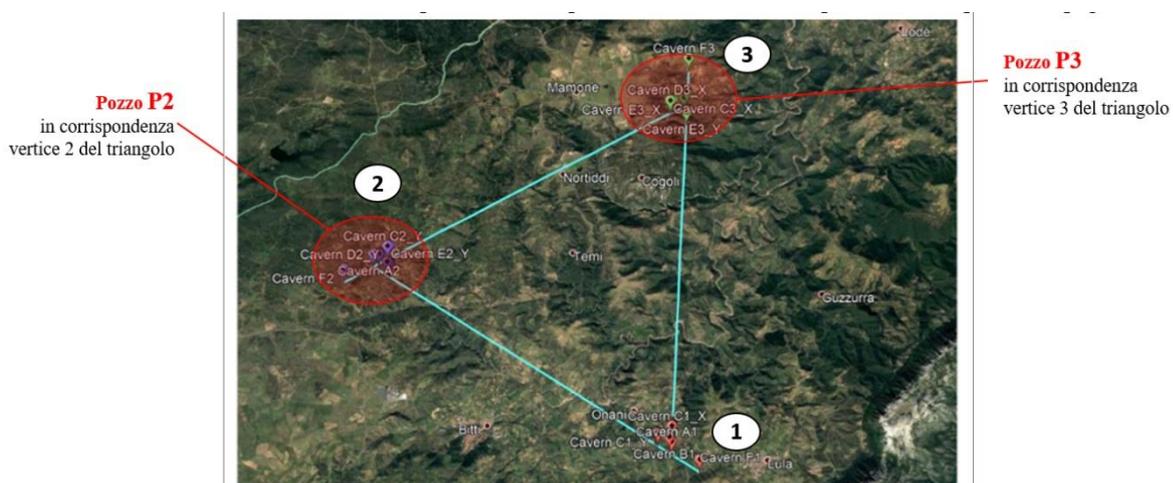


Fig. 1: Ubicazione pozzi ai vertici dell'infrastruttura in progetto

2 Vincolistica di riferimento

- UNI 9724/2-90 Materiali lapidei – determinazione della massa volumica apparente e del coefficiente d'imbibizione.
- UNI EN 13755. Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione dell'assorbimento d'acqua a pressione atmosferica. Dicembre 2002
- UNI EN 1926. Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione della resistenza a compressione. Dicembre 2000
- R.D. 3267/23 e L. 991/1952 aree sottoposte a vincolo idrogeologico
- L.R. 267/98 - Aree a pericolosità idrogeologica mappate dal Piano Assetto Idrogeologico e sue varianti.
- Piano Stralcio Fasce Fluviali Regione Sardegna Piano Stralcio delle Fasce Fluviali è redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 della legge 19 maggio 1989 n. 183 e Delibera n.2 del 17.12.2015

3 Inquadramento topografico

I pozzi previsti nel progetto sono ubicati all'interno della Provincia di Nuoro. Nello specifico, il pozzo P2 ricade all'interno del territorio comunale di Bitti mentre il pozzo P3 ricade all'interno del territorio comunale di Onani.

Il pozzo P2 ricade cartograficamente all'interno della Sezione 482050 "Funtana 'e Murru" della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10 000, del Foglio 482, Sez. IV, "Mamone" della Carta Topografia IGM in scala 1:25 000 ed è individuabile alle seguenti coordinate WGS 84:

40°31.524'N

9°20.876'E



Fig. 2: Estratto dalla Carta d'Italia (IGM) 1:25000, foglio 482 sez. IV "Mamone". In rosso l'area di intervento. Immagine non in scala.



Fig. 3: Estratto foto aerea volo 2006. In rosso l'area di intervento. Immagine non in scala.

