



Studio dott. geol. Andrea Mocchiutti

**REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA
PROVINCIA DI UDINE
COMUNE DI TRASAGHIS
LOCALITA' BRAULINS**

**INTERVENTI DI SOMMA URGENZA PER LA MESSA IN SICUREZZA
DELLA PARETE ROCCIOSA ALL'IMBOCCO DELLA GALLERIA
ALLA PROGRESSIVA KM 0+350 DELLA SR_UD_36 DI BORDANO**

Relazione geologica

DOTT. GEOL. ANDREA MOCCHIUTTI

COMMITTENTE: FRIULI VENEZIA GIULIA STRADE S.p.A.

0	09/2020	Emissione			
REV.	DATA	MOTIVAZIONI			NR 092-20

*Studio dott. geol. Andrea Mocchiutti
Via Chisimaio, 141 - 33100 Udine (UD)
Tel./Fax.: 0432 501628 e-mail: geo@geomok.it*

SOMMARIO

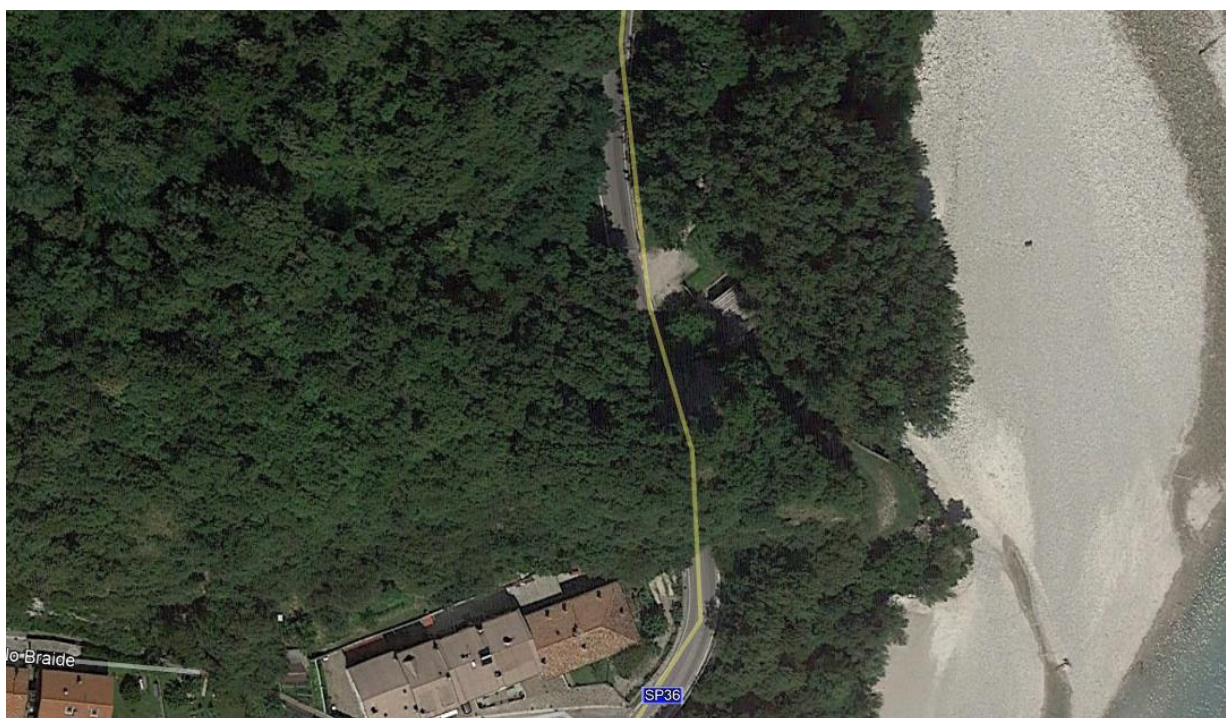
1. INTRODUZIONE	3
1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	4
2. IDROGRAFIA E FALDA FREATICA	5
3. STATO DI FATTO E DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	6
4. VINCOLI.....	7
5. SISMICITÀ	8
6. COMPORTAMENTO SISMICO DEL TERRENO.....	10
7. INDICAZIONI GEOLOGICO TECNICHE.....	11
9. CONCLUSIONI	16

1.

INTRODUZIONE

Il presente studio geologico è relativo all'intervento urgente lungo la SR UD 36 di Bordano, dove alla chilometrica 0+350 si è verificato un distacco lapideo in corrispondenza del portale nord di una galleria esistente.

