



REGIONE DEL VENETO

COMUNE DI PEDEROBBA

PROVINCIA DI TREVISO

PROGETTO DEFINITIVO RICOMPOSIZIONE AMBIENTALE DI CAVA FAGARE' E MESSA IN SICUREZZA DELLA FRANA SULLA DORSALE DEI RONCHI

CON
Interventi urgenti di messa in sicurezza per le strutture murarie a rischio crollo
di Bastia di Onigo e del sentiero delle Trincee della Prima Guerra Mondiale



R_{3a}

RELAZIONE GEOLOGICA

SCALA

-

PROGETTISTA:

Ing. LUCA BOLZAN

COORDINAMENTO GENERALE:

TERRE srl: Dott. R. ROSSETTO

ATTIVITÀ SPECIALISTICHE:

Dott. VITTORIO FENTI

Geom. GIANLUIGI DE MARTIN

Ing. ENRICO CHIMENTI

Ing. LUCA GIUSEPPE LUCHETTA

TERRE srl: Dott.ssa A. GATTO, Arch. A. ROSSETTO

TERRA srl: Arch. M. STEVANIN, Dott. For. M. ABORDI

Visto da: Per.Ind.Min. ALBINO ROMANEL

**PROGETTISTA OPERE
COMPLESSO ARCHEOLOGICO:**

Arch. FIORENZO BERNARDI

Arch. MICHELE POTOČNIK

DATA

Dicembre 2019

MARCO TURATO
Sindaco
Pederobba

DANIELE CHRISTIAN
Amministratore delegato
E.MA.PRI.CE. S.p.A.



Piazza Case Rosse 14 - 31040 Onigo di Pederobba
Tel. 0423 680911 - fax 0423 64185
Codice Fiscale 83001210265 - Partita IVA 01199310267

E.MA.PRI.CE. S.p.A.

Sede Legale: Piazza Walther, 22 - 39100 Bolzano (BZ)
Sede Amministrativa: Via Strade Nuove, 3 - 31054 Possagno (TV)
Tel. +39 0423 544823 - Fax +39 0423 922077
www.emaprice.com - info@emaprice.com

PREMESSA

La presente relazione è stata chiesta dalla soc. **E.MA.PRI.CE.** S.p.A., Piazza Walther, 22 – 39100 Bolzano, C.F. 00251940243, P. IVA 03176890261, allo scopo di verificare le caratteristiche geologico-tecniche dei terreni interessati dal:

PROGETTO DEFINITIVO RICOMPOSIZIONE DI CAVA FAGARE'

con

- **Messa in sicurezza della frana sulla dorsale dei Ronchi**
- **Interventi urgenti di messa in sicurezza per le strutture murarie a rischio crollo di Bastia di Onigo, e del sentiero delle Trincee della Prima Guerra Mondiale**

Area interessata: "Cava FAGARE" ubicata sul versante nord del rilievo di Ronchi - Mura della Bastia, nel Comune di Pederobba (TV).

Per i riferimenti di carattere geologico si faccia riferimento ai seguenti allegati:

- Carta di inquadramento geologico, scala 1:5.000
- Sezione geologica schematica scala 1: 2.000
- Carta geomorfologica con ubicazione delle trincee esplorative, scala 1: 1.500
- Sezioni geologiche, scala 1: 1.000

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M. LL.PP. 11.03.1988 - *"Norme tecniche ed istruzioni 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"*.
- O.P.C.M. n.3274 del 20 marzo 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. Allegato 4 – Norme tecniche per il progetto sismico delle opere di fondazione e sostegno dei terreni"*.
- D.G.R.V. n.67/2003 – *"Decreto legislativo n.112/1998 art.94, Legge 2 febbraio 1974, n.64 e Ordinanza Presidente Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n.3274 come modificata dall'Ordinanza del Presidente Consiglio dei Ministri 2 ottobre 2003, n.3316. Nuova classificazione sismica del territorio regionale: direttive"*
- D.M. 17.01.2018 – *"Norme tecniche per le costruzioni"*
- D.P.R. n.120 del 13/06/2017 *"Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo"*

ASPETTI GEOMORFOLOGICI

La vecchia cava Fagarè è ubicata sul versante nord della dorsale Ronchi - Mura della Bastia, nel Comune di Pederobba, di fronte all'abitato di Vitipan-Logaro.

Le caratteristiche geomorfologiche possono essere così sinteticamente descritte.



**Cava
Fagarè**

Versante
Nord
Colli di
Onigo.
Vista da
ovest
verso
Est

-Fascia inferiore in adiacenza alla piana alluvionale del T. Curogna:

L'attuale piede di cava si sviluppa intorno a q. 170 m s.l.m. su una lunghezza di circa 400m ed un larghezza di circa 50 m, in destra del T. Curogna e separato dallo stesso da una strada di accesso ai fondi agricoli confinanti. L'area è subpianeggiante, sistemata con terreni argillosi di riporto del tempo, attualmente sede di una fitta vegetazione di novellame di latifoglie igrofile, permessa dalla discreta stabilità geomorfologica della fascia.

In un settore centrale del ripiano esiste un modesto dosso arrotondato (base m 50x50~, H= 5 m) costituito da una vecchia discarica autorizzata di R.S.U.

Questo settore fu sede di attività estrattiva di argilla da laterizi fino circa a 50 anni fa. Come è noto, l'argilla di buona qualità si trovava sempre al piede del rilievo collinare, ove la sequenza stratigrafica è caratterizzata da una materia prima povera di fossili calcarei (nocivi) e priva di intercalazioni arenacee inutilizzabili nel processo industriale.

-Fascia intermedia di versante della vecchia cava:

Si sviluppa circa tra q. m 170 s.l.m. e m 190-205 s.l.m., su una lunghezza di circa 400 m ed una larghezza compresa tra 40 e 100 m~. L'area è variamente ondulata, con inclinazione di pochi gradi al piede, crescente fino a circa 30-35° alla sommità. Si tratta di una fascia affetta da una vistosa degradazione in atto, occupata da materiali colluviali e di frana, formati da massi e blocchi calcarenitici, crollati dalla scarpata

sommitale ed inglobati in una matrice argillosa derivante dalla degradazione della Marna di Possagno, materiale estrattivo del tempo. I ricorrenti crolli della scarpata sommitale e l'erosione accelerata in atto nella fascia più ripida del settore determinano un'evoluzione morfologica attiva che impedisce l'attecchimento di una vegetazione arborea permanente.

Anche questa fascia fu sede di attività estrattiva di argilla da laterizi fino circa a 50 anni fa, ma di qualità inferiore, in quanto la sequenza stratigrafica sommitale della Marna di Possagno è notoriamente caratterizzata dalla presenza di abbondanti fossili calcarei (nocivi) e da frequenti intercalazioni arenacee inutilizzabili nel processo industriale.

-Fascia superiore della scarpata subverticale in frana derivante dall'evoluzione retrogressiva del ciglio superiore della vecchia cava:

Si sviluppa circa tra q. m 190 -205 s.l.m. e m 220 s.l.m., su una lunghezza di circa 400 m ed un'altezza di 15-20 m. E' caratterizzata da processi geodinamici molto attivi che si manifestano attraverso periodici crolli di masse lapidee calcarenitiche ed arenacee afferenti alle formazioni stratigrafiche delle "Siltiti e conglomerati di Col dell'Asse" e della "Calcarenite di Castelcucco". E' il settore più degradato, instabile ed appariscente della vecchia cava FAGARE', affetto da ricorrenti crolli, di cui uno assai esteso verificatosi circa quattro anni fa, su un'altezza di circa 30 m, con ciglio superiore a quota 250 m s.l.m., pericolosamente vicino (~15 m) alla linea di cresta, sede del sentiero storico delle trincee.

Si sottolinea che nel corso del 2018 e 2019 si è verificata una pericolosa evoluzione verso monte del ciglio roccioso superiore, attraverso periodici crolli di roccia calcarenitica biancastra, le cui cicatrici recenti risultano ben riconoscibili da Nord. In particolare, da un sopralluogo effettuato recentemente, si è constatato che il ciglio superiore del maggiore crollo si è pericolosamente innalzato fino a quota m 250 s.l.m., a soli 5 m di dislivello dalla linea di cresta (quota m 255 s.l.m.), sede del Sentiero delle Trincee. (Vedi anche sezione di progetto P3, in allegato P4 Carta dello stato finale)

L'attività estrattiva del tempo, fu sciaguratamente autorizzata ed estesa fino al limite di proprietà, su parete verticale costituita da calcarenite fessurata ed alterata, con piede fragile di rocce arenaceo-siltose. L'inevitabile evoluzione morfologica per successivi crolli della scarpata superiore della cava ne ha causato l'arretramento cronico verso monte, nell'impossibilità di un suo naturale arresto prima del raggiungimento della cresta del rilievo collinare.

STRATIGRAFIA GENERALE

Gli affioramenti rocciosi locali fanno parte dell'ampia flessura che, con direzione ENE - WSW, caratterizza la fascia pedemontana delle Prealpi Venete (Linea Periadriatica).

La giacitura generale comporta l'immersione della potente serie stratigrafica al di sotto dei terreni quaternari dell'alta pianura veneta.

I terreni più antichi affiorano sul versante N della dorsale sede dell'intervento e sono costituiti dalla nota formazione della "Marna di Possagno inf.", di età eocenica superiore, che presenta uno spessore assai rilevante (alcune centinaia di metri).

La dorsale (e parte dei versanti nord e sud) è invece costituita dalla "Calcarenite di Castalcucco" del Miocene inf., formazione piuttosto tenace, di spessore orientativo pari a 70-80 metri.

Tra la Marna di Possagno e la Calcarenite di Castalcucco si intercala un orizzonte di transizione formato dalle Siltiti e Conglomerati di Col dell'Asse (Oligocene), di spessore intorno a 8-10 m.

Sul versante a sud affiora la formazione dei Calcari Nulliporici del Miocene inf. che si sovrappone alla Calcarenite di Castalcucco.

La giacitura degli strati (direzione N50-60°E, immersione SE, pendenza di circa 30° verso SE) è tale per cui sul versante N della dorsale Ronchi - Mura della Bastia giacciono a reggipoggio, mentre sul versante S a franapoggio, formando una "Cuesta monoclinale".

L'intervento in previsione ricade interamente nella vecchia cava localizzata sul versante nord, sulla formazione della "Marna di Possagno inf.", delimitata superiormente dalle "Siltiti e Conglomerati di Col dell'Asse" a cui si sovrappone la scarpata modellata nella formazione calcarea della "Calcarenite di Castalcucco", che affiora su tutta la dorsale.

Nella fascia intermedia della cava esiste una spessa copertura di materiali eluviali e di frana, inglobanti massi calcarenitici.

Al piede della cava esiste una copertura di terreni di riporto, eterogenei, misti, a prevalente composizione argillosa-limosa.

L'area di golena alta del T. Curogna è occupata da una copertura di alluvioni oloceniche e recenti, ghiaioso-sabbiose, con frequenti intercalazioni fini, limose.

Il Terrazzo fluvioglaciale di Curogna, Logaro e Mazzocca è costituito da un potente materasso di ghiaie sabbiose-limose, bruno-rossicce in superficie per la sensibile pedogenesi.

IL SUBSTRATO ROCCIOSO

Marna di Possagno: marne argillose ed argille marnose grigie (Eocene sup.).

Affioramenti: piede e versante nord della dorsale.

Si tratta di un potente complesso di argille e marne argillose di colore grigio cinereo, che costituiscono quasi interamente la fronte degradata della cava Fornace, fino a q. m 190-200 s.l.m. circa.

La *Marna di Possagno* può essere definita come marna argilloso-siltosa, con intercalazioni sottili di siltiti marnose e calcarenitiche. Il termine più frequente è "siltite marnosa".

In genere dal basso verso l'alto aumenta la granulometria del sedimento e la percentuale dei carbonati. Alla base della serie la formazione è molto omogenea, marnosa, grigia - azzurrina.

Nella parte superiore è caratterizzata da un'alternanza irregolare di argille siltose e di strati sabbiosi più o meno cementati, con frequenti fossili calcarei.