Il pozzo P3 ricade cartograficamente all'interno della Sezione 482020 "Mamone" della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10 000, del Foglio 482, Sez. IV, "Mamone" della Carta Topografia IGM in scala 1:25 000 ed è individuabile alle seguenti coordinate WGS 84:

40°34.667'N

9°27.817'E

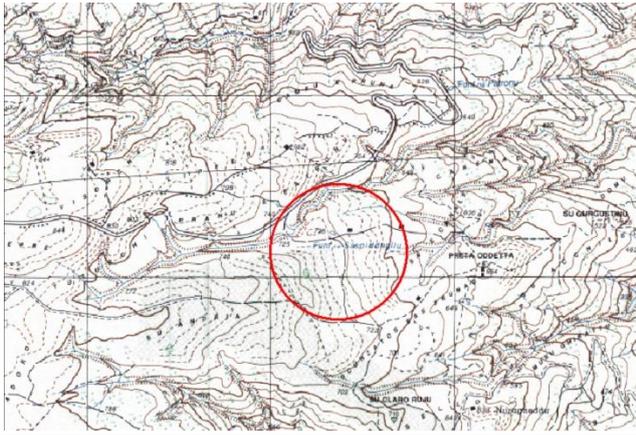


Fig. 4: Estratto dalla Carta d'Italia (IGM) 1:25000, foglio 482 sez. IV "Mamone". In rosso l'area di intervento. Immagine non in scala.



Fig. 5: Estratto foto aerea volo 2006. In rosso l'area di intervento. Immagine non in scala.

4 Inquadramento geologico

La geologia dell'area interessata dai due pozzi è caratterizzata da litologie appartenenti al complesso metamorfico Varisico della Sardegna nord-orientale e da intrusioni di rocce granitoidi che lo hanno interessato a partire dal Carbonifero superiore-Permiano. Le coperture mesozoiche delimitano quest'area verso est, coinvolte in una tettonica *thick-skinned* terziaria responsabile della formazione della dorsale del Mont'Albo. Questo rilievo lineare, lungo una ventina di chilometri, orientato NNE, rappresenta una "struttura a fiore" in cui sono coinvolti, in *thrust* a vergenza NW, sia le coperture che il basamento.

Stratigrafia

La successione metasedimentaria dell'area che va da Lula alla valle del Posada ha un metamorfismo barroviano, progrado verso nord, che va dagli scisti verdi profondi alla *facies* anfibolitica. Non è, quindi, semplice - anche in seguito alle diverse fasi deformative duttili varisiche che hanno trasposto l'originaria stratificazione - stabilire una precisa stratigrafia. Nella monoclinale di scistosità che immerge a sud sono distinguibili i seguenti litotipi che ricorrono a più livelli:

Metarenarie e metasiltiti scistose in alternanza a livelli decimetrici di quarziti omogene, che a tratti, prevalgono sulle metarenarie siltitiche;

Filladi scure, grafitose, che verso nord assumono le caratteristiche di micascisti a granato + oligoclasio e in prossimità della valle del Posada di micascisti a granato con ricca blastesi a staurolite e cianite;

Ortogneiss a composizione granodioritica che affiorano a nucleo di un'ampia antiforمة di scistosità;

Gneiss occhiadini per porfiroclasti di K-feldspato e di quarzo in matrice scistosa che può contenere porfiroblasti di granato. Gli gneiss occhiadini affiorano all'estradosso dell'antiforme con a nucleo gli ortogneiss granodioritici;

Verso la valle del Posada gli ortogneiss e i paraderivati in *facies* anfibolitica sono interessati da un'intensa deformazione milonitica e ultramilonitica, diafioritica, che genera una fascia di filloniti larga qualche centinaio di metri in cui si intercalano lenti di anfiboliti interpretate come derivati della retrocessione di originarie eclogiti;

Le rocce metamorfiche fin qui descritte sono intruse dai granitoidi tardo-varisici. Tra queste plutoniti quella meglio definita è la granodiorite di Bitti, intrusa interamente nel basamento metamorfico. La sua forma ellissoidale allungata in direzione E-W è coerente con la strutturazione interna che si manifesta con una debole orientazione preferenziale dei fessure. Verso est e Nord Est l'area è delimitata da una serie di unità intrusive coalescenti, tra le quali sono state distinte un'unità metalluminosa da leucomonzonitica a monzogranodioritica (unità di Buddusò) e un complesso intrusivo peralluminoso (unità di Concas, Tepidòra e Sos Canales);

Oltre alle principali intrusioni sono presenti numerosi corpi ipoabissali in stocks e filoni a composizione riolitica riodacitica e basaltica, spesso con carattere alcalino intraplacca (camptoniti), di età triassica.