Vista aerea dell'area di indagine



Riferimenti

- [1] Catasto dei pozzi per acqua, Regione Autonoma Friuli – Venezia Giulia
- [2] Carta geologica d'Italia alla scala 1:25.000, Foglio 49 Gemona del Friuli – ISPRA
- [3] Vulnerabilità degli acquiferi del Campo di Gemona-Osoppo all'inquinamento, Provincia di Udine – Geol. Giorgetti F. e Stefanini S (1989)

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area è compresa tra le prime propaggini montuose e la piana alluvionale di Osoppo e Gemona, tra gli abitati di Trasaghis e Bordano.

In generale quest'area è stata sottoposta ad una potente azione abrasiva glaciale ed il successivo scioglimento dei ghiacci ha dato luogo ad un lago i cui sedimenti, aventi un'età di 8.000 anni, sono stati rinvenuti ad una profondità di 8-10 metri dall'attuale piano campagna.

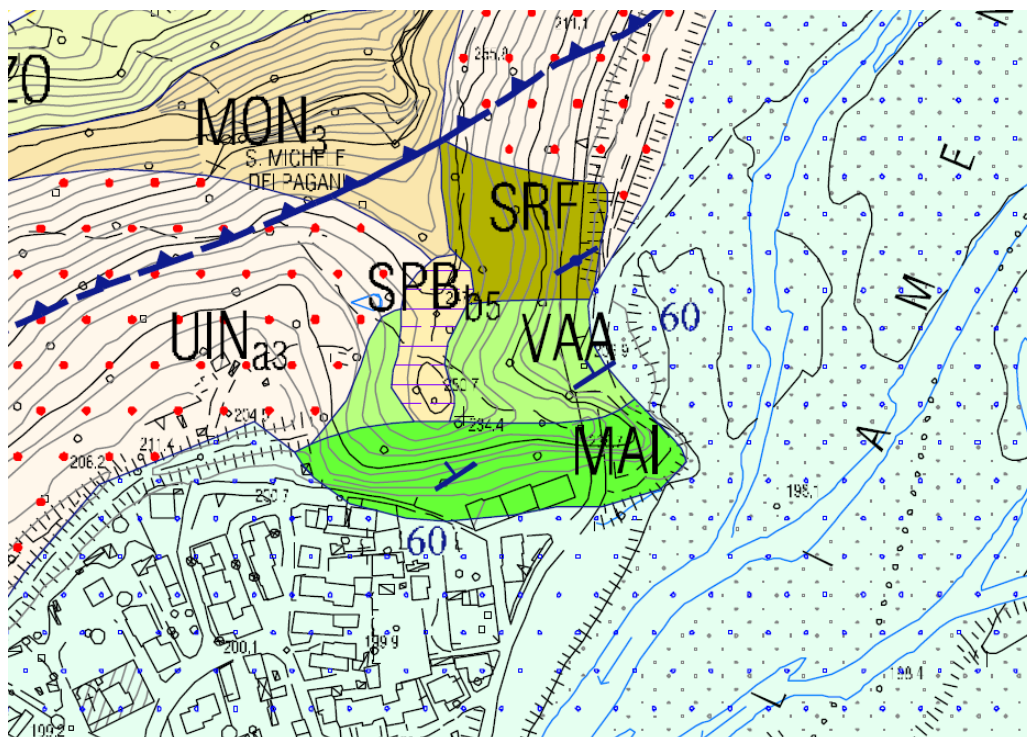
Successivamente la depressione è stata colmata da sedimenti fluvio-glaciali provenienti dal fiume Tagliamento e da altri torrenti montani.

I depositi alluvionali sono prevalentemente grossolani, costituiti essenzialmente da ghiaie di natura calcarea e calcareo-dolomitica. Talvolta i depositi possono essere ghiaioso-sabbiosi con sporadiche lenti di materiale limoso argilloso.

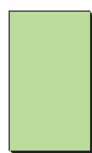
Il substrato litoide è costituito da rocce carbonatiche mesozoiche.

L'imbocco della galleria è stato realizzato in corrispondenza di un affioramento roccioso costituito da calcari appartenenti alla formazione della Scaglia Variegata Alpina, costituita da un calcare a grana fine, grigiastro. Si tratta di fanghi calcarei marini di mare profondo risalenti al Cretaceo in alternanze decimetriche.

Di seguito si riporta un estratto della Carta Geologica – Foglio Gemona del Friuli.