Dal basso verso l'alto aumenta la granulometria del sedimento e la percentuale di carbonati.

Nella parte alta della formazione sono presenti 3-4 strati discontinui di calcarenite marnoso – siltosa, di spessore compreso tra 20 e 50 cm, giallognola sulla superficie di alterazione, in risalto morfologico rispetto alla marna, per la sua relativa tenacità. Gli strati calcarenitici presentano spesso una struttura a cuscini o pseudonoduli derivante da processi diagenetici.

I dati analitici **orientativi** della Marna di Possagno sono i seguenti:

Definizione = **siltite marnosa a media plasticità.**

CaCO₃ = 17-20 % ~
MgCO₃ = assente
Cloruri = 2 x 10⁻³ - 5 x 10⁻³

Granulometria

Sabbia = 0,5 - 1,0 %
Limo = 85 - 90 %
Argilla = 7 - 15%

Nel diagramma di plasticità di Casagrande i campioni ricadono nel campo delle "*argille inorganiche di media plasticità e media compressibilità*".

Dal punto di vista strutturale la massa rocciosa si presenta omogenea, con stratificazioni discontinue, evidenti solo per variazioni di colore e scarse soluzioni di continuità spaziale.

Talora in superficie è presente una pseudoscistosità evidenziata dai processi di disseccamento.

Le caratteristiche tecniche sommarie sono le seguenti:

- Rocce pseudocoerenti omogenee
- Grado di suddivisione: molto scarso in massa, elevatissimo in superficie, con V.R.U. scaglioso centimetrico.
- Peso di volume: $2,35 \text{ t/m}^3 \sim$
- Angolo d'attrito: $\sim 21^\circ - 23^\circ$
- Degradabilità fisica: elevatissima in argille plastiche.
- Solubilità: sensibile.
- Porosità: elevata.
- Gelività: elevata.
- Permeabilità: bassissima.
- Erodibilità: elevata.
- Resistenza a compressione semplice: $\sim 50 - 100 \text{ Kg/cm}^2$ su campioni freschi.
- Stabilità: discreta in massa. Presenza di frane nella coltre di alterazione superficiale. Le fronti inclinate più di 25° sono generalmente aggredite dagli atmosferici.

Siltiti e conglomerati di Col dell'Asse (Oligocene)

Al tetto della Marna di Possagno, al piede della scarpata rocciosa sommitale, si trova una sequenza di calcareniti e arenarie glauconitiche, conglomerati e siltiti, più o meno marnosi, fossiliferi.

Le caratteristiche tecniche sommarie sono le seguenti:

- Rocce semicoerenti, mal stratificate.
- Grado di suddivisione: scarso. Fratture non ben identificabili per la degradazione superficiale che forma crostoni friabili.
- Resistenza a compressione semplice: con martello di Schmidt su frattura fresca:
 $\sim 160 \text{ Kg/cm}^2$.
- Peso di volume approssimativo: $\sim 2,4 \text{ t/m}^3$
- Angolo d'attrito approssimativo: $\sim 28^\circ - 30^\circ$
- Alterabilità: elevata.
- Solubilità: scarsa.
- Porosità: medio - scarsa.
- Gelività: sensibile.
- Permeabilità: scarsissima.
- Erodibilità: piuttosto elevata.
- Stabilità: Stabile su pendii ad inclinazione inferiore ai 30° . Su pendenze maggiori si degrada facilmente.
- Spessore: 8-10 m.

Calcarenite di Castelcucco: calcareniti glauconitiche con intercalazioni siltitiche e marnose, di colore grigio – verde, giallastro ed ocraceo nelle zone di alterazione (Miocene inf.)

Al tetto della siltite arenacea grigia, sono presenti calcareniti glauconitiche, spesso ricche di fossili, in strati di spessore intorno a 0,4 – 1 m, piuttosto tenaci, con intercalazioni siltitiche e calcarenitiche marnose, meno cementate, più frequenti verso la base dell'unità. Si osserva spesso una evidente struttura "globulare" di alterazione, con masse più calcaree, tenaci, e sacche residuali di sabbie fini ocracee, dovute ad asportazione del cemento carbonatico. Le fessure presentano talora un riempimento argilloso ocraceo di spessore centimetrico, molto plastico e soffice. Il colore della calcarenite è spesso giallo – ocraceo, specialmente nella parte inferiore ed è dovuto all'ossidazione dei composti ferrici ad opera dell'acqua di percolazione. Si osserva distintamente, con passaggi netti laterali, che il colore della calcarenite sana, poco fessurata, è grigio – verdognolo.

Le intercalazioni siltitico–marnose e arenaceo–marnose presentano solitamente un colore grigio, in quanto la minore permeabilità, impedisce una circolazione attiva.

Verso l'alto le calcareniti assumono un colore più chiaro (grigio chiaro, giallognolo) ed una maggiore tenacità per l'aumento del contenuto carbonatico.

Le caratteristiche tecniche sommarie sono le seguenti:

- Roccia coerente, con intercalazioni semicoerenti, stratificata, in livelli mal distinti.
- Grado di suddivisione: scarso. V.R.U. $\approx 0,5 - 2 \text{ m}^3$.
- Peso di volume approssimativo: $\sim 2,5-2,6 \text{ t/m}^3$
- Angolo d'attrito approssimativo: $\sim 32^\circ - 35^\circ$
- Alterabilità: media nei litotipi meno calcarei, scarsa in quelli più calcarei, con formazione di sacche residuali sabbiose.
- Solubilità: moderata.
- Porosità: medio - scarsa.
- Gelività: scarsa.
- Permeabilità: media, per fessurazione ed incipiente carsismo.
- Erodibilità: scarsa.
- Stabilità: Favorevole su pendii a reggipoggio ad inclinazione fino a $35-40^\circ$. Su scarpate subverticali può dare origine a distacco e crollo di blocchi isolati.
- Spessore: 70-80 m.

Calcri nulliporici (Miocene inf.)

A sud della dorsale affiorano calcareniti biancastre, fossilifere, tenaci, in banchi di spessore metrico, incarsite. La presenza di fenomeni carsici indica l'elevato tenore in carbonato di calcio e l'elevata permeabilità.

Dal punto di vista geomeccanico questo litotipo è assimilabile ai livelli più tenaci della Calcarenite di Castelcucco, da cui si distingue con difficoltà.

LA COPERTURA SCIOLTA

Terreni di riporto

Il piede della cava è caratterizzato dalla presenza di “terreni di riporto argillosi”, eterogenei, costituiti da prevalente matrice limoso-argillosa, inglobante variabile % di sabbia, ghiaia e ciottoli, locali inclusi di cotto, rari elementi di calcestruzzo e locali frammenti di legno. La struttura è quasi sempre stratificata e lo spessore modesto ove si è potuto definire tramite le trincee esplorative (2-3 m).

I riporti sono stati effettuati al piede della cava per riempimento degli scavi di coltivazione e regolarizzazione del sito.

Le caratteristiche tecniche orientative sono le seguenti:

- Peso di volume: 1,7 - 2,0 t/m³
- Coesione: modesta (0,3-0,5 Kg/cm²)
- Angolo d'attrito φ : 15-20°
- Permeabilità: da media a scarsa.

Materiali colluviali e di frana

La fascia intermedia della cava, circa tra q. 170 e 200 m s.l.m., è caratterizzata dalla presenza di materiali colluviali e di frana, a struttura caotica, formati da massi e blocchi calcarenitici, crollati dalla scarpata sommitale ed inglobati in una matrice argillosa derivante dalla degradazione della Marna di Possagno.

Le caratteristiche tecniche orientative sono le seguenti:

- Peso di volume: 1,8 – 1,9 t/m³
- Coesione: sensibile
- Angolo d'attrito: $\varphi < 15^\circ$
- Permeabilità: molto scarsa
- Spessore compreso tra 1 m e 5 m ~.

Alluvioni attuali e recenti

Si tratta alluvioni ghiaiose e sabbiose, con lenti limose, deposte dal T. Curogna nell'area depressa della golena alta,

Le caratteristiche tecniche orientative sono le seguenti:

- Granulometria: ghiaia sabbiosa con lenti limose, talora argillose.
- Struttura: stratificata, talora clastosostenuta, talora matrice sostenuta.
- Colore: bruno-rossiccio e marrone, talora grigio.
- Peso di volume: 2,0-2,1 t/m³
- Coesione: presente nei livelli fini, assente nei livelli ghiaiosi
- Angolo d'attrito φ : variabile da 20 a 30°
- Permeabilità: complessivamente elevata per porosità ($K \approx 10^{-2} - 10^{-3}$ cm/s)
- Idrosensibilità: elevata
- Erodibilità: elevata
- Resistenza al carico: discreta
- Compressibilità: modesta
- Rigonfiamento: modesto

Materiali fluvioglaciali

Si tratta di depositi di ghiaie sabbiose con ciottoli e limo, attribuibili alla fasi fluvioglaciali würmiane, affioranti sul terrazzo di Curogna, Logaro e Mazzocca, ove evidenziano una profonda pedogenesi.

Le caratteristiche tecniche orientative sono le seguenti:

- Descrizione: ghiaie, sabbie con poco limo e ciottoli poligenici, in prevalenza carbonatici, incoerenti.
- Struttura: stratificata
- Colore: grigio-biancastro, rossiccio in superficie.
- Peso di volume: 1,8-1,9 t/m³
- Coesione: molto scarsa
- Angolo d'attrito: $\varphi \approx 30-35^\circ$
- Permeabilità: molto elevata per porosità ($K \approx 10^{-2} - 10^{-3}$ cm/s)
- Idrosensibilità: nulla
- Erodibilità: elevata
- Resistenza al carico: buona
- Compressibilità: molto scarsa. Rigonfiamento assente

INDAGINI GEOGNOSTICHE

Allo scopo di verificare lo spessore e le caratteristiche dei terreni di riporto, a cura della committenza, in data 20 luglio 2018, sono state effettuate n° 13 trincee esplorative nella fascia perimetrale nord del ripiano di cava, ove la presenza della strada di penetrazione agricola e la minore densità boschiva ha consentito l'accesso all'escavatore, con impatto relativamente modesto.

Trincea n° 1	<i>Prof. m 1,50</i>
<i>Profondità (m)</i>	<i>TERRENI (Ove non meglio precisato, trattasi di terreni di riporto)</i>
0,00 - 0,80	Limi argillosi con il 3-4% di ghiaia e sabbia, ~ il 0,5% di cotto, di colore bruno, con rare tracce di nylon-PVC.
0,80 - 1,20	Limi argillosi di colore grigio scuro, con tracce di ghiaia.
1,20 - 1,50	Argilla bruno-giallastra di <u>alterazione del substrato</u>
0,20 - 1,20	Pp (Pocket Penetrometer: prove di resistenza con penetrometro tascabile da campagna): Ø 6,4 mm: > 2 Kg/cm ² - Pp Ø 10 mm: > 6 Kg Tv (Torvane: prove di resistenza al taglio con scissometro tascabile da campagna): 0,8 Kg/cm ²

Trincea n° 2	<i>Prof. m 2,20</i>
<i>Profondità (m)</i>	<i>TERRENI (Ove non meglio precisato, trattasi di terreni di riporto)</i>
0,00 - 1,20	Limi argillosi con il 5-10% di ghiaia e sabbia, ~ il 0,5% di cotto, tracce di calcestruzzo, di colore bruno.
1,20 - 1,70	Limi argillosi plastici, con poca ghiaia, di colore bruno e grigio nerastro.
1,70 - 2,20	Argilla plastica grigia di <u>alterazione del substrato</u> .
0,20 - 1,70	Pp Ø 6,4 mm: 2,0 Kg/cm ² - Pp Ø 10 mm: 6 Kg - Tv : 1,0-1,2 Kg/cm ²

