

**Messa in sicurezza versante montano a tutela
del sottostante percorso faunistico
che congiunge Via Marconi con la posta ciclabile
di Gardone V.T. in sponda idraulica
sinistra del Fiume Mella**

Finanziato dall'Unione Europea - NextGenerationEU

Progetto Esecutivo

Relazione Geologica

Rev01

Dott. Davide Martello

Studio di Geologia
Via Convento 52/c, Gardone V.T. (BS)

1. PREMESSA	1
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	4
4. VINCOLI COMUNALI	7
5. SISMICITÀ	11
CATEGORIE DEL SUOLO DI FONDAZIONE	11
6. DESCRIZIONE DEL SITO ED INQUADRAMENTO GEOLOGICO- GEOMORFOLOGICO	12
7. DESCRIZIONE DEGLI SCENARI	13

Gardone V.T., Gennaio 2022

1. Premessa

Su incarico del Comune di Sarezzo, è stato eseguito uno studio geologico per la sistemazione di una porzione del versante Sud-occidentale della dorsale Monte Cappello di Navezze, in località Ponte Zanano in Comune di Sarezzo (BS).

Il presente studio è stato redatto con lo scopo di definire e quantificare gli interventi previsti sulla base di:

- rilievo geologico dell'area;
- esecuzione di rilievi geomeccanici lungo la parete;
- definizione e dimensionamento degli interventi di consolidamento.

In particolare, in base allo studio di inquadramento geologico geomorfologico e geomeccanico ed alle risultanze delle analisi numeriche relative alle simulazioni di caduta massi lungo alcune sezioni topografiche, verranno definiti e dimensionati (dal punto di vista prestazionale) gli interventi di difesa, costituiti in prevalenza dall'installazione di barriere paramassi e barriere elastiche debris-flow.

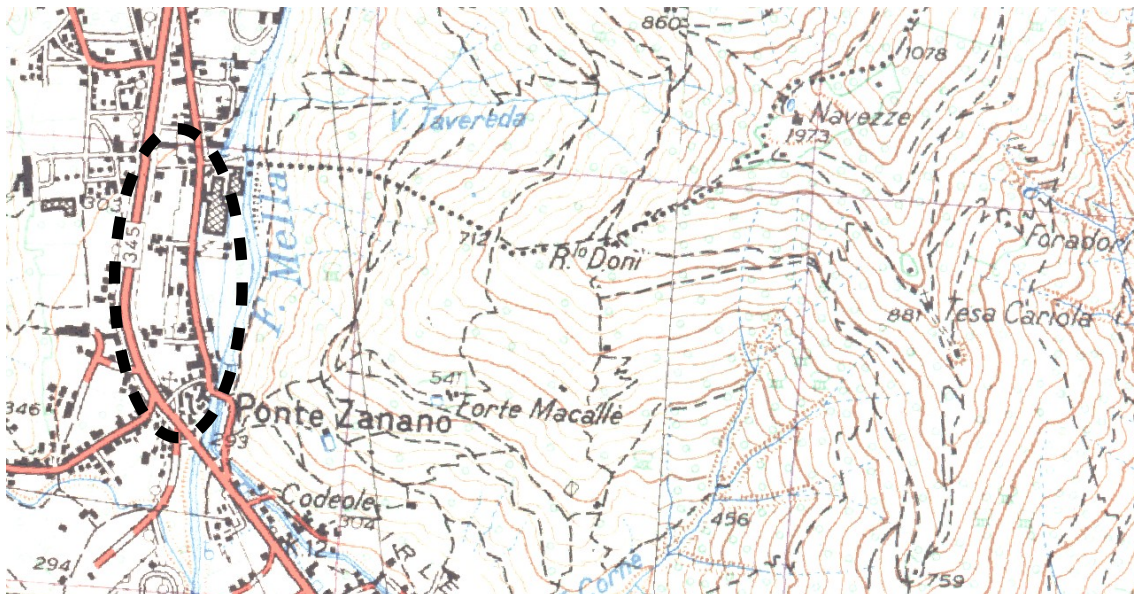
L'area in oggetto è attualmente interessata da lavori di messa in sicurezza da parte di un altro ente: dovrà quindi essere verificata l'effettiva nuova situazione del pendio in seguito agli interventi realizzati.