SCAGLIA VARIEGATA ALPINA



VAA

Prevalenti micriti nerastre, grigio-verdastre e talora rosate in strati medi, con selce gialla, rossa o nera, e locali intercalazioni da sottili a medie di marne e di argilliti grigie, rossastre e nere, a *Rotalipora*, *Planomalina buxtorfi*, radiolari e microfossili risedimentati di piattaforma; si intercalano biocalcareni, con noduli di selce, a orbitolinidi e bivalvi, nonché bioruditi in strati da spessi a molto spessi, gradati e con base erosiva, con intraclasti rosa e grigi da angolosi a subarrotondati.

APTIANO - CENOMANIANO

3. IDROGRAFIA E FALDA FREATICA

L'idrografia superficiale della zona è dominata dalla presenza del Tagliamento, che scorre ad una quota più bassa di qualche metro rispetto al piano viario.

La zona di intervento è caratterizzata da roccia affiorante. Unitamente all'acclività dei luoghi ciò impedisce la formazione di una falda freatica.

Nell'ammasso roccioso si ha circolazione idraulica solamente in occasione degli eventi meteorologici più intensi, e lungo le discontinuità presenti.

4. STATO DI FATTO E DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

In seguito agli eventi piovosi del 30 agosto una porzione di roccia presso il portale nord della galleria per un effetto di scivolamento lungo i piani di strato è frana a valle interrompendo la viabilità e lambendo la stazione del gas posta nelle immediate vicinanze delle galleria.

Il versante nel punto franato era già stato oggetto in un lontano passato di scavi per la realizzazione della galleria e nel tratto sommitale erano stati eseguiti interventi di sistemazione con la posa in opera di spritz beton.

In seguito all'evento si sono messe in opera le seguenti azioni di intervento urgente:

- Chiusura della viabilità
- Messa in sicurezza della centrale del gas mediante suo svuotamento e realizzazione di barriera temporanea in blocchi di cls
- Disgaggio meccanico di un ampia porzione della parete
- Disgaggio manuale
- Realizzazione di mantovana sul portale

Il progetto prevede la realizzazione di un intervento di rafforzamento corticale mediante:

- chiodature di lunghezza fra 6 e 4 metri a seconda del tratto interessato,
- la posa di reti in aderenza,
- piastre di ancoraggio
- funi di ripartizione e contenimento

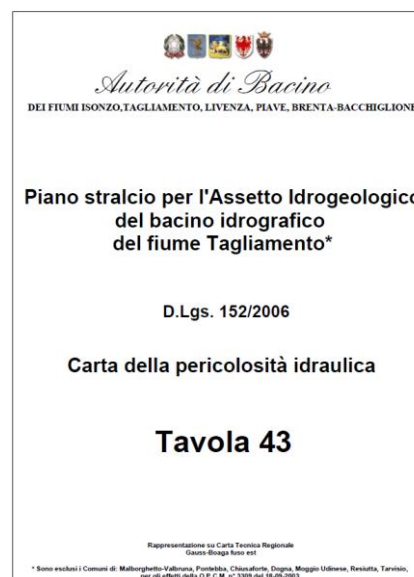
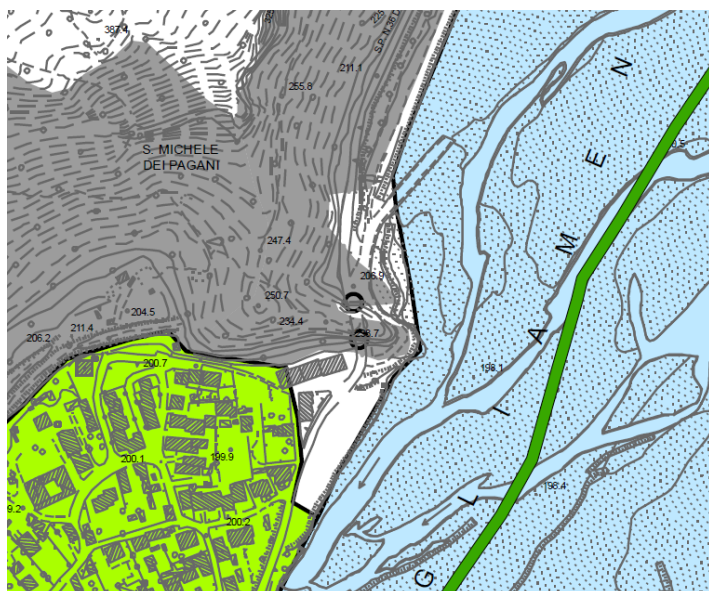
La chiodatura profonda serve ad andare ad intercettare gli strati più competenti di roccia posti in profondità, la parte superficiale disgiunta si presentava infatti molto alterata ed allentata.