Trincea n° 3	<i>Prof. m 2,75</i>
<i>Profondità (m)</i>	<i>TERRENI (Ove non meglio precisato, trattasi di terreni di riporto)</i>
0,00 - 1,50	Argilla limosa bruno-giallastra con tracce di cotto e legno.
1,50 - 2,00	Limi argillosi ed argille limose bruno- giallastre, plastiche con il 0,5% di blocchi calcarei Ø anche 20 cm.
2,00 - 2,75	Argilla bruno- giallastra plastica di <u>alterazione del substrato</u> .
2,45	Ristagno d'acqua.
1,00 - 2,00	Pp Ø 6,4 mm: 0,9 Kg/cm ² - Pp Ø 10 mm: 3,0 Kg - Tv: 0,5 Kg/cm ²

Trincea n° 4	<i>Prof. m 2,25</i>
<i>Profondità (m)</i>	<i>TERRENI (Ove non meglio precisato, trattasi di terreni di riporto)</i>
0,00 - 0,50	Limo argilloso con poca ghiaia e 1% di blocchi Ø anche 20 cm.
0,50	Tracce di cotto
0,50 - 1,50	Argilla limosa bruno- giallastra, plastica con tracce fibrose carboniose di legno, foglie ed erba.
1,50 - 2,25	Argilla bruno giallastra di probabile alterazione del substrato.
	Pp Ø 6,4 mm: 0,9 – 1,0 Kg/cm ² - Pp Ø 10 mm: 2,4-2,5 Kg Tv: 0,5-0,6 Kg/cm ²
Trincea n° 5	<i>Prof. m 2,10</i>
<i>Profondità (m)</i>	<i>TERRENI (Ove non meglio precisato, trattasi di terreni di riporto)</i>
0,00-0,20	Terreno organico-argilloso, misto bruno.
0,20-1,0	Argilla limosa bruno- giallastra con il 30% di ghiaia e sabbia.
1,0-1,70	Argilla limosa grigio-verde e bruno- giallastra, plastica, con tracce fibrose carboniose di legno, foglie ed erba, cotto (0,5%), n° 2 elementi di plastica.
1,70 - 2,10	Argilla grigio- giallastra, plastica, con rare tracce di elementi estranei.
2,10 - 2,20	Substrato roccioso: Marna di Possagno inf. (Eocene sup.), grigia, a frattura fragile.
1,00 - 2,10	Pp Ø 6,4 mm: 1,0 Kg/cm ² - Pp Ø 10 mm: 3,0-3,2 Kg Tv: 0,6-0,7 Kg/cm ²
Trincea n° 6	<i>Prof. m 2,70</i>
<i>Profondità (m)</i>	<i>TERRENI (Ove non meglio precisato, trattasi di terreni di riporto)</i>
0,00 - 0,50	Limo argilloso bruno con resti vegetali.
0,50 - 2,60	Argilla (~20%) limosa (~30%) con ghiaia e sabbia (~30%), con qualche ciottolo, tracce di cotto (<0,5%) e materiale fibroso organico nero (erba)
2,50	Presenza d'acqua sul fondo
0,50 - 2,60	Pp Ø 6,4 mm: 1,0 – 1,1 Kg/cm ² - Pp Ø 10 mm: 3,2-3,3 Kg Tv: 0,4-0,5 Kg/cm ²
Trincea n° 7	<i>Prof. m 2,60</i>
<i>Profondità (m)</i>	<i>TERRENI (Ove non meglio precisato, trattasi di terreni di riporto)</i>
0,00 - 0,90	Argilla limosa organica con il 20% di ghiaia sabbiosa.
0,90 - 1,65	Argilla limosa bruno-giallastra, con tracce di cotto e legno nerastro.
1,65 - 2,60	Argilla limosa grigio-verde, con il 10% di cotto, il 10 % di blocchi e ciottoli ed il 10% di resti legnosi nerastri.
2,50	Presenza d'acqua sul fondo
Trincea n° 8	<i>Prof. m. 3,70</i>
<i>Profondità (m)</i>	<i>TERRENI (Ove non meglio precisato, trattasi di terreni di riporto)</i>
0,00 - 1,00	Ghiaia sabbioso-limosa bruna con resti di cotto e vegetali.
1,00 - 2,00	Argilla limosa grigia
2,00 - 2,70	Argilla limosa bruno-giallastra, con tracce di cotto e legno nerastro.
2,70 - 3,70	Argilla limosa bruno-grigiastra con ghiaia, 1% di cotto, tracce - resti di legno.
2,00	Venuta idrica da una sacca che si è esaurita in 10 minuti ed ha allagato il fondo su un ΔH di ~1 m.
Trincea n° 9	<i>Prof. m 3,0</i>
<i>Profondità (m)</i>	<i>TERRENI (Ove non meglio precisato, trattasi di terreni di riporto)</i>
0,00 - 1,00	Ghiaia (~40%), sabbiosa (~ 30%), limosa (~20%), con argilla (~10 %) bruna con tracce di resti vegetali.
1,00 - 3,00	Materiale eterogeneo nerastro, misto di argilla, limo e ghiaia, il 10% di cotto, tracce resti lignei.
Trincea n° 10	<i>Prof. m 3,50</i>
<i>Profondità (m)</i>	<i>TERRENI (Ove non meglio precisato, trattasi di terreni di riporto)</i>
0,00 - 1,00	Limo sabbioso-argilloso bruno chiaro, con poca ghiaia (~ 5 %)
1,00 - 2,00	Argilla limosa plastica con tracce di cotto ed il 5% di blocchi calcarei, colore bruno chiaro.
2,00 - 2,50	Argilla grigia plastica con pochi elementi di cotto, tracce resti lignei nerastri.
2,50 - 3,50	Argilla limosa plastica.

Trincea n° 11	<i>Prof. m 2,20</i>
<i>Profondità (m)</i>	<i>TERRENI (Ove non meglio precisato, trattasi di terreni di riporto)</i>
0,00 - 2,00 Lato sud	Argilla limosa giallastra
0,00 - 2,00 (Lato nord)	Ghiaia (~30%), sabbiosa (~ 30%), limosa (~30%), con argilla (~10 %) bruna con tracce di cotto.
2,00 - 2,20	Ristagno d'acqua.
0,00 - 2,00 Lato sud	Pp Ø 6,4 mm: - 0,8 - 1,0 Kg/cm ² - Tv: 0,3 Kg/cm ²

Trincea n° 12	<i>Prof. m 1,70.</i>
<i>Profondità (m)</i>	<i>TERRENI (Ove non meglio precisato, trattasi di terreni di riporto)</i>
0,00-0,50	Limo sabbioso-argilloso con terra vegetale, color bruno
0,50-1,70	Argilla grigia, plastica

Trincea n° 13	<i>Prof. m 3,00</i>
<i>Profondità (m)</i>	<i>TERRENI (Ove non meglio precisato, trattasi di terreni di riporto)</i>
0,00-0,30	Materiale eterogeneo, ghiaioso-argilloso, vegetale, misto, color bruno.
0,30-1,20	Argilla grigia, plastica, con rare tracce di cotto.
1,20-2,20	Ghiaia (~30%), sabbiosa (~ 20%), limosa (~20%), con argilla (~30 %) color bruno.
2,20-3,00	Argilla bruna, con ghiaia (terreni di aspetto alluvionale, naturale). m 2 50: Ristagno d'acqua sul fondo

Nell'impossibilità di poter disporre di ulteriori dati stratigrafici di altre trincee esplorative, si fanno le seguenti considerazioni.

I materiali di riporto sono costituiti da limi più o meno argillosi, plastici, eterogenei, inglobanti % varie di ghiaia, ciottoli, cotto, tracce di legno, calcestruzzo, ecc., su spessori di circa 2 m.

Il substrato roccioso è stato intercettato alle seguenti profondità:

- Trincea 1: m 1,20-1,50
- Trincea 2: m 1,70-2,20
- Trincea 3: m 2,00-2,75
- Trincea 4: m 1,50-2,25
- Trincea 5: m 2,10-2,20

Si può quindi presumere che il substrato marnoso (o il suo cappellaccio di alterazione), sia presente alla profondità media di 2 m dal p.c. del riporto, anche al di fuori dell'area di pertinenza delle trincee esplorative. Si prescinde, comunque, da eventuali scavi abusivi, a rapina che, a suo tempo, potrebbero essere stati fatti in modo irregolare, a macchia di leopardo. (Al riguardo si ricorda che le testimonianze verbali di osservatori del tempo confermano la modesta profondità di scavo, corrispondente al livello idraulico del T. Curogna, atta ad evitare l'allagamento del cantiere).

ASPETTI IDROGEOLOGICI

L'apporto meteorico annuo locale ammonta a circa 1.500 mm annui (da "Carta Forestale Regionale", Regione Veneto -1983).

Il collettore delle acque superficiali e sotterranee dell'area di cava e dintorni è rappresentato dal T. Curogna. Dato il modesto dislivello tra fondovalle e cresta del rilievo collinare, non esistono linee di drenaggio permanente al contorno della cava.

Nella zona di versante occupata dalla fronte degradata della cava, le acque meteoriche scorrono superficialmente, comportando ruscellamento, con erosione areale e a rivoli. L'erosione ed il degrado progressivo della Marna di Possagno provocano locali smottamenti a cui si associano i crolli della scarpata superiore della cava, modellata su scavo verticale nella Calcarenite di Castalcucco, cronicamente instabile.

Le acque si raccolgono sul ripiano al piede della cava, che da q. 170 m s.l.m. all'estremità ovest declina lievemente verso est, ove una canaletta in terra le indirizza nel T. Curogna. La scarsa inclinazione del ripiano comporta un lento deflusso, che però non è sufficiente ad impedire l'imbibizione idrica delle argille, capaci di assorbire notevoli quantità d'acqua.

Infatti, in alcune delle trincee esplorative è stata riscontrata la presenza di acqua:

- Trincea 3, prof. m 2,75: ristagno d'acqua a m 2,45
- Trincea 6, prof. m 2,70: ristagno d'acqua a m 2,50
- Trincea 7, prof. m 2,60: ristagno d'acqua a m 2,50
- Trincea 8, prof. m 3,70: venuta idrica temporanea con ristagno a m 2,70
- Trincea 11, prof. m 2,20: ristagno d'acqua a m 2,00
- Trincea 13, prof. m 3,00: ristagno d'acqua a m 2,50

Ciò testimonia l'esistenza di una lama d'acqua discontinua, confinata nei livelli più permeabili dei terreni di riporto, di spessore variabile, ma probabilmente contenuto entro il metro, il cui livello piezometrico corrisponde a quello del T. Curogna.

Per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea al contorno, si osserva che:

A fondovalle, nell'area golenale in sinistra del T. Curogna, i depositi alluvionali olocenici sono verosimilmente sede di una locale falda superficiale, con livello freatico alla profondità di ~ 1,50 – 2,00 m (~livello del T. Curogna).

La Marna di Possagno è costituita da materiale limoso-argilloso sovraconsolidato, praticamente impermeabile, con coefficiente di permeabilità intorno a $K= 10^{-8}$ cm/s. Una certa circolazione idrica si verifica limitatamente nello strato superficiale alterato, fino alla profondità massima di 0,5 – 1 m.

Per quanto riguarda le rocce sovrastanti la Marna di Possagno, si osserva che le Siltiti grigie ed i Conglomerati di Col dell'Asse sono assai poco permeabili e costituiscono, insieme alle marne sottostanti, un'unità impermeabile alla base delle rocce calcarenitiche.

Nelle rocce calcarenitiche (Calcarenite di Castelcucco) della scarpata superiore di cava e zona di cresta, si verifica una certa circolazione idrica sotterranea delle acque di infiltrazione (derivanti dalle precipitazioni meteoriche) lungo le fessure e secondo i piani di strato. L'elevata inclinazione del pendio sul fianco nord della dorsale collinare comporta un sensibile deflusso superficiale e sotterraneo verso la cava. Ciò si ritiene causa concomitante della frana che si è verificata pochi anni fa sulla scarpata superiore (all'altezza della sez. P3).

Tuttavia, per la struttura idrogeologica e per la mancanza di un bacino di alimentazione, le acque di infiltrazione non possono costituire una falda, ma solo vene idriche localizzate temporanee.

Per quanto riguarda gli aspetti idraulici di T. Curogna, si rimanda alla relazione di competenza.

