SKYMETRO

PROLUNGAMENTO DELLA METROPOLITANA IN VALBISAGNO

CUP B39J22001360001 CIG 9262977270

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

(D.lgs. n. 36 / 2023)



STUDI E INDAGINI
GEOLOGIA

PARCHEGGIO DI INTERSCAMBIO MOLASSANA RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE

Commessa	Fase	Lotto	Disciplina	WBS	Tipo	Numero	Foglio	Rev.
MGE1	PR	LV	GEO	COM	R	007	00	A

SYSTRA SOTECNI SYSTRA SYSTRA SWS ITALFERR architecna LAND

Firmato digitalmente da MARCHETTI PAOLO C: IT

Rev.	Descrizione	Nome		Data
A	Emissione	Redatto	V. Bellini	11/01/2024
		Verificato	E. Poggi	12/01/2024
		Approvato	G. Benedetti	12/01/2024
		Autorizzato	P. Marchetti	12/01/2024
B		Redatto		
		Verificato		
		Approvato		
		Autorizzato		
C		Redatto		
		Verificato		
		Approvato		
		Autorizzato		
D		Redatto		
		Verificato		
		Approvato		
		Autorizzato		

INDICE

1. PREMESSA. 5

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO E INQUADRAMENTO TERRITORIALE. 7

2.1 RAPPORTI CON IL PIANO DI BACINO STRALCIO DEL TORRENTE BISAGNO PER GLI ASPETTI INERENTI LA SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO E I REGIMI NORMATIVI. 9

2.2 RAPPORTI CON IL P.U.C. DEL COMUNE DI GENOVA PER GLI ASPETTI INERENTI LA ZONIZZAZIONE GEOLOGICA DEL TERRITORIO E LA MICROZONAZIONE SISMICA. 12

3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO 18

4. LINEAMENTI GEOLOGICI 23

5. IDROGEOLOGIA. 26

6. ESAME DEL PROGETTO. 27

7. INTERFERENZE CRITICITA' E PROBLEMATICHE GEOLOGICHE. 29

8. PROGRAMMA INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE 35

9. DICHIARAZIONE CONCLUSIVA. 40

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1. Tracciato Skymetro e stazioni con ubicazione del parcheggio di interscambio di Molassana. 6

Figura 2. Estratto fuori scala della "Carta dei principali vincoli territoriali del vigente Piano di Bacino stralcio del T. Bisagno. 8

Figura 3. Estratto fuori scala della "Carta della suscettività al dissesto del vigente Piano di Bacino stralcio del T. Bisagno. 10

Figura 4. Scheda di progetto ambito 6 Montanasco estratta dal PTRAC Regione Liguria aggiornato con D.C.R. 26 maggio 2020 n.7, D.D. 20 ottobre 2021 n.6314 e con D.D. 22 agosto 2022 n.5202. 11

Figura 5. Estratto fuori scala dalla Carta Geologica (Fg 19) del vigente PUC 2015 del Comune di Genova. 13

Figura 6. Estratto fuori scala dalla Carta Geomorfologica (Fg 19) del vigente PUC 2015 del Comune di Genova. 14

Figura 7. Estratto fuori scala dalla Carta di zonizzazione geologica e suscettività d'uso del territorio (Fg 19) del vigente PUC 2015 del Comune di Genova. 15

Figura 8. Estratto fuori scala dalla "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)" del PUC 2015 vigente del Comune di Genova. 17

Figura 9. Panoramica dei piazzali della cava Montanasco, da Google Earth. 19

Figura 10. Rappresentazione stereografica delle principali famiglie di discontinuità in rapporto all'orientazione della porzione di fronte che sovrasta direttamente il parcheggio in oggetto. 24

Figura 11. Planimetria di progetto estratta dalla Tav. MGE1PRLVGENCOMT00109A. 28

1. PREMESSA.

Nell'ottobre 2023 è stato completata l'indagine geologica per il progetto di fattibilità tecnica ed economica del prolungamento della linea metropolitana di Genova denominato Skymetro, che si sviluppa, in sede propria, lungo il torrente Bisagno, dalla stazione ferroviaria di Brignole a Molassana.

Nell'ambito della Conferenza dei Servizi 34/2023 per la valutazione di tale progetto, l'Ufficio Geologico, con lettera prot. 0517507.u del 03.11.23 ha richiesto diverse integrazioni, tra cui uno specifico approfondimento geologico sulla zona ove è previsto l'inserimento di un parcheggio di interscambio a Molassana, presso la cava Montanasco (**Figura 1**).

La presente relazione, pertanto, integra la documentazione geologica già presentata, analizzando in dettaglio gli aspetti geologici, geomorfologici e idrogeologici dell'area di Molassana interessata dal parcheggio, ne valuta le problematiche geologiche in relazione alle opere proposte e pianifica le indagini necessarie per affrontarne le soluzioni tecniche in ambito progettuale.

Come richiesto, vengono in particolare relazionati i seguenti aspetti:

- inquadramento del progetto nell'ambito degli strumenti di pianificazione territoriale, con analisi dei riferimenti normativi per le tematiche geologiche l.s. quindi, rapporti con il Piano di Bacino del Torrente Bisagno, per quanto riguarda i principali vincoli territoriali e il quadro della suscettività al dissesto e con la zonizzazione geologica del PUC del Comune di Genova;
- caratterizzazione geologica, geomorfologica e idrogeologica;
- analisi delle problematiche geologiche;
- programma delle indagini geognostiche, geofisiche e geomeccaniche.



Figura 1. Tracciato Skymetro e stazioni con ubicazione del parcheggio di interscambio di Molassana.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO E INQUADRAMENTO TERRITORIALE.

I contenuti della presente relazione geologica fanno riferimento alle seguenti normative.

- D.M. 17.01.18 Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni".
- Circolare 21 gennaio 2019 n.7 "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni"» di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018"**.**
- D.Lgs. 31.03.23 n. 36 – Codice dei Contratti Pubblici, con riferimento all'art. 41 relativo all'accertamento della compatibilità geologica e geomorfologica dell'intervento proposto, nell'ambito del livello di approfondimento corrispondente al progetto di fattibilità tecnica ed economica.

Per quanto riguarda invece la normativa regionale e gli strumenti di pianificazione territoriale attinenti le tematiche geologiche l.s., sono stati presi in considerazione:

- il Piano di Bacino stralcio per l'assetto idrogeologico del T. Bisagno, approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n. 62 del 04/12/2001, comprese le successive modifiche fino all'attuale vigenza. Il riferimento è solo alla suscettività al dissesto delle aree interessate, mentre per le tematiche idrauliche si rimanda al contributo specialistico di settore.
- P.U.C. del Comune di Genova, approvato con D.D. n. 2015/118.0.0/18 ed entrato in vigore in data 03/12/15, con recepimento della Pianificazione di Bacino fino al 31.12.2019. Tale Piano è stato considerato per gli aspetti relativi a: microzonazione sismica di primo livello, zonizzazione geologica e suscettività d'uso, norme geologiche di attuazione e cartografia di base geologica e geomorfologica.
- D.G.R. n. 1280 del 14.12.2023 approvazione del reticolo idrografico regionale.

Si precisa, inoltre, che il parcheggio di interscambio di Molassana, presso la cava Montanasco, ricade in area sottoposta a vincolo idrogeologico, come mappato dalla "Carta dei principali vincoli territoriali" del vigente Piano di Bacino stralcio del T. Bisagno in **Figura 2**.

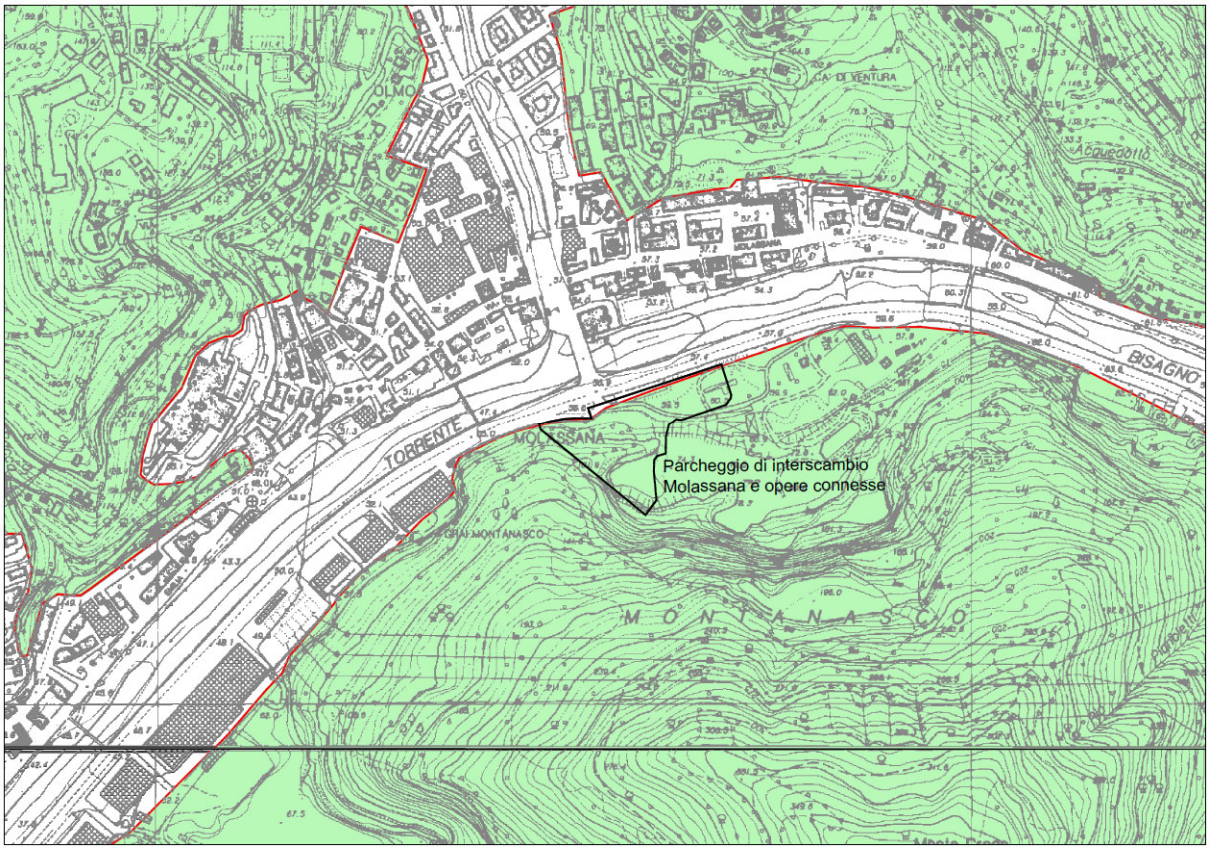


Figura 2. Estratto fuori scala della "Carta dei principali vincoli territoriali del vigente Piano di Bacino stralcio del T. Bisagno.

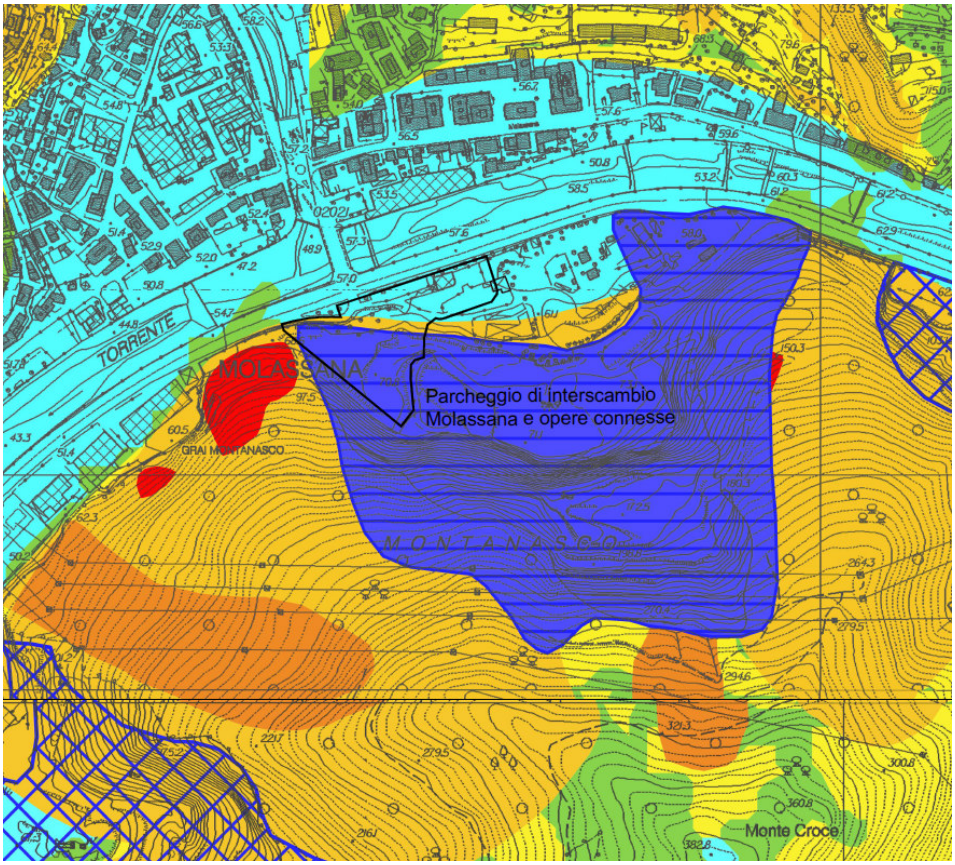
Si tralascia, in questa sede, qualsiasi altra considerazione in merito a eventuali vincoli paesaggistici, urbanistici, e soprattutto idraulici, ecc. che attengono altre competenze e relative specialistiche.