La differenza nella lunghezza degli ancoraggi è dovuta al fatto che il settore orientale del versante si presenta meno competente del tratto restante come visibile nel corso dei disaggi meccanici e dall'affioramento presente oltre lo spigolo orientale.

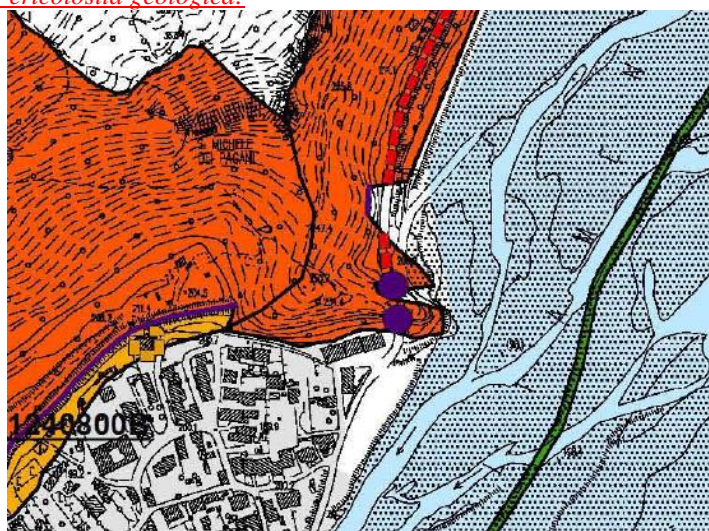
5. VINCOLO PAI

Ai sensi della vigente normativa PAI l'area interessata dal progetto non è vincolata per pericolosità idraulica mentre ricade in pericolosità geologica molto elevata P4, sulla base della cartografia di riferimento scaricata il giorno 18.09.2020 e di seguito riportata:

Pericolosità Idraulica:







Pericolosità geologica:



PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO P.A.I.

Perimetrazione e classi di pericolosità geologica

-  P1 - Pericolosità geologica moderata
-  P2 - Pericolosità geologica media
-  P3 - Pericolosità geologica elevata
-  P4 - Pericolosità geologica molto elevata

6. SISMICITÀ

La stima della pericolosità legata ai terremoti ed alla fagliazione superficiale è un tema molto importante, specialmente in aree densamente popolate ed industrializzate come il territorio italiano. Di conseguenza la conoscenza approfondita e la corretta collocazione delle faglie capaci assume un ruolo chiave per la mitigazione del rischio. A questo scopo, il Servizio Geologico d'Italia - ISPRA ha sviluppato il progetto ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults), un database creato per la raccolta e la facile consultazione di tutte le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali. Il progetto si occupa in modo particolare delle faglie capaci, definite come faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie.

Il catalogo è in continuo aggiornamento e non può considerarsi completo o definitivo, non rappresenta la totalità delle faglie capaci presenti sul territorio nazionale, ma solo quelle per le quali esiste uno studio e quindi un riferimento bibliografico; il dettaglio è funzione della qualità delle indagini che sono state effettuate e della scala alla quale è stato pubblicato il dato.



Faglie potenzialmente capaci all'interno del territorio nazionale (immagini tratte da Portale Servizio Geologico d'Italia – ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale – Progetto ITHACA).



Secondo la consultazione dei siti istituzionali (ITHACA) è presente una faglia attiva o capace poco più a nord del sito indagato, ma non si evidenziano morfologie in superficie. Le opere da realizzare essendo deformabili non risentono di eventuali movimenti della faglia, della quale si riporta la descrizione:

Fault description	
GENERAL IDENTIFICATION	
Fault Code	77546
Fault Name	Braulins
Region Name	Friuli Venezia Giulia
Tectonic Environment	ND
System Name	Dof_Auda thrust
Synopsis	
Rank	Primary
GEOMETRY AND KINEMATICS	
Segmentation	Single Segment
Average Strike (°)	270
Dip (°)	Undefined
Dip Direction	N
Fault Length (km)	2.6
Mapping Scale	1:10000
Fault Depth (m)	
Kinematics	Reverse
ACTIVITY	
Surface Evidence	ND
Last Activity	Pleistocene generic
Applied Technique	Field studies

7. COMPORTAMENTO SISMICO DEL TERRENO

In riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio del Friuli Venezia Giulia (D.G.R. 845/2010) il comune di **Trasaghis** è stato compreso all'interno della **zona sismica 1**.