In funzione delle opere effettivamente realizzate nei lavori che sono previsti dall'intervento che precede quello in oggetto, verranno meglio definiti altri in-

terventi puntuali in parete che possano completare eventuali superfici non ancora interessate.

La presente relazione geologica è stata redatta sulla base della normativa vigente, in particolare al Decreto Ministeriale 17.01.2018, Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2018).

2. Inquadramento geografico



Estratto carta IGM

La zona in oggetto si trova in Comune di Sarezzo nella frazione di Ponte Zanano al confine comunale Nord con il Comune di Gardone V.T., in corrispondenza del tratto Sud-occidentale del Monte Calvario ad una quota di circa 310,0 m s.l.m. .



Estratto carta catastale

3. Inquadramento geologico e geomorfologico¹

Dal punto di vista geologico, la parte di fondovalle è interessata da una diffusa coltre detritica costituita dai depositi alluvionali del Fiume Mella che scorre ai piedi del versante.

La sottile copertura detritica superficiale, di origine eluvio colluviale, che interessa con discontinuità l'area in oggetto, è costituita da terreni piuttosto eterogenei ma soprattutto limi argillosi e sabbiosi.

Le formazioni affioranti, appartengono a:

Depositi fluviali (fl)

Si tratta dei materiali messi in posto nell'Olocene dal Fiume Mella e costituiscono le zone di fondovalle, in prossimità dell'attuale alveo.

Sono costituite da depositi ghiaiosi grossolani: nei primi metri di profondità si trovano, infatti, materiali ghiaiosi, sabbiosi e ciottolosi, di colore prevalentemente grigio, con scarsi fenomeni di alterazione.

"Medolo" [MED]

L'unità è costituita da calcari e calcari marnosi grigi per lo più chiari, in strati evidenti di spessore decimetrico con sottili interstrati di marne argillose grigio-verdastre. Nella zona sono distinguibili due membri: "Calcarea di Gardone Val Trompia", con calcari quasi puri, da chiari a nerastri, selciosi, ben stratificati, con interstrati marnoso-argillosi; "Calcarea di Domaro", con calcari più o meno marnosi, da grigi a bruni o biancastri, talora selciosi e con intercalazioni di mar-

¹Relazione Geologica del PGT Comunale

ne e argilliti. Il limite inferiore è dato dalla "Corna" con cui può essere anche in eteropia di facies, e il limite superiore è con la Formazione di Concesio.

Affiora diffusamente come Calcare di Gardone Val Trompia nella parte meridionale ed orientale del territorio in esame, mentre il membro del Calcare di Domaro affiora verso Nord e Nord-Ovest.

Formazione di Concesio [Co]

Tale unità, suddivisa in tre sotto unità, affiora nella due facies dei "Calcari nocciola", con calcari marnosi, talvolta arenacei, da nocciola chiaro a grigi, ben stratificati, con selci talora policrome in letti e lenti e con intercalazioni marnose grigio-verdine e "Calcari medoloidi", con calcari, spesso molto marnosi, di colore grigiastro, con selci, ben stratificati, separati da giunti marnoso argillosi fogliettati. La facies a brecce fossilifere, a contatto con il Medolo, non è stata rilevata. Il limite inferiore è dato dal "Medolo" e quello superiore dal "Selcifero Lombardo" con cui risulta concordante.

Affiora nella parte centrale del territorio dove spesso è ricoperto da una copertura detritica che maschera gli affioramenti.

Dal punto di vista geomorfologico, l'area presenta porzioni con caratteristiche piuttosto variabili in relazione soprattutto alle caratteristiche del substrato roccioso oppure alla presenza di terreni, prevalentemente incoerenti, di copertura superficiale.

La porzione settentrionale, in corrispondenza del sottopasso della pista ciclabile con via Marconi, presenta continui affioramenti rocciosi calcarei che originano pendenze prossime alla verticale oppure aggettante in alcuni tratti (soprattutto proseguendo verso N lungo la ciclabile).

Tale morfologia rimane piuttosto costante, anche a causa delle precedenti operazioni di sbancamento che hanno originato fronti di scavo subverticali di altezza variabile, e si rinviene per una lunghezza di circa 120-150 m.