2.1 Rapporti con il Piano di Bacino stralcio del Torrente Bisagno per gli aspetti inerenti la suscettività al dissesto e i regimi normativi.

Si segnala, innanzitutto, che la Carta della Suscettività al Dissesto del Piano di Bacino stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico del T. Bisagno (**Figura 3**), non riporta l'aggiornamento del perimetro della cava attiva in località Montanasco, con il risultato che l'area di intervento è erroneamente compresa all'interno del perimetro della classe speciale tipo A, riferita, appunto, alle cave attive. In realtà, il perimetro aggiornato al 2022 della cava attiva ambito 6 Montanasco, rappresentato sul vigente Piano Territoriale dell'Attività di Cava (PTRAC) della Regione Liguria, non comprende più l'area dell'intervento, come si evince dalla scheda Montanasco 06GE05 in **Figura 4**, perché già stralciata a seguito del completamento della coltivazione nel settore occidentale dell'anfiteatro di cava.

A fronte di quanto sopra, la verifica della compatibilità dell'intervento proposto con il Piano di Bacino comporta la necessità di aggiornare il Piano stesso, con l'individuazione del grado di suscettività al dissesto che verrà attribuito alla porzione di area liberata dalla cava.

A prescindere dalla futura classe di suscettività, è evidente che l'intervento previsto si colloca al piede di un fronte roccioso residuo di attività di coltivazione che, quantunque sistemato e in parte gradonato come previsto dal piano di coltivazione, necessità di "cure" aggiuntive in previsione dell'utilizzo del sottostante piazzale per parcheggi pubblici di interscambio.



CLASSI DI SUSCETTIVITA' AL DISSESTO		NORME DI ATTUAZIONE
MOLTO ELEVATA	Pg4	Art. 16, c. 2 Art. 16ter
ELEVATA	Pg3a	Art. 16, c. 3 Art. 16ter
ELEVATA	Pg3b	Art. 16, c. 3-ter Art. 16ter
MEDIA	Pg2	Art. 16, c. 4 Art. 16ter
BASSA	Pg1	Art. 16, c. 4 Art. 16ter
MOLTO BASSA	Pg0	Art. 16, c. 4 Art. 16ter
Fenomeni idrogeologici lungo gli alvei torrentizi		Art. 16ter
CLASSI SPECIALI		
TIPO A - Cave attive, miniere attive e discariche in esercizio		Art. 16bis, c. 2
TIPO B1 - Cave inattive e miniere abbandonate		Art. 16bis, c. 3
TIPO B2 - Discariche dismesse e riporti antropici		Art. 16bis, c. 5

Figura 3. Estratto fuori scala della "Carta della suscettività al dissesto del vigente Piano di Bacino stralcio del T. Bisagno.

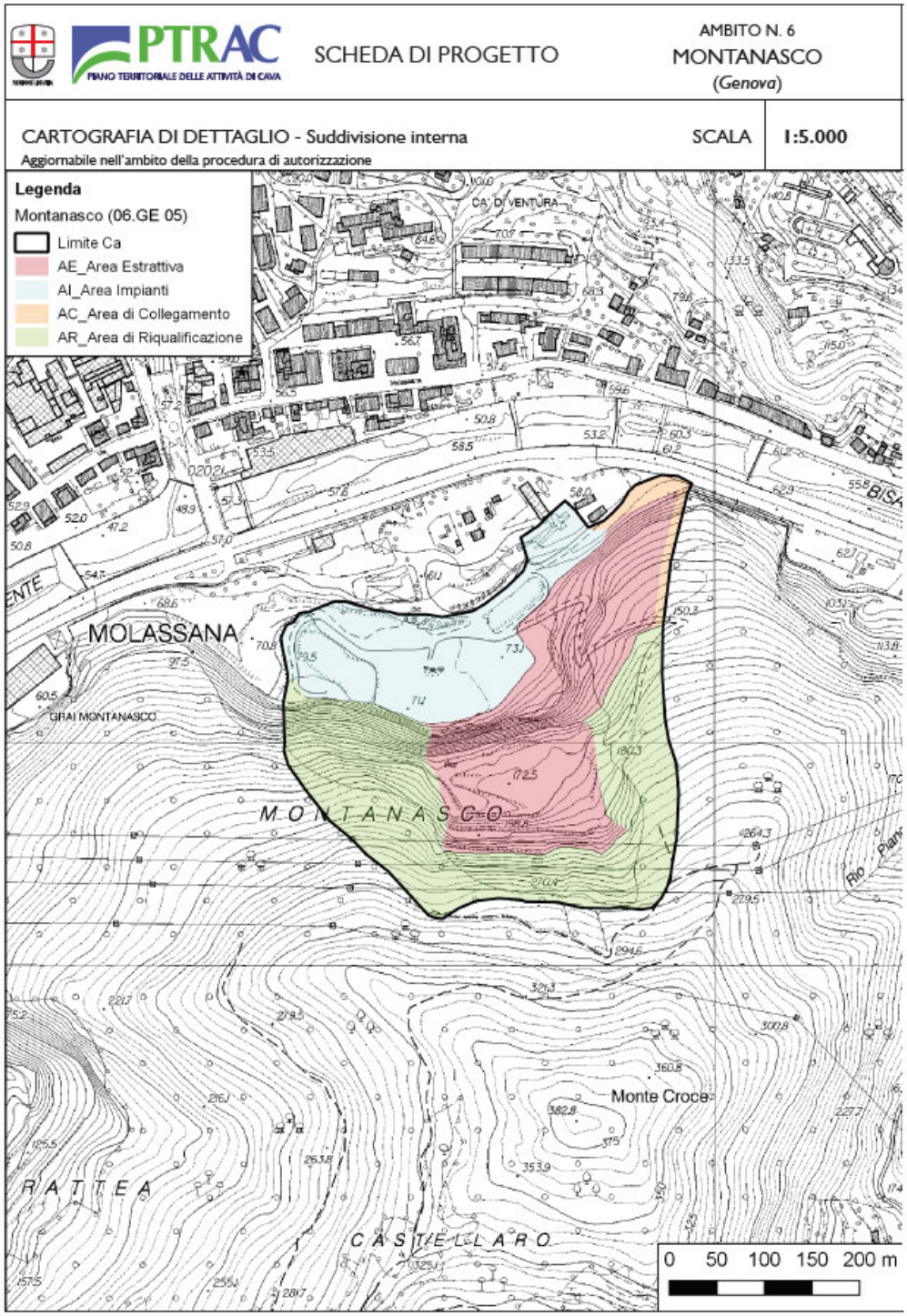


Figura 4. Scheda di progetto ambito 6 Montanasco estratta dal PTRAC Regione Liguria aggiornato con D.C.R. 26 maggio 2020 n.7, D.D. 20 ottobre 2021 n.6314 e con D.D. 22 agosto 2022 n.5202.

2.2 Rapporti con il P.U.C. del Comune di Genova per gli aspetti inerenti la zonizzazione geologica del territorio e la microzonazione sismica.

Per quanto riguarda la carta di zonizzazione geologica, il territorio comunale genovese é ripartito in classi a diverso grado di "fragilità", sotto gli aspetti geologici, geomorfologici e idrogeologici. A tali classi si associa una normativa geologica di riferimento che stabilisce l'ammissibilità delle proposte d'intervento edilizio, che siano nuove costruzioni o ristrutturazioni di edifici e manufatti esistenti, o riqualificazioni urbane, in rapporto al contesto e il grado di approfondimento delle indagini da eseguire.

Con riferimento a tale zonizzazione, che deriva dalla valutazione integrata della cartografia geologica di base del PUC, di cui si producono a stralcio la carta geologica (**Figura 5**) e la carta geomorfologica (**Figura 6**), il parcheggio di interscambio di Molassana ricade (**Figura 7**) in zona A, con suscettività d'uso non condizionata e in zona B con suscettività d'uso parzialmente condizionata per la parte in fregio alla strada Via Adamoli. Resta il fatto che va ad occupare un ex piazzale di cava sottoposto a fronti rocciosi subverticali, che la zonizzazione definisce a suscettività d'uso limitata e/o condizionata all'adozione di cautele specifiche. Cautele che dovranno essere assunte, nonostante i fronti non siano direttamente interessati dalle opere in progetto, ma per gli effetti che eventuali distacchi e crolli da tali fronti possono determinare sulle aree piane sottostanti.

Analoga cautela vale per l'estremo occidentale dell'area di intervento, che risulta a margine di un'area in frana attiva, di cui si riferisce ai paragrafi seguenti.

In conclusione, rispetto alla zonizzazione geologica del territorio del vigente PUC, la fattibilità geologica dell'intervento è condizionata dall'adozione di interventi e opere tali da garantire la stabilità dei fronti e la salvaguardia degli equilibri idrogeologici dei versanti superiori, da verificare sulla base di approfonditi rilievi geologici e geomeccanici e verifiche geotecniche.

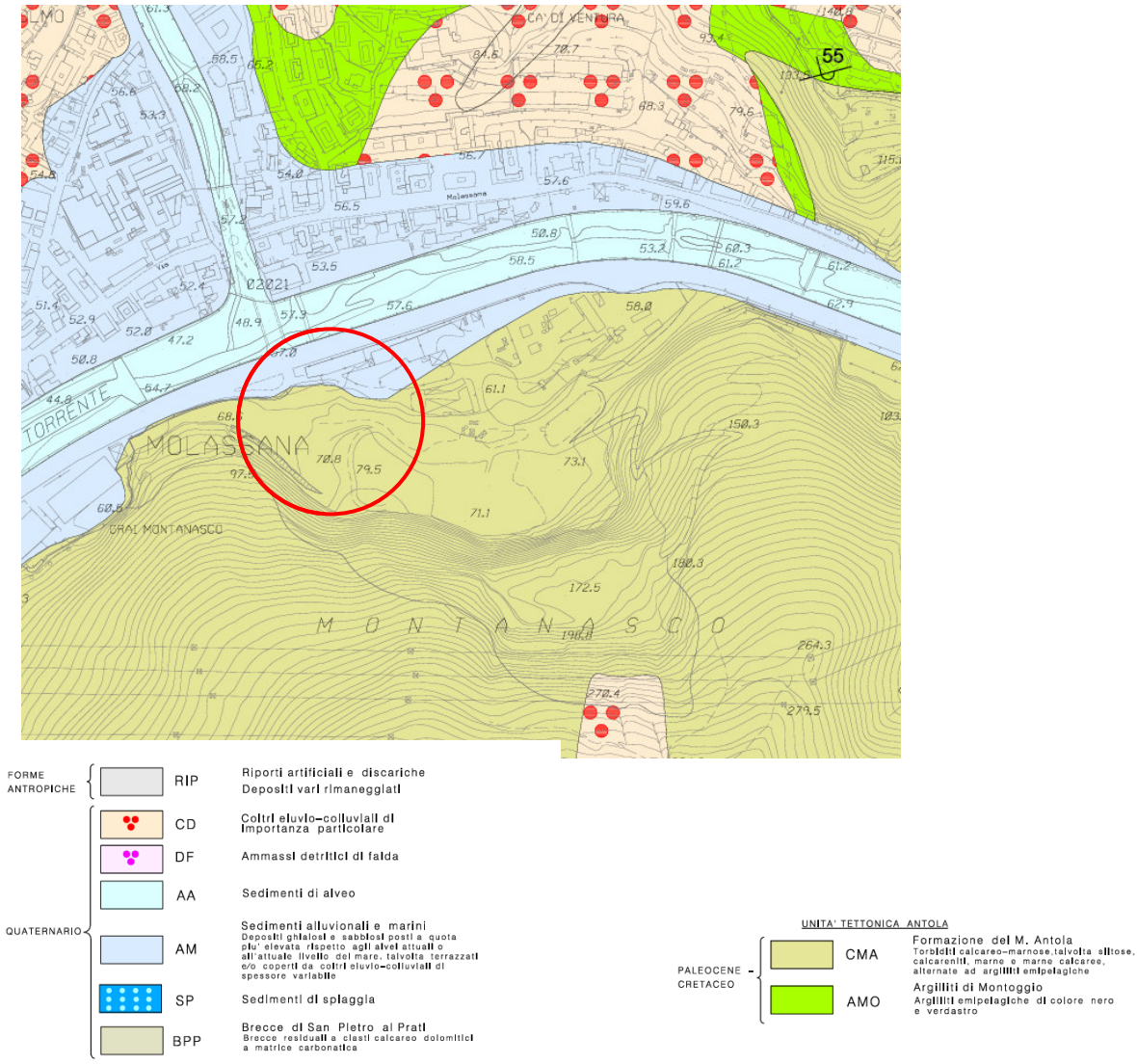


Figura 5. Estratto fuori scala dalla Carta Geologica (Fg 19) del vigente PUC 2015 del Comune di Genova.