- **Stante la diffusa presenza di roccia affiorante, si classifica il sito come appartenente alla categoria A dei suoli fondazionali:**

Categoria di suolo	Tipo di suolo	V_{S30} (m/s)
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 più scadenti con spessore massimo pari a 3 metri</i>	> 800
B	<i>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 velocità equivalenti comprese tra 360 m/s e 800 m/s</i>	360-800
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori 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>	180-360
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalenti compresi tra 100 m/s e 180 m/s</i>	100-180
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 metri</i>	Come C e D con substrato con $V_{S30} > 800$ m/s

- **Valori dei parametri T_E e T_F :**

Categoria suolo	Categoria suolo	
	T_E (s)	T_F (s)
A	4.5	10.0
B	5.0	10.0
C – D - E	6.0	10.0

- **Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale:**

Categoria suolo	Categoria suolo			
	S_s	T_B	T_C	T_D
A – B – C – D - E	1.0	0.05 s	0.15 s	1.0 s

8. INDICAZIONI GEOLOGICO TECNICHE

Dato il quadro geologico generale dell'area, visti i dati sul sottosuolo relativi alle indagini eseguite e quanto emerso dal rilievo di superficie in campagna, si ritiene di poter schematizzare la struttura del sottosuolo, per i primi metri, nel seguente modo:

DEPOSITI ALLUVIONALI SCIOLTI, ghiaie sabbiose limose con ciottoli e massi

peso di volume (kN/mc)	19,50 – 20,00
angolo di attrito interno (gradi sess,)	34° - 35°
coesione (kN/mq)	0.0
permeabilità (cm/s)	10 ⁻² - 10 ⁻³

DEPOSITI MORENICI o di versante, ghiaie, sabbie e ciottoli in matrice limosa

peso di volume (kN/mc)	20,50 – 21,00
angolo di attrito interno (gradi sess,)	34° - 35°
coesione (kN/mq)	40 - 50
permeabilità (cm/s)	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶

9. PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn):	50 [anni]
Classe d'uso:	IV
Coefficiente d'uso (Cu):	2
Periodo di riferimento (Vr):	100 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO:	60 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLD:	101 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLV:	949 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLC:	1950 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84):	46.2881165 [°]
Longitudine (WGS84):	13.0952950 [°]
Latitudine (ED50):	46.2889938 [°]
Longitudine (ED50):	13.0962782 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	8985	46.284160	13.056410	3110.31
2	8986	46.284400	13.128590	2534.92
3	8764	46.334400	13.128310	5616.40
4	8763	46.334160	13.056050	5896.51

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0.068	2.509	0.240
	50	0.092	2.449	0.258
SLO	60	0.101	2.437	0.264
	72	0.110	2.426	0.271
SLD	101	0.131	2.412	0.281
	140	0.152	2.402	0.292
	201	0.180	2.389	0.309
	475	0.259	2.410	0.331
SLV	949	0.346	2.403	0.349
	975	0.350	2.402	0.350
SLC	1950	0.454	2.411	0.371
	2475	0.497	2.414	0.378

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0.068	2.514	0.239
	50	0.092	2.449	0.257
SLO	60	0.101	2.438	0.264
	72	0.111	2.426	0.271
SLD	101	0.131	2.413	0.281
	140	0.153	2.402	0.291
	201	0.180	2.390	0.309
	475	0.260	2.408	0.331
SLV	949	0.347	2.401	0.350
	975	0.351	2.401	0.350
SLC	1950	0.455	2.410	0.371
	2475	0.498	2.413	0.378

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0.067	2.511	0.239
	50	0.091	2.446	0.256
SLO	60	0.100	2.438	0.263
	72	0.109	2.429	0.270
SLD	101	0.130	2.411	0.280
	140	0.151	2.401	0.290
	201	0.178	2.386	0.308
	475	0.257	2.410	0.330
SLV	949	0.344	2.403	0.349
	975	0.348	2.403	0.349
SLC	1950	0.452	2.412	0.370
	2475	0.494	2.415	0.377

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
--------------	--------------	-----------	-----------	------------

	30	0.066	2.506	0.240
	50	0.090	2.446	0.256
SLO	60	0.099	2.438	0.263
	72	0.109	2.429	0.270
SLD	101	0.129	2.411	0.280
	140	0.151	2.400	0.291
	201	0.178	2.386	0.308
	475	0.256	2.412	0.330
SLV	949	0.342	2.404	0.349
	975	0.346	2.404	0.349
SLC	1950	0.450	2.413	0.370
	2475	0.492	2.416	0.377