Assetto strutturale

La strutturazione dell'area è dovuta alla tettonica collisionale varisica responsabile delle deformazioni duttili sin-metamorfiche che interessano il basamento e alla tettonica fragile oligo-miocenica legata alla collisione tra il margine meridionale europeo e l'Adria.

La tettonica collisionale varisica è responsabile della strutturazione del basamento, dove si manifesta con due fasi plicative sin-metamorfiche con associate scistosità di piano assiale S1 e S2. La prima scistosità è relitta, osservabile solo al microscopio o all'interno di *microlithons* definiti dalla S2. La seconda scistosità, sempre molto pervasiva, è l'anisotropia dominante sul terreno e descrive una monoclinale con generale immersione verso sud e sud est, con pendenze sempre molto elevate tra 40 e 80 gradi. La S2 è deformata da pieghe post-metamorfiche costituite da *kink* di direzione assiale variabile e da pieghe a piano assiale orizzontale, queste dovute verosimilmente a raccorciamenti verticali post-collisionali.

Una importante fase deformativa, da collisionale a post collisionale, si manifesta con una importante zona di taglio trascorrente, dapprima sinistra e poi destra. L'ultima cinematica destrale ha quasi completamente obliterato la prima, della quale permangono indicatori cinematici nelle migmatiti a nord del Posada.

L'ambientazione della deformazione è retrograda rispetto al metamorfismo delle rocce incassanti perché produce una fascia fillonitica a spese dei micascisti a granato e staurolite con \pm cianite e genera una strutturazione a piani S-C negli ortogneiss con spaziatura da centimetrica a millimetrica. Le condizioni al limite tra il duttile e il fragile di questa deformazione sono documentate anche dalla presenza di strutture tipo *slickenside* sui piani C. Tale strutturazione che compromette la resistenza di questo litotipo, non si propaga oltre 2 Km a sud della zona di taglio.

Tettonica terziaria.

La tettonica terziaria si manifesta con faglie trascorrenti sinistre orientate NE e con faglie destre orientate E-W che insieme individuano cunei crostali con movimento di estrusione verso est.

Una di queste faglie sinistre, in corrispondenza di un *restraining band*, genera una struttura transpressiva che si manifesta col rilievo del Monte Albo. Questo rilievo è costituito da calcari e dolomie che datano dal Bajociano al Cretaceo implicati in *thrust* insieme al basamento.

Le superfici dei *thrust* da sub-orizzontali a poco inclinate verso est nel versante occidentale del rilievo si verticalizzano nel versante orientale, in prossimità di Siniscola, dove le coperture carbonatiche si radicano nel basamento in corrispondenza della faglia trascorrente di Nuoro. La deformazione fragile terziaria si manifesta con fasce cataclastiche e *damage zone* nei graniti che possono condizionare e consentire una certa circolazione idrica.