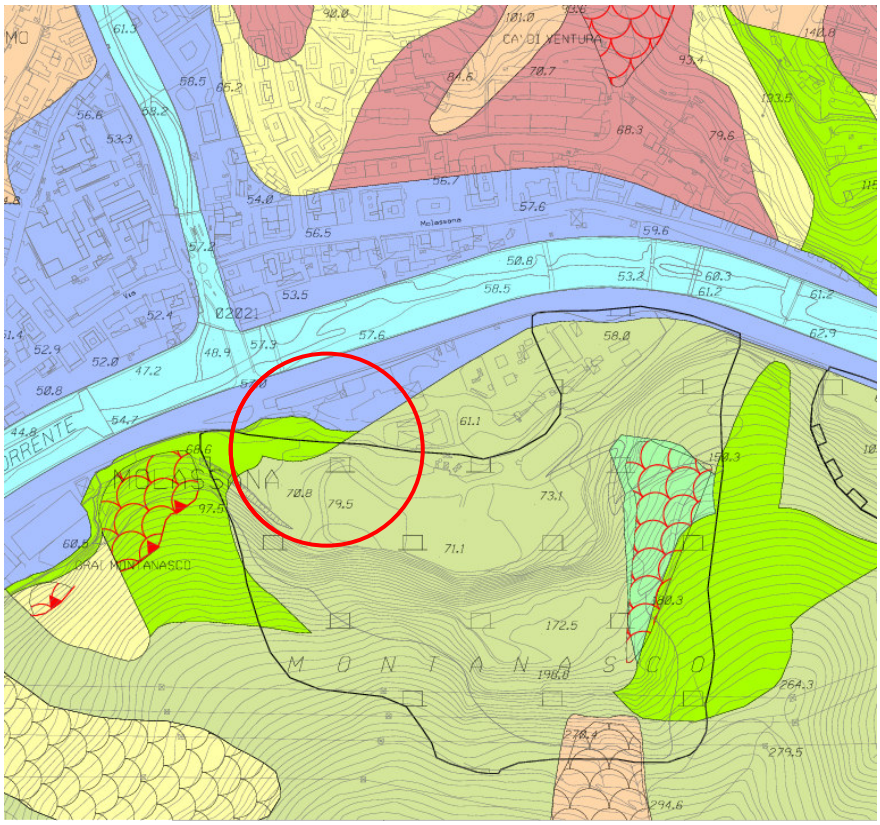


Figura 6. Estratto fuori scala dalla Carta Geomorfologica (Fg 19) del vigente PUC 2015 del Comune di Genova.

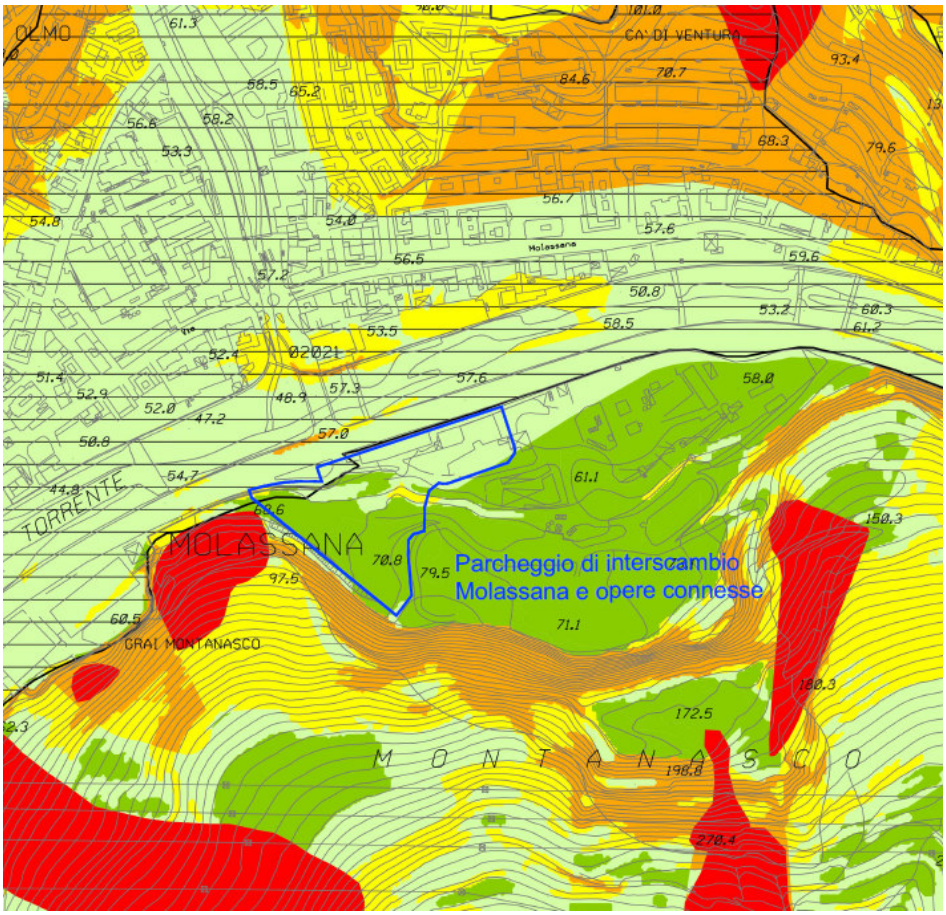


Figura 7. Estratto fuori scala dalla Carta di zonizzazione geologica e suscettività d'uso del territorio (Fg 19) del vigente PUC 2015 del Comune di Genova.

E’ richiesto, inoltre, che lo studio geologico tenga conto degli aspetti sismici, in ragione dell’interferenza diretta con un ammasso roccioso affiorante, localmente fratturato e allentato, con pendenza elevata, quindi con possibili amplificazioni sismiche locali di tipo topografico e stratigrafico, e della vicinanza di una zona di frana attiva, come attesta la carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica del PUC, che si produce in **Figura 8**.

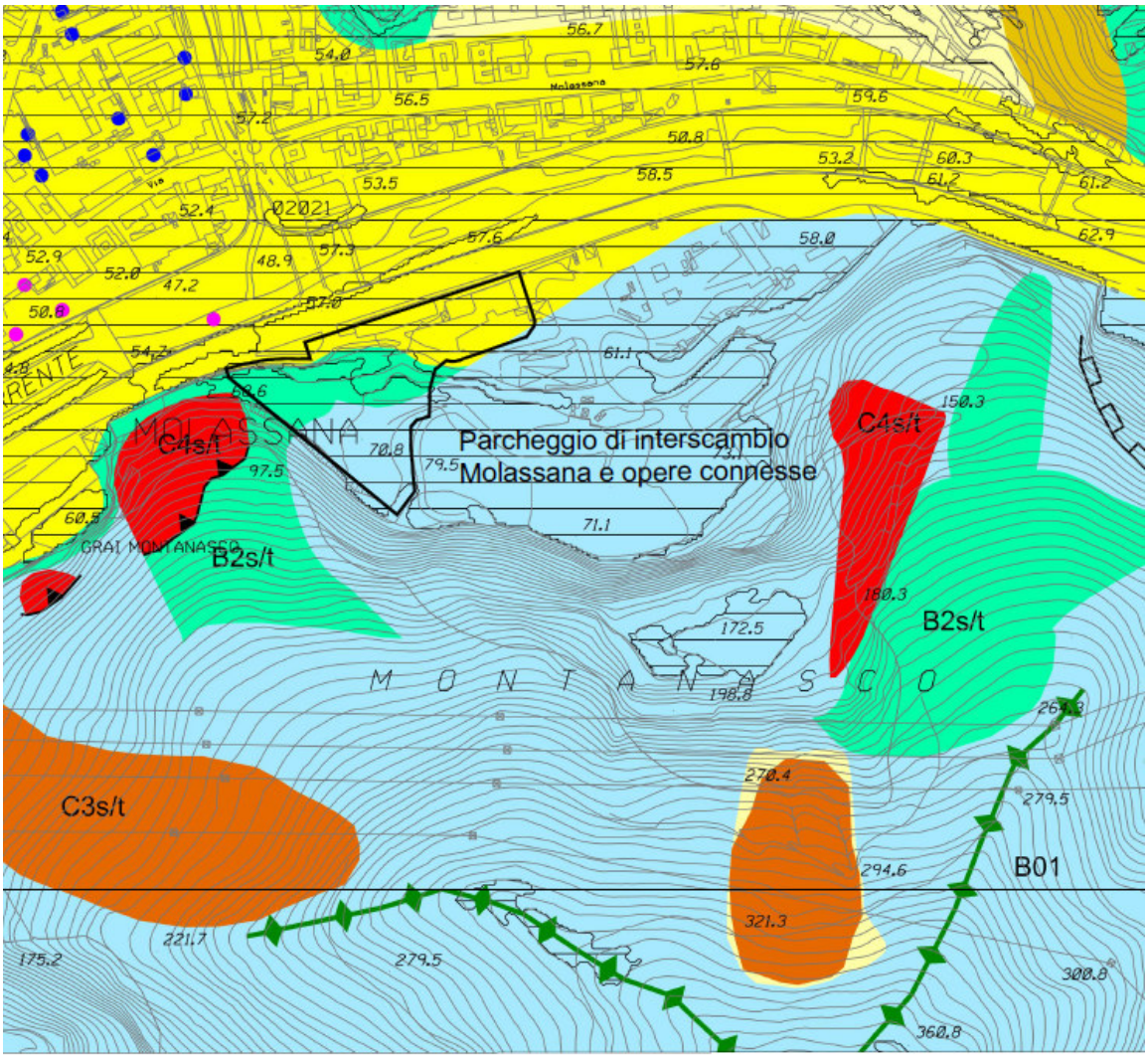




Figura 8. Estratto fuori scala dalla "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)" del PUC 2015 vigente del Comune di Genova.

.

Occorre aggiungere che l'art. 14 comma 3 delle Norme Generali del PUC prescrive, nelle sistemazioni e nelle finiture di ogni nuovo intervento edilizio, di ricercare soluzioni che garantiscano il mantenimento o il miglioramento dell'efficienza idraulica, al fine di mitigare gli effetti dovuti alla formazione di superfici impermeabilizzate e di migliorare il sistema di smaltimento delle acque superficiali, a favore del riutilizzo delle stesse. Per il parcheggio che si propone, pertanto, dovranno essere studiate soluzioni atte a garantire l'infiltrazione delle acque piovane e opportuni sistemi di intercettazione e smaltimento da indirizzare verso l'adiacente T. Bisagno, senza aggravi di portata per le reti idriche comunali che corrono lungo la Via Adamoli.