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	60	0.100	2.437	0.264
SLD	101	0.130	2.412	0.281
SLV	949	0.345	2.402	0.349
SLC	1950	0.453	2.411	0.370

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$:

1.000

Categoria sottosuolo: A

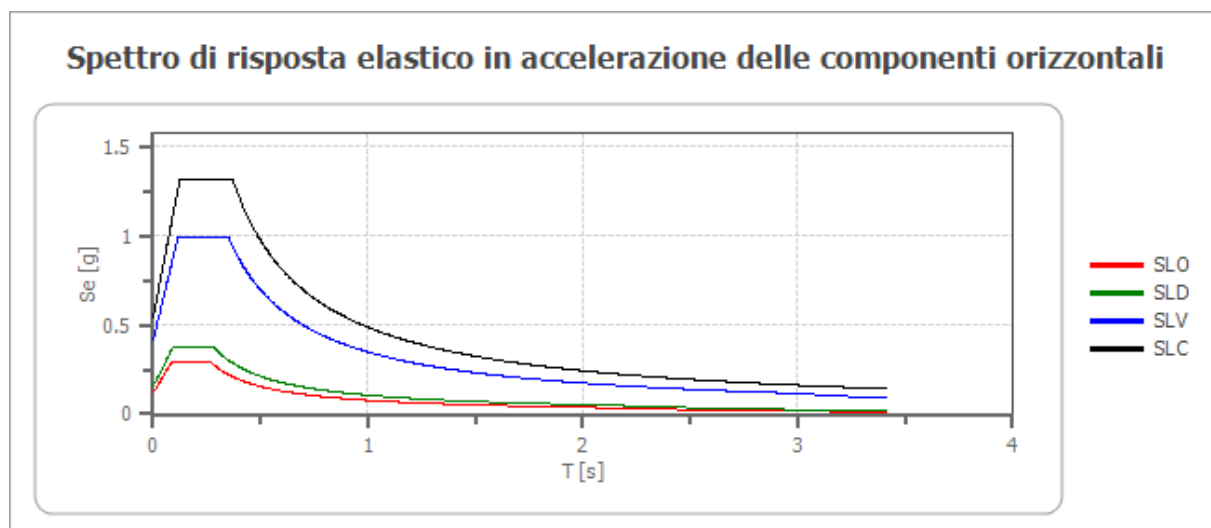
Categoria topografica:

T2: Pendii con inclinazione media maggiore di 15°

Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.033	0.042	0.124	0.544
kv	0.016	0.021	0.062	0.272
amax [m/s²]	1.180	1.533	4.063	5.335
Beta	0.270	0.270	0.300	1.000

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	2.0	0.100	2.437	0.264	1.000	1.000	1.200	1.200	1.000	0.088	0.264	2.001	0.120	0.293
SLD	2.0	0.130	2.412	0.281	1.000	1.000	1.200	1.200	1.000	0.094	0.281	2.121	0.156	0.377
SLV	2.0	0.345	2.402	0.349	1.000	1.000	1.200	1.200	1.000	0.116	0.349	2.981	0.414	0.995
SLC	2.0	0.453	2.411	0.370	1.000	1.000	1.200	1.200	1.000	0.123	0.370	3.413	0.544	1.312