CONDIZIONI DI STABILITÀ DELL'ATTUALE FRONTE DI CAVA

La fascia superiore della cava è caratterizzata dalla presenza di una scarpata subverticale in frana derivante dall'evoluzione retrogressiva del ciglio superiore della vecchia cava. Si sviluppa circa tra q. m 190 -205 s.l.m. e m 220 s.l.m., su una lunghezza di circa 400 m ed un'altezza di 15-20 m. E' affetta da processi geodinamici molto attivi che si manifestano attraverso periodici crolli di masse lapidee calcarenitiche ed arenacee afferenti alle formazioni stratigrafiche delle "Siltiti e Conglomerati di Col dell'Asse" e della "Calcarenite di Castelcucco".

Considerata la sfavorevole stratigrafia locale e la geometria subverticale delle scarpate di scavo a suo tempo effettuate, il dissesto in atto si ritiene **irreversibile**, senza interventi volti a ripristinare gli originari lineamenti dei luoghi, come si propone il progetto in atto.

E' la fascia più degradata, instabile ed appariscente della vecchia cava FAGARE', sede di ricorrenti crolli, di cui uno assai esteso verificatosi circa tre anni fa, su un'altezza di circa 30 m, con ciglio superiore a quota 250 m s.l.m., pericolosamente vicino (~15 m) alla linea di cresta, sede del sentiero storico delle trincee. L'attività estrattiva del tempo, fu estesa fino al limite di proprietà, su parete verticale costituita da calcarenite fessurata ed alterata, con piede fragile di rocce arenaceo-siltose. L'inevitabile evoluzione morfologica per successivi crolli della scarpata superiore della cava ne ha causato l'arretramento progressivo verso monte, con rischio di raggiungere la cresta della dorsale collinare, nell'impossibilità di un suo naturale arresto senza interventi specifici.

Cause dell'instabilità:

- Profilatura originaria del ciglio superiore di cava secondo una parete subverticale di calcarenite, di altezza superiore a 10 metri.
- Presenza di alcuni set di fessure pervasive, subparallele e subortogonali alla parete di calcarenite che, insieme ai piani di strato, delimitano masse rocciose metriche e plurimetriche con libertà di movimento subverticale.
- Presenza di un piede fragile alla base della calcarenite, costituito dalle Siltiti e Conglomerati di Col dell'Asse, teneri, erodibili, che poggiano sulla Marna di Possagno, a sua volta assai degradabile, su pendenze incompatibili con l'equilibrio naturale dei luoghi.

La fascia intermedia del versante di cava si sviluppa circa tra q. m 170 s.l.m. e m 190-205 s.l.m., su una lunghezza di circa 400 m ed una larghezza compresa tra 40 e 100 m~. L'area è variamente ondulata, con inclinazione di pochi gradi al piede, crescente fino a circa 30-40° alla sommità. Si tratta di una fascia affetta da una vistosa degradazione in atto, occupata da materiali colluviali e di frana, formati da massi e blocchi calcarenitici, crollati dalla scarpata sommitale ed inglobati in una matrice argillosa derivante dalla degradazione della Marna di Possagno, materiale estrattivo del tempo. I ricorrenti crolli della scarpata sommitale e l'erosione accelerata in atto nella parte più ripida della fascia determinano un'evoluzione morfologica attiva che impedisce l'attecchimento di una vegetazione arborea permanente.

I processi di instabilità qui brevemente descritti sono irreversibili mantenendo le attuali condizioni morfologiche. Più precisamente essi rappresentano la naturale evoluzione del versante volta al raggiungimento di una pendenza inferiore a quella attuale, tramite arretramento per erosione e frana retrogressiva della parte sommitale fino alla linea di cresta e sottostante accumulo del materiale instabile.

Tali processi possono essere evitati solo realizzando l'intervento in progetto, cioè tramite il riporto strutturato di materiali inerti a partire dal piede della cava, per lotti, su piano d'appoggio gradonato e drenato, ricostruendo il versante su inclinazione massima intorno a 20-21°, compatibile con la stabilità futura dell'insieme opera-terreno naturale e conforme agli originari lineamenti dei luoghi.

Le condizioni di degrado del versante di cava e della scarpata sommitale sono ben evidenziate anche nella documentazione fotografica allegata.

Cause dell'instabilità:

- Profilatura del tratto superiore delle scarpate di scavo nella Marna di Possagno secondo pendenze eccessive, superiori a 25°.
- Totale mancanza di una sistemazione definitiva delle scarpate di scavo, secondo tecniche atte ad evitarne l'ammollimento e l'erosione e garantirne la stabilità nel tempo.
- Presenza del ciglio superiore di cava secondo una parete subverticale di calcarenite, di altezza superiore a 10 metri, sede di venute idriche ipogee che incrementano i normali processi di ammolimento meteorico della roccia marnosa sottostante.

ASPETTI GEOTECNICI-GEOMECCANICI DELLA CALCARENITE DI CASTELCUCCO

Dati geostrutturali

- Famiglie di discontinuità principali

TIPO	FAMIGLIE	ORIENTAZIONE ^(*)	ORIENTAZIONE ^(*)
Strati	S	152 ÷ 165 / 30-35°	N62 ÷ 75E / SSE 35
Fratture	K1	60 / 85 (massima frequenza)	N30W / NE 85
Fratture	K2	327 / 58 (massima frequenza)	N57E / NNW 58

- Famiglie di discontinuità secondarie disperse

TIPO	FAMIGLIE	ORIENTAZIONE	ORIENTAZIONE
Strati	S	145 / 42	N55E / SE 42
Fratture	K1	20 / 80	N70W / NNE 80
Fratture	K2	285 / 45	N15E / WNW 58
Fratture	K3	215 / 65	N55W / SSW 65

La fratturazione è evidente nei litotipi calcarei, che presentano un comportamento rigido. Le fessure principali subverticali K1, ivi si presentano aperte, con riempimento centimetrico argilloso plastico, più frequente nella parte inferiore dell'unità. Anche le fessure K2 presentano generalmente riempimento argilloso centimetrico.

Le caratteristiche della fessurazione permettono facilmente di isolare blocchi del volume di ~ 0,5 m³, nei banchi più tenaci.

Le intercalazioni di banchi siltitico, o calcarenitico-marnosi presentano un comportamento geomeccanico piuttosto plastico, con fessure poco o nulla evidenti.

(*) L'orientazione è qui espressa con due numeri (es. 160/35): il primo indica l'**immersione** del piano misurata in gradi a partire da Nord verso Est, il secondo indica l'**inclinazione** in gradi sull'orizzontale

(*) L'orientazione è qui espressa tramite la **direzione** (es. N70E), misurata in gradi da Nord verso Est o verso Ovest, tramite l'**immersione** (es SSE) espressa come punto cardinale, e tramite **inclinazione** in gradi (ultimo numero).

PARAMETRI GEOTECNICI

Nel corso di varie indagini effettuate in sito e nei dintorni, sono state effettuate numerose prove geotecniche-geomeccaniche, che hanno permesso di definire in modo numerico alcuni parametri.

Valori misurati

- Resistenza a compressione semplice con martello di Schmidt: da 170 a 500 Kg/cm²;
Valori medi: 300 Kg/cm²; su frattura fresca ~ 290 – 340 Kg/cm², fino ad un massimo di 400 – 500 Kg/cm².
- Resistenza a compressione uniassiale su campioni sani, in laboratorio:
 - ❖ Valore min. = 794 Kg/cm²
 - ❖ Valore max. = 899 Kg/cm²
- Peso di volume da laboratorio: 2,56 t/m³
- Coefficiente di assorbimento (porosità): 1,8%

Valori stimati

- Angolo d'attrito complessivo approssimativo: ~ 32° - 35° (*)
- Coesione (su roccia sana): 10 Kg/cm² (*)
- Resistenza al taglio calcestruzzo - roccia: 5-8 Kg/cm² (*)
- Angolo d'attrito calcestruzzo - roccia: 10-15 Kg/cm² (*)
(*) = valori utilizzabili per il dimensionamento di ancoraggi metallici in roccia.

Angolo di resistenza al taglio dei giunti

SUPERFICI DI STRATO: $\varphi \sim 30^\circ - 32^\circ$

Sulle superfici di strato la resistenza è data dalla coesione e dall'angolo d'attrito presenti sul piano di strato. Data la frequente presenza di intercalazioni siltitico marnose e calcarenitico marnose, si considera prudenzialmente un angolo d'attrito intorno a 30° - 32°. In una eventuale valutazione di stabilità la coesione viene in genere considerata nulla, mentre l'angolo d'attrito di picco viene calcolato sommando all'angolo residuo un contributo, funzione della rugosità del giunto.

Fratture aperte con riempimento argilloso-sabbioso: $\varphi \sim 10^\circ - 12^\circ$. Coesione variabile, ma piuttosto scarsa.

Le fessure si presentano in genere con riempimento centimetrico argilloso. Anche se la rugosità delle pareti della discontinuità è elevata, la resistenza allo scivolamento lungo il giunto è determinata dalle proprietà scadenti dell'argilla di riempimento.

L'angolo d'attrito della roccia calcarenitica sana e delle pareti dei giunti calcarenitici si aggira sui **35°**. Prudenzialmente nelle verifiche si consiglia di utilizzare un valore di **32°**.

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Sulla base della O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003, confermata dalla D.G.R.V. n.67 del 3 dicembre 2003, il territorio comunale di Pederobba viene inserito in **Zona Sismica 2**, con pericolosità elevata e con accelerazione massima del suolo pari a 0,225-0,250 g (riferita a suoli rigidi, con $V_s > 800$ m/s, cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14:09:2005).

INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO E AMPLIFICAZIONE LOCALE

Sulla base dell'evoluzione tettonica, il territorio in esame è inserito nel settore meridionale del Sudalpino, unità strutturale contraddistinta da attività sismica medio alta, anche se non uniformemente distribuita. Secondo la zonazione sismo genetica ZS9 (marzo 2004) l'area in esame si colloca nel settore in cui è osservata la massima convergenza tra la placca adriatica ed europea, con strutture a pieghe sud-vergenti, e vicino alla sorgente del Montello (potenzialmente responsabile di terremoti con $M > 6$) che, in base ai dati attualmente disponibili, è definibile come "silente" (cioè mancano, nei cataloghi disponibili, terremoti storici con magnitudo prossima a quella massima attesa).

Le strutture sismogenetiche più prossime al sito in esame risultano essere, oltre alla struttura del Montello, il sovrascorrimento Thiene-Bassano posto a ovest, e quello denominato Asolo-Cornuda, sepolto sotto l'area in esame. Di seguito si riportano le caratteristiche principali di dette strutture.

<i>Seismogenic source</i>	Rupt. length (km)	Downdip rupture width (km)	Rupt. area (km ²)	Min depth (km)	Max depth (km)	Rake	Slip rate (mm/yr)	Mag	Associated historical earthquake
<i>Thiene-Bassano (1)</i>	20	9.5	190	0	5.75	100°	-	6.43	1117 (Jan. 3) (?)
<i>Asolo-Cornuda (2)</i>	22	11	242	0	6.2	100°	<1	6.49	1695 (Feb. 25)
<i>Montello-Conegliano (3)</i>	30	15	450	0	8.5	100°	<1	6.69	-



Sulla base del Database Macrosismico Italiano versione DBMI11 [A. Rovida, R. Camassi, P. Gasperini e M. Stucchi (a cura di), 2011. CPTI11, la versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI>. DOI: 10.6092/INGV.IT-CPTI11] realizzato nell'ambito delle attività del [Tema Trasversale Coordinato INGV 5.1 "Banche dati e metodi macrosismici"](#), si ritiene che siano almeno 6 gli episodi sismici i cui effetti hanno interessato il territorio comunale nel corso degli ultimi 300 anni, come riportato alla seguente tabella riassuntiva. Nell'area in esame il maggiore terremoto storico risulta essere quello del 25 febbraio 1695 con epicentro in Asolo.