Di contro non sussistono interferenze con corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico regionale approvato recentemente con DGR 1280 del 14.12.23, mentre resta da essere approfondito il tema delle problematiche idrauliche legate alle fasce d'inondabilità del corso d'acqua, per il quale si rimanda al relativo contributo specialistico.

3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'intervento proposto è localizzato, come visto, all'interno dell'anfiteatro della cava Montanasco, in versante sinistro del T. Bisagno, a Molassana. In particolare, interessa il settore occidentale della cava, a margine della Via Adamoli, nella zona adiacente allo svincolo stradale che porta al centro abitato di Molassana attraverso il ponte Alexander Fleming, sul Torrente Bisagno. Tale settore risulta esterno al perimetro della cava attiva (**Figura 4**).

Nei suoi lineamenti morfologici, l'area di cava è principalmente costituita da un fronte roccioso con sviluppo arcuato, gradonato ed esposto a Nord, Nord/Est e Nord/Ovest, che circonda un ampio piazzale di cava, articolato su vari livelli degradanti verso la Via Adamoli, di cui, il livello inferiore é all'incirca complanare con la strada comunale.

I livelli inferiori del piazzale, alle quote 57 e 60 circa che, come detto, sono stati stralciati dall'ambito di cava attiva, ospitano diverse attività industriali e artigianali e alcune palazzine che un tempo erano adibite a uffici e servizi degli impianti di cava. Nel settore occidentale, rialzato di circa 10 m rispetto al piazzale inferiore, dove l'attività di escavazione è terminata da molti anni, è presente

il sito di stoccaggio intermedio dei detriti provenienti dallo scavo della galleria scolmatrice del Bisagno. Proprio in questa zona è previsto l'inserimento del parcheggio in esame.

I piazzali superiori, invece, oltre quota 70-75 circa, sono compresi nel perimetro della cava attiva, come risulta dal PTRAC e sono occupati dalle vasche di decantazione dei fanghi provenienti dal frantoio, dal materiale lapideo lavorato al vagliatore e da detriti semilavorati. Il raccordo tra i diversi gradoni è costituito da scarpate detritiche in parte contenute da blocchi di cemento e massi ciclopici e ricoperte da vegetazione infestante (**Figura 9**).



Figura 9. Panoramica dei piazzali della cava Montanasco, da Google Earth.

Il fronte di cava presenta la massima altezza nel settore centrale dell'anfiteatro, raggiungendo i 140 m circa di dislivello a partire dal piazzale inferiore, per degradare in direzione ponente fino a un dislivello di circa 20 metri. A monte della parete si estende il versante naturale boscato, che culmina al Monte Croce (385 m s.l.m.).

In sintesi l'area d'indagine interessa la porzione occidentale dell'anfiteatro, tra la Via Adamoli e il limite della cava attiva e, come detto, comprende la zona utilizzata per lo stoccaggio temporaneo dei detriti dello scolmatore, con relativa pista di accesso e piazzale laterale sopra al muraglione di Via

Adamoli e una parte del piazzale in fregio alla strada comunale attualmente utilizzato come deposito AMIU e parcheggio automezzi.

In dettaglio i lineamenti geomorfologici di tale settore, sono caratterizzati da:

- un'area pianeggiante asfaltata complanare a Via Adamoli (q.a. 57 circa) alla quale si accede dallo svincolo per il ponte Fleming e un'area più interna, sempre di piazzale asfaltato, a quota poco più alta;
- un piazzale sterrato a quota rialzata di circa 10 m dalla strada, ma con piano costantemente variabile per la formazione degli accumuli provvisori di materiali detritici, a cui si accede tramite pista sempre dallo svincolo di Via Adamoli;
- il fronte roccioso, che spicca dal piazzale sterrato per una altezza variabile tra circa 20 m all'estremità occidentale e circa 100 m lato est, con inclinazione fino a 75-80 gradi. Nel tratto di maggiore altezza il fronte presenta tre gradoni alle quote 140, 165 e 185, con pedate molto ristrette e parzialmente ingombre di detriti rilasciati da monte. Nel tratto centrale la pendenza è uniforme, mentre la dorsale che chiude l'anfiteatro, intagliata al piede dalla Via Adamoli, è nuovamente gradonata.
- il versante naturale boscato a monte dell'ex fronte di coltivazione.

Per quanto riguarda l'ex fronte di coltivazione che affaccia direttamente sull'area interessata dal progetto, esso presenta uno sviluppo verticale a profilo uniforme che, come detto, decresce in altezza verso occidente, dove termina in corrispondenza di una vecchia pista di arroccamento a quota 90 m s.l.m. circa. L'orientazione è NO/SE con esposizione a NE. Una marcata macchia di colatura di fango sulla parete, generata dall'erosione della coltre detritica alla sommità del fronte stesso, si riconosce al limite Est del tratto descritto, oltre la quale il fronte ruota e assume un'esposizione francamente a Nord, con altezza crescente fino a 120 m circa e profilo artificialmente gradonato su 3 livelli.

I gradoni in realtà appaiono parzialmente smantellati, soprattutto verso Ovest, dove sono erosi sul ciglio delle alzate e occupati da materiale detritico proveniente dal versante soprastante che si estende, oltre la parete, verso la cima del Monte Croce.

Alla sommità del suddetto fronte, all'altezza dell'ultimo gradone a quota approssimativa di 180 m.s.l.m., al limite del bosco, è localizzata una nicchia attiva di frana, in progressiva evoluzione geomorfologica. Essa raggiunge uno sperone roccioso affiorante e su cui è impostato l'ultimo tratto del gradone e prosegue verso Ovest dove invece risulta apparentemente "cicatrizzata" dalla vegetazione.

Sul fronte, inoltre, si notano le nicchie di distacco di singoli frammenti lapidei di dimensioni centimetriche e decimetriche isolati dall'intersezione reciproca dei giunti di discontinuità presenti nell'ammasso. I crolli in genere si determinano in concomitanza con altri fattori, quali gli eventi meteorici e atmosferici (pioggia e gelo), e complice l'elevata pendenza e l'esposizione continua della roccia, che provoca la graduale detrizione dello strato più superficiale, con conseguente riversamento di materiale lapideo a valle.

A riguardo del versante naturale boscato che corona il fronte di cava, esso presenta una pendenza complessiva uniforme di circa 45°, localmente di 60° nella zona del dosso dove sono situati i tralicci dell'alta tensione. Il pendio è coperto da una coltre eluvio-colluviale di spessore 0,50-1.00 m, costituita da uno scheletro lapideo a granulometria mista, in matrice limoso-argillosa tipicamente di colore ocra e marroncino. Il versante è interamente occupato da vegetazione spontanea boschiva, ove predominano le specie principali del castagno e della quercia cui si associano abeti di impianto artificiale.

L'evoluzione geomorfologica dell'area si esplica essenzialmente per l'erosione e il dilavamento superficiale operato dalle acque meteoriche che scorrono per ruscellamento diffuso incanalato in fossi erosivi, che provocano lo scalzamento della coltre superficiale e la sua mobilizzazione per colata verso i sottostanti fronti rocciosi. Motivo per il quale si notano distintamente sul fronte le tracce di tali colamenti, caratterizzati da colorazione marroncina e la loro posizione in corrispondenza dello sbocco di solchi erosivi sommitali che incidono il versante in testa al fronte in roccia nuda. Tale processo determina un progressivo arretramento del ciglio della parete e della sommità del fronte roccioso a spese di una continua detrizione, spesso coadiuvata dall'azione negativa che svolgono le essenze arboree con il loro peso in prossimità del ciglio stesso. La medesima vegetazione invece, nei settori immediatamente retrostanti la fascia sommitale, svolge una funzione mitigatrice nei confronti dell'erosione superficiale del terreno, contribuendo in senso positivo alla stabilizzazione del versante.

L’anfiteatro di cava è delimitato a Ovest da una dorsale relitta, che residua dagli sbancamenti realizzati, per l’estrazione del materiale lapideo e, sul lato opposto, per ricavare il sedime di capannoni industriali.

E’ risaputo che in tale zona l’ammasso roccioso risulta alquanto fratturato e allentato per la presenza di una faglia che è orientata all’incirca perpendicolarmente al fondovalle e che provoca la degradazione dell’ammasso roccioso lungo il versante, proprio sul confine della cava, dove si osservano sacche di coltri detritiche alternate ad affioramenti del substrato.

Già nel corso della coltivazione della cava la parte superiore del fronte in questa zona aveva subito fenomeni di dissesto sui quali era intervenuta una sistemazione su due ripiani con scarpate piantumate.

Poi, durante la costruzione della sede stradale di Via Adamoli tra il 1985 e il 1987 lo sbancamento realizzato al piede della dorsale aveva provocato un movimento franoso, contrastato dai muraglioni stradali, cui è stata aggiunta successivamente una struttura di protezione paramassi costituita da montanti verticali collegati da reti e cavi d’acciaio.

Nel 1993 il movimento franoso ha avuto una parziale riattivazione. Massi e frammenti lapidei con colata fangosa si sono riversati sulla barriera e hanno raggiunto la strada e di nuovo nel 1994, a seguito dei lavori di sbancamento eseguiti per i capannoni confinanti.

In conseguenza di tali eventi fu eseguito un intervento di alleggerimento sul versante asportando in parte e rimodellando i materiali franati e creando, alle spalle del muraglione di Via Adamoli, un vallo di protezione, con ripristino del profilo a gradoni alle quote superiori (q.a. 100 e 120). La sistemazione aveva compreso anche un generalizzato intervento di piantumazione.

In questa zona la fascia superiore del versante presenta una pendenza media complessiva di 35°- 40°, che aumenta nella zona inferiore fino a 45°.

Pertanto, l'evoluzione geomorfologica del versante gradonato presso il margine occidentale della proprietà che degrada verso il muraglione di Via Adamoli, riguarda principalmente la vecchia area di frana, che oggi mostra un buon grado di ricoprimento vegetale, con sviluppo di vegetazione arborea e arbustiva continua sui gradoni di sistemazione ivi modellati.

4. LINEAMENTI GEOLOGICI

Dal punto di vista geologico, la cava Montanasco si sviluppa integralmente nella formazione dei “Calcari di Monte Antola”, costituita da un flysch all'interno del quale si alternano calcari, calcari marnosi e arenacei, marnoscisti, calcareniti e in minor misura livelli argillitici.

Dal punto di vista geologico-strutturale, è noto che la formazione è stata sottoposta, nella sua storia geologica, ad una serie di eventi plicativi, i cui effetti si sono esplicati a varie scale.

A prescindere dal riconoscimento sul campo di tali eventi e degli effetti deformativi che hanno comportato sui diversi litotipi che compongono l’ammasso, è necessario focalizzare l’attenzione sull’assetto strutturale che assume l’ammasso roccioso rispetto alla scala dell’intervento.

Nel settore occidentale della cava, di interesse per la proposta progettuale in esame, la formazione dei Calcari del Monte Antola risulta nel suo complesso fortemente tettonizzata. Il rilevamento geostrutturale preliminare eseguito al piede del fronte ha individuato la distribuzione spaziale delle discontinuità presenti e reciprocamente intersecate sui fronti, che ha consentito un’analisi preliminare dei possibili cinematismi di instabilità secondo cui si esplica l’evoluzione dell’ammasso roccioso.

In sintesi, la formazione mostra qui un assetto monoclinale degli strati, con piani immergenti prevalentemente verso ponente, salvo locali ripiegamenti e ondulazioni, con angoli di inclinazione variabili tra 40° e 70°, ma mediamente inclinati di 50°. Inoltre sono state rilevate due principali famiglie di fratturazione, le cui giaciture vengono mostrate nella tabella seguente:

Giunto	Immersione	Inclinazione
Stratificazione (S)	265°	50°
Frattura (F1)	170°	85°
Frattura (F2)	70°	30°

Delle famiglie di giunti individuate, la più importante in termini di persistenza e continuità è senz'altro la stratificazione.