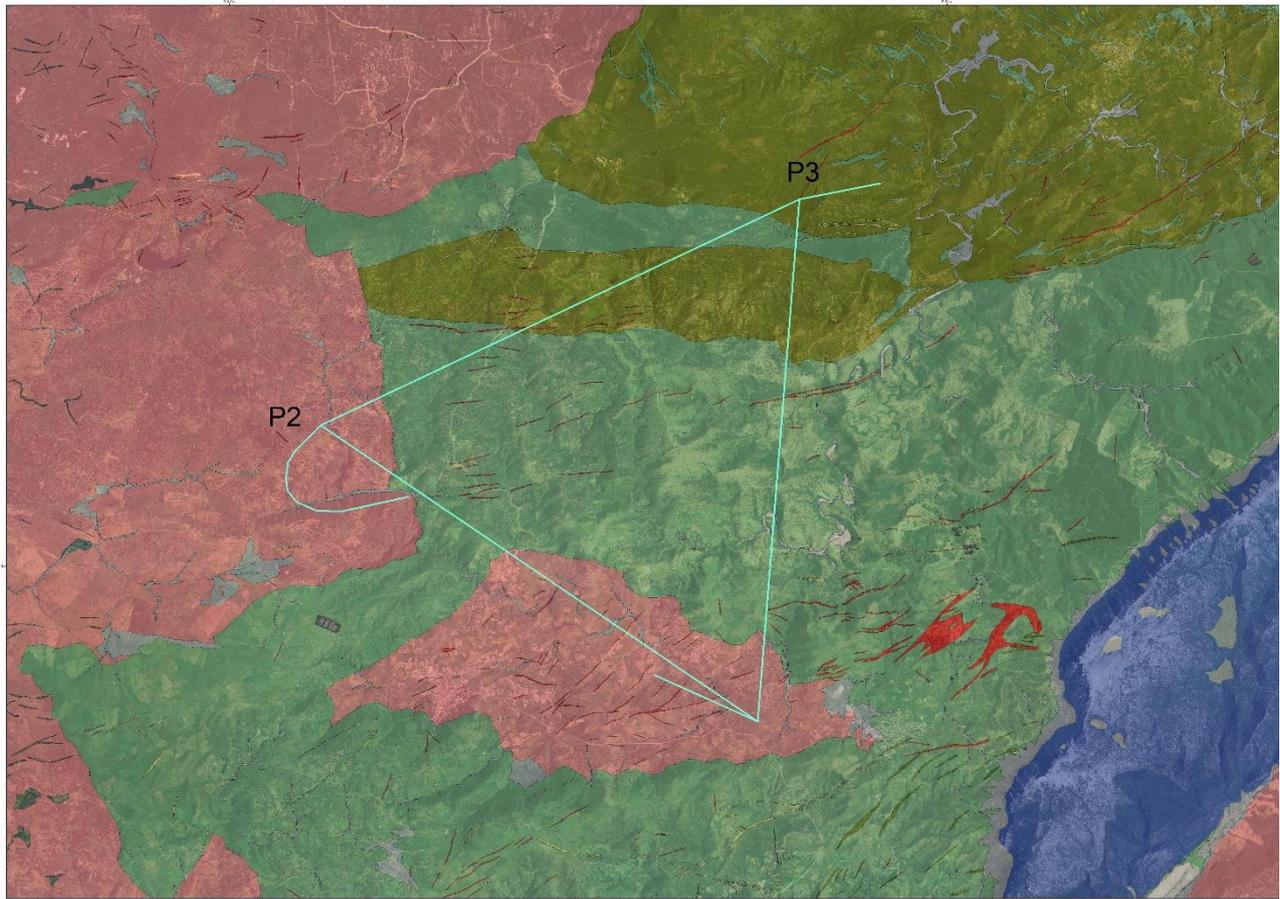


Fig. 6: ubicazione dell'infrastruttura e dei rispettivi pozzi sulla carta geologica.

Legenda: verde chiaro: micascisti. Verde scuro: ortogneiss di Lodè. Rosa: Complesso intrusivo. Blu: Calcari e dolomie. Grigio: coperture recenti.