Seismic history of Pederobba					
[45.877, 11.952]					
Total number of earthquakes: 6					
Effects	Earthquake occurred:				
Is	Anno Me Gi Or	Area epicentrale		Io	Mw
9	1695 02 25 05:30	Asolano	82	10	6.48 ±0.18
4	1989 09 13 21:54:01	PASUBIO	779	6-7	4.88 ±0.09
3	2001 07 17 15:06:15	Merano	663	6	4.84 ±0.09
NF	2002 11 13 10:48:03	Franciacorta	770	5-6	4.29 ±0.09
4-5	2004 07 12 13:04:06	Alpi Giulie	366		5.19 ±0.09
4-5	2004 12 04 22:20:50	Valle del Piave	115	5	4.18 ±0.14
This file has been downloaded from INGV - DBMI11					

Sulla base del suddetto studio, gli effetti registrati nel sito d'intervento hanno raggiunto il grado 9 della scala Scala Mercalli-Cancani-Sieberg MCS, a cui si riferisce una scossa distruttiva, con rovina totale di alcuni edifici e gravi lesioni in molti altri; vittime umane sparse ma non numerose. In prima analisi, stante la presenza di una copertura

argillosa di spessore compreso tra 2 - 5 metri, con substrato marnoso, debole, il profilo stratigrafico del suolo dell'intero sito, ai fini dell'azione sismica di progetto, da considerare sulla base dell'O.P.C.M. n.3274 del 20 marzo 2003, può essere ascritto in prima analisi alla categoria di suolo tipo C.

Il sito d'intervento si colloca mediamente su versante inclinato ($i > 15^\circ < 30^\circ$): il sito dovrebbe essere ascritto cautelativamente alla:

Categoria topografica T2. -- Coefficiente di amplificazione topografica: 1,2

Parametri sismici orientativi

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 45.8604950907335

longitudine: 11.9744710600685

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 10745 Lat: 45.8746 Lon: 11.9126 Distanza: 5039.542

Sito 2 ID: 10746 Lat: 45.8756 Lon: 11.9843 Distanza: 1837.613

Sito 3 ID: 10968 Lat: 45.8256 Lon: 11.9855 Distanza: 3979.190

Sito 4 ID: 10967 Lat: 45.8246 Lon: 11.9140 Distanza: 6153.555

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente c_u : 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0.056 g

Fo: 2.489

Tc*: 0.235 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0.077 g

Fo: 2.462

Tc*: 0.250 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 475 [anni]

ag: 0.224 g

Fo: 2.389

Tc*: 0.319 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 975 [anni]

ag: 0.301 g

Fo: 2.421

Tc*: 0.342 [s]

Coefficienti Sismici preliminari orientativi

SLO:

Ss: 1.500
Cc: 1.690
St: 1.000
Kh: 0.017
Kv: 0.008
Amax: 0.829
Beta: 0.200

SLD:

Ss: 1.500
Cc: 1.660
St: 1.000
Kh: 0.023
Kv: 0.011
Amax: 1.127
Beta: 0.200

SLV:

Ss: 1.380
Cc: 1.530
St: 1.000
Kh: 0.087
Kv: 0.043
Amax: 3.035
Beta: 0.280

SLC:

Ss: 1.260
Cc: 1.500
St: 1.000
Kh: 0.106
Kv: 0.053
Amax: 3.721
Beta: 0.280

<i>Le coordinate espresse in questo file sono in ED50 Geostru software - www.geostru.com</i>	<i>Coordinate WGS84 latitudine: 45.859596-longitudine: 11.973469</i>
---	--

(Ulteriori analisi sismiche dovranno essere effettuate a cura dei progettisti nel corso della stesura del progetto esecutivo).

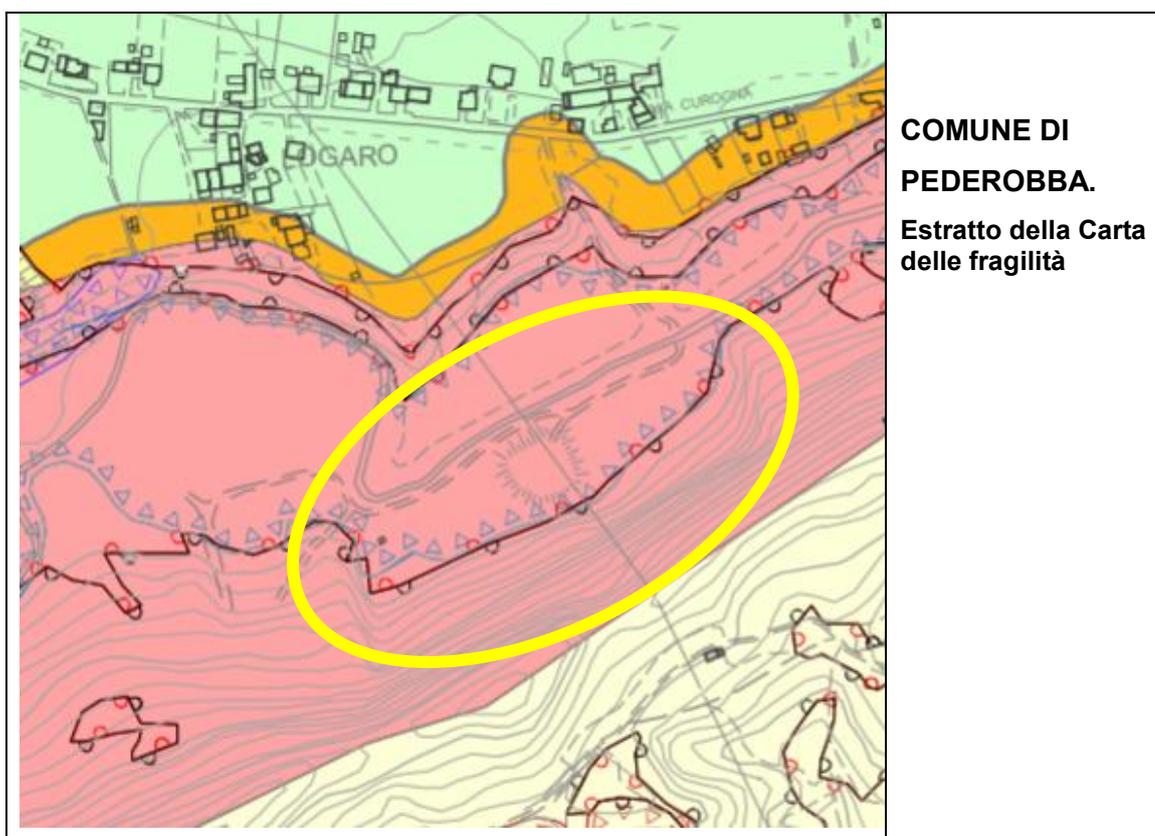
- VINCOLI

- Piano di assetto idrogeologico (PAI).

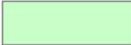
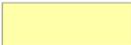
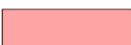
-Nella "Carta della pericolosità e del rischio geologico" del Comune di Pederobba, tratta dal PAI, "Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del F. Piave", redatto nel 2012, l'area in esame non rientra tra le zone a rischio.

-Nella "Carta della "Pericolosità idraulica" del PAI, l'area in esame non rientra tra quelle a Rischio

-Piano di assetto territoriale (P.A.T.) di Pederobba



LE PENALITA' AI FINI EDIFICATORI

-  Classe di compatibilità I - Terreni idonei
-  Classe di compatibilità II - Terreni idonei a condizione tipo "a"
-  Classe di compatibilità II - Terreni idonei a condizione tipo "b"
-  Classe di compatibilità II - Terreni idonei a condizione tipo "c"
-  Classe di compatibilità II - Terreni idonei a condizione tipo "d"
-  Classe di compatibilità III - Terreni non idonei

ZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA:

-  Aree stabili suscettibili di amplificazione sismiche
-  Aree suscettibili di instabilità

SINTESI DELLO STATO DI FATTO

L'area in esame si può dividere in tre fasce caratterizzate da differenti condizioni di stabilità geologica e geomorfologica.



Cava Fagarè

Versante Nord
Colli di Onigo.
Vista da ovest
verso Est

-Fascia inferiore, subpianeggiante, in adiacenza alla piana alluvionale del T. Curogna:
q. 170 m s.l.m. - Lunghezza circa 400 m - Larghezza circa 50 m.

- Presenza di terreni argillosi di riporto, geotecnicamente sfavorevoli, di spessore di almeno 2 m. (Possibile esistenza di scavi in ribasso, non noti).
- Presenza di una lama d'acqua discontinua nel riporto.
- Substrato impermeabile costituito dalla Marna di Possagno inf.
- In un settore centrale del ripiano esiste una **vecchia discarica autorizzata di R.S.U.** (pianta ~ m 50x50, H= ~5 m).
- Condizioni di stabilità attuale: **favorevoli**.

-Fascia intermedia di versante della vecchia cava: q. da m 170 s.l.m. a m 190-205 s.l.m. -Lunghezza circa 400 m - Larghezza compresa tra 40 e 100 m~.

- Area variamente ondulata, con inclinazione di pochi gradi al piede, crescente fino a circa 30-40° alla sommità.
- Copertura di materiali colluviali e di frana di spessore da 1 a 5 m, formati da massi e blocchi calcarenitici, crollati dalla scarpata sommitale ed inglobati in

una matrice argillosa di degradazione del substrato marnoso (Marna di Possagno).

- I ricorrenti crolli della scarpata sommitale e l'erosione accelerata in atto nella fascia più ripida del settore determinano un'evoluzione morfologica attiva, irreversibile.
- Condizioni di stabilità attuale: **scadenti**.

Presenza di criticità geologiche, morfologiche e geotecniche.



Cava Fagarè
Fronte di Frana

-Fascia superiore della scarpata subverticale in frana derivante dall'evoluzione retrogressiva del ciglio superiore della vecchia cava: sviluppo circa tra q. m 190 e m 220 s.l.m. - Lunghezza circa 400 m - Altezza 15-20 m.

- Settore più degradato, instabile ed appariscente della vecchia cava FAGARE'
- Presenza di processi geodinamici molto attivi che si manifestano in forma di periodici crolli di masse lapidee calcarenitiche ed arenacee (formazioni delle "Siltiti e Conglomerati di Col dell'Asse" e della "Calcarenite di Castelcucco").
- Evoluzione morfologica per successivi crolli della scarpata superiore della cava con arretramento progressivo verso monte, con tendenza al raggiungimento della cresta del rilievo collinare. Crollo assai esteso verificatosi circa tre anni fa, su **un'altezza di circa 30 m, con ciglio superiore a quota 250 m s.l.m., vicino (~15 m) alla linea di cresta, sede del sentiero storico delle trincee.**
- Condizioni di stabilità attuale: **pessime**.

Presenza di criticità geologiche, morfologiche e geomeccaniche.

Il degrado

-Le scarpate di scavo esposte agli atmosferici sono soggette, anche in tempi brevi (1-2 anni) ad alterazione, con la formazione di una sottile coltre superficiale di terreno argilloso – siltoso soggetto a dilavamento ed erosione. Una volta innescati, questi processi continuano progressivamente, provocando l'instabilità o delle scarpate.

-Sembra difficile ostacolare l'alterazione superficiale in quanto si dovrebbe evitare il contatto della roccia con l'acqua, l'umidità e l'aria ed evitare i processi di disseccamento e di gelifrazione.

-Tuttavia il riporto in progetto, che prevede la ricostruzione di una topografia conforme a quella originaria, previa corretta regimazione delle acque superficiali e delle emergenze idriche al contatto tra Marna di Possagno-Conglomerati di Col dell'Asse e Calcarenite di Castalcucco, con l'intercettazione e l'allontanamento diligente tramite le opere drenanti previste, limiterà gli effetti negativi delle acque, migliorando le condizioni statiche generali e particolari del luogo.

ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO DI SISTEMAZIONE AMBIENTALE DEFINITIVA

La situazione geomorfologica della cava Fagarè è caratterizzata dalla presenza di fenomeni di instabilità e di degradazione molto attivi nel settore intermedio ed in quello superiore, a cui si può porre rimedio attraverso interventi di sistemazione rivolti alla ricostruzione di una morfologia simile a quella originaria, adeguatamente raccordata al versante indisturbato al contorno, tramite riporto strutturato di materiali quali terre e rocce da scavo naturali.