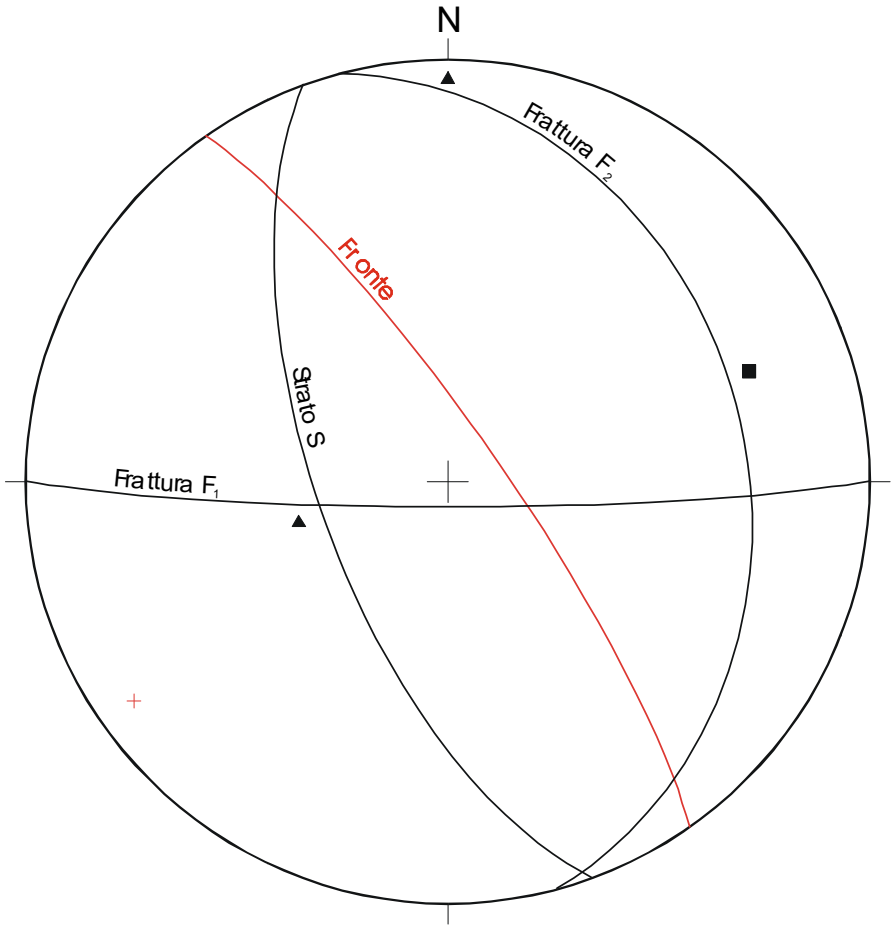


Figura 10. Rappresentazione stereografica delle principali famiglie di discontinuità in rapporto all'orientazione della porzione di fronte che sovrasta direttamente il parcheggio in oggetto.

La rappresentazione stereografica delle discontinuità rispetto all'andamento del fronte (**Figura 10**) mostra possibili cinematismi di distacco riconducibili a scivolamenti planari sulla superficie F2, peraltro ostacolati dalla bassa inclinazione della stessa. E' comunque da tenere presente che possono manifestarsi complicazione locali, legate a una diversa orientazione dei giunti, in associazione a un diverso grado di alterazione di alcune plaghe rocciose.

Come già descritto ai paragrafi precedenti, la roccia affiora in continuo sui fronti della zona indagata. Di colore grigio nero, è sana e presenta un buono stato di conservazione, trattandosi di materiale scavato e denudato dalla pregressa attività di cava. Le uniche problematiche riguardano fenomeni di detrizione superficiale, di scaglie e frammenti di piccole dimensioni.

Invece, all'estremità Ovest e nel tratto affacciato su Via Adamoli, l'ammasso è allentato e disarticolato, come pure in sommità, dove è sormontato da un livello di cappellaccio di alterazione di spessore medio pari a 2.00 m e da sacche di coltri di copertura di granulometria mista, per spessori discontinui di 0.50 -1.00 m circa. Tale assetto ha senz'altro giocato un ruolo importante nella determinazione dei fenomeni franosi che si sono verificati in passato in tale zona.

Occorre infine segnalare che i sondaggi realizzati nel piazzale AMIU in fregio a Via Adamoli (SKYL17) e presso la spalla del ponte Fleming (SKY-S7), nell'ambito delle indagini lungo il tracciato di linea dello Skymetro, hanno raggiunto, sotto ad una sequenza di riporti detritici e sedimenti alluvionali, le Argilliti di Montoggio, che rappresentano la formazione stratigraficamente alla base dei calcari.

In particolare, il sondaggio SKY-S7 ha attraversato 12.70 m di riporti, 15.50 m di alluvioni ghiaioso sabbiose e ha raggiunto la roccia argillitica a 28.20 m dalla quota di Via Adamoli, mentre il sondaggio SKY-L17 ha incontrato 7.00 m di riporti e 16.50 m di alluvioni grossolane, prima di incontrare ancora le argilliti, a 23.50 m di profondità dalla quota del piazzale complanare alla strada.

Tali risultanze portano a ritenere possibile che al di sotto dei piazzali di intervento, oltre ai riporti detritici siano ancora presenti le alluvioni, per spessori progressivamente decrescenti allontanandosi dal corso d'acqua e che il substrato sia rappresentato in tutto o in parte dalle argilliti.

5. IDROGEOLOGIA.

Dal punto di vista idrogeologico lo schema dei deflussi superficiali dell'intero anfiteatro di cava fa riferimento essenzialmente a due rivi secondari, che incanalano le acque di ruscellamento superficiale e subcorticale provenienti dal bacino sotteso, a monte, fino al crinale del Monte Croce.

I due rivi delimitano a levante e a ponente il settore di cava attiva. Si tratta di organismi a regime saltuario direttamente dipendente dagli apporti meteorici e a carattere torrentizio, con trasporto solido significativo, in caso di piena, ed elevato potere erosivo. Di questi, il rivo di ponente converge a margine del settore di intervento ed è intercettato alla base del fronte da un canale di gronda scavato in terra, che ne costeggia il piede, raccogliendo, in questo modo, anche le acque che colano libere in regimi di pioggia e che formano, sulla roccia denudata, "bande" umide, stillicidi, fino a vere e proprie "cascate". Acque che raggiungono il ciglio del fronte da monte, incanalate in solchi erosivi particolarmente evidenti, dove l'andamento morfologico dei versanti disegna delle concavità anche blande.

Le modalità di smaltimento delle acque in regimi piovosi risultano regolate dalle pendenze e dalle caratteristiche di permeabilità dei terreni superficiali. La presenza di coperture eluvio-colluviali argillose unita alla elevata acclività, ostacolano l'infiltrazione in sottosuolo di tali acque, che tendono invece a scorrere superficialmente erodendo il terreno. Per contro, in corrispondenza di rotture di pendenza, oppure nelle aree artificialmente gradonate e spianate, l'acqua tende a ristagnare e a infiltrarsi nelle fessure della roccia.

Il recapito finale delle acque che pervengono al piazzale dal fianco occidentale della cava è comunque rappresentato dal tombino a tergo del muro di Via Adamoli, che si ritiene sia collegato allo sbocco con sezione quadrata visibile nel muro d'argine del T. Bisagno, subito a valle di Ponte Fleming.

E' necessario osservare, inoltre, che le acque che raggiungono i piazzali superiori sterrati della cava ed anche il piazzale di stoccaggio provvisorio a Ovest, sono allontanate con difficoltà, determinando importanti zone di ristagno idrico che permangono in loco per molti giorni, complice anche l'infelice esposizione dell'area verso Nord. Il tempo di permanenza dell'acqua sui piazzali sterrati dipende dalle caratteristiche di permeabilità del materiale detritico che giace sul substrato roccioso. Inoltre, è evidente che sul fondo dei suddetti piazzali, a contatto con il materiale riportato, i detriti fini, che costituiscono l'elemento granulometrico più facilmente mobilizzabile dalle acque di

infiltrazione, tendono a intasare i giunti e diminuiscono le capacità drenanti dell'ammasso, con il risultato di ritardare ulteriormente il rilascio per infiltrazione in profondità dell'acqua accumulata.

Dal punto di vista delle caratteristiche della permeabilità dei terreni, si riferisce che le coperture sciolte naturali e i riporti presenti sul piazzale di cava, possono essere considerati come materiali da mediamente a scarsamente permeabili per porosità, in funzione delle caratteristiche granulometriche, con variazioni del coefficiente K sia in senso verticale, sia in senso orizzontale.

Per quanto riguarda la formazione rocciosa, sostanzialmente impermeabile in condizioni di integrità, essa può risultare variamente permeabile per fratturazione-fessurazione in funzione del grado di apertura dei giunti e dell'assenza di terra di riempimento e questo sia nel caso si tratti di calcari, sia nel caso si tratti di argilliti.

Ad esempio, nella porzione di versante occidentale gradonato, sottesa dal muraglione di Via Adamoli, le condizioni di intensa fatturazione dell'ammasso roccioso in testa e la presenza di cumuli detritici gradonati, alla base, facilitano l'infiltrazione delle acque in profondità.

Invece, la presenza diffusa di roccia affiorante e/o subaffiorante sui versanti sottesi dall'anfiteatro di cava, unitamente alle condizioni di elevata pendenza dei profili, fanno sì che i tempi di corrivazione delle piogge siano molto brevi; l'attivazione dello scorrimento superficiale sia pressoché immediata e l'infiltrazione sui fronti sia trascurabile.

6. ESAME DEL PROGETTO.

Si legge nella relazione generale del progetto dello Skymetro MGE1PRLVGENCOMR003-00_B, che è stato previsto un parcheggio di interscambio a Molassana, capolinea nord della tratta, che comprende anche un polo intermodale per permettere lo scambio con bus, principalmente extraurbani, provenienti dall'alta Val Bisagno, che usufruiranno di un'area parcheggio a margine di Via Adamoli.

Il parcheggio di Molassana, comprende circa 180 posti auto ed é ubicato in corrispondenza del piazzale attualmente utilizzato per lo stoccaggio intermedio delle risulte di scavo della galleria

scolmatrice del Bisagno. Allo scopo è prevista la creazione di un piazzale pavimentato a q.a. 67.50 circa, distanziato dall'ex fronte di cava di circa 14 m, con la creazione di una fascia a verde, in corrispondenza del canale di gronda attualmente esistente, che sarà opportunamente adeguato e sistemato.

L'accesso al parcheggio dalla Via Adamoli è previsto con rotatoria e un sistema di svincoli e rampe che ridisegnano lo svincolo attuale a margine dei muri esistenti.

Nell'area complanare a Via Adamoli dedicata al parcheggio bus, saranno inoltre costruiti locali tecnici e la sottostazione a servizio della stazione di Molassana (**Figura 11**).

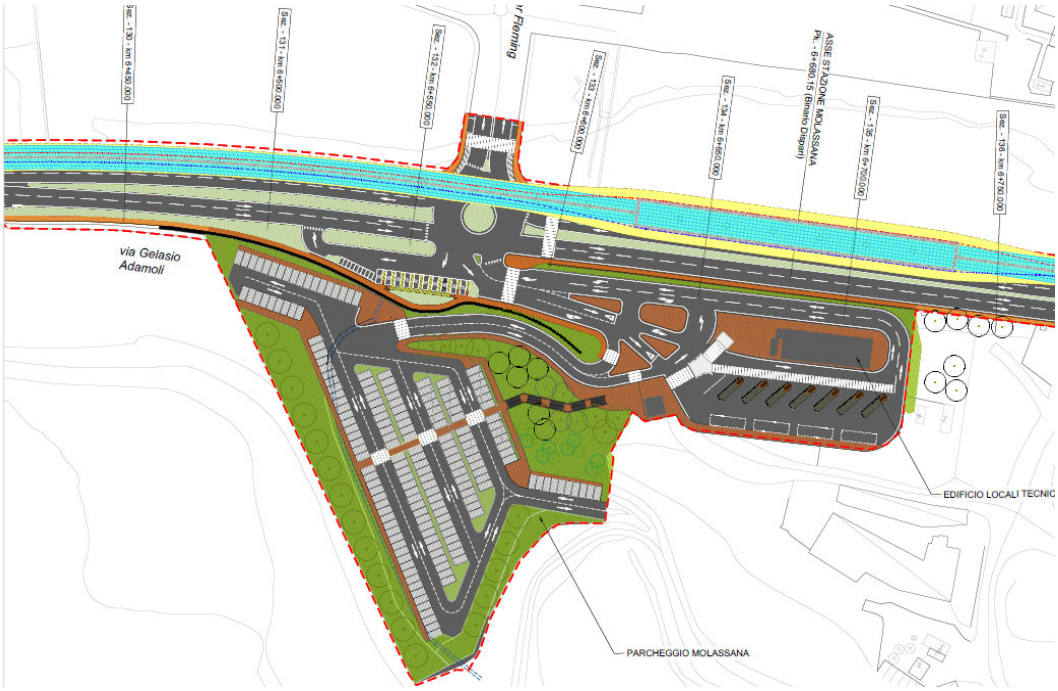


Figura 11. Planimetria di progetto estratta dalla Tav. MGE1PRLVGENCOMT00109A.