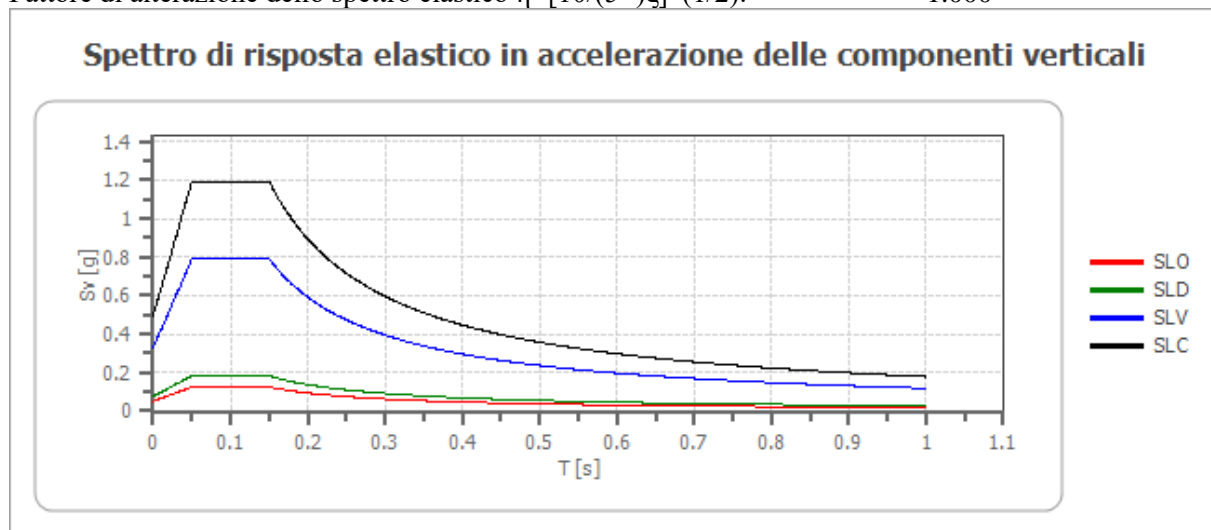
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$:

1.000



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	2.0	0.100	2.437	0.264	1	1.000	1.200	1.200	1.000	0.050	0.150	1.000	0.051	0.125
SLD	2.0	0.130	2.412	0.281	1	1.000	1.200	1.200	1.000	0.050	0.150	1.000	0.076	0.184
SLV	2.0	0.345	2.402	0.349	1	1.000	1.200	1.200	1.000	0.050	0.150	1.000	0.329	0.790
SLC	2.0	0.453	2.411	0.370	1	1.000	1.200	1.200	1.000	0.050	0.150	1.000	0.495	1.192

Spettro di progetto

Fattore di struttura spettro orizzontale q :

1.50

Fattore di struttura spettro verticale q :

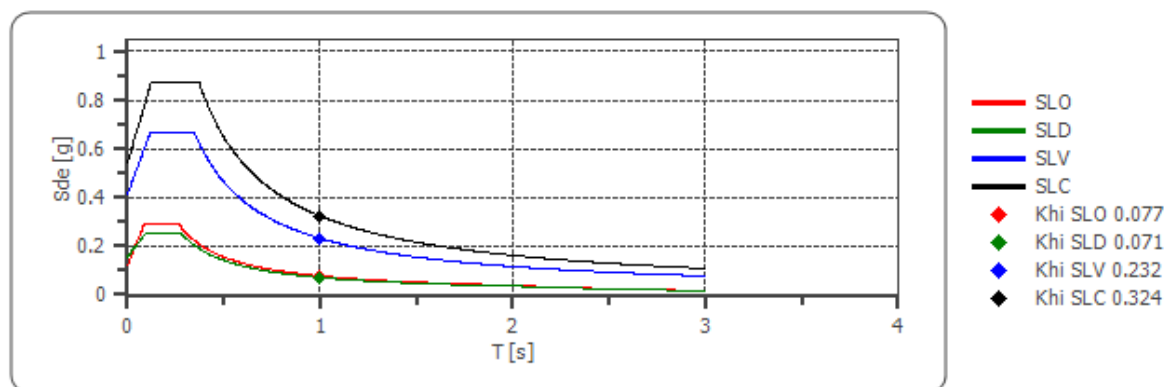
1.50

Periodo fondamentale T :

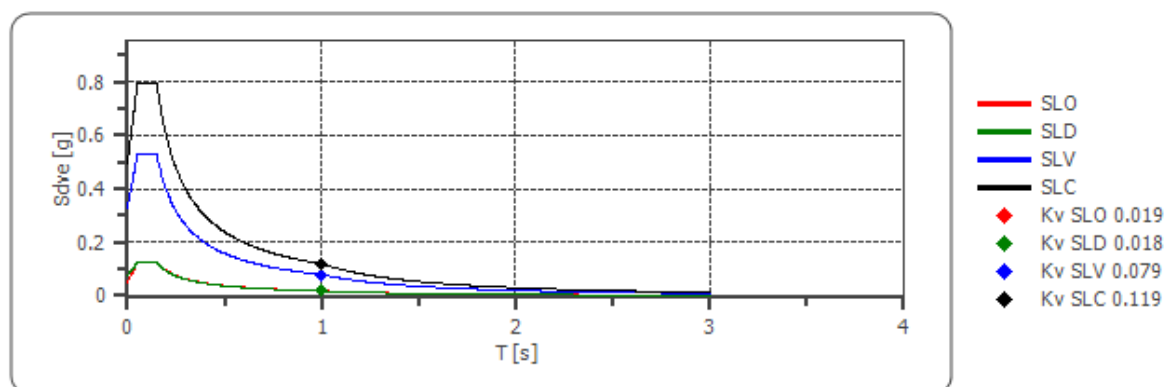
1.00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0.077	0.071	0.232	0.324
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0.019	0.018	0.079	0.119