Gli interventi in progetto sono previsti in modo da non interferire con la vecchia discarica di RSU, il cui isolamento dagli interventi al contorno verrà garantito dall'elevazione di una struttura di contenimento del riporto di inerti formata da una barriera- diaframma in terre armate (vedi planimetria di progetto). Il dimensionamento degli interventi di seguito riportati si deve ritenere solamente orientativo. Il dimensionamento corretto sarà effettuato a cura del progettista geotecnico incaricato.

SISTEMAZIONE AMBIENTALE/MESSA IN SICUREZZA

DATI GENERALI DELL'AREA INTERESSATA

A	Superficie ambito di intervento del progetto	60.178,00 =B+C+D
B	Superficie ambito sistemazione ambientale/messa in sicurezza	56.090,00 =E+F-C
C	Superficie discarica RSU	3.073,00
D	Superficie strada accesso al sito	1.009,00

DATI IDENTIFICATIVI DEI TERRENI IN PROPRIETA'

Superficie Catastale in proprietà

Comune di Pederobba	foglio	mappale	superficie totale	ambito intervento	
				entro	fuori
	20	130	4.218	4.218	0
	20	131	9.776	9.776	0
	20	132	18.424	18.220	204
	20	133	6.260	6.260	0
	20	140	14.050	14.050	0
E			52.728	52.524,00	204

DATI IDENTIFICATIVI DEI TERRENI IN DISPONIBILITA'

Superficie Catastale in disponibilità

Comune di Pederobba	foglio	mappale	superficie totale	In Ambito Intervento	Fuori Ambito Intervento
F	20	135	16.704	6.639	10.065

CAVA ARGILLA "FAGARE"

H	Superficie Cava Abbandonata	mq	27.928,00	
I	Superficie Cava Autorizzata	mq	24.800,00	
G	Superficie Totale	mq	52.728,00	=H+I

PROGETTO INTERVENTO DI SISTEMAZIONE AMBIENTALE

		* VOLUME Materiale da Riportare	Totale mc	572.796,88
		Calcolo per Lotti	Superficie mq.	Volume mc.
		Lotto		
		1	13.575,71	115.332,10
		2	12.488,53	146.574,77
		3	4.559,15	38.253,03
		4	25.466,93	260.199,29
		Totale	56.090,32	560.359,19

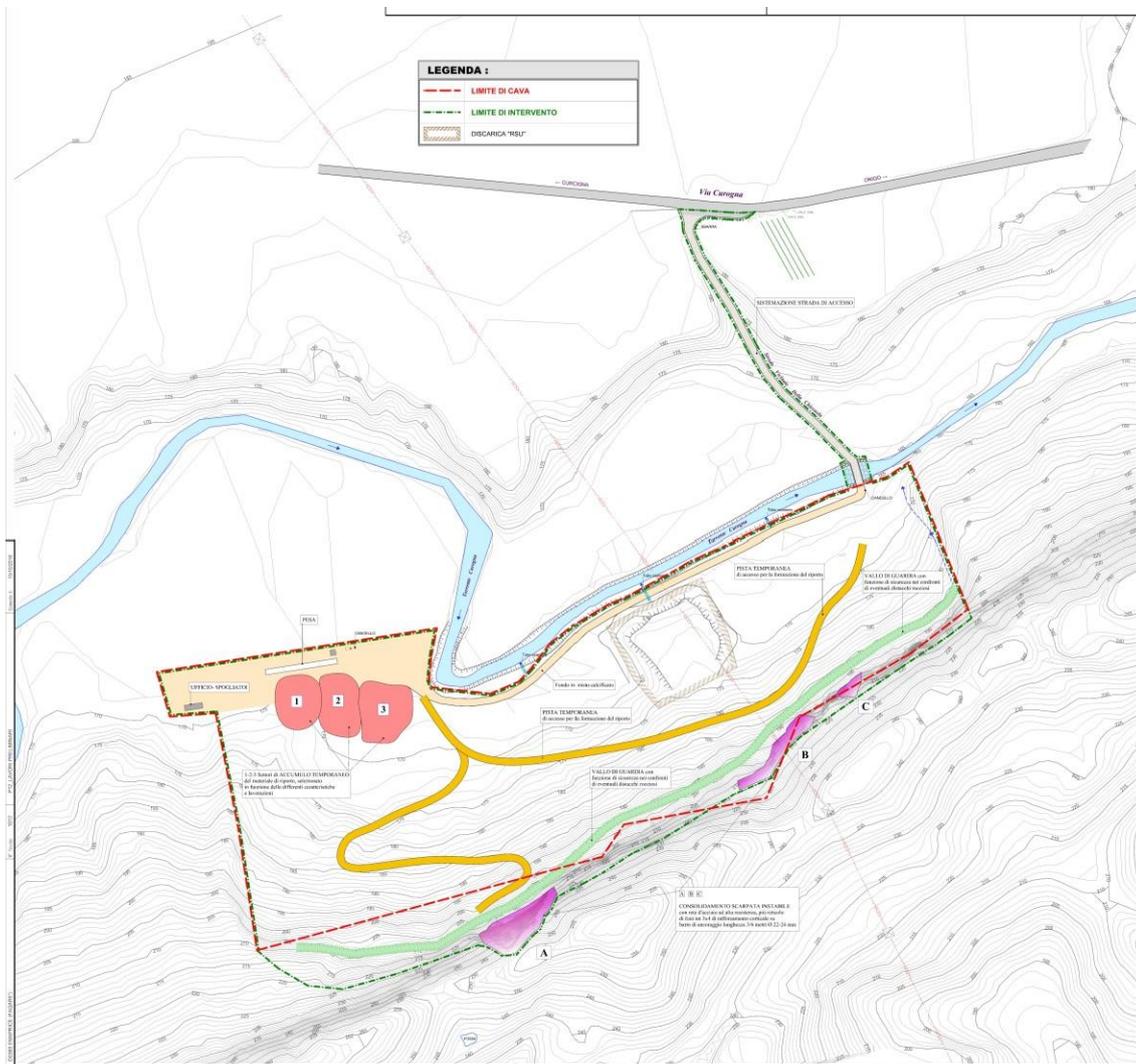
* Calcolo per modelli matematici singoli lotti

MATERIALE ALTERATO DA RIMANEGGIARE

		Volume mc.
	** Calcolo per sezioni ragguagliate considerando i dati progettuali	Totale 118.896,42

A - Lavori preliminari generali

- A1- Recinzione dell'area d'intervento secondo le prescrizioni autorizzative.
- A2 - Adeguamento della strada d'accesso alla cava Fagarè da Via Curogna.
- A3 - Realizzazione di un attraversamento del T. Curogna su tubi scatolari.



A4 - Adeguamento della strada al piede della cava.

A5 – Nel settore ovest sarà predisposta l'area di cantiere e messa in opera la pesa.
A6 - Suddivisione preliminare dell'area di intervento in n° **4 Lotti** delle seguenti dimensioni orientative:

- Lotto 1** ubicato ad est della discarica di R.S.U. L= ~ 120 m. l=~100 m - Δh =~ 40 m.
- Lotto 2** ubicato ad ovest della discarica di R.S.U. L= ~ 90 m. l=~110 m - Δh =~ 45 m.
- Lotto 3** ubicato a monte della discarica di R.S.U. L max. ~90 m- l ~50m. Δh ~33 m.
- Lotto 4** ubicato all'estremità ovest della cava. L= ~ 130 m. l= ~150 m. Δh = ~ 55 m

A7 – Realizzazione di un piazzale per lo stoccaggio provvisorio del materiale da costruzione del riporto, sul lato nord del Lotto 4, al piede della cava.

- Spianamento e collocazione del materiale di risulta locale in cumulo separato.
- Predisposizione, nel Lotto 4, di almeno tre aree distinte per la collocazione temporanea dei materiali in entrata, separati in funzione delle differenti caratteristiche geotecniche e composizione granulometrica.
- Su un'area dovrà essere collocato temporaneamente il materiale arido drenante, dotato di favorevoli caratteristiche geotecniche, da utilizzare per la realizzazione del materasso drenante d'appoggio del riporto, della camicia e dei setti drenanti intermedi.
- Sulle altre due aree dovranno essere collocati temporaneamente i materiali distinti in rapporto alle differenti caratteristiche geotecniche e differente composizione. (Allo scopo è necessario prevedere un servizio di controllo geotecnico ed analitico-granulometrico dei materiali in entrata, da parte di un tecnico competente in materia).

A8 – Consolidamento dei settori più instabili della scarpata sommitale della cava (frana recente: m² 1.800~ rif. Sez. P3, + scarpata pericolante: m² 1.000~ rif. Sez. P7-P8) secondo le seguenti modalità:

- Disbosco del ciglio superiore boscato delle scarpate instabili, su una larghezza adeguata al caso (~4-5 m).
- Disgaggio accurato delle masse pericolanti esistenti sul ciglio e sulla parete rocciosa.
- Rivestimento della parete instabile tramite geocomposito tridimensionale atto all'aggrappaggio di piante rampicanti.
- Rivestimento della parete instabile con rete zincata D.T.
- Rivestimento con rete di elevata resistenza, in funi d'acciaio Ø 8 mm, maglia 20x20 cm
- Rafforzamento corticale con reticolo m 3x4 in funi d'acciaio Ø 12-14 mm.
- Ancoraggio ai nodi (m 3x4) tramite barre in acciaio Ø 20-24 mm, di cui ~50% L= 6 m (in testa e all'uopo) e ~ il 50% L= 3 m. (Se in fase esecutiva la situazione lo richiederà, sarà aumentato il n° di barre L 6 m).
- Predisposizione di tasche vegetative (m 1,0x2,0x0,20~), ancorate alla parete rocciosa tramite chiodi di fissaggio, atte all'attecchimento di piante rampicanti, con distribuzione adeguata allo scopo (in media una ogni 25 m²).



Sistemazione ambientale messa in opera di tasche vegetative

A9 — Al piede della scarpata rocciosa calcarenitica, ove sono presenti emergenze idriche occasionali, al termine della costruzione di ciascun lotto del riporto, ovvero sia contestualmente alla fase C14, vedi “*Lavori di realizzazione del riporto*” sarà realizzata una canaletta di raccolta delle acque, con convogliamento e scarico sulle bancate a suo tempo predisposte.

A10 - Formazione di un vallo di sicurezza provvisorio, con funzione paramassi, nella parte elevata del settore intermedio della cava (q. m 180-195 s.l.m. ~), tramite scavo di una trincea nelle rocce del substrato ed elevazione di un rilevato consolidato con massi da scogliera (trincea L= 3m~, rilevato H= 3 m ~). L tot. ~ 400 m.

B – Lavori preparatori

Lotto di intervento 1 (ubicato ad est della discarica di R.S.U. L= ~ 120 m. l=~100 m - Δh =~ 40 m).

B1 – Predisposizione di una pista di accesso temporaneo al Lotto di intervento 1, a partire dal piazzale di stoccaggio del Lotto 4.

B2 – Allo scopo di ottenere migliori condizioni di stabilità è necessaria l’asportazione del materiale di riporto originario, argilloso, su spessore adeguato, possibilmente circa fino a livello del T. Curogna. Accumulo temporaneo del materiale argilloso al di fuori dell’area di intervento. Riutilizzo del materiale argilloso per la costruzione del rilevato (vedi rif. C8 e C10).

B3 – Preparazione del piano di imposta con lieve inclinazione verso il T. Curogna.