La realizzazione del progetto comporta la riprofilatura definitiva del terreno in un'area che subisce continue modifiche plano altimetriche proprio in ragione dello stoccaggio temporaneo del materiale detritico, con riprofilatura e stabilizzazione delle scarpate detritiche che delimitano il

piazzale esistente. Si pone inoltre la necessità di rimodellare i detriti abbancati all'estremità occidentale del piazzale sopra al muraglione di Via Adamoli.

Il fronte roccioso della ex cava, incombente da monte, con le problematiche di erosione e dilavamento viste ai paragrafi precedenti, richiede inoltre l'attuazione di interventi di difesa e messa in sicurezza atti a scongiurare il rischio che eventuali distacchi o colamenti detritici possano raggiungere il parcheggio.

7. INTERFERENZE CRITICITA' E PROBLEMATICHE GEOLOGICHE.

In sintesi, viste le caratteristiche progettuali dell'intervento, in rapporto ai lineamenti geologici della zona indagata, le problematiche geologico-tecniche connesse con l'esecuzione dell'opera riguardano, in prima analisi, la messa in sicurezza dei fronti di cava, relitti dell'attività pregressa, alla base dei quali è previsto l'inserimento dell'opera progettuale, specificando che, se allo stato attuale tali fronti sono sostanzialmente stabili e in condizioni di sicurezza accettabili e compatibili con un ambito di cava, il fatto di inserire un parcheggio "ad uso pubblico" come quello proposto, al loro piede, al margine comunque di un'area che resta di cava, richiede particolari accorgimenti tecnici e progettuali che garantiscano la perfetta stabilità del fronte e delle zone in corona, proprio laddove si sono manifestati e sono tuttora attivi fenomeni di dissesto.

Occorre ripristinare proprio l'equilibrio di tali settori, per rendere compatibile il nuovo progetto con l'ambito di cava dismesso.

Stesso discorso vale per la vicinanza a un'area di frana attiva, rispetto alla quale deve essere garantita la difesa idrogeologica contro il rischio che eventuali distacchi possano in qualche modo raggiungere il parcheggio.

Oltre a ciò si pongono le problematiche esecutive in tema di stabilizzazione dei rilevati e regimazione acque, connesse alla profilatura dell'area, con inserimento di muri, alla realizzazione delle pavimentazioni per gli stalli, i piazzali e le strade e alle sistemazioni a verde.

Nello specifico, quanto detto si riassume nelle seguenti tematiche:

- sistemazione idrogeologica e messa in sicurezza dei terreni nell'ex ambito di cava ormai esaurito compresa la dorsale dichiarata in frana a Ovest, direttamente gravitante sulla zona o potenzialmente interferente con essa;
- preparazione del piazzale per la realizzazione del parcheggio con riprofilatura, compattazione del materiale detritico ivi presente, sistemazione delle scarpate detritiche e creazione di idonei sottofondi per le pavimentazioni. Analoga preparazione richiede anche il piazzale in fregio alla Via Adamoli destinato al parcheggio intermodale per i bus.
- regimazione e disciplina delle acque superficiali e subcorticali.

A fronte di quanto sopra, s'illustrano nel dettaglio le differenti problematiche evidenziate nel corso dell'indagine geologica di superficie sui fronti rocciosi e sui terreni in cornice e gravitanti verso il settore di cava indagato. Gli elementi emersi sono schematizzati sui prospetti fotografici che riportano la zonizzazione delle problematiche geologiche in **Allegato 1** e **Allegato 2**, per facilitare il riconoscimento e la localizzazione delle diverse situazioni descritte, in attesa di disporre del rilievo plano altimetrico dei luoghi. Infatti, la delimitazione dei tematismi tracciati è indicativa, poiché priva di punti certi di riferimento sulla base cartografica disponibile. Le dovute precisazioni in termini di localizzazione rispetto a specifici settori, saranno apportate dai rilievi topografici di dettaglio che dovranno essere eseguiti per le successive fasi progettuali.

Area di stoccaggio temporaneo con pista di accesso.

Si identifica, con tale dicitura, l'area pianeggiante, o sub-pianeggiante, che è usata per lo stoccaggio temporaneo delle risulte dello scavo dello scolmatore; pertanto il suo profilo è continuamente variato.

Al limite di monte è stato scavato un fosso di gronda per intercettare le acque che percolano dal fronte, formando colature che si estendono fino al ciglio. Tali acque si caricano di fanghiglia e detriti in concomitanza con eventi di pioggia intensi, per la presenza di nicchie erosive sommitali, dove il terreno denudato e scalzato rilascia materiale misto a ramaglie e vegetazione.

Il piazzale destinato a parcheggi è caratterizzato dalla presenza di riporti detritici il cui Il grado di "addensamento" è basso, e comunque variabile sia in senso orizzontale che verticale, in quanto si tratta di un materiale rimaneggiato, in continua movimentazione, con ridotta o nulla

componente coesiva. Il materiale riportato, comunque, si ritiene che costituisca uno strato superficiale continuo a spessore variabile. La zona è complessivamente stabile, soggetta unicamente, in caso di pioggia, a diffusi fenomeni di impregnazione e ristagno idrico. Per contro occorre verificare la stabilità e la sistemazione della scarpata che la delimita a valle. Scarpata che è formata dai detriti abbancati ai tempi della coltivazione, come nelle aree adiacenti verso Est, e sormontata, nella zona di stoccaggio attuale, da pietrame calcareo eterometrico semplicemente sversato da monte senza alcuna stabilizzazione, ma con una fila di blocchi di cemento a dare contenimento provvisorio al piede.

La problematica fondamentale, in rapporto all'intervento proposto, comporta di accertare i rapporti tra il profilo della roccia in posto e gli accumuli detritici anche temporanei attuali e più antichi che formano il piazzale e ne costituiscono la scarpata a valle.

Analogamente occorre definire la stratigrafia media del gradone rialzato all'estremità occidentale dell'area d'intervento, alle spalle del muraglione di Via Adamoli, dove è presente un rilevato artificiale in corrispondenza di una vecchia pista oggi interrotta (materiale di riporto sistemato in scarpata e spianato, sopra al muraglione di Via Adamoli).

Ex piazzale di cava con capannoni, parcheggi e attività lavorative varie.

Occupa il settore piano al limite settentrionale dell'area d'intervento, in fregio alla Via Adamoli rifinito a quota 57 circa da destinare a parcheggio bus e locali tecnici.

Comprende il piazzale AMIU e l'area retrostante rialzata di 2.00-3.00 m e delimitata a monte dalla scarpata in detriti alta circa 10 m che delimita il gradone soprastante.

La preparazione d'area comporta lo spianamento e il livellamento del terreno per renderlo complanare alla strada comunale, con ordinata di sterro massima dell'ordine di 3.00 m, in modo da creare un piazzale, a margine della strada, largo circa 50 m, con accesso dallo svincolo attuale di Via Adamoli.

Si pone il tema della realizzazione della delimitazione di tale area sul lato interno, con un muro continuo e della sistemazione della scarpata detritica del piazzale rialzato retrostante, che dovrà essere opportunamente profilata e stabilizzata, raccordandola al piano dei parcheggi per

potere essere, quindi, piantumata. Analoga sistemazione è richiesta per la scarpata eventualmente contrastata con muro di sostegno sul limite del parcheggio bus previsto nel tratto orientale dell'area di intervento.

Il livellamento dell'area sarà presumibilmente effettuato con scavo a carico di materiali detritici di riporto, fermo restando la necessità di appurare la sequenza stratigrafica di sottosuolo e la quota del piano della roccia nell'area che corrispondeva all'ex piazzale di cava, per definire gli aspetti fondazionali dei muri di sostegno che si renderanno eventualmente necessari per la stabilizzazione dei rilevati presenti.

L'entità degli scavi e la previsione volumetrica dei materiali che saranno movimentati richiedono comunque precise verifiche sulla base del rilievo topografico che dovrà essere effettuato per il progetto.

Ammasso roccioso allentato e disarticolato. Versante gradonato e piantumato.

Riguarda il settore a occidente del comparto propriamente interessato dall'intervento, affacciato verso la Via Adamoli, a monte della pista di arroccamento relitta, a quota media 90 dove, come già detto, negli anni novanta si è verificata una frana.

Il versante superiore usufruisce di una sistemazione a gradoni, a quote sovrapposte: 100, 120, 180, con condizioni di roccia affiorante e/o subaffiorante nel tratto inferiore e con la presenza di locali fasce detritiche movimentate dalle acque di ruscellamento superficiale alla sommità. La vegetazione, di piantumazione artificiale conseguente ai lavori di sistemazione del dissesto, ricopre con continuità la zona della nicchia di distacco a q.a. 180 circa e i gradoni sottostanti.

In questa zona lo stato di allentamento e fratturazione dell'ammasso roccioso è elevato e richiede pertanto accurate ispezioni e rilevamenti geologici e strutturali associati a un rilievo plano altimetrico di dettaglio dei luoghi, per indagare eventuali tendenze evolutive del fronte che possano comportare ripercussioni sulle aree sottostanti. La situazione suggerisce comunque l'installazione di sistemi di monitoraggio da associare ai regimi meteorici, poiché l'infiltrazione nelle fessure presenti può generare pressioni interstiziali pericolose per la stabilità.

Materiale di riporto sistemato in scarpata e spianato, sopra al muraglione di Via Adamoli.

La zona comprende la scarpata in riporti e il vallo di difesa alla base creato alla sommità del muraglione di Via Adamoli, nel tratto provvisto di rete paramassi.

Si tratta di materiale a granulometria mista, gradato secondo l'azione gravitativa, che seleziona il materiale più grossolano nella parte basale della scarpata. L'accumulo risale alle fasi di sbancamento e riporto del pendio per la creazione della pista di arroccamento che dal piazzale saliva verso le quote più elevate del versante dove si svolgeva la coltivazione ed è stato rimodellato e gradonato per contribuire alla stabilizzazione del movimento franoso che aveva interessato la zona negli anni novanta, nella parte superiore del pendio.

L'area attualmente non è raggiungibile dai piazzali di cava al margine occidentale del fronte poiché la pista è interrotta e interdetta per la presenza del canale di gronda sul perimetro del piazzale di stoccaggio temporaneo risulte. La visuale dell'area da Est, evidenzia il materiale detritico profilato secondo un angolo di scarpa di 45 gradi circa.

Fascia sommitale del fronte di cava in condizioni di precaria stabilità.

Identifica le aree di cornice sommitale che si sviluppano a monte della parete rocciosa che sovrasta l'area d'intervento esposta a Nord/Est, in un settore che non risulta essere stato interessato da nessuna attività di cava.

La zona è interamente coperta da vegetazione boschiva, con specie arboree che fanno principalmente riferimento ai castagni, alle querce e ai pini.

In questo settore l'ammasso roccioso è localmente subaffiorante, con spessori ridotti della coltre, costituita da una matrice prevalente di carattere limoso-argilloso, di colore da nocciola a ocra, con scheletro lapideo eterometrico in percentuale crescente con la profondità.

Proprio a ridosso del ciglio sono evidenti solchi erosivi che proseguono verso monte. Nel corso di precedenti indagini svolte nella zona ad altro titolo era stato rilevato che i fenomeni erosivi in corrispondenza delle maggiori colature presenti sul fronte erano relazionati alle piste sterrate per

l'accesso e la manutenzione dei tralicci elettrici, presenti alla sommità del pendio, che convogliavano impropriamente le acque verso il versante sottostante.

E' soprattutto la fascia immediatamente soprastante il ciglio dei fronti dove affiora una coltre a granulometria mista, inglobante massi anche di diametro decimetrico, a copertura del substrato roccioso, che presenta fenomeni di "sfrangiamento" con possibile rilascio di materiale verso il piazzale sottostante. Infatti, allo sbocco dei canali di erosione sui cigli dei fronti rocciosi si generano, come visto, colate fangose in direzione del sottostante piazzale di cava.

A questa evoluzione si associano gibbosità e contropendenze, con fasce di ribassamento della coltre superficiale e scarpate di rigetto subverticali anche di 0.50 m di altezza, che evolvono fino a locali situazioni di dissesto, da cui si attiva il rilascio di materiale detritico verso valle. Tali dissesti sono intercettati dalla vegetazione presente, come dimostrato dal materiale detritico accumulatosi al piede dei cespugli e dei tronchi degli alberi.