5 Inquadramento idrogeologico

L'area del pozzo P3 è drenata da piccoli corsi d'acqua stagionali tributari in sinistra idrografica dell'adiacente Rio Mannu. Viceversa, l'area del pozzo P2 si trova in prossimità di uno spartiacque idrografico dove l'idrografia superficiale è drenata a est dal bacino del Riu S'Adde e a Ovest dal bacino del Rio San Giovanni. Il Riu S'Adde, verso nord-est diventa tributario anch'esso del Rio Mannu, principale immissario del Lago di Posada, il più importante invaso artificiale dell'area grazie allo sbarramento "Maccheronis". Viceversa il Rio San Giovanni, a seguito dell'unione con altri affluenti (Molò, Lughei etc), diventa tributario in sinistra idraulica (nelle vicinanze di Osidda) del Fiume Tirso, il più grande corso d'acqua della Sardegna. Tale scenario evidenzia come l'area abbia quindi un doppio drenaggio, sia occidentale e orientale per il P2 ed esclusivamente orientale per il P3.

Per quanto riguarda la circolazione sotterranea, questa è fortemente limitata dalla bassa porosità delle litologie affioranti nell'area. Nei graniti la circolazione può avvenire esclusivamente attraverso il *network* di microfratturazione, ove particolarmente sviluppato, o nelle zone cataclastiche e *damage zones* associate a importanti faglie. Nelle rocce metamorfiche è la natura della scistosità a controllare la circolazione. Tale

discontinuità planare, generalmente allentata in superficie, in profondità è serrata sotto il carico litostatico inibendo fortemente la permeabilità. Anche in questi litotipi l'infiltrazione e la circolazione sono confinate a zone di faglia accompagnati da fasce cataclastiche di una certa rilevanza.

La scarsa circolazione sotterranea è confermata sia dal dato diretto proveniente dalla vicina miniera di Sos Enattos (dove su 50 km di gallerie viene registrato mediamente un drenaggio di 1L/s) che da alcune tomografie di resistività. Queste ultime, realizzate sui fondovalle, evidenziano conducibilità compatibili con zone saturate solo negli gli strati ghiaiosi di subalveo dei fiumi principali. Mentre l'elevata resistività del bedrock granitico fa ritenere che i graniti siano scarsamente fratturati e non siano interessati da circolazione idrica sotterranea.

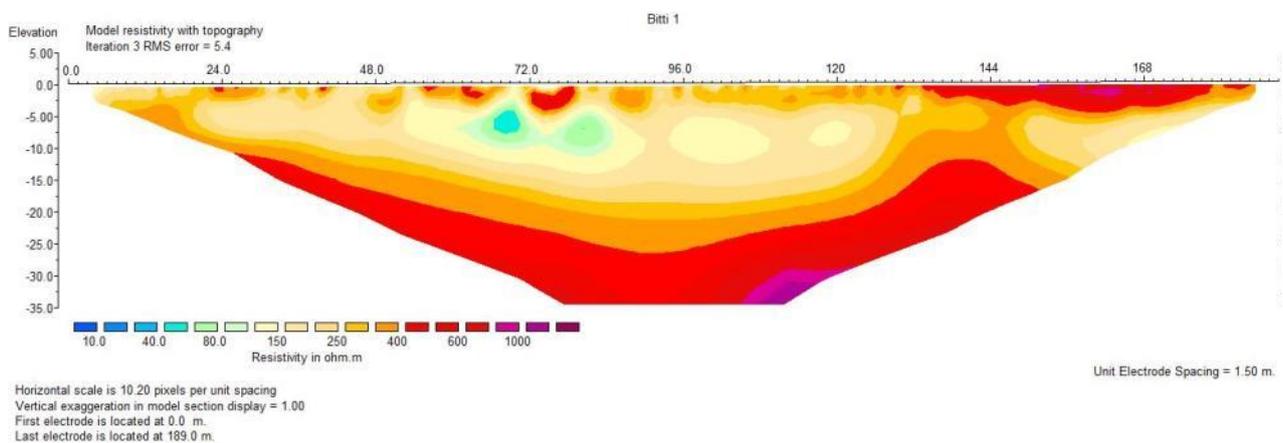


Fig. 7. Tomografia di resistività in adiacenza all'alveo del Riu Mannu .