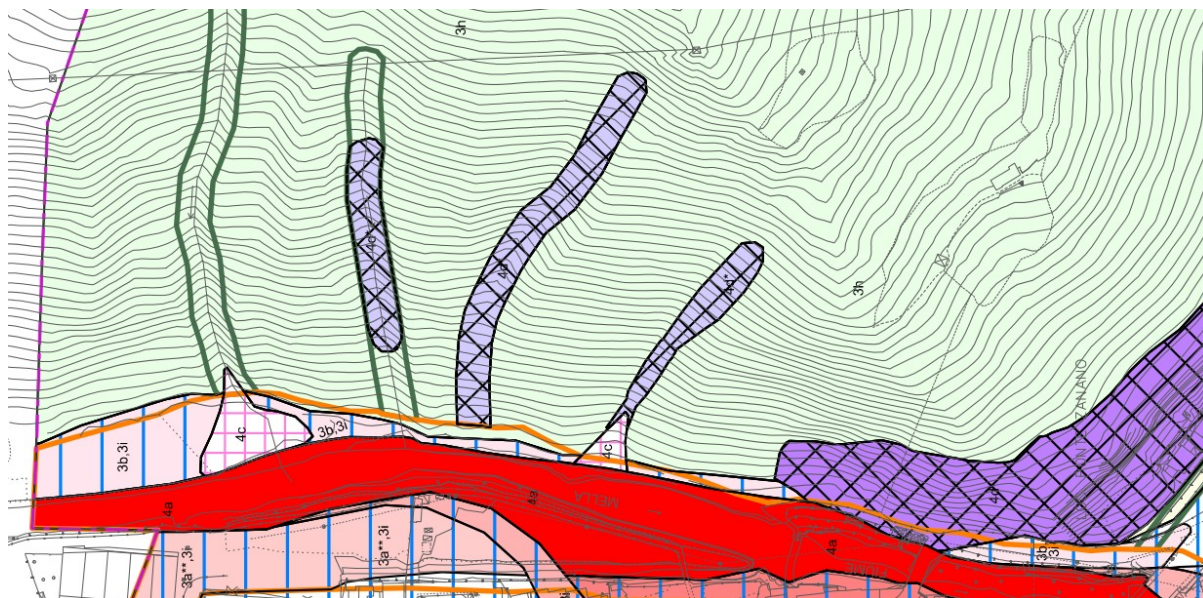
Verso N, soprattutto in corrispondenza del conoide indicato con PAI 5, si individuano aree con minore pendenza soprattutto nella fascia pedemontana dovute presumibilmente a passati fenomeni di trasporto solido.



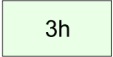
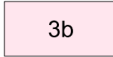
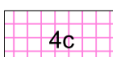
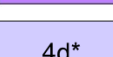
estratto dalla Carta Geologica del PGT comunale

4. Vincoli comunali

Nella carta di fattibilità del PGT comunale, le aree vengono individuate in differenti classi di fattibilità geologica



Estratto Carta di Fattibilità del PGT Comunale

	3h - Aree con versanti da mediamente acclivi ad acclivi, prevalentemente rocciosi
	3b - Aree RP-P1/L del PGRA e aree a pericolosità idraulica media o moderata lungo il F. Mella valutate in base a precedenti studi idraulici ed eventi storici
	4c - Aree interessate da trasporto di massa e flusso di detrito su aree di conoide a pericolosità idraulica H4 (Aree Ca del PAI)
	4d - Aree soggette a crolli o caduta massi (Aree Fa del PAI)
	4d* - Area di frana attiva, con i e falde di detrito attivi (Aree Fa del PAI)

PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

INSTABILITÀ



Z1a - Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi

Classe di fattibilità 4c: aree interessate da trasporto di massa e flusso di detrito su aree di conoide a pericolosità idraulica H4 (Aree Ca del PAI). In questa classe sono inserite le aree di conoide attivo non protette a pericolosità idraulica elevata o molto elevata identificate lungo il reticolo idrico minore collinare e montano (aree Ca e Cp del PAI e aree RSCM-P3/H e RSCM P2/M del PGRA).

In queste aree è prevista l'applicazione della normativa prescritta per l'Area Ca del PAI (art. 9, comma 7 delle N.d.A. PAI).

Classe di fattibilità 4d*: area di frana attiva, con i coni e le falde di detrito attivi (Aree Fa del PAI). Rientrano in questa classe di aree di frana attiva, i coni e le falde di detrito attivi soggetti a fenomeni di instabilità.