Nel complesso delle problematiche individuate, questa risulta essere una delle situazioni più delicate, che deriva principalmente dalla carente regimazione delle acque di scorrimento superficiale che si attivano in regimi piovosi e che tendono a scalzare le coltri e/o il cappellaccio di alterazione dell'ammasso roccioso in prossimità del ciglio del fronte, dove sono tanto più dannose quanto più è marcata la rottura di pendenza. Si ribadisce comunque che si tratta di fenomenologie che coinvolgono solo superficialmente i materiali e non inficiano, allo stato attuale, la stabilità dei fronti in roccia.

Fronte di cava dimesso con roccia affiorante in buono stato di conservazione.

I fronti relitti dell'attività di coltivazione che definiscono il tratto più occidentale dell'anfiteatro di cava, sovrastano il piazzale d'intervento scontornandolo in ragione di una morfologia debolmente arcuata per cui il fronte ruota da un'esposizione a Nord/Est e un'altezza minima di 20 m circa, a un'esposizione francamente verso Nord, dove raggiunge l'altezza di 100 m. Altezza che aumenta ancora nella zona compresa nell'area di cava attiva, a Est del sito d'intervento.

Dal punto di vista delle caratteristiche giaciturali, gli strati sono disposti in condizioni di reggipoggio obliquo rispetto ai fronti, con famiglie di fratturazione perpendicolari o sfavorevoli che

determinano, in media, la detrizione progressiva dell'ammasso roccioso secondo blocchi e frammenti prevalentemente di forma cubica con lato compreso tra 20 e 30 cm.

I fronti denudati subiscono gli effetti degradanti dell'esposizione agli agenti atmosferici, fra i quali l'acqua piovana e gli sbalzi di temperatura. In particolare queste ultime sono le cause principali, soprattutto nella stagione invernale, del distacco di frammenti rocciosi isolati. A parte tali modesti fenomeni, le pareti manifestano complessivamente buone condizioni di stabilità.

8. PROGRAMMA INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

L'analisi delle problematiche dell'area in rapporto alle previsioni progettuali impone l'esecuzione di approfondimenti geognostici, geomeccanici e geofisici finalizzati a verificare il quadro geologico descritto, a compiere tutte le verifiche necessarie per garantire il corretto inserimento dell'opera nel contesto di ex cava descritto, in condizioni di sicurezza, e a studiare, al contempo, le migliori soluzioni tecniche e logistiche per permettere la coesistenza di aree di parcheggio di pubblica fruizione, con lavorazioni produttive e industriali di forte impatto, come un'attività di cava.

Sul piazzale complanare alla Via Adamoli e su quello immediatamente retrostante rialzato di qualche metro, dove sono insediate diverse attività (recupero vetro, parcheggi materiali e automezzi AMIU) sono presenti, presumibilmente, materiali di riporto e di colmata di cui non è noto lo spessore, caratterizzati da una granulometria mista, di spessore crescente in direzione di Via Adamoli, posati per regolarizzare l'originario e più antico piazzale della cava.

Anche all'interno del piazzale è possibile la presenza, sotto ai riporti, di sedimenti alluvionali in continuità con quelli reperiti a margine di Via Adamoli dai sondaggi eseguiti per il progetto della linea, seppure per spessori minori.

Alle spalle del piazzale inferiore si sviluppa la scarpata detritica che delimita il gradone a quota da 70 a 75 circa compreso all'interno della cava attiva, che ospita gli impianti di lavorazione, le vasche di sedimentazione e il materiale semilavorato, oltre ai prodotti del frantoio. In questo caso si ritiene che siano presenti sul piano, ricavato per sbancamento, materiali detritici di riporto stesi per regolarizzare le quote, per spessore crescenti da monte a valle. Tanto è vero che la scarpata che

delimita il gradone è in detriti per tutta l'altezza, fino a 10 m circa, in parte coperta da vegetazione e localmente con massi e blocchi in calcestruzzo per il contenimento.

Tale gradone prosegue verso Ovest dove è separato da una pista di cantiere dall'area dello stoccaggio temporaneo delle risulte dello scavo della galleria scolmatrice del Bisagno più volte nominata.

Quest'area, esterna al perimetro della cava attiva, pur mantenendo un andamento pianeggiante, non ha una quota fissa perché viene continuamente movimentata. La scarpata di valle è costituita da detriti calcarei molto grossolani, sversati senza alcuna opera di sistemazione, se si esclude qualche blocco di cemento per contenerne il piede, allineato lungo il margine della pista di accesso. Pista che a sua volta insiste su una scarpata detritica che sovrasta e forse appoggia sul muro dello svincolo stradale per Molassana.

Anche in questo caso si presume che sull'originario piano della roccia siano presenti spessori di materiali detritici, le cui caratteristiche e i cui spessori devono essere accertati in previsione dell'insediamento del parcheggio e della strada di accesso, in modo da poter progettare il rimodellamento del rilevato e lo strato di sottofondo delle pavimentazioni per garantire i parametri progettuali di resistenza e deformabilità necessari e al contempo fornire adeguate garanzia di stabilità sulle scarpate.

Il parcheggio si estende anche in corrispondenza di una porzione dell'area in materiali riportati che sovrasta il muraglione di Via Adamoli, dove occorre chiarire la stratigrafia del terreno per la verifica strutturale dell'opera di sostegno esistente e degli eventuali incrementi di spinte agenti su di esso, in conseguenza dell'attuazione del progetto, onde valutare interferenze ed eventuali criticità.

Infine la presenza, nella zona, del contatto tra calcari e argilliti, già accertata con i sondaggi per la linea, consiglia la verifica della qualità litologica del substrato roccioso in tutta l'area d'intervento.

Visto il quadro idro-geo-morfologico d'insieme, analizzate le esigenze progettuali di massima e le relative problematiche descritte nei precedenti paragrafi, appare necessario eseguire una

campagna d'indagini in situ a supporto dello sviluppo progettuale dell'opera, come prescritto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018).

Le indagini geognostiche, geofisiche e geomeccaniche di cui si propone un programma di massima, consentiranno la verifica dettagliata della stratigrafia dei terreni e, in particolare, dell'andamento del piano della roccia derivante dall'attività di cava, oltre alla determinazione della litologia, insieme alle caratteristiche geotecniche, geomeccaniche, idrogeologiche e sismiche dei vari materiali coinvolti, allo scopo di redigere un progetto degli interventi tale da garantire il corretto inserimento dell'opera nel contesto analizzato.

Nello specifico il programma propone attività investigative diversificate per i piazzali e il sovrastante fronte.

Per quanto riguarda i piazzali e le aree in genere sviluppate alla base degli ex fronti di cava è richiesta:

- la valutazione della natura e degli spessori dei materiali sciolti di copertura, sostanzialmente riporti detritici, ma possibilmente anche sedimenti alluvionali del Bisagno;
- l'accertamento della tipologia, profondità di reperimento, stato di conservazione e di fratturazione, della roccia di substrato;
- il monitoraggio della presenza di circolazione idrica sottosuperficiale e/o falda idrica nella zona pianeggiante, caratteristiche e sue modalità di deflusso in sottosuolo;
- la determinazione del comportamento geotecnico dei materiali interessati dalle opere in tema di resistenza e deformabilità;
- la determinazione del comportamento idrogeologico dei materiali interessati dalle opere in termini di permeabilità;
- la determinazione della velocità sismica delle onde di taglio S per la valutazione degli incrementi sismici e della categoria di sottosuolo, anche in rapporto a eventuali effetti di sito e per la progettazione antisismica delle opere, laddove richiesta dalla normativa;

- la previsione della tipologia dei materiali da scavare e/o rimodellare, per la classificazione delle risulte ai fini di un possibile riutilizzo nel medesimo sito o in altro sito, per la pianificazione delle modalità operative d'intervento, per la corretta e puntuale valutazione delle possibili ripercussioni sulle preesistenze circostanti, in primis il muraglione della Via Adamoli;

- l'accertamento delle condizioni di stabilità delle scarpate detritiche in rapporto alle riprofilature previste.

Per quanto riguarda i fronti rocciosi e il versante sommitale nel tratto che sovrasta l'area del futuro parcheggio dove si possono generare interferenze e criticità per l'opera proposta, è necessario approfondire la condizione geologica e strutturale dell'ammasso roccioso esposto, del ciglio e del versante soprastante, dal quale provengono le acque di ruscellamento diffuso e incanalato che provocano erosione, dilavamento e instabilità, per definire e progettare gli interventi di sistemazione idrogeologica eventualmente necessari, o opportuni per la sicurezza degli insediamenti previsti.

Si propone una campagna d'indagini articolata che riguarda sia i piazzali, sia il fronte, con posizionamenti di massima indicati sulla planimetria dell'**Allegato 3**:

- esecuzione di n. 7 sondaggi meccanici a rotazione con prelievo continuo di campione di lunghezze differenziate, da definire in funzione dell'ubicazione e rispetto alle caratteristiche progettuali;
- allestimento di piezometri a tubo aperto, microfessurati per tutta la lunghezza, nel foro di almeno 3 sondaggi;
- installazione di tubazioni per indagini geofisiche di tipo Down Hole nel foro di 3 sondaggi;
- esecuzione di prove di permeabilità in foro di tipo Lefranc e di tipo Lugeon;
- esecuzione sistematica di prove SPT nel foro di tutti i sondaggi, ogni 3.00 m di perforazione in materiali sciolti;
- eventuale esecuzione di prove pressiometriche e dilatometriche in foro;
- n. 4 indagini sismiche passive HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio – Metodo di Nakamura).
- n. 4 prospezioni sismiche a rifrazione con misura della velocità delle onde P e delle onde S;
- analisi e prove di laboratorio su campioni di terreno e di roccia comprendenti analisi di identificazione e prove di deformabilità e resistenza;

- rilievo geomeccanico e strutturale dei fronti rocciosi con metodologia di rilievo 3D da drone e opportuna elaborazione dei dati della nuvola di punti;
- ispezioni in parete tramite calate in fune con tecniche alpinistiche, di volumi rocciosi o di settori circoscritti della parete rocciosa, preventivamente individuati tramite l'analisi dei dati ricavati con il rilievo da drone di cui al punto precedente;
- simulazione numerica 3D del fenomeno di caduta massi, mediante software specialistico dedicato, implementando nel modello i dati scaturiti dei rilievi diretti e dalle analisi dei dati telerilevati. Lo scopo è quello di analizzare lo stato di pericolosità dei fronti rocciosi sottesi dall'area di parcheggio e opere connesse, attraverso l'analisi e l'interpretazione dei dati di campo e dei modelli di simulazione.

La Tabella riassume le profondità indicative di ogni sondaggio, attribuite in funzione dell'ubicazione, con la precisazione che tutte le verticali dovranno comunque raggiungere il substrato roccioso sano.

SONDAGGIO	PROFONDITA'
S1	20 m
S2	20 m
S3	20 m
S4	25 m
S5	25 m
S6	25 m
S7	25 m

Il programma proposto, da condividere naturalmente con i Progettisti Strutturali e Geotecnici, rappresenta un'indicazione preliminare che sarà adeguata e meglio precisata una volta che sarà disponibile il rilievo plano-altimetrico dei luoghi, esteso sia alle aree pianeggianti dei piazzali interessati, sia al fronte sovrastante e alle aree di cornice, con compilazione di sezioni topografiche

complete che consentano di ricostruire esattamente, rispetto alle previsioni progettuali, i rapporti spaziali con il piede del fronte, il muraglione di Via Adamoli, il fosso di guardia, il tombino di scarico e il condotto di sottopasso stradale fino al T. Bisagno, del quale, tra l'altro, occorre verificare tracciato, dimensione e stato di manutenzione.

9. DICHIARAZIONE CONCLUSIVA.

L'indagine geologica preliminare commentata nella presente relazione, ha permesso di descrivere e caratterizzare, dal punto di vista geologico e geomorfologico, la zona d'intervento, individuando le problematiche geologico-tecniche connesse con la realizzazione del parcheggio di interscambio di Molassana, compreso nel progetto dello Skymetro della Val Bisagno.