6 Vincolistica

Al fine di valutare eventuali limitazioni alla fattibilità del progetto ed all'uso del territorio, si è verificato il regime vincolistico proposto dalle principali norme vigenti a tutela del territorio.

Dall'analisi delle aree interessate da Vincolo Idrogeologico (R.D. 3267/23 e L. 991/1952) si evince come entrambe le aree ricadano all'interno di tale perimetrazione. Non sono invece presenti aree perimetrate all'interno del Piano Fasce Fluviali PSFF.

Inoltre, è stata analizzata la cartografia del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Regione Autonoma della Sardegna (PAI), ai sensi della L. 183/1989, del D.L. 180/98 convertito in L. n. 267/98, modificato dalla L. 226/99, redatto nel Giugno 2003 e aggiornato con D.G.R. n. 54/33 del 30 Dicembre 2004 e con s.m.i..

L'esame di tale cartografia ha consentito di escludere, nell'area in esame, la presenza di zone di pericolosità idraulica per piena (Hi).

Per quanto riguarda la pericolosità geomorfologica, solo l'area del pozzo P3 ricade all'interno di una perimetrazione Hg1.

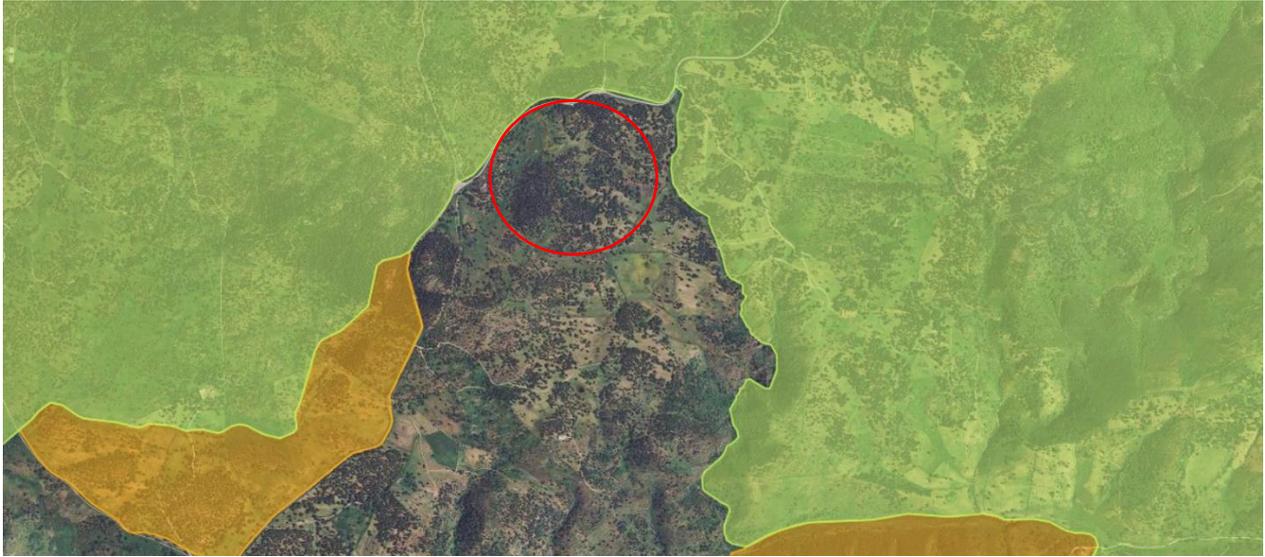


Fig. 8: Estratto aree sottoposte a Vincolo Idrogeologico (R.D. 3267/23 in arancione; L. 991/1952 in verde) nell'area del P2 (cerchio rosso).