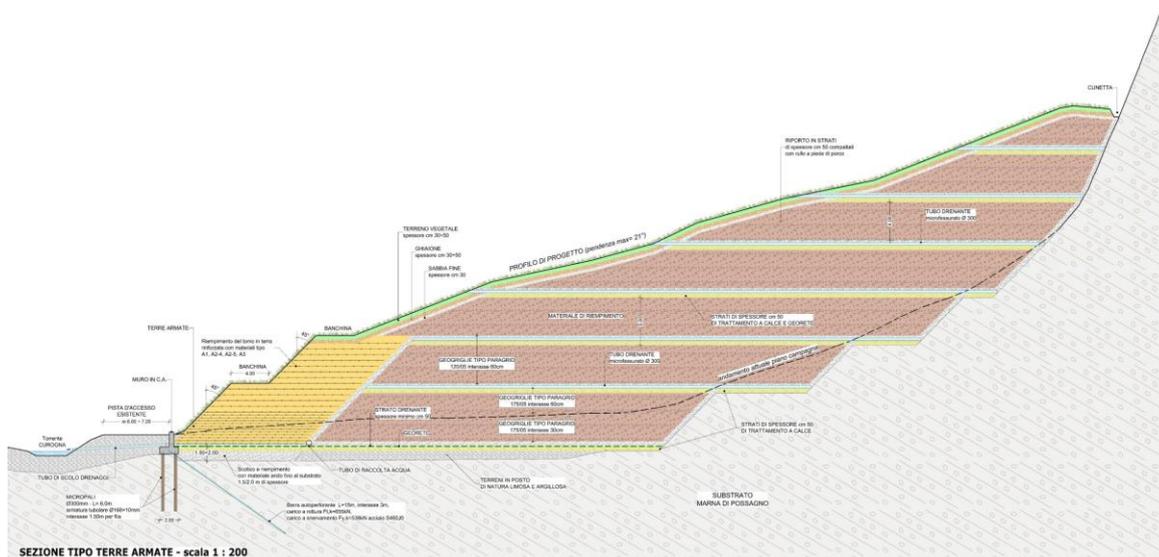
B4 - Per il consolidamento del piano di fondazione ed evitare cedimenti differenziali è consigliabile il preventivo trattamento a calce di un adeguato spessore del materiale argilloso residuo giacente sul ripiano.

B5 - La superficie trattata sarà ricoperta con una georete stabilizzante, ad elevata resistenza.

B6 – Predisposizione di un materasso di fondazione formato da materiale arido, drenante, dello spessore di circa 1 m.

B7 – Posa in opera di tubazioni drenanti e di aggotamento, $\varnothing \sim 30$ cm, ad interasse di circa 20 m, annegate nello strato drenante, dotate di inclinazione adeguata allo scarico nel T. Curogna.

B8 – Preparazione del piano di fondazione dell'opera di contenimento delle terre armate, tramite scavo ed asportazione del materiale geotecnicamente scadente. Profondità: almeno 1,50 m. Formazione di un materasso di fondazione in materiale arido o pietrame.



B9 – Per garantire le necessarie condizioni di stabilità del contenimento in terre armate si procederà alla realizzazione di una adeguato cordolo di fondazione in c.a. impostato su pali in acciaio \varnothing adeguato (es. 168 mm, sp 10 mm), spinti per almeno 1-2 m nel substrato roccioso marnoso. Lunghezza indicativa pali: $\sim 5/6$ m. Indicativamente 2 file a passo m 1,50 \sim . (Per ogni particolare , si rimanda agli elaborati del progetto esecutivo).

B10 – Come sopra indicato, la base delle terre armate sarà dotata di uno strato drenante d'appoggio in materiale arido, spesso circa 1 m, ove saranno annegati trasversalmente (n° 1 ogni 10 ml) tubi drenanti e di scarico delle acque di possibile ristagno idrico di fondo, collegati ad un tubo drenante e di raccolta posto in opera all'intradosso della base.

B11 – Costruzione dell'opera di contenimento del riporto tramite terre armate, in più ordini sovrapposti, con utilizzo di materiale geotecnicamente idoneo, in fasi contestuali all'elevazione del riporto. Ubicazione: lato valle lungo la strada d'accesso ed in fregio al fianco est della discarica di R.S.U.

B12 – Predisposizione di una canaletta di scarico delle acque dei tubi drenanti trasversali al piede delle terre armate, all'estradosso dell'opera, parallelamente alla strada d'accesso.

B 13 – Formazione di due vasche di decantazione acque di drenaggio e sgrondo del rilevato.

C – Lavori di realizzazione del riporto

C1 – Formazione del riporto delle terre naturali da scavo tramite stesura in strati di circa 50 cm, compattati in modo continuo tramite mezzo cingolato o meglio con rullo a "piedi di porco". Ciò è necessario per migliorare le caratteristiche geotecniche dei terreni di riporto, cioè ottenere un "γ" max. ed un "w" ottimo. La scelta dei materiali sarà fatta ottimizzando la qualità, con utilizzo opportuno dei cumuli del piazzale di stoccaggio provvisorio.

C2 – E' consigliabile che i singoli strati del riporto siano lievemente inclinati (3-5%) verso il T. Curogna, in modo da facilitare lo sgrondo naturale delle acque meteoriche.

C3 – E' necessario che ogni 5 metri di spessore (passo in altezza) del riporto venga realizzato uno strato-banco di materiale trattato a calce, spessore almeno 0,5 m, in modo ottenere un irrobustimento complessivo del rilevato.

C4 – Sul banco trattato a calce potrà essere eventualmente stesa una georete ad elevata resistenza, quale "armatura geotecnica" del rilevato.

C5 – Ogni 4-5 m di altezza del riporto: realizzazione di elementi drenanti tramite scavo di trincee sez. circa m 0,6 x 1,0, riempimento di pietrisco drenante con annegati tubi drenanti e scarico Ø 30 cm, perpendicolarmente al versante, con interasse 10 m circa (ovvero con interasse minore ove le condizioni locali lo rendano opportuno), dotati di inclinazione adeguata allo scarico sulla superficie finale del riporto di eventuali acque di infiltrazione.

Contestualmente alla crescita verticale del riporto va realizzata una camicia drenante di materiale arido, di spessore pari a circa 0,5-1 m, all'interfaccia rilevato- terreno naturale in sito.

Nell'eventualità che gli interventi C3 - C4 - C5 di consolidamento del riporto si rivelassero insufficienti per garantire la stabilità dell'opera, sarà necessario ridurre il passo in altezza, da 5 m a 2-3 m.

C6 –Le tubazioni drenanti, Ø 30 cm, dotate di inclinazione adeguata allo scarico sulla superficie finale del riporto, saranno ivi collegate, tramite raccordi, a tubi collettori, con scarico sulle bancate, di cui al successivo punto.

C7 - Contestualmente alla costruzione del rilevato, sulla superficie finale dovranno essere predisposte apposite bancate di raccolta e convogliamento a valle delle acque sotterranee dei tubi drenanti e delle acque superficiali di precipitazione meteorica.

Per il consolidamento delle linee di drenaggio lungo le bancate saranno posti in opera massi tipo "testa di cavallo," comunque pietrame grossolano, $\varnothing > 20-30$ cm..

La posa in opera delle tubazioni drenanti eviterà la formazione di sacche idriche isolate, tipo microfalde sospese nel riporto, migliorandone le caratteristiche di stabilità globale.

C8 – Se le caratteristiche geotecniche dei terreni argillosi di scarifica preliminare, di cui al rif. B2 e C9, fossero particolarmente scadenti, dovranno essere predisposte celle isolate di riporto adeguatamente compattato, confinate da un involucro di materiale drenante, irrobustito con telo di geotere, in modo da evitare la formazione di piani preferenziali di scivolamento.

In via preliminare si suggerisce di eseguire la messa in opera di geotere nei primi tre ordini.

C9 - All'interfaccia riporto-versante dovrà preventivamente essere rimosso tutto il materiale colluviale e di frana, argilloso, inglobante localmente massi ciclopici e collocato temporaneamente in cumuli al di fuori dell'area di intervento per permetterne il miglioramento della consistenza conseguente alla riduzione dell'acqua di impregnazione (materiale da riutilizzare in seguito, per la costruzione del rilevato).

Quindi, nel substrato roccioso costituito dalla Marna di Possagno, dovrà essere profilato il piano di appoggio a gradoni, $H = 2,5$ m, $\hat{\alpha}$ max. 45° . Come sopra indicato, all'interfaccia riporto-versante, sarà realizzato un setto-camicia drenante di materiale arido grossolano, di spessore adeguato (almeno 0,5- 1 m), in continuità con il materasso drenante del piede.

C10 – La chiusura del riporto alla sommità della cava è prevista quasi ovunque all'altezza del ciglio superiore della scarpata affetta da crolli, in corrispondenza del versante naturale, boscato. Nei casi in cui, per motivi geometrici, dovessero rimanere esposti (e non protetti) locali residui di scarpate nude, queste saranno consolidate e ricoperte con geostuoia e rete ancorata, come indicato alla voce A8 (Lavori preliminari).

C11 - Alla sommità del riporto, verrà modellata una banca con funzione di eventuale opera paramassi, dotata anche di una canaletta di intercettazione e scarico delle acque meteoriche provenienti dal sovrastante versante boscato, con convogliamento nelle apposite bancate di raccolta e scarico a valle.

C12 - Sulla superficie finale del riporto di inerti saranno realizzati i seguenti interventi, che consentiranno di evitare i fenomeni erosivi e di favorire il rinverdimento e la sistemazione definitiva:

1. Riporto (inferiore) di uno strato di inerti minerali compattato, a bassa conducibilità idraulica, di spessore di 0,3-0,5 m.
2. Riporto (intermedio) di uno strato di inerti aridi drenanti, di spessore pari a ~0,5 m, che impedisce la formazione di un battente idraulico.
3. Riporto (superiore) di uno strato superficiale di copertura di spessore pari a ~0,5 m, costituito da terre organiche, che favoriscono l'inerbimento e la piantumazione di specie arboree locali.

Lotto di intervento 2, (ubicato ad ovest della discarica di R.S.U. L= ~ 90 m. l=~110 m - Δh =~ 45 m)

Si prevedono fasi operative analoghe a quelle riportate ai rif. B e C sopra descritti per il Lotto di intervento n°1.

Lotto di intervento 3, ubicato a monte della discarica di R.S.U., tra i settori 1 e 2, da q. m 174 a q m 207 s.l.m. L max.= ~90 m - l= ~50m - Δh = ~33 m.

D1 – Predisposizione del piano di fondazione delle terre armate poco a monte delle discarica di RSU tramite asportazione del materiale colluviale e di frana.

D2 – Realizzazione di una fondazione tipo platea in c.a. impostata su pali in acciaio \emptyset adeguato, spinti per almeno 3-4 m nel substrato roccioso (Marna di Possagno). Lunghezza orientativa pali: ~ 8-10 m.

D3 - Costruzione dell'opera di contenimento del riporto tramite terre armate, in più ordini sovrapposti, con utilizzo di materiale geotecnicamente idoneo, in fasi contestuali all'elevazione del riporto. Ubicazione: a monte della discarica di R.S.U.

Quota fondazione ~ 170-74 m s.l.m. – Lunghezza ~ 90 m

D4 – Predisposizione di una canaletta di scarico delle acque al piede delle terre armate.

D5 - Costruzione del riporto secondo la sequenza degli interventi di cui ai rif. C

Lotto di intervento 4, ubicato all'estremità ovest della cava. L= ~ 130 m. l= ~150 m. Δh = ~ 55 m

Si prevedono fasi operative analoghe a quelle riportate ai rif. B e C sopra descritti per il Lotto di intervento 1.

Interventi di sistemazione finale

-Come sopra indicato al rif. C7, contestualmente alla costruzione del rilevato, dovranno essere predisposte apposite bancate di raccolta e convogliamento a valle delle acque meteoriche superficiali e di quelle sotterranee provenienti dai tubi drenanti.

-Per il consolidamento delle linee di drenaggio lungo le bancate saranno posti in opera massi tipo "testa di cavallo" oppure pietrame grossolano, $\varnothing > 20-30$ cm

-Per le modalità della sistemazione finale, si rimanda al rif. C12.

Considerazioni sull'estensione verso monte degli interventi di riporto

Gli interventi di sistemazione in progetto sono rivolti alla ricostruzione di una morfologia più simile possibile a quella originaria, adeguatamente raccordata al versante indisturbato al contorno, tramite riporto strutturato di materiali quali terre e rocce da scavo naturali. L'estensione verso monte degli interventi è condizionata dalla morfologia dei luoghi e dalle caratteristiche geotecniche dei terreni di riporto normalmente reperibili sul mercato.

Per poter garantire la durabilità dell'opera e la sua stabilità nel tempo risulta necessario che gli interventi di riporto siano sviluppati verso monte fino a coprire e proteggere il materiale marnoso più degradabile (di colore grigio per la presenza di argilla).