Per l'approfondimento e la verifica del modello geologico delineato in fase preliminare è stata proposta una campagna d'indagini in situ finalizzata ad appurare lo spessore e le caratteristiche geotecniche delle coperture, la tipologia, lo stato di conservazione e di fratturazione dell'ammasso roccioso, il comportamento sismico, lo studio della falda, l'analisi delle possibili interferenze con le preesistenze e soprattutto a consentire la verifica delle condizioni di stabilità dei fronti e delle scarpate superiori per la progettazione dei più opportuni interventi di difesa e presidio, a salvaguardia dell'opera che sarà insediata alla loro base.

Le relative risultanze saranno illustrate e commentate in una successiva relazione geologica di approfondimento e integrazione, come previsto dal D.M. 17.01.18 Norme Tecniche per le Costruzione e dalle Norme Geologiche di Attuazione del P.U.C. del Comune di Genova.

ELENCO ALLEGATI

Allegato 1: Problematiche geologiche su inquadramento fotografico dell'area: fronte roccioso.

Allegato 2: Problematiche geologiche su inquadramento fotografico dell'area: piazzali.

Allegato 3: Programma delle indagini**.**

Comune di Genova

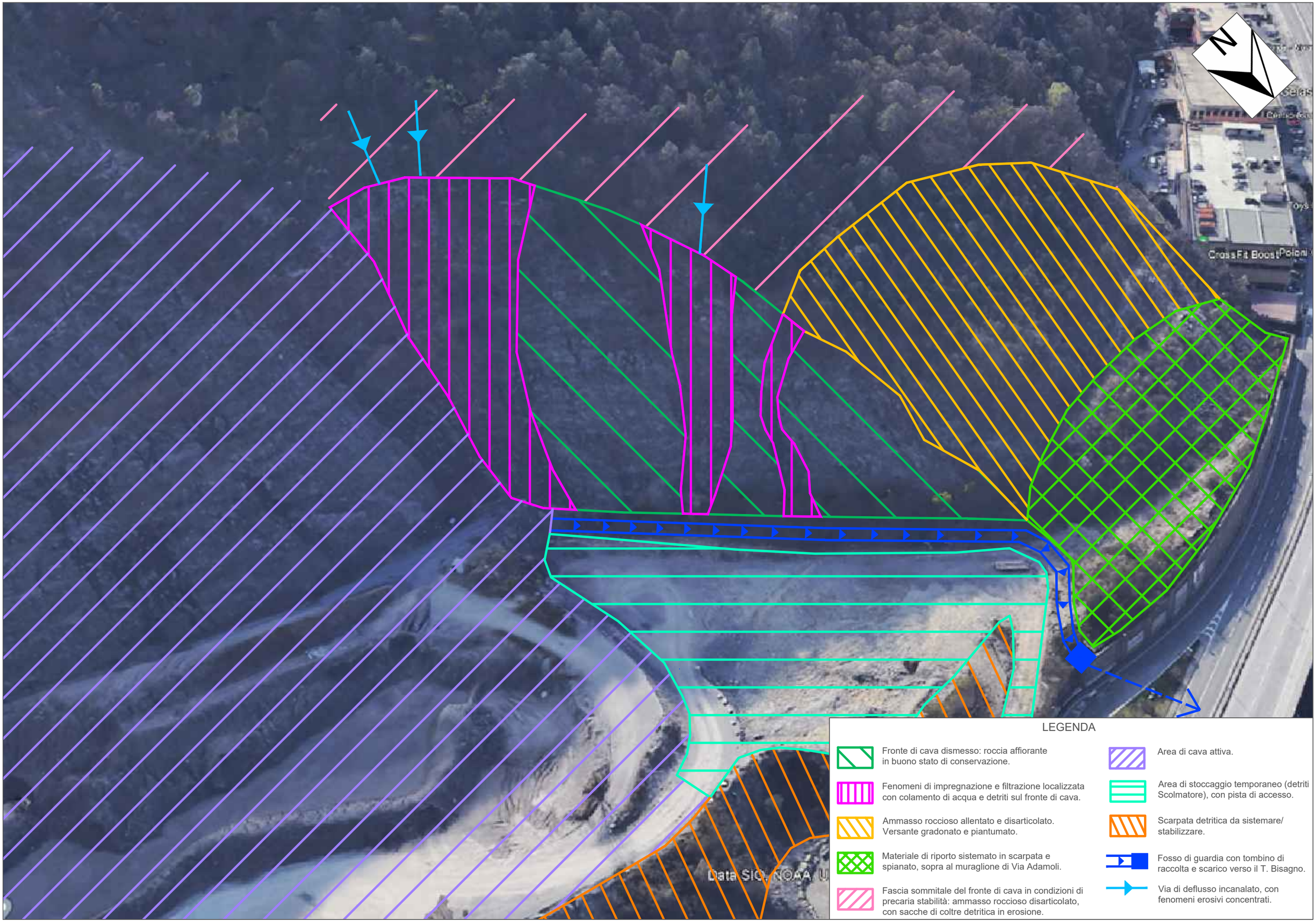
SKYMETRO

PROLUNGAMENTO DELLA METROPOLITANA IN VALBISAGNO
CUP B39J22001360001 CIG 9262977270

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA
(D.lgs. n. 36 / 2023)

PARCHEGGIO DI INTERSCAMBIO MOLASSANA
RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE

Problematiche geologiche su inquadramento fotografico dell'area: fronte roccioso	**FUORI SCALA**
	ALLEGATO 1


N
CrossFit Boost Poloni
Data SIO, NOAA, U
LEGENDA
Fronte di cava dismesso: roccia affiorante in buono stato di conservazione.
Fenomeni di impregnazione e filtrazione localizzata con colamento di acqua e detriti sul fronte di cava.
Ammasso roccioso allentato e disarticolato. Versante gradonato e piantumato.
Materiale di riporto sistemato in scarpata e spianato, sopra al muraglione di Via Adamoli.
Fascia sommitale del fronte di cava in condizioni di precaria stabilità: ammasso roccioso disarticolato, con sacche di coltre detritica in erosione.
Area di cava attiva.
Area di stoccaggio temporaneo (detriti Scolmatore), con pista di accesso.
Scarpata detritica da sistemare/ stabilizzare.
Fosso di guardia con tombino di raccolta e scarico verso il T. Bisagno.
Via di deflusso incanalato, con fenomeni erosivi concentrati.

Comune di Genova

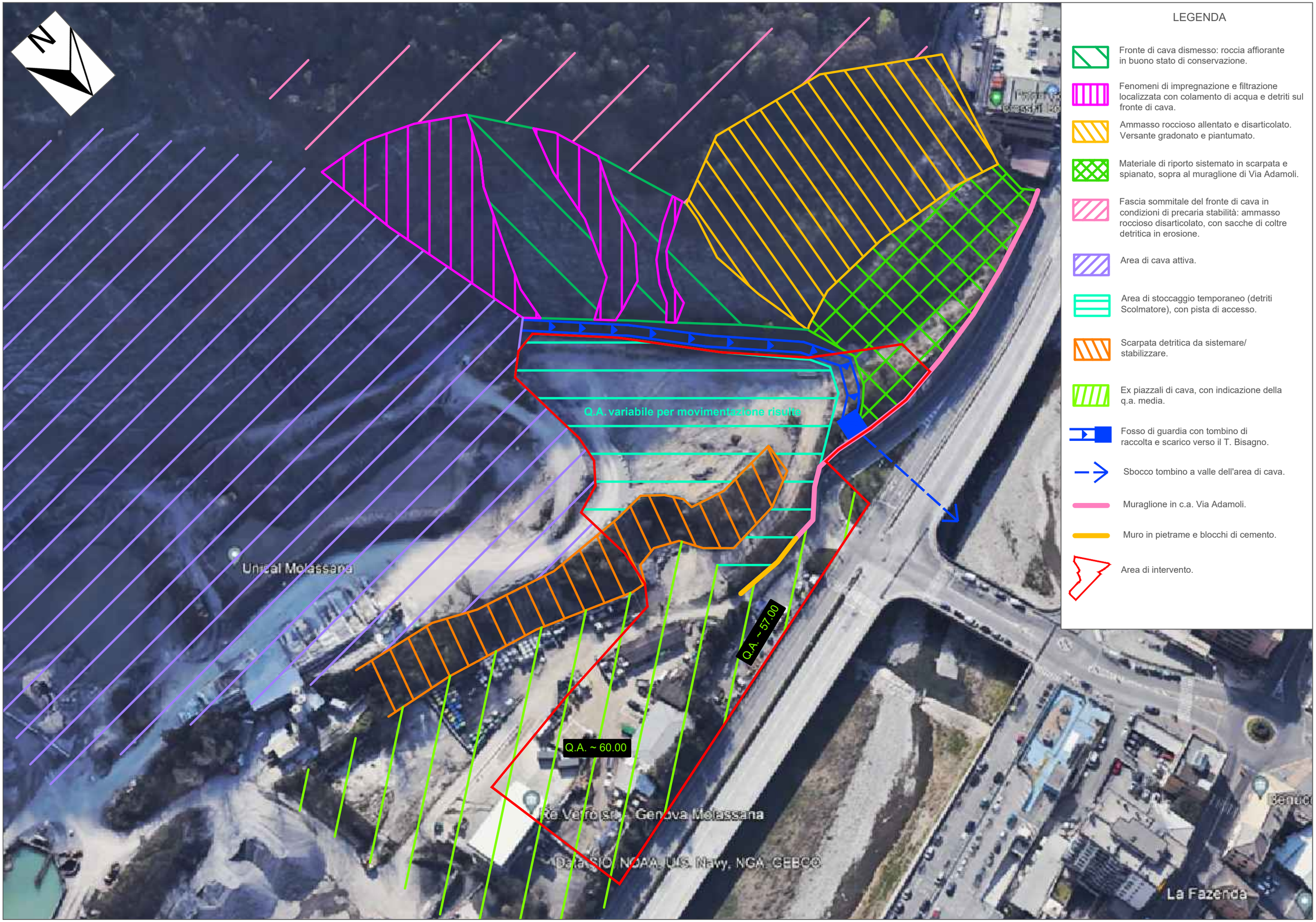
SKYMETRO

PROLUNGAMENTO DELLA METROPOLITANA IN VALBISAGNO
CUP B39J22001360001 CIG 9262977270

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA
(D.lgs. n. 36 / 2023)

PARCHEGGIO DI INTERSCAMBIO MOLASSANA
RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE

Problematiche geologiche su inquadramento fotografico dell'area: piazzali	**FUORI SCALA**
	ALLEGATO 2


N
Q.A. variabile per movimentazione risulta
Q.A. ~ 57.00
Q.A. ~ 60.00
Unieal Molassana
Re Verro srl - Genova Molassana
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
La Fazenda
LEGENDA
Fronte di cava dismesso: roccia affiorante in buono stato di conservazione.
Fenomeni di impregnazione e filtrazione localizzata con colamento di acqua e detriti sul fronte di cava.
Ammasso roccioso allentato e disarticolato. Versante gradonato e piantumato.
Materiale di riporto sistemato in scarpata e spianato, sopra al muraglione di Via Adamoli.
Fascia sommitale del fronte di cava in condizioni di precaria stabilità: ammasso roccioso disarticolato, con sacche di coltre detritica in erosione.
Area di cava attiva.
Area di stoccaggio temporaneo (detriti Scolmatore), con pista di accesso.
Scarpata detritica da sistemare/ stabilizzare.
Ex piazzali di cava, con indicazione della q.a. media.
Fosso di guardia con tombino di raccolta e scarico verso il T. Bisagno.
Sbocco tombino a valle dell'area di cava.
Muraglione in c.a. Via Adamoli.
Muro in pietrame e blocchi di cemento.
Area di intervento.

Comune di Genova

SKYMETRO

PROLUNGAMENTO DELLA METROPOLITANA IN VALBISAGNO

CUP B39J22001360001 CIG 9262977270

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

(D.lgs. n. 36 / 2023)

PARCHEGGIO DI INTERSCAMBIO MOLASSANA
RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE

Programma delle indagini	**FUORI SCALA**
	ALLEGATO 3

N

LEGENDA

Rilievamento geomeccanico e strutturale in parete, con tecniche alpinistiche e drone.

S1 Sondaggio geognostico.

SS1 Stesa sismica a rifrazione in onde P/S.

Area di intervento.

S1
SS1
S2
S3
SS2
S4
S5
SS3
S6
SS4
S7
Unical Molassana
Ekom Molassa
Ro Vetro srl - Genova Molassana
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
La Fazenda