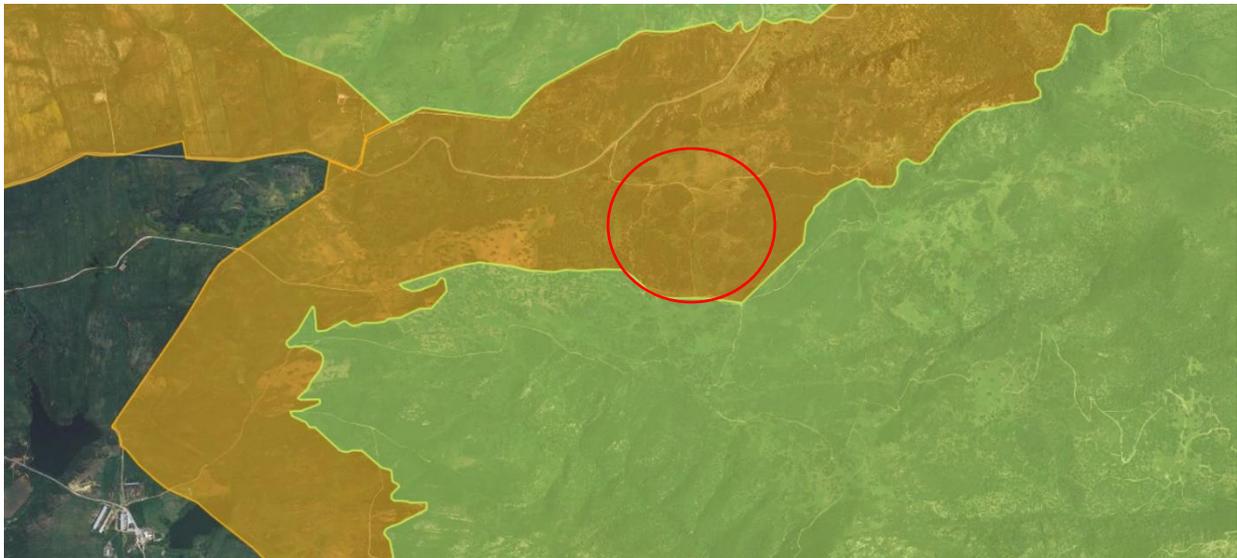


Fig. 9: Estratto aree sottoposte a Vincolo Idrogeologico (R.D. 3267/23 in arancione; L. 991/1952 in verde) nell'area del P3 (cerchio rosso).



Fig. 10: Estratto dal Piano Assetto Idrogeologico (PAI) Regione Sardegna. Aree interessate da Pericolosità per Frana (Hg) nell'area del P2 (cerchio rosso).