In queste aree (Classe 4d e 4d*) è prevista l'applicazione della normativa prescritta per l'Area Fa del PAI (art. 9, comma 2 delle N.d.A. PAI). In occasione di un terremoto, si può verificare un'accentuazione dei fenomeni di instabilità dovuti ad effetti dinamici. Di conseguenza in fase progettuale, per gli interventi consentiti, è obbligatorio eseguire gli approfondimenti di 3° livello (3° livello di analisi – All. 5 della D.G.R. n.9/2616 del 30 novembre 2011).

Classe di fattibilità 4d: aree soggette a crolli o caduta massi (Aree Fa del PAI). Si tratta di aree a forte energia del rilievo (pareti rocciose, dirupi, versanti ad elevata acclività con roccia subaffiorante, ecc.) che possono essere soggette a distacchi o blocchi di masse rocciose di dimensioni varie. Il fenomeno di crollo con scoscendimento di massi può essere innescato da eventi sismici.

Classe di fattibilità 3h: aree con versanti da mediamente acclivi ad acclivi, prevalentemente rocciosi Rientrano in questa classe i versanti e le aree a media

e bassa pericolosità per crollo (classe di pericolosità H2) e per scivolamento (classi di pericolosità H2-H3), come definite in studi di dettaglio.

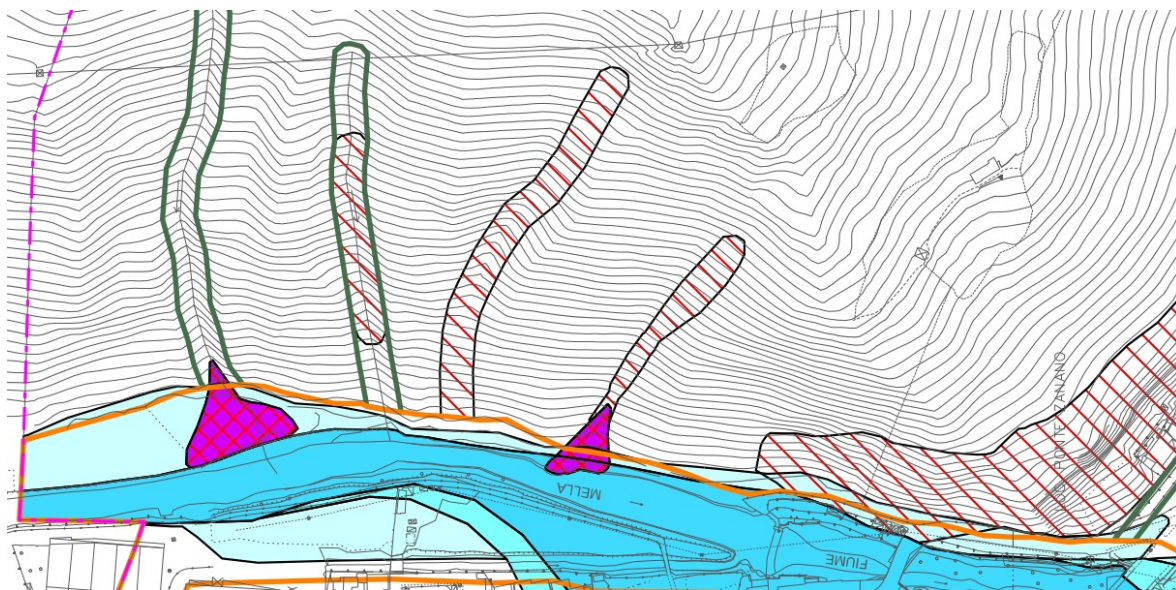
All'interno di queste aree si riconoscono limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso legate alla possibilità che interventi errati possano influenzare l'equilibrio esistente, inducendo fenomeni di dissesto.

Si ritiene che all'interno delle aree così classificate gli eventuali interventi di viabilità, nuova edificazione, ricostruzione, ampliamento, rimodellamento del terreno, debbano essere preceduti da

indagini geologiche e geotecniche che valutino la compatibilità dell'intervento stesso con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche del sito.

Si dovrà valutare la stabilità globale e locale del versante interessato dall'intervento. Si raccomanda di non modificare il naturale scorrimento delle acque e di ridurre al minimo gli sbancamenti ed i riporti di materiale, al fine di non alterare l'equilibrio naturale del pendio.

L'impermeabilizzazione delle superfici sarà consentita solo laddove necessario.

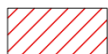


Estratto carta dei vincoli e PAI-PGRA del PGT Comunale

VINCOLI DERIVANTI DALLA PIANIFICAZIONE DI BACINO AI SENSI DELLA L.183/89

Quadro del dissesto PAI

FRANE



Area di frana attiva (Fa)



Aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (aree P3/H)

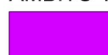


Aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (aree P2/M)



Aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (aree P1/L)

AMBITO TERRITORIALE RSCM



Aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (aree P3/H)



Fascia di rispetto dei corsi d'acqua del Reticolo Idrico Minore

TRASPORTO DI MASSA SUI CONOIDI



Area di conoide attivo non protetta (Ca)

5. Sismicità

In relazione ai contenuti dell'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/03 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", il territorio italiano è stato suddiviso in zone caratterizzate da diversi valori di accelerazione orizzontale dello spettro di risposta.

In particolare, ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (OPCM 20/03/03 n. 3274, criteri)

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 50% in 50 anni [a_g/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a_g/g]
1	>0.25	0.35
2	0.15-0.25	0.25
3	0.05-0.15	0.15
4	<0.05	0.05

Il territorio comunale di **Sarezzo** è stato classificato in **zona sismica 3**: zona con pericolosità sismica media, dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti.

Categorie del suolo di fondazione

Ai fini dell'azione sismica di progetto, sono state definite le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione, rispetto al piano di posa delle fondazioni.

In base alla presenza del substrato affiorante, si stima il valore di $V_{s_{eq}}=800$ m/s , il sito in esame ricade quindi nella: categoria di sottosuolo A.

6. Descrizione del sito ed inquadramento geologico-geomorfologico

Il versante presenta una morfologia piuttosto varia in relazione soprattutto alle caratteristiche litotecniche del substrato roccioso nei confronti dell'erosione, e secondariamente a causa degli interventi antropici eseguiti recentemente per la realizzazione della pista ciclopeditonale.

Le caratteristiche peculiari dell'area sono relative alla presenza diffusa del substrato roccioso calcareo affiorante o subaffiorante lungo la fascia di base del versante soprattutto verso la porzione meridionale.

Il primo tratto verso Nord ed il confine con Gardone V.T., infatti, presenta una discreta superficie caratterizzata da materiale detritico: clasti calcarei eterodimensionali e spigolosi in matrice limoso sabbiosa in percentuali variabili (talvolta assente) accumulati ai piedi di un pendio con acclività talvolta poco accentuata.

Tale detrito deriva dalla disgregazione/alterazione del substrato roccioso che si può accumulare con meccanismi gravitativi, con discontinuità lungo il pendio: spesso la falda risulta parzialmente o completamente colonizzata dalla vegetazione.

Verso sud, si rileva un generale aumento della acclività media del versante, soprattutto in corrispondenza degli affioramenti rocciosi meno fratturati che formano pareti subverticali talvolta aggettante.

Il particolare grado di fratturazione di alcune porzioni di affioramento del substrato roccioso, sono presumibilmente legate alla presenza di piccole faglie che hanno prodotto locali e limitate fasce di detrito di origine tettonica.

La presenza di stress di tipo tettonico è testimoniata anche da strutture plicative di tipo antiformali ben evidenti anche lungo la pista.

Il tratto terminale verso Sud, nei pressi della congiunzione con il ponte della vecchia s.p. mostra complessivamente affioramenti meno fratturati.

7. Descrizione degli scenari

In relazione ai rilievi di campagna, ed alle indicazioni cartografiche del PGT (in particolare l'individuazione delle zone PAI) si possono definire alcuni tratti considerati omogenei e caratterizzati da simili scenari: la definizione degli scenari è stata mantenuta la medesima di quella utilizzata nella progettazione degli interventi che precedono il presente progetto.

Zona Pai 1:

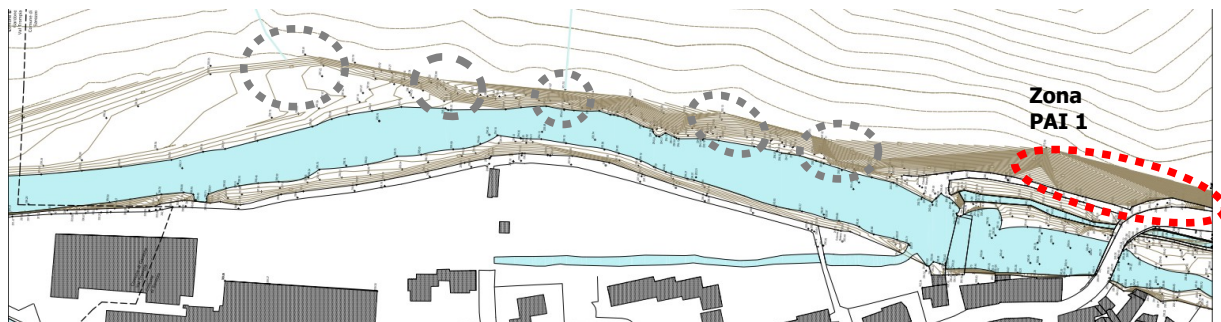


Foto 1: zona PAI 1 Nord

Questo tratto è caratterizzato da una parete naturale con altezza superiore ai 15 m che è stata oggetto recentemente del distacco di un masso di diverse tonnellate: il blocco è stato isolato dalla parete secondo le principali discontinuità e la stratificazione e si è fermato sul detrito ai piedi della parete.

La parete, che non è stata direttamente interessata dalle operazioni di scavo per la pista, è formata da un ammasso roccioso che, analogamente a gli altri

affioramenti, presenta una evidente e fitta stratificazione e da un grado di fratturazione piuttosto elevato.

Si evidenziano numerose situazioni di potenziale instabilità anche in questo caso legate alla intensa fratturazione ed alla presenza degli apparati radicali all'interno delle discontinuità che ne favoriscono l'apertura provocando, unitamente agli altri fattori di alterazione e degradazione meteorica, il distacco dei blocchi.

La criticità di tale tratto è relativa a fenomeni simili a quello accaduto recentemente, legata al crollo di blocchi rocciosi dalla parete e dalla possibile caduta massi dal versante soprastante (la porzione basale dello stesso è infatti cartografata nella carta PAI e carta Geologica come frana attiva e caduta massi).



Foto 2: Zona PAI 1 Sud

Nello stesso scenario rientra anche il tratto di strada di via Marconi che porta all'ingresso della posta ciclabile.

Questo tratto presenta l'installazione di opere di contenimento e consolidamento (mediante la posa reti addossate) di una porzione della parete rocciosa confinante con la strada e l'installazione di barriere messe per l'intercettazione di massi (mediante installazione di profilati metallici e rete con cavi) di un'altra porzione di parete.

Zona PAI 2:

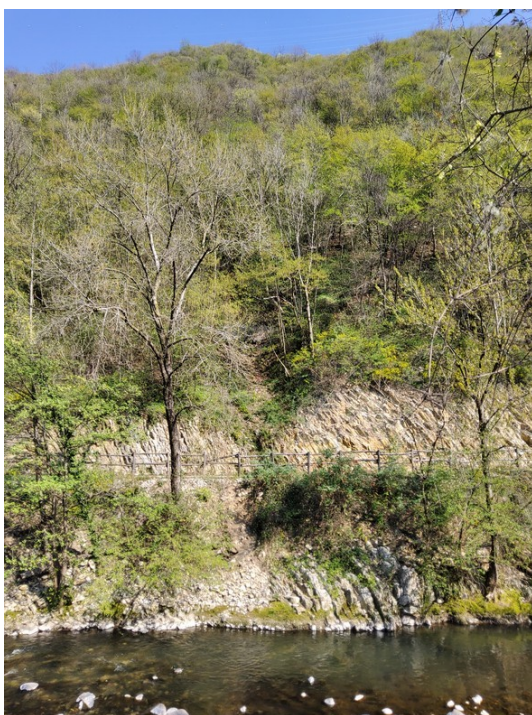
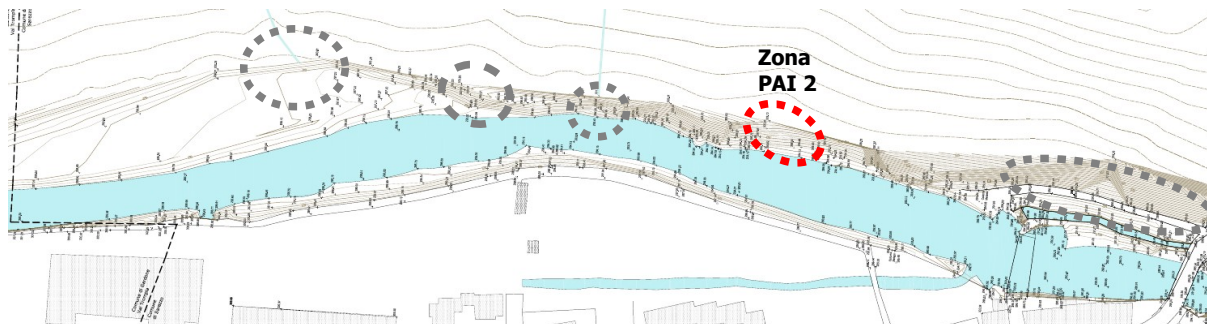


Foto 2: zona PAI 2

Questo tratto presenta un taglio continuo nel versante con l'ammasso roccioso contenuto da una rete addossata fino a circa 1.5 m dal piano di calpestio.

La criticità in questo tratto è stata definita dall'individuazione di un conoide attivo non protetto (cartografia PAI del PGT).

Attualmente l'opera di contenimento è parzialmente deformata a causa del materiale accumulato.

Zona PAI 3:

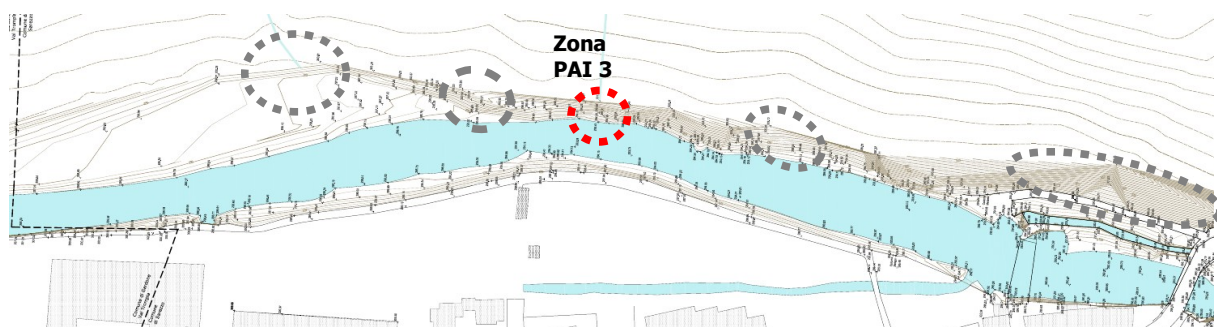


Foto 3: zona PAI 3

Questo tratto mostra caratteristiche simili al tratto PAI 2, in cui viene individuata una zona PAI per la presenza di una fascia di frana attiva all'interno di un'asta torrentizia.

Anche in questo caso l'incisione non è particolarmente accentuata (seppur visibile) nella porzione basale del versante, all'interno del substrato del substrato roccioso affiorante con discreta continuità.

Attualmente la zona presenta una barriera di contenimento del trasporto solido danneggiata dalla presenza di blocchi rocciosi che si sono accumulati a ridosso.

Zona PAI 4

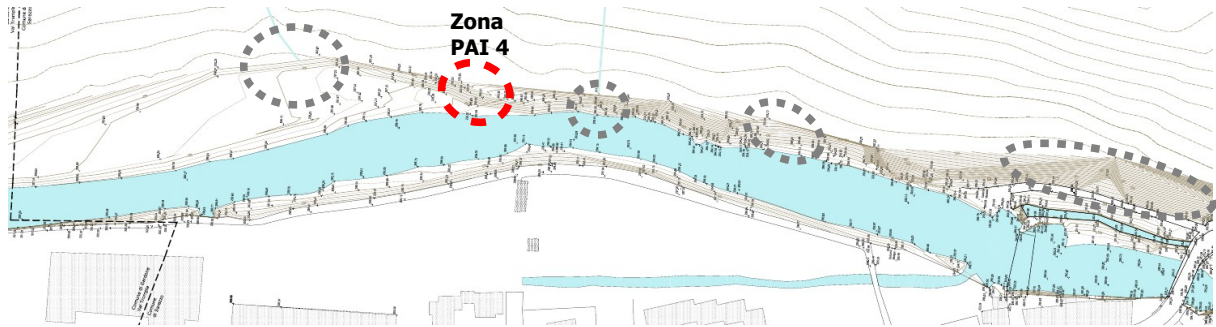


Foto 4: zona PAI 4

Questo tratto mostra caratteristiche simili al tratto PAI 3, in cui viene individuata una zona PAI per la presenza di una fascia di frana attiva all'interno di un'asta torrentizia, ad una quota superiore rispetto al piano della pista ciclabile.

L'incisione non è particolarmente accentuata, anche in questo caso presumibilmente a causa della presenza del substrato roccioso affiorante, ma l'asta torrentizia è comunque ben visibile.

All'interno dell'asta è presente una barriera di contenimento del trasporto solido danneggiata da un albero crollato sulla sommità della rete.

Zona PAI 5

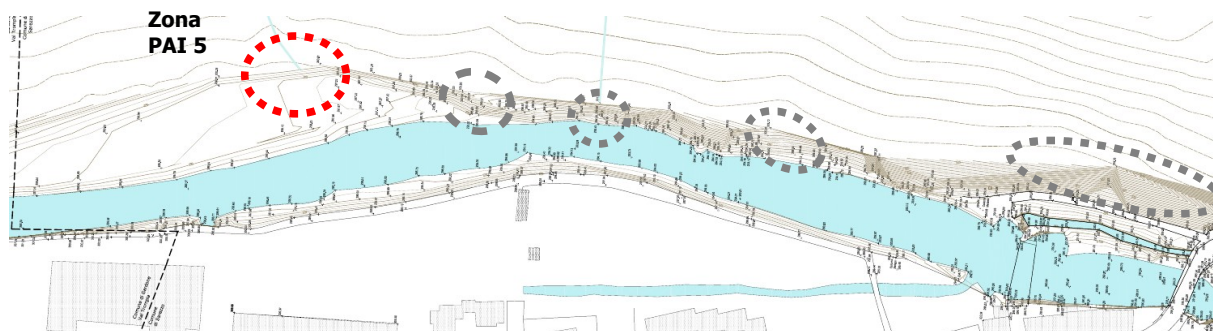


Foto 5: zona PAI 5

Questo tratto è caratterizzato da una copertura detritica che riveste con discreta continuità gli affioramenti del substrato roccioso nella fascia di base al raccordo con la pista ciclabile.

Si tratta di deposito di versante e conoide formato da clasti calcarei centi-decimetri spigolosi, con liste di selce.

Le pendenze sono piuttosto elevate ed il detrito è spesso colonizzato dalla vegetazione ed appare prevalentemente stabile.

Tale area è individuata sulla cartografia PAI come "area di conoide attiva non protetta" ed attualmente non presenta precedenti visibili opere di difesa

I clasti, che derivano dalla disaggregazione degli affioramenti del substrato roccioso soprastante, sono tipicamente eterodimensionali e con forma irregolare ma spigolosa: l'accumulo lungo il pendio favorisce normalmente la deposizione gradata con graduale variazione della granulometria spostandosi dall'alto verso il basso.

Grazie soprattutto alla forma che presenta spigoli vivi, tali depositi sono caratterizzati da angoli di attrito piuttosto elevati, ovvero sono dotati di buone caratteristiche geotecniche che ne favoriscono la parziale stabilità.

La potenziale pericolosità di questi accumuli è legata prevalentemente alla elevata pendenza del piano di appoggio e ad altre condizioni che potrebbero instabilizzarli come la presenza di grandi quantità di acqua tra i clasti (in occasione di fenomeni atmosferici piuttosto intensi che potrebbero formare flussi idrici concentrati lungo il pendio), oppure la caduta di altro materiale vegetale o roccioso dall'alto, il cedimento del piano di appoggio oppure il passaggio di animali.

Sono stati rilevati rari blocchi rocciosi di dimensioni decimetriche nella piana alluvionale dei quali è incerta l'origine soprattutto in seguito ai lavori di sbancaamento eseguiti per la realizzazione della pista.

In posizione mediana, la Sud rispetto all'asta torrentizia, si rinvencono i primi affioramenti del substrato roccioso, formati da calcari stratificati subverticali ca-

ratterizzati da due principali set di fratturazione che possono originare blocchi con volume rappresentativo di circa 100 dm³.

Gli affioramenti che si rinvencono al piano della pista mostrano un'altezza di pochi metri, mentre nella parte più alta del versante si scorgono porzioni di parete, che emergono dalla fascia detritica, che potrebbero causare distacchi.

Dott. Davide Martello