Spettro di progetto delle componenti orizzontali



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(T B) [g]
SLO orizzontale	2.0	0.100	2.437	0.264	1.000	1.000	1.200	1.200	1.000	0.088	0.264	2.001	0.120	0.293
SLO verticale	2.0	0.100	2.437	0.264	1.000	1.000	1.200	1.200	1.000	0.050	0.150	1.000	0.051	0.125
SLD orizzontale	2.0	0.130	2.412	0.281	1.000	1.000	1.200	1.200	1.500	0.094	0.281	2.121	0.156	0.251
SLD verticale	2.0	0.130	2.412	0.281	1.000	1.000	1.200	1.200	1.500	0.050	0.150	1.000	0.076	0.122
SLV orizzontale	2.0	0.345	2.402	0.349	1.000	1.000	1.200	1.200	1.500	0.116	0.349	2.981	0.414	0.664
SLV verticale	2.0	0.345	2.402	0.349	1.000	1.000	1.200	1.200	1.500	0.050	0.150	1.000	0.329	0.526
SLC orizzontale	2.0	0.453	2.411	0.370	1.000	1.000	1.200	1.200	1.500	0.123	0.370	3.413	0.544	0.874
SLC verticale	2.0	0.453	2.411	0.370	1.000	1.000	1.200	1.200	1.500	0.050	0.150	1.000	0.495	0.795

10.CONCLUSIONI

Il presente studio geologico tecnico è relativo alle rocce interessate da una frana per scivolamento in roccia lungo piani di strato all'imbocco nord della galleria per Braulins.

Alla luce dei rilievi svolti si ritiene di affermare quanto segue:

- Le aree di indagine si collocano in destra idrografica del Tagliamento su versante roccioso;
- Il comune ricade in zona sismica Z1;
- Le indagini realizzate hanno permesso di classificare il sito come appartenente alla categoria A dei suoli fondazionali;
- L'area presenta vincoli PAI geologici P4 per caduta massi ;
- Secondo la consultazione dei siti istituzionali (ITHACA) è presente una faglia attiva o capace in prossimità del sito indagato, ma non si evidenziano morfologie in superficie.

In seguito agli eventi piovosi del 30 agosto una porzione di roccia presso il portale nord della galleria per un effetto di scivolamento lungo i piani di strato è franata a valle interrompendo la viabilità e lambendo la stazione del gas posta nelle immediate vicinanze delle gallerie.

Il versante nel punto franato era già stato oggetto in un lontano passato di scavi per la realizzazione della galleria e nel tratto sommitale erano stati eseguiti interventi di sistemazione con la posa in opera di spritz beton.

In seguito all'evento si sono messe in opera le seguenti azioni di intervento urgente:

- Chiusura della viabilità
- Messa in sicurezza della centrale del gas mediante suo svuotamento e realizzazione di barriera temporanea in blocchi di cls
- Disgaggio meccanico di un'ampia porzione della parete
- Disgaggio manuale
- Realizzazione di mantovana sul portale

Il progetto prevede la realizzazione di un intervento di rafforzamento corticale mediante:


- chiodature di lunghezza fra 6 e 4 metri a seconda del tratto interessato,
- la posa di reti in aderenza,
- piastre di ancoraggio
- funi di ripartizione e contenimento

La chiodatura profonda serve ad andare ad intercettare gli strati più competenti di roccia posti in profondità, la parte superficiale disaggiata si presentava infatti molto alterata ed allentata.

La differenza nella lunghezza degli ancoraggi è dovuta al fatto che il settore orientale del versante si presenta meno competente del tratto restante come visibile nel corso dei disaggi meccanici e dall'affioramento presente oltre lo spigolo orientale.

Gli interventi dovranno essere realizzati da ditte specializzate nei lavori verticali data la configurazione del versante, nel corso delle lavorazioni e delle perforazioni si avrà cura di verificare la presenza di eventuali cavità o aree con roccia molto alterata, in questi casi sarà necessario allungare gli ancoraggi fino al substrato competente.

Udine, settembre 2020

 **DOTT. GEOL. ANDREA MOCCHIUTTI**