Più a monte si sviluppano le scarpate subverticali in roccia calcarea giallastra, sede dei previsti interventi di consolidamento di tipo alpinistico, con tecniche speciali, di cui al precedente punto **A8**.

Per garantire l'efficacia e la stabilità dell'opera in progetto nel suo insieme è necessario che gli interventi di riporto, di cui ai precedenti punti **C**, vengano sviluppati in alto fino a suturarsi con gli interventi **A** previsti su parete rocciosa, raccordandosi ad essi.

Come risulta dalla *Carta dello stato finale P4*, facendo riferimento alle sezioni topografiche, le quote superiori di riporto in progetto dovranno possibilmente essere almeno le seguenti:

-Sez. P9 - Quota superiore del riporto: m 202 s.l.m.

-Sez. P8 - Quota superiore del riporto: m 204 s.l.m.

-Sez. P7 - Quota superiore del riporto: m 206 s.l.m.

-Sez. P6 - Quota superiore del riporto: m 206 s.l.m.

-Sez. P5 - Quota superiore del riporto: m 213 s.l.m.

-Sez. P4 - Quota superiore del riporto: m 221 s.l.m.

-Sez. P3 - Quota superiore del riporto: m 227 s.l.m.

-Sez. P2 - Quota superiore del riporto: m 217 s.l.m.

-Sez. P1 - Quota superiore del riporto: m 218 s.l.m.

MONITORAGGIO IN FASE OPERATIVA E POST- OPERATIVA

Considerate le notevoli dimensioni del riporto in progetto e considerato che il materiale utilizzabile non sarà geotecnicamente favorevole, oltre alle precauzioni costruttive precedentemente elencate, si ritiene opportuno prevedere anche una fase di monitoraggio continuo, in fase operativa e post-operativa, al termine dei lavori.

Il monitoraggio potrà essere effettuato tramite la seguente strumentazione:

In ciascun lotto di intervento sono previste attività di controllo mediante installazione di assestimetri magnetici, sondaggi attrezzati con tubo inclinometrico e piezometri per il controllo del livello di falda.

Nel 1° lotto è prevista anche l'installazione di un pluviometro per la misura delle quantità di pioggia in modo da assicurare un'adeguata comprensione delle relazioni fra la piovosità e le fluttuazioni della falda.

Gli strumenti verranno installati lungo le sezioni di progetto 2, 5, 7, 9, a quote differenti, progressivamente al procedere dei lavori, in modo da avviare il monitoraggio già durante le fasi di costruzione del rilevato e valutarne gli effetti ed eventuali problemi.

Gli strumenti saranno installati su fori di sondaggio a distruzione una volta che verrà raggiunto il livello di progetto previsto per la sezione in quel punto specifico.

STRUMENTI

Assestimetri magnetici

Monitoraggio di cedimenti, consolidazioni e in generali tutti i processi che causano una riduzione degli spessori degli strati di terreno di riporto.

Una colonna assestimetrica è formata da:

- Un tubo interno in PVC che si fissa ad un terminale di fondo appuntito per favorirne la discesa in foro;
- Un tubo corrugato esterno deformabile solidale con il terreno;
- Anelli magnetici fissati a profondità predefinita a mezzo di molle metalliche, oppure di piastre rigide in PVC;
- Testa di sospensione con riscontro topografico

Attraverso l'uso di una sonda a lettura manuale in grado di rilevare i campi magnetici è possibile misurare i movimenti relativi fra gli anelli posizionati lungo la colonna assestimetrica e quindi i movimenti di assestamento verticale del terreno.

Tubi piezometrici con trasduttore di livello e acquisitore dati

Controllo delle sovrappressioni neutrali indotte nel terreno dal sovraccarico crescente e/o dell'eventuale formazione di una falda idrica.

Il tubo piezometrico previsto è composto da un filtro in tubo microfessurato, di opportuna lunghezza, da installare nello strato drenante previsto alla base del riporto di inerti, appena sopra il contatto con le rocce marnose del substrato. Il filtro viene collegato alla superficie mediante un tubo cieco all'interno del quale l'acqua sale fino al livello piezometrico.

Un trasduttore di livello viene inserito all'interno del tubo piezometrico ed è collegato via cavo ad un data logger presente a bocca pozzo,

Il data logger registra localmente a intervalli regolari la misura del livello e periodicamente invia i dati raccolti, via modem GPRS, ad un web server dedicato. Questa procedura li rende accessibili a qualsiasi utente, provvisto di User ID e password, mediante connessione internet (da dispositivo fisso o mobile).

Tubi inclinometrici

Controlli inclinometrici tramite la posa in opera di inclinometri allo scopo di verificare eventuali movimenti di scorrimento del rilevato.

-Le misure strumentali dovranno essere effettuate con frequenza adeguata (in funzione delle fasi di costruzione del riporto e delle anomalie di comportamento geotecnico che dovessero verificarsi. In prima analisi, n° 1 misura al mese).

-Ciò permetterà un controllo continuo della stabilità del riporto durante la fase costruttiva e anche alla fine dei lavori per un adeguato periodo di tempo (5-10 anni).

-Il tubo inclinometrico previsto è in ABS, materiale che assicura resistenza ad attacchi chimici visto l'impiego di calce in fase di progetto. I tubi inclinometrici sono caratterizzati dalla presenza di 4 guide posizionate a 90 gradi una rispetto all'altra. La presenza di tali guide è studiata per permettere di eseguire misure di inclinazione con sonda inclinometrica mobile. La misura consiste nel far scendere la sonda nel tubo e prendere misure di inclinazione, con alta precisione, ad intervalli regolari. Questa operazione permette di ricostruire con precisione i movimenti del tubo.

Pluviometro

Il pluviometro (Mod. M1-PLUV XX) a vaschetta oscillante è uno strumento di precisione standard, realizzato secondo le indicazioni del WMO. Il cilindro e l'imbutto-raccoglitore sono costruiti in lega leggera verniciata e la base è in alluminio massiccio verniciato. La misura della quantità di pioggia viene effettuata per mezzo di una bascula a doppia

vaschetta in acciaio inossidabile: la pioggia raccolta riempie una delle due vaschette. Una quantità prefissata d'acqua (10 cc) determina la rotazione della bascula e la sostituzione della vaschetta sotto l'imbuto e così di seguito. Un magnete solidale al sistema oscillante produce la chiusura di un contatto generando un impulso che corrisponde a 0.2 mm di precipitazione per il modello M1-PLUV 500 oppure 0.1 mm per il modello M1-PLUV 1000.

Il pluviometro sarà installato in corrispondenza di un tubo piezometrico e collegato alla stessa elettronica di acquisizione.

Controlli topografici

È necessario prevedere la posa in opera di caposaldi topografici sulla superficie riporto allo scopo di effettuare le verifiche di eventuali movimenti, con la precisione che il caso richiede, sia in fase costruttiva, che in fase post-operativa, mediante la predisposizione di 3-4 caposaldi ogni 5 m di incremento di altezza del rilevato, da controllare da una o più stazioni fisse predisposte allo scopo.

Le misure andranno effettuate con cadenza periodica, in funzione dell'incremento di altezza del rilevato e dell'eventuale manifestarsi di deformazioni.

Analisi geotecniche

-È necessario prevedere anche una serie di controlli periodici delle caratteristiche geotecniche dei materiali, sia in entrata che poi collocati a stoccaggio (granulometrie, peso di volume, coesione, angolo d'attrito, contenuto d'acqua ecc...).

Tali controlli dovranno essere effettuati con cadenza periodica, in funzione delle quantità e delle variabilità del materiale allocato nella varice di ex cava (in media n° 1 controllo ogni 5.000-10.000 m³ di inerti, oppure ogni 3-4 m di crescita in altezza di ciascun lotto del riporto).

- Costruzione del riporto: rilevazione periodica delle caratteristiche geotecniche dei terreni oggetto del riporto, corretta formazione e compattazione degli strati, corretto inserimento degli interventi di drenaggio e di consolidamento di cui ai precedenti rif. "B" e "C". Corretta riprofilatura a gradoni del piano di appoggio del riporto. Verifiche sulla composizione del terreno di appoggio.

-Controlli geotecnici: sulla base dei parametri geotecnici emersi dai controlli sulla qualità dei materiali di riporto in fase esecutiva, esecuzione di verifiche periodiche di stabilità che permettano di garantire la corretta realizzazione dell'opera, oppure di

procedere all'integrazione degli interventi di consolidamento e drenaggio ed, eventualmente, a ridurre l'inclinazione del riporto.

-Controlli strumentali: risultanze su eventuali deformazioni topografiche ed inclinometriche, in fase operativa e postoperativa.

(E' opportuno che i controlli siano corredati da regolari rapporti di sopralluogo, da effettuare ogni 3-4 m di crescita verticale dei riporti o alla necessità, e corredati da documentazione fotografica).

Controlli geologici

Durante la fase preparatoria ed esecutiva è necessaria un'assistenza geologica alla D.L. lavori, riguardante specialmente i seguenti aspetti:

-Preparazione piano di fondazione iniziale:

-Caratteristiche del piano di appoggio del riporto nei settori di intervento: verifiche se è presente il substrato roccioso con continuità, presenza di eventuali scavi in ribasso non noti, verifiche della resistenza geotecnica effettiva della copertura argillosa, di composizione e caratteristiche dei terreni di riporto preesistente.

Verifiche sul corretto drenaggio delle eventuali acque di ristagno locale.

-Preparazione piano di fondazione sul versante:

-Spessore e caratteristiche dei materiali sciolti di copertura colluviale e di frana sul versante, controllo della corretta asportazione del materiale geotecnicamente scadente e del drenaggio delle infiltrazioni idriche.

Corretta riprofilatura a gradoni del piano di appoggio sul substrato roccioso.

-Consolidamento scarpata sommitale:

-Controlli e rilievi geostrutturali, al fine di verificare la corrispondenza dei sistemi di discontinuità principali, considerati in questa fase preliminare, con le reali condizioni dell'ammasso roccioso ed effettuare eventuali nuove verifiche di stabilità.

-Verifiche dell'efficacia degli interventi di consolidamento effettuati nelle fase preliminare di intervento. Apporto di eventuali interventi correttivi.

INTERVENTI DI MANUTENZIONE

Le previste bancate da realizzare per la captazione e l'allontanamento delle acque superficiali e sotterranee dovranno essere dimensionate in modo da poter garantire l'accesso ai mezzi meccanici necessari per poter procedere ad eventuali interventi di manutenzione e sistemazione-consolidamento nel caso di smottamenti, cedimenti, assestamenti, fallanze della copertura minerale e vegetale, ecc.

CONCLUSIONI

Come sopra indicato, durante la fase esecutiva dei lavori saranno necessarie ulteriori indagini e verifiche geologiche, geotecniche, geomeccaniche, idrogeologiche, anche attraverso nuovi saggi geognostici, analisi geotecniche e prove in sito, con verifiche di stabilità, come richiede la normativa vigente in materia.

Ciò anche allo scopo di controllare la corrispondenza dei parametri geotecnici orientativi sopra proposti in prima analisi con quelli reali dei terreni ed apportare le modifiche che il caso richiede.

Si ricorda che le disposizioni del D.M. 11.03.88 impongono:

A.2. – Prescrizioni generali..."in corso d'opera si deve controllare la rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva, differendo di conseguenza il progetto esecutivo".

B.2. – Indagini nelle fasi di progetto e di costruzione..."la validità delle ipotesi di progetto dovrà essere controllata durante la costruzione considerando, oltre ai dati raccolti in fase di progetto, anche quelli ottenuti con misure ed osservazioni nel corso dei lavori per adeguare, eventualmente, l'opera alle situazioni riscontrate".

In osservanza all'articolo 6.2.4 delle NTC/2008 (D.M. 14.01.2008), "in corso d'opera si dovrà controllare la rispondenza tra il modello geologico e geotecnico di riferimento assunto in progetto e la situazione effettiva, differendo eventualmente il modello geologico e geotecnico ed il progetto esecutivo".

Agordo, 12 settembre 2018

Vittorio FENTI, geologo