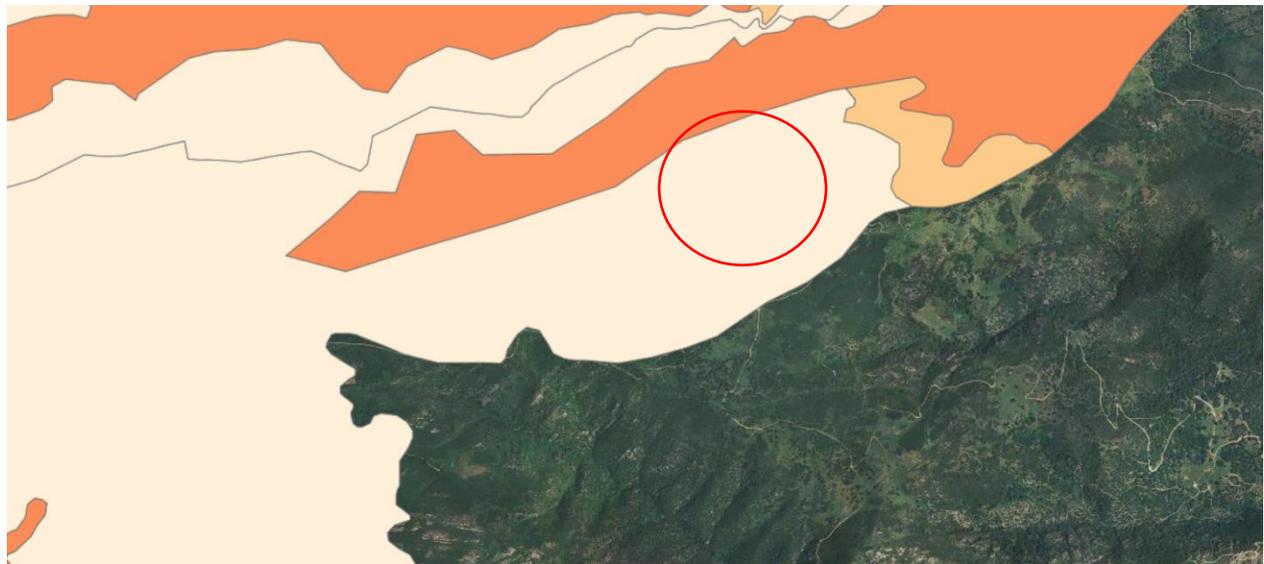


Fig. 11: Estratto dal Piano Assetto Idrogeologico (PAI) Regione Sardegna. Aree interessate da Pericolosità per Frana (Hg) nell'area del P3 (cerchio rosso).

7 Indagini geotecniche

Il pozzo P2 attraverserà prevalentemente litologie appartenenti all'unità intrusiva di "Sos Canales" mentre invece il pozzo P3 attraverserà prevalentemente litologie appartenenti all'unità degli "ortogneiss di Lodè".

Per entrambe le litologie è stata effettuata una caratterizzazione fisico-meccanica al fine di determinare le seguenti proprietà seguendo i rispettivi protocolli standard (UNI-EN):

- Massa volumica apparente (UNI EN 9724/2)

- Determinazione dell'assorbimento d'acqua a pressione atmosferica (UNI EN 13755:2002)
- Determinazione della resistenza a compressione semplice (UNI 1926:2000)

Si forniscono quindi di seguito le caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi attraversati dalle perforazioni.

Pozzo P2:

Litologia		Leucomonzogranito
Massa Volumica apparente	(g/cm ³)	2.60
Coef. Di imbibizione	(%)	0,37
Resistenza alla compressione uniassiale Valore medio Carico perpendicolare all'anisotropia	(MPa)	130,6
Resistenza alla compressione uniassiale Valore medio Carico parallelo all'anisotropia	(MPa)	100

Pozzo P3:

Litologia		Ortogneiss
Massa Volumica apparente	(g/cm ³)	2.74
Coef. Di imbibizione	(%)	0,4
Resistenza alla compressione uniassiale Valore medio Carico perpendicolare all'anisotropia	(MPa)	92.6
Resistenza alla compressione uniassiale Valore medio Carico parallelo all'anisotropia	(MPa)	60.83

8 Conclusioni

Sulla base delle determinazioni riportate nei precedenti paragrafi riguardanti l'assetto geologico, geotecnico e idrogeologico, relativamente al progetto di Realizzazione di due pozzi per la raccolta di rumore microsismico in Sardegna, si riportano le seguenti considerazioni conclusive:

- Il pozzo P2 attraverserà prevalentemente litologie appartenenti all'unità intrusiva di "Sos Canales" mentre invece il pozzo P3 attraverserà prevalentemente litologie appartenenti all'unità degli "ortogneiss di Lodè".
- Ad esclusione del primo strato di suolo e di roccia arenizzata in posto, entrambe le perforazioni avverranno su substrato litoide.
- Entrambe le litologie interessate dalla perforazione mostrano discreti valori di resistenza a compressione (valori medi superiori ai 60 MPa) e bassissimi coefficienti di imbibizione (circa 0.4%).
- La bassa porosità delle rocce interessate limita la circolazione idrica che può avvenire solo per fratturazione o grazie alla scistosità. Quest'ultima tende a serrarsi in profondità grazie al carico litostatico.
- Il pozzo P3 ricade all'interno di un'area sottoposta a Vincolo idrogeologico e a pericolosità geomorfologica (Hg1).

Prof. Giacomo Oggiano

Dr. Geol. Stefano Cuccuru