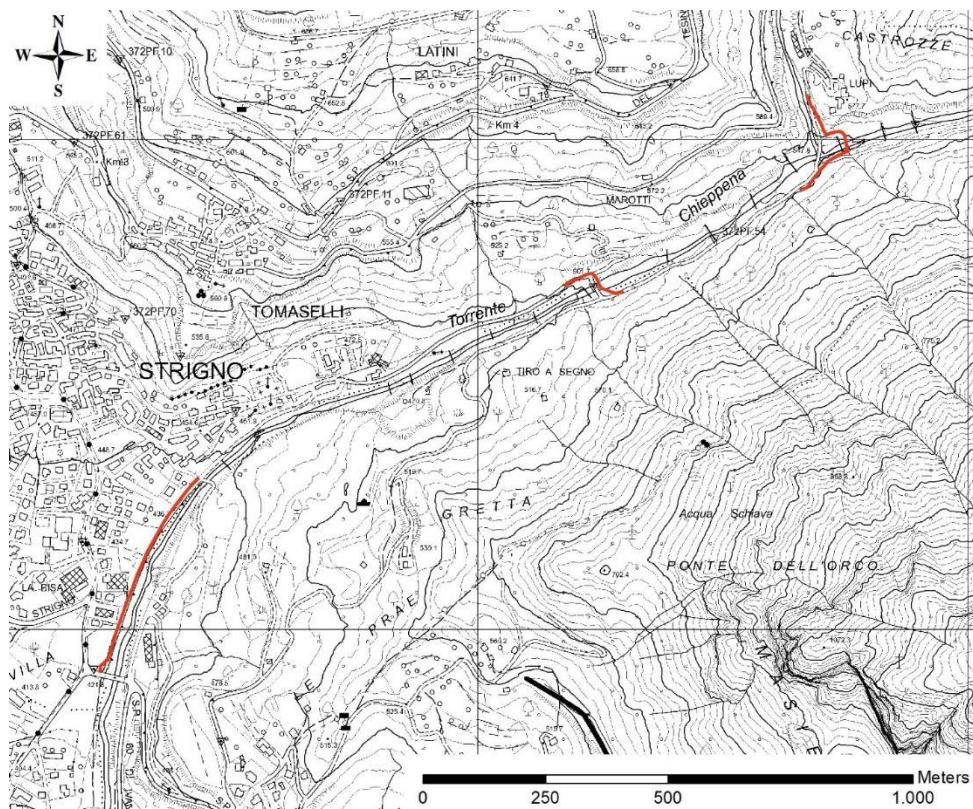


Provincia Autonoma di Trento
Comune di Castel Ivano
Committente:
Comunità Valsugana e Tesino

PROGETTO ESECUTIVO PER I LAVORI DI REALIZZAZIONE DELLA PISTA CICLOPEDONALE VALSUGANA E TESINO – SECONDO TRATTO



RELAZIONE GEOLOGICA

Sulle indagine, caratterizzazione e modellazione geologica del sito (contiene la relazione sulla modellazione sismica)

RELAZIONE GEOTECNICA

Di verifica della sicurezza e delle prestazioni



dott. geol. Emilio Perina

Levico Terme, giugno 2020

Rel. 322/20



Via Mons. D. Caproni, 58
38056 Levico Terme (Tn)



PEC e.perina@geotaspec.it
perina.emilio@gmail.com



347 1663624

INDICE

1. PREMESSA	2
1.1. Contenuti dello studio	2
1.2. Normative di riferimento	4
2. RELAZIONE GEOLOGICA.....	6
2.1. Analisi cartografiche geologiche e idrogeologiche dell'area	6
2.2. Inquadramento geologico e geomorfologico dell'area	14
2.3. Inquadramento idrico e idrogeologico dell'area	17
2.4. Criticità geologiche e idrogeologiche dell'area in relazione agli interventi progettuali	
17	
2.4.1. Primo tratto d'intervento	18
2.4.2. Secondo tratto d'intervento	21
2.4.3. Terzo tratto d'intervento	23
2.5. Relazione di modellazione sismica.....	27
2.5.1. Pericolosità sismica di base	29
2.5.2. Pericolosità sismica del sito.....	31
2.6. Terre e rocce da scavo.....	34
2.7. Incertezze modello geologico di riferimento	35
2.8. Conclusioni.....	35
3. RELAZIONE GEOTECNICA.....	37
3.1. Stratigrafia e parametri fisico - meccanici dei materiali coinvolti.....	37
3.2. Indicazioni geoexecutive di progetto	38
3.2.1. Interventi tratto 1	38
3.2.2. Interventi tratto 2	40
3.2.3. Interventi tratto 3	42
3.3. Fronti di scavo	45
3.4. Verifiche di stabilità globale – opere di sostegno.....	49
3.4.1. Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955) – verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno – scogliera.....	52
3.5. Conclusioni.....	56

ALLEGATI

All.1.	ESTRATTO CARTA DI SINTESI GEOLOGICA scala 1:10.000
All.2.	ESTRATTO CARTA DELL'USO DEL SUOLO scala 1:10.000
All.3.	ESTRATTO CARTA PIANO GENERALE UTILIZZO ACQUE PUBBLICHE scala 1:10.000
All.4.	ESTRATTO CARTA DELLE RISORSE IDRICHE scala 1:10.000
All.5.	ESTRATTO CARTA DEL VINCOLO IDROLOGICO scala 1:10.000

1. PREMESSA

1.1. Contenuti dello studio

Su incarico e per conto della Comunità Valsugana e Tesino, è stata effettuata un'indagine geologica e geotecnica a supporto del progetto esecutivo per i lavori di realizzazione della Pista ciclopedonale Valsugana e Tesino – secondo tratto. Il presente progetto tratta lo sviluppo definitivo del secondo tratto della pista ciclopedonale compreso tra l'abitato di Strigno e l'argine del torrente Chieppena, con partenza in corrispondenza di Ponte per Ivano Fracena nel comune di Castel Ivano ed arrivo in corrispondenza della località ai Monegati, dove esiste già una viabilità secondaria e dove è in fase di realizzazione il primo tratto della suddetta ciclabile. In particolare il progetto prevede la realizzazione di tre spezzoni di pista per uno sviluppo lineare complessivo di circa 857 metri.

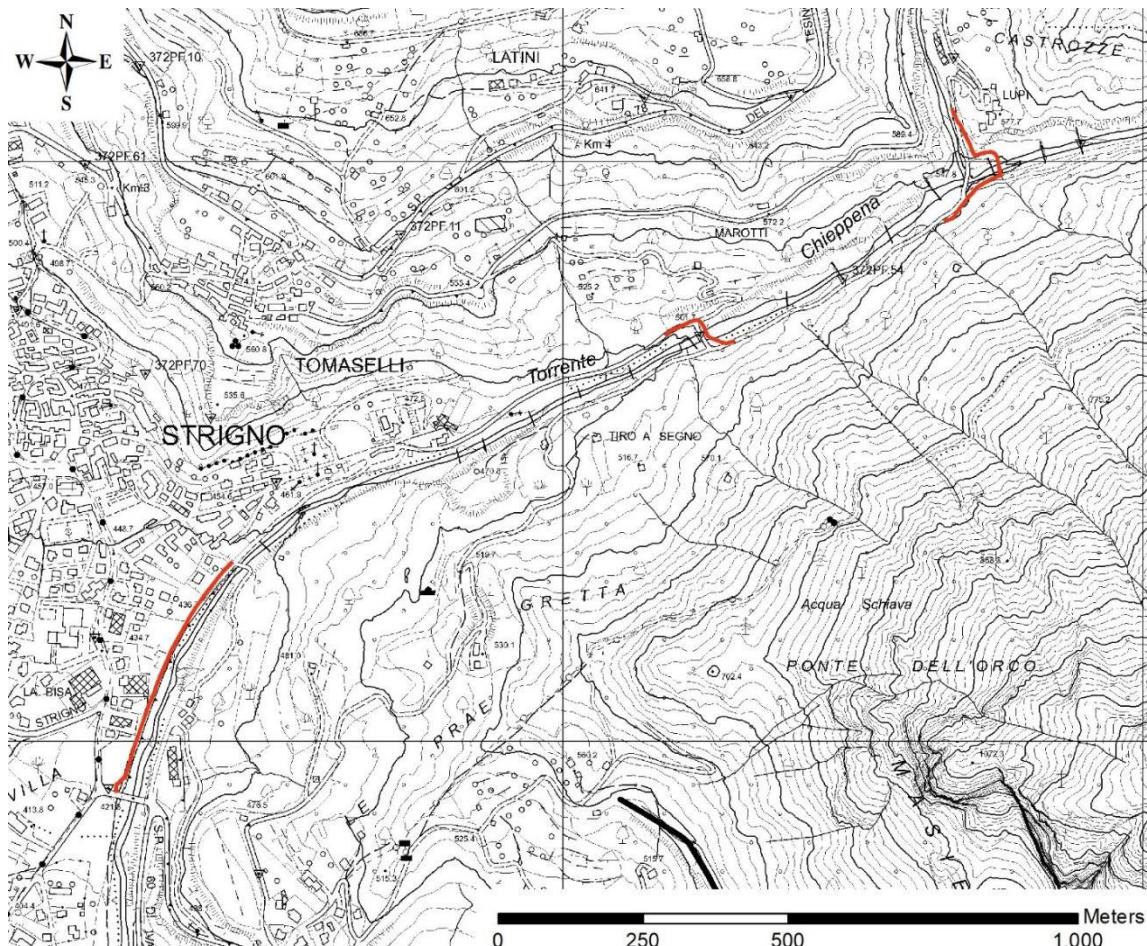


Fig. 1.1: estratto carta tecnica provinciale (CTP 2017) dell'area d'intervento; scala 1:10.000 (ingrandita a vista).

Il “sito geologico”, ancorché influenzato dall’impronta dell’opera di progetto, non coincide generalmente con l’area di interesse progettuale e la sua estensione è sempre esuberante rispetto all’ambito di interesse. Il volume geologico significativo individuato comprende dunque il sito geologico e il relativo sottosuolo, in cui è possibile cogliere interrelazioni di carattere dinamico di origine geologica o antropica influenzanti l’opera.

In corso d’opera si dovrà controllare la rispondenza tra il modello geologico di riferimento assunto in progetto e la situazione effettiva, differendo di conseguenza la

caratterizzazione geotecnica ed il progetto esecutivo, così come previsto dalla normativa di settore.

La situazione stratigrafico – geotecnica dei terreni costituenti il sottosuolo della zona è stata ricostruita sulla base dei dati bibliografici disponibili e dei risultati di indagini effettuate in passato dallo scrivente lungo la zona. I sopralluoghi sul sito e la stesura del presente rapporto sono stati eseguiti dallo scrivente, dott. Geol. Emilio Perina, nel mese di novembre-dicembre 2019.

Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 17/01/2018 (“Norme tecniche per le costruzioni”) e soddisfa i requisiti urbanistici e normativi di rilevanza geologica, per cui costituisce documento progettuale idoneo per il rilascio della concessione ad edificare.

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) per la legislazione italiana sono attualmente definite nel decreto ministeriale 17 gennaio 2018 che dal 22 marzo 2018 sostituisce il D.M. 14 gennaio 2008. Così come i precedenti, le norme di cui al D.M. 17 gennaio 2018 entrano in vigore trenta giorni dopo la loro pubblicazione in Gazzetta Ufficiale (art. 2 del D.M. 17 gennaio 2018), così come sancito dall'art. 52 del D.P.R 380/2001.

Tale relazione ha dunque lo scopo di verificare la fattibilità delle opere ai sensi del D.M. 17/01/2018 e delle normative in vigore, fornendo le indicazioni geoesecutive utili alla loro migliore realizzazione.

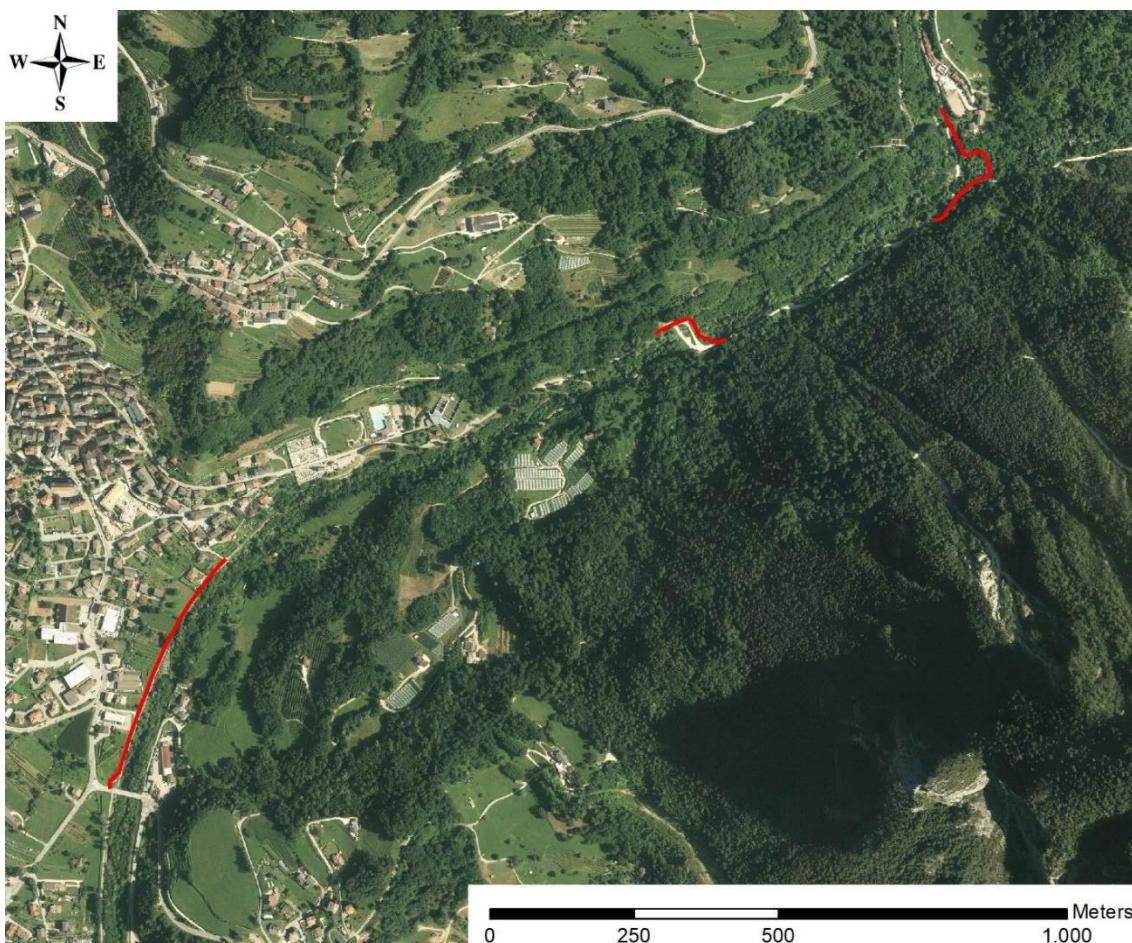


Fig. 1.2: estratto ortofoto (orto 2015) dell'area d'intervento; scala 1:10.000 (ingrandita a vista).

1.2. *Normative di riferimento*

Normativa vincoli urbanisti (PUP e PGUAP)

D.P.R. 15/02/2006 – PIANO GENERALE DI UTILIZZAZIONE DELLE ACQUE PUBBLICHE

D.G.P. 22/12/2006 n. 2759 - DISPOSIZIONI TECNICHE E ORGANIZZATIVE PER LA REDAZIONE E L'AGGIORNAMENTO DELLE CARTE DELLE PERICOLOSITÀ

L.P. 27/05/2008, n. 5 – NORME DI ATTUAZIONE DEL P.U.P.

D.G.P. 30/05/2008, n. 1387 – DIRETTIVE PER L'APPLICAZIONE DEGLI ARTICOLI 16, 17, 19, 21, 29 E 32 DELLE NORME DEL PIANO DI UTILIZZAZIONE DELLE ACQUE PUBBLICHE E MODIFICA DELLA DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA PROVINCIALE N. 1984 DEL 22.09.2006 CON OGGETTO: "METODOLOGIA PER L'AGGIORNAMENTO DELLA CARTOGRAFIA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO DEL PIANO GENERALE DI UTILIZZAZIONE DELLE ACQUE PUBBLICHE"

D.G.P. 26/03/2010, n° 627 - MISURE DI SEMPLIFICAZIONE A MODIFICAZIONE E INTEGRAZIONE DELLA DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA PROVINCIALE N. 1387 DI DATA 30 MAGGIO 2008

D.G.P. 27/05/2011, n. 1120 – NUOVE DISPOSIZIONI ORGANIZZATIVE PER L'ATTUAZIONE DEGLI ART. LI 16 E 17 DELLE NORME DI ATTUAZIONE DEL PGUAP. MEDIANTE MODIFICAZIONE DELLA DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA PROVINCIALE N. 627 DI DATA 26 MARZO 2010

L.P 01/07/2011, n. 9 - DISCIPLINA DELLE ATTIVITÀ DI PROTEZIONE CIVILE IN PROVINCIA DI TRENTO

D.G.P. 30/10/2012, n° 2333 – MODIFICAZIONI ALLA DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA PROVINCIALE N. 1120 DEL 27 MAGGIO 2011 IN MATERIA DI DIRETTIVE PER L'APPLICAZIONE DELLE NORME DI ATTUAZIONE DEL PIANO GENERALE DI UTILIZZAZIONE DELLE ACQUE PUBBLICHE

D.G.P. 6/10/2014, n. 1708 – DISPOSIZIONI TECNICHE E ORGANIZZATIVE PER LA REDAZIONE E L'AGGIORNAMENTO DELLE "CARTE DELLA PERICOLOSITÀ" DI CUI ALL'ARTICOLO 10 DELLA LEGGE PROVINCIALE 1 LUGLIO 2011, N. 9

L.P. 4/08/2015, n 15 - LEGGE PROVINCIALE PER IL GOVERNO DEL TERRITORIO 2015

D.G.P. 3/12/2015, n. 2209 - APPROVAZIONE DEL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA) DELLA PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO, IN ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA 2007/60/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO DI DATA 23 OTTOBRE 2007.

D.G.P. 19/05/2017, n. 772, 785, 787, 788 – CRITERI E METODOLOGIA PER LA REDAZIONE E L'AGGIORNAMENTO DELLE CARTE DELLA PERICOLOSITÀ

D.G.P. 12/10/2018, n. 1941 - TERZO AGGIORNAMENTO DELLA CARTA DELLE RISORSE IDRICHE

D.G.P. 19/07/2019, n. 1066, 1067, 1078, 1080 – NUOVA ADOZIONE PRELIMINARE DELLA CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ

Normativa tecnica

L. 2/02/1974, n. 64 – PROVVEDIMENTI PER LE COSTRUZIONI CON PARTICOLARI PRESCRIZIONI PER LE ZONE SISMICHE

D.M. 11/03/1988 – NORME TECNICHE 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.

D.P.C.M. 14/10/1997 n. 412 – REGOLAMENTO RECANTE L'INDIVIDUAZIONE DELLE ATTIVITÀ LAVORATIVE COMPORTANTI RISCHI PARTICOLARMENTE ELEVATI, PER LE QUALI L'ATTIVITÀ DI VIGILANZA PUÒ ESSERE ESERCITATA DAGLI ISPETTORATI DEL LAVORO DELLE DIREZIONI PROVINCIALI DEL LAVORO.

O.P.C.M. 20/03/2003 n. 3274 – PRIMI ELEMENTI IN MATERIA DI CRITERI GENERALI PER LA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO NAZIONALE E DI NORMATIVE TECNICHE PER LE COSTRUZIONI IN ZONA SISMICA

D.M. 14/01/2008 – NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI (N.T.C. 2008)

D.Lgs. 09/04/2008, n.81 - ATTUAZIONE DELL'ARTICOLO 1 DELLA LEGGE 3 AGOSTO 2007, N. 123, IN MATERIA DI TUTELA DELLA SALUTE E DELLA SICUREZZA NEI LUOGHI DI LAVORO.

D.G.P. 30/05/2008, n. 1351 – PRIMA DIRETTIVA PER L'APPLICAZIONE DEL DECRETO DEL MINISTRO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI 14 GENNAIO 2008 IN MATERIA DI NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

Circolare 02/02/2009, n. 617 – (G.U. n. 47dd. 26.02.2009 – Suppl. Ordinario n. 27) – ISTRUZIONI PER L'APPLICAZIONE DELLE NTC DI CUI AL D.M. 14.01.2008

EUROCODE 7 – GEOTECHNICAL DESIGN

EUROCODE 8 – DESIGN OF STRUCTURES FOR EARTHQUAKE RESISTANCE

D.M. 17/01/2018 – AGGIORNAMENTO DELLE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI (N.T.C. 2018)

Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019, n. 7 - ISTRUZIONI PER L'APPLICAZIONE DELL'«AGGIORNAMENTO DELLE "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI"» DI CUI AL DECRETO MINISTERIALE 17 GENNAIO 2018.

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) per la legislazione italiana sono attualmente definite nel decreto ministeriale 17 gennaio 2018 che dal 22 marzo 2018 sostituisce il D.M. 14 gennaio 2008. Così come i precedenti, le norme di cui al D.M. 17 gennaio 2018 entrano in vigore trenta giorni dopo la loro pubblicazione in Gazzetta Ufficiale (art. 2 del D.M. 17 gennaio 2018), così come sancito dall'art. 52 del D.P.R 380/2001.

Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 17/01/2018 (“Aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni”) e soddisfa i requisiti urbanistici e normativi di rilevanza geologica, per cui costituisce documento progettuale idoneo per il rilascio della concessione ad edificare.

Tale relazione ha dunque lo scopo di verificare la fattibilità delle opere ai sensi del D.M. 17/01/2018 e delle normative in vigore, fornendo le indicazioni geoesecutive utili alla loro migliore realizzazione.

Normativa ambientale

G.U. 21/02/1977, n.48 – SUPPL. ORDINARIO COMITATO DEI MINISTRI PER LA TUTELA DELLA ACQUE DALL'INQUINAMENTO 04/02/1977

D.P.G.P. 26/01/1987, n. 1/41 – TESTO UNICO AMBIENTALE SULLA TUTELA DELL'AMBIENTE DAGLI INQUINAMENTI e smi.

L. 9/12/1998 n° 426 – RECANTE “NUOVI INTERVENTI IN CAMPO AMBIENTALE”

D.Lgs. 03/04/2006 n. 152 – NORME IN MATERIA AMBIENTALE

D.M. 10/08/2012 n. 161 – REGOLAMENTO RECANTE LA DISCIPLINA DELL'UTILIZZAZIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

D.L. 69 – 08/2013 – DISPOSIZIONI URGENTI PER IL RILANCIO DELL'ECONOMIA

Circolare 25/09/2013, n. 495 – NUOVE DISPOSIZIONI DI TIPO OPERATIVO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI DA SCAVO COME SOTTOPRODOTTO

D.P.R. 13/06/2017, n. 120 - REGOLAMENTO RECANTE LA DISCIPLINA SEMPLIFICATA DELLA GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Delibera consiglio SNPA n.59 09/05/2019 – LINEE GUIDA SULL'APPLICAZIONE DELLA DISCIPLINA PER L'UTILIZZO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO.

2. RELAZIONE GEOLOGICA

Su incarico e per conto della Comunità Valsugana e Tesino, è stata effettuata un'indagine geologica e geotecnica a supporto del progetto esecutivo per i lavori di realizzazione della Pista ciclopedinale Valsugana e Tesino – secondo tratto.

Il presente progetto tratta lo sviluppo definitivo del secondo tratto della pista ciclopedinale compreso tra l'abitato di Strigno e l'argine del torrente Chieppena, con partenza in corrispondenza di Ponte per Ivano Fracena nel comune di Castel Ivano ed arrivo in corrispondenza della località ai Monegati, dove esiste già una viabilità secondaria e dove è in fase di realizzazione il primo tratto della suddetta ciclabile. In particolare il progetto prevede la realizzazione di tre spezzoni di pista per uno sviluppo lineare complessivo di circa 857 metri.

Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti delle N.T.C. 17/01/2018 e costituisce la relazione geologica specialistica del progetto strutturale di cui al capitolo 10.1., C10.1 punto 5.1.

2.1. Analisi cartografiche geologiche e idrogeologiche dell'area

Il tracciato in esame ricade, secondo la **Carta di Sintesi Geologica C.S.G. del P.U.P. (II 27/10/2014 con delibera n°1813, ai sensi delle norme di attuazione del PUP, è stato approvato IIX aggiornamento della Carta di Sintesi Geologica, in vigore dal 5/11/2014)**, in **aree elevata pericolosità geologica, idrogeologica e valanghiva** (intervento 1 – 2 e gran parte dell'intervento 3 guado “ai Lupi”) solo una piccola parte dell'intervento 3 ricade in **aree critiche recuperabili**. **L'intera area ricade in aree a bassa sismicità (zona sismica 3)**. Le Norme di Attuazione della C.S.G. del P.U.P. attualmente in vigore definiscono le aree ad “elevata pericolosità geologica, idrogeologica e valanghiva” nel seguente modo:

In tali aree, per i particolari caratteri geologici, nivologici e idrologici del suolo o del manto nevoso, ogni intervento può essere causa di gravi danni, o comunque è soggetto ad un alto grado di pericolosità.

In questa classe ricadono le aree caratterizzate da fenomeni gravi e/o di vasta estensione; eventuali opere sistematiche potranno sicuramente ridurre il pericolo per l'edificato esistente ma non potranno garantire la sicurezza di nuovi insediamenti.

Nelle aree predette non sono ammesse trasformazioni urbanistiche o edilizie; è permesso eseguire solo opere inerenti la difesa ed il consolidamento del suolo o del sottosuolo.

Gli edifici esistenti, alla data di entrata in vigore del P.U.P., possono essere ampliati non oltre il 10% del volume esistente al fine esclusivo di garantirne la funzionalità, ove specifica perizia attesti l'assenza di pericolo per le persone.

Gli stessi edifici possono essere anche demoliti e ricostruiti con contestuale ampliamento fino ad un massimo del 10 % del loro volume, quando ciò sia funzionale alla realizzazione delle opere di sicurezza del territorio.

In tali aree sono inoltre ammesse opere di infrastrutturazione del territorio e bonifiche agrarie purché non in contrasto con il disegno complessivo del PUP. Per questi interventi devono essere redatte specifiche perizie geologiche, idrologiche e nivologiche in relazione allo specifico tipo di pericolo, estese territorialmente per quanto necessario, che ne accertino la fattibilità per quanto riguarda gli aspetti tecnici, migliorino le condizioni di pericolosità del sito e garantiscano l'assenza di pericolo per le persone.

Il rilascio delle autorizzazioni per le opere di infrastrutturazione del territorio e per le bonifiche agrarie in area ad elevata pericolosità geologica, idrologica e valanghiva è soggetto ad esame preventivo delle perizie sopra citate da parte del servizio geologico provinciale.

Nelle aree ad elevata pericolosità solo valanghiva è vietata ogni attività di trasformazione urbanistica ed edilizia a carattere permanente, fatte salve le opere di prevenzione e sicurezza; è tuttavia ammessa la realizzazione di opere o impianti con funzionalità a carattere stagionale purchè una specifica perizia tecnica e un'idonea convenzione, in ordine alle modalità operative ed ai tempi di esercizio, attestino l'assenza di pericolo per le persone.

E quindi chiara la fattibilità ai sensi delle NA del PUP delle opere ricadenti nelle “aree ad elevata pericolosità”. Detto studio sancisce la compatibilità fra quanto in previsione e le condizioni di pericolosità del sito, a patto che si realizzino alcuni manufatti atti ad evitare il più possibile danneggiamenti dei manufatti in caso di eventi alluvionali da parte del torrente e avvengano adottate delle misure di prevenzione del rischio quali la chiusura della pista ciclopedinale durante il verificarsi di condizioni meteorologiche intense per durata e intensità, in particolare durante allerte gialle o rosse emanate dal Dipartimento di Protezione Civile di Trento. In questo caso bisognerà impedire il transito sia a valle che a monte delle opere al fine di evitare la presenza di veicoli e/o persone nei tratti d'interesse durante fenomeni alluvionali-torrentizi di sorta, in particolare prima e dopo i guadi (attraversamenti) previsti nel secondo e terzo tratto d'intervento.

Secondo la carta dell'**Uso del Suolo Generale (USG)** della nuova Carta Topografica Generale 1:10.000 della Provincia autonoma di Trento, il tracciato ricade principalmente all'interno del **demanio idrico della PAT** ove localmente lambisce “aree a bosco e pascolo – agricole – strade di importanza secondaria”.

Secondo il **P.G.U.A.P.** (*Piano Generale Utilizzo Acque Pubbliche – D.P.R. 15 febbraio 2006*), che rappresenta la carta del rischio, l'area è classificata a rischio trascurabile [R0], solo in parte aree a rischio moderato [R1] e medio [R2]. Incrociando i valori attribuiti alle varie classi di pericolosità definite dalla “carta del pericolo” del PUP con quelli fissati per ogni tipologia di “uso del suolo”, il PGUAP ha dunque definito una cartografia del “rischio geologico e idrogeologico”. Per il caso in oggetto, il tracciato ricade all'interno del fascia di rispetto **demanio idrico della PAT** (vedi estratti mappa dell'uso del suolo allegati in seguito) e pertanto con assenza di destinazione d'uso pertanto anche se presenta una pericolosità geologica “elevata” sulle particelle in titolo, il “rischio” rimane principalmente trascurabile [R0] ad eccezione nei tratti dove lambisce aree agricole e aree a bosco e pascolo.

Rimane altresì evidente l'elevata pericolosità di carattere alluvionale dell'area ove si sviluppa il tracciato.

In seguito all'approvazione dello stralcio della **Carta di sintesi della pericolosità (CSP)**, prevista dal nuovo Piano Urbanistico provinciale (l.p. 27 maggio 2008, n. 5) quale nuovo strumento urbanistico per la disciplina della trasformazione d'uso del territorio in ragione dell'assetto idrogeologico, le cartografie e le disposizioni della Carta di sintesi geologica dal 21 settembre 2018 cessano di applicarsi nei territori del Comune di Trento e dei Comuni di Aldeno, Cimone, Garniga Terme, del Comune di Caldronazzo e nel territorio dei comuni compresi nella Comunità Rotaliana-Königsberg (delib. G.P. n. 1630 del 7 settembre 2018). Pertanto non ancora attiva per l'area di studio.

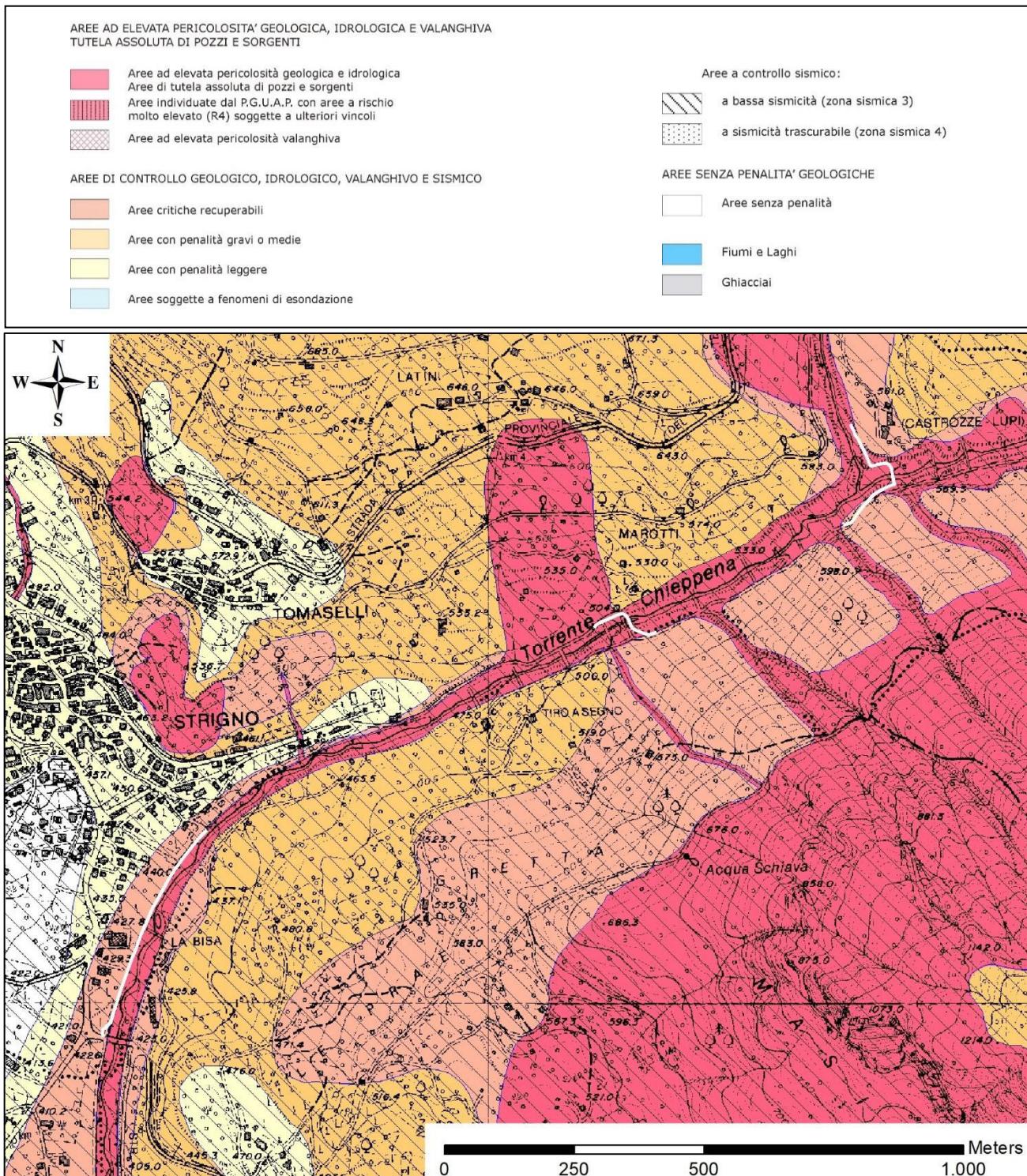
In attuazione dell'art. 21 delle norme di attuazione del Piano urbanistico provinciale, approvato con legge provinciale 27 maggio 2008, n. 5, è stata redatta la **“Carta delle risorse idriche”** ricadenti nel territorio provinciale, riportando le sorgenti, i pozzi e le captazioni superficiali delle acque selezionate destinate al consumo umano. La Carta indica anche le aree di salvaguardia, distinte in zone di tutela assoluta, zone di rispetto idrogeologico e zone

di protezione, individuate secondo i principi per la tutela della qualità delle acque definiti dall'art. 94 del d.lgs. n. 152/2006 e dall'Accordo 12 dicembre 2002 della Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province Autonome. Il giorno 12/10/2018 con Delibera G.P. n°1941 è stato approvato il terzo aggiornamento della Carta delle Risorse Idriche, il quale entra in vigore il giorno successivo alla pubblicazione sul Bollettino Ufficiale della Regione n° 42 del 18/10/2018. Tale aggiornamento della Carta delle Risorse Idriche evidenzia come **l'area oggetto di studio non ricade all'interno di una zona di tutela, rispetto o protezione idrogeologico.**

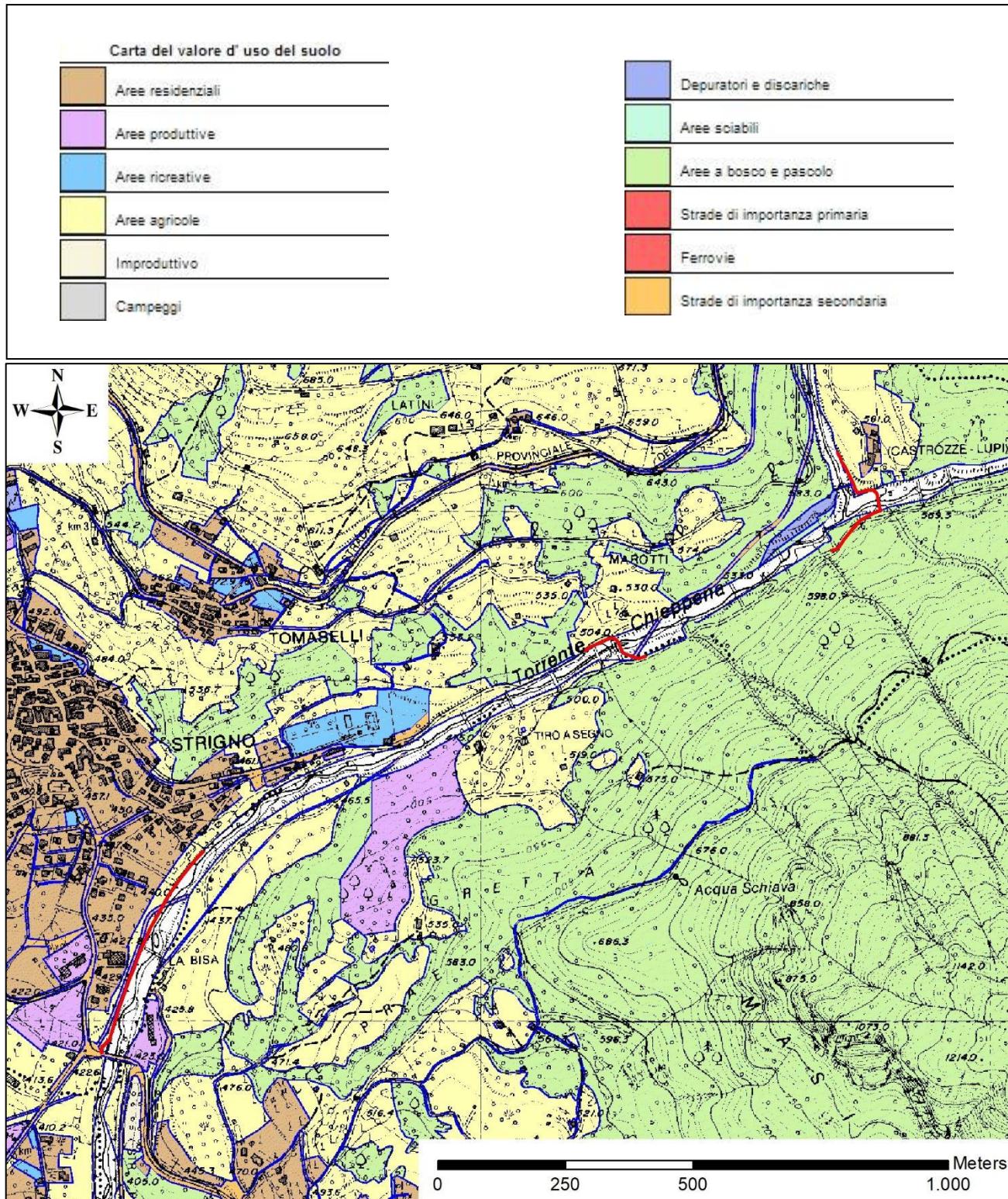
Sulla base delle disposizioni contenute nel **"Regolamento in materia di vincolo idrogeologico"**, secondo la L.P. 23/05/2007, n°11 "Governo del territorio forestale e montano, dei corsi d'acqua e delle aree protette", che detta le disposizioni generali per la disciplina e applicazione del vincolo idrogeologico (entrata in vigore dal giugno 2010), **l'area in oggetto ricade in aree soggette a problematiche di vincolo idrogeologico.** Lo strumento del vincolo idrogeologico è finalizzato alla conservazione e al miglioramento delle forme d'uso che consentono la formazione e il mantenimento di soprassuoli e di suoli con buone caratteristiche idrologiche, che garantiscono elevati livelli di qualità ambientale, un'adeguata protezione del terreno e delle zone di fondovalle, evitando il denudamento e l'impermeabilizzazione del suolo, e, se possibile, che consentono di evitare il ricorso a interventi artificiali di ripristino e di manutenzione. Pertanto, nelle aree soggette a problematiche di ordine idrogeologico, le trasformazioni del bosco in un'altra forma di utilizzazione del suolo e i movimenti di terra sono vietati, salvo che siano autorizzati ai sensi della legge provinciale n. 11 del 2007 e del presente regolamento.

ESTRATTO CARATA DI SINTESI GEOLOGICA P.U.P. scala 1:10.000

Il 27 ottobre 2014 la Giunta Provinciale ha approvato con delibera n°1813, ai sensi delle norme di attuazione del PUP, l'ottavo aggiornamento della Carta di Sintesi Geologica, il quale è entrato in vigore il giorno 5 novembre 2014 a seguito della pubblicazione sul Bollettino Ufficiale della Regione Trentino Alto Adige del 4 novembre 2014

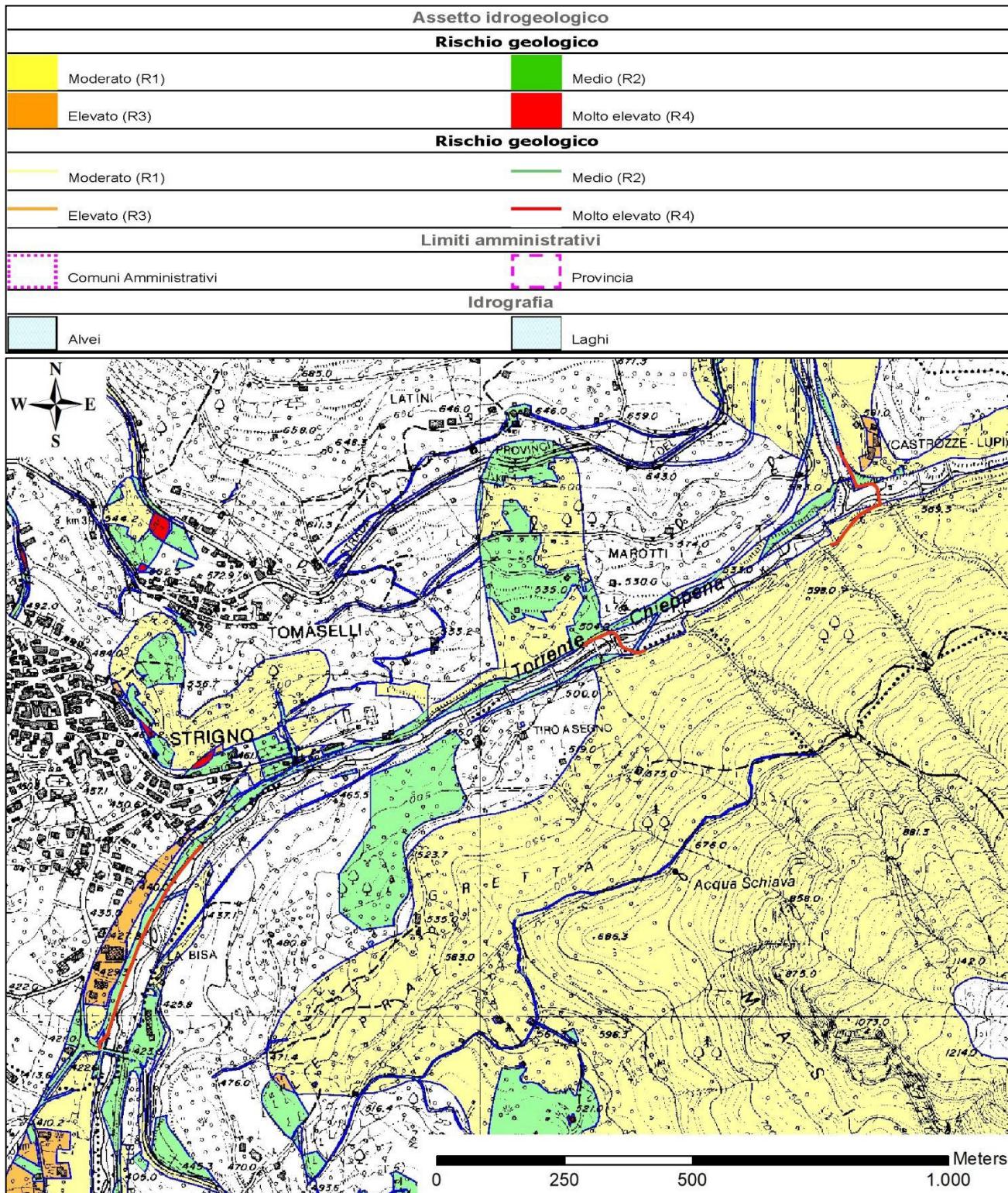


ESTRATTO CARATA DELL'USO DEL SUOLO GENERALE - scala 1:10.000
Uso del Suolo Generale (USG) della nuova Carta Topografica Generale 1:10.000 della Provincia autonoma di Trento – Cartografia Tematica PAT.



ESTRATTO CARATA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO P.G.U.A.P. scala 1:10.000
Piano Generale Utilizzo Acque Pubbliche – D.P.R. 15 febbraio 2006

Il piano PGUAP è approvato ai sensi e per gli effetti dell'articolo 14 del decreto del Presidente della Repubblica 31 agosto 1972, n. 670 e degli articoli 5 e 8 del decreto del Presidente della Repubblica 22 marzo 1974, n. 381, come da ultimo modificato dal D.L. 11 novembre 1999, n. 463.



ESTRATTO CARTA UTILIZZO RISORSE IDRICHE scala 1:10.000

Art. 21 – Norme di attuazione del P.U.P. – 2008

Il giorno 31/08/2015 con Delibera G.P. n°1470 è stato approvato il secondo aggiornamento della Carta delle Risorse Idriche, il quale è entrato in vigore il giorno successivo alla pubblicazione sul Bollettino Ufficiale della Regione n° 36 del 08/09/2015

Zona di Tutela Assoluta

- █ Sorgenti
- █ Sorgenti Minerali
- █ Acque Superficiali
- █ Pozzi

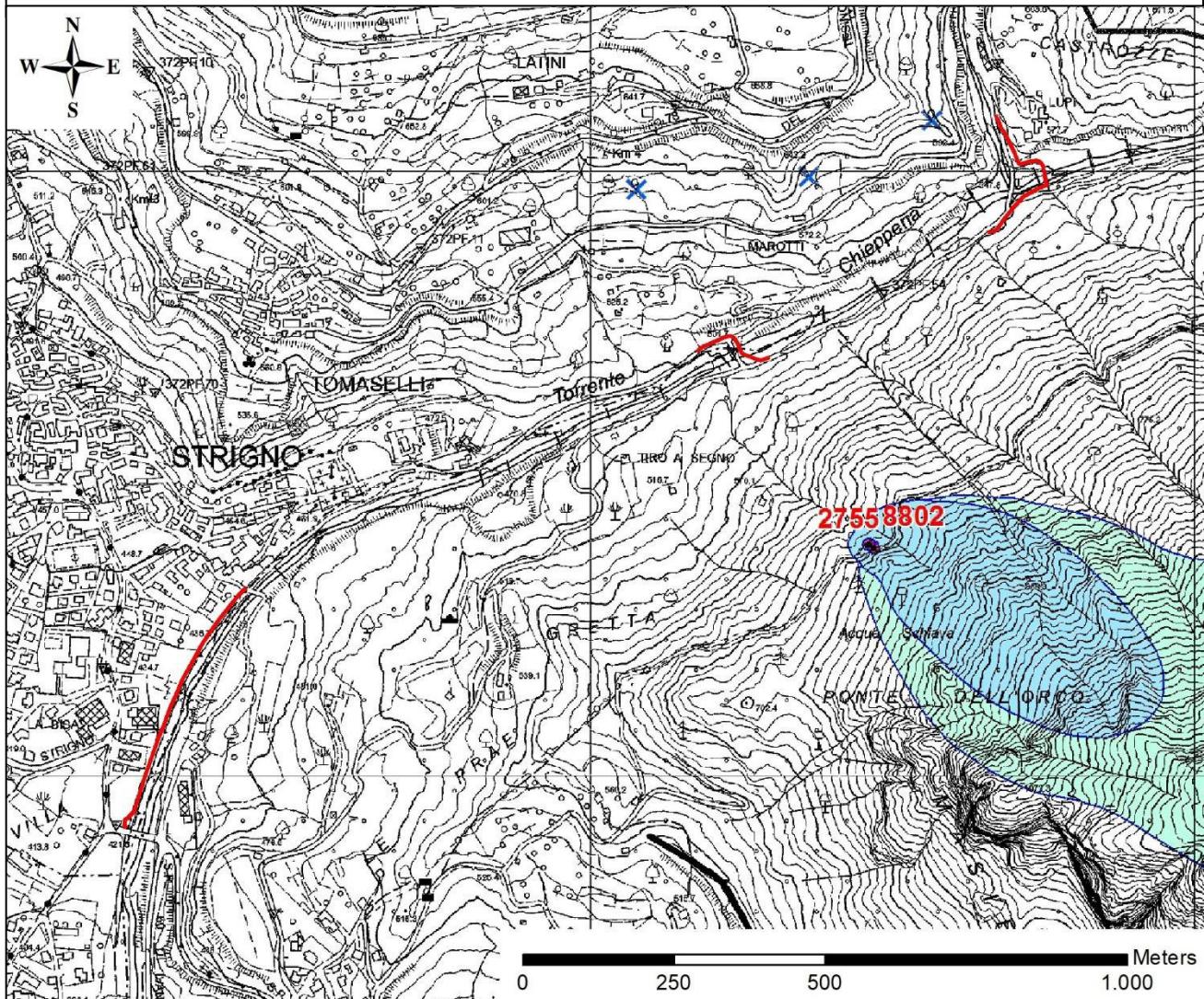
Zona di Rispetto Idrogeologico

- █ Sorgenti, Sorgenti Minerali, Acque Superficiali e Pozzi

Zona di Protezione Idrogeologica

- █ Sorgenti, Sorgenti Minerali, Acque Superficiali e Pozzi

↙ altre sorgenti non disciplinate dall'art.21 del P.U.P.

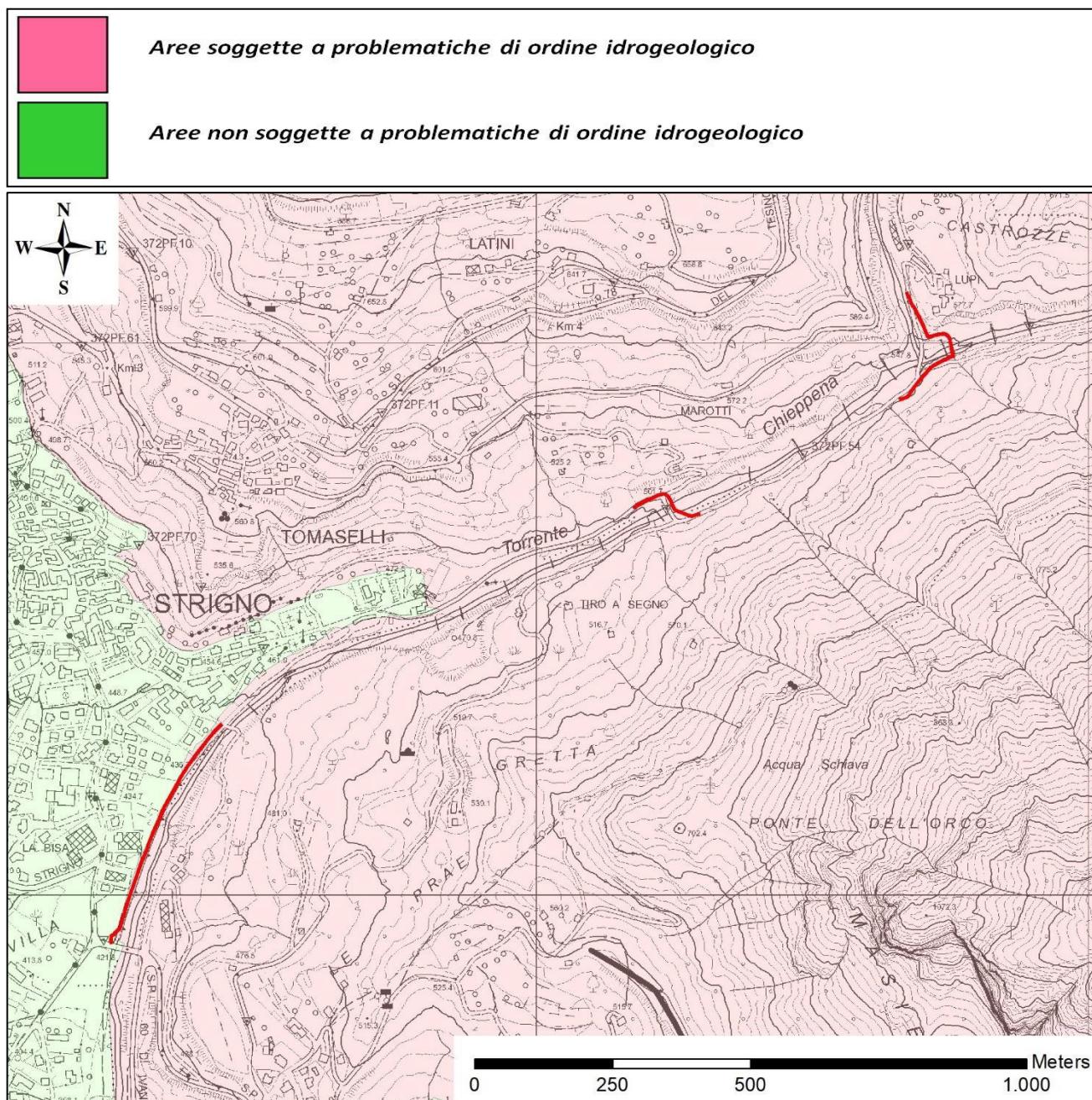


ESTRATTO CARATA DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO scala 1:10.000

LEGGE PROVINCIALE n° 11 DEL 23/05/2007, IN VIGORE dal 06/2010

“Governo del territorio forestale e montano, dei corsi d’acqua e delle aree protette”

Lo strumento del vincolo idrogeologico è finalizzato alla conservazione e al miglioramento delle forme d'uso che consentono la formazione e il mantenimento di soprassuoli e di suoli con buone caratteristiche idrologiche, che garantiscono elevati livelli di qualità ambientale, un'adeguata protezione del terreno e delle zone di fondovalle, evitando il denudamento e l'impermeabilizzazione del suolo, e, se possibile, che consentono di evitare il ricorso a interventi artificiali di ripristino e di manutenzione



2.2. Inquadramento geologico e geomorfologico dell'area

Il presente progetto tratta lo sviluppo del secondo tratto della pista ciclopedinale compreso tra l'abitato di Strigno e l'argine del torrente Chieppena, con partenza in corrispondenza di Ponte per Ivano Fracena nel comune di Castel Ivano ed arrivo in corrispondenza della località ai Monegati, dove esiste già una viabilità secondaria e dove è in fase di realizzazione il primo tratto della suddetta ciclabile. In particolare il progetto prevede la realizzazione di tre spezzoni di pista per uno sviluppo lineare complessivo di circa 858 metri, posti in destra e sinistra idrografica del torrente Chieppena.

Il Torrente Chieppena drena su un bacino costituito da rocce metamorfiche e vulcaniche nelle quali prevale lo scorrimento superficiale. Dalle analisi di campo e dalle svolte in passato dallo scrivente lungo l'area di studio, si osserva come quasi la totalità del tracciato si sviluppi all'interno dei depositi alluvionali e /o fluvioglaciali del torrente Chieppena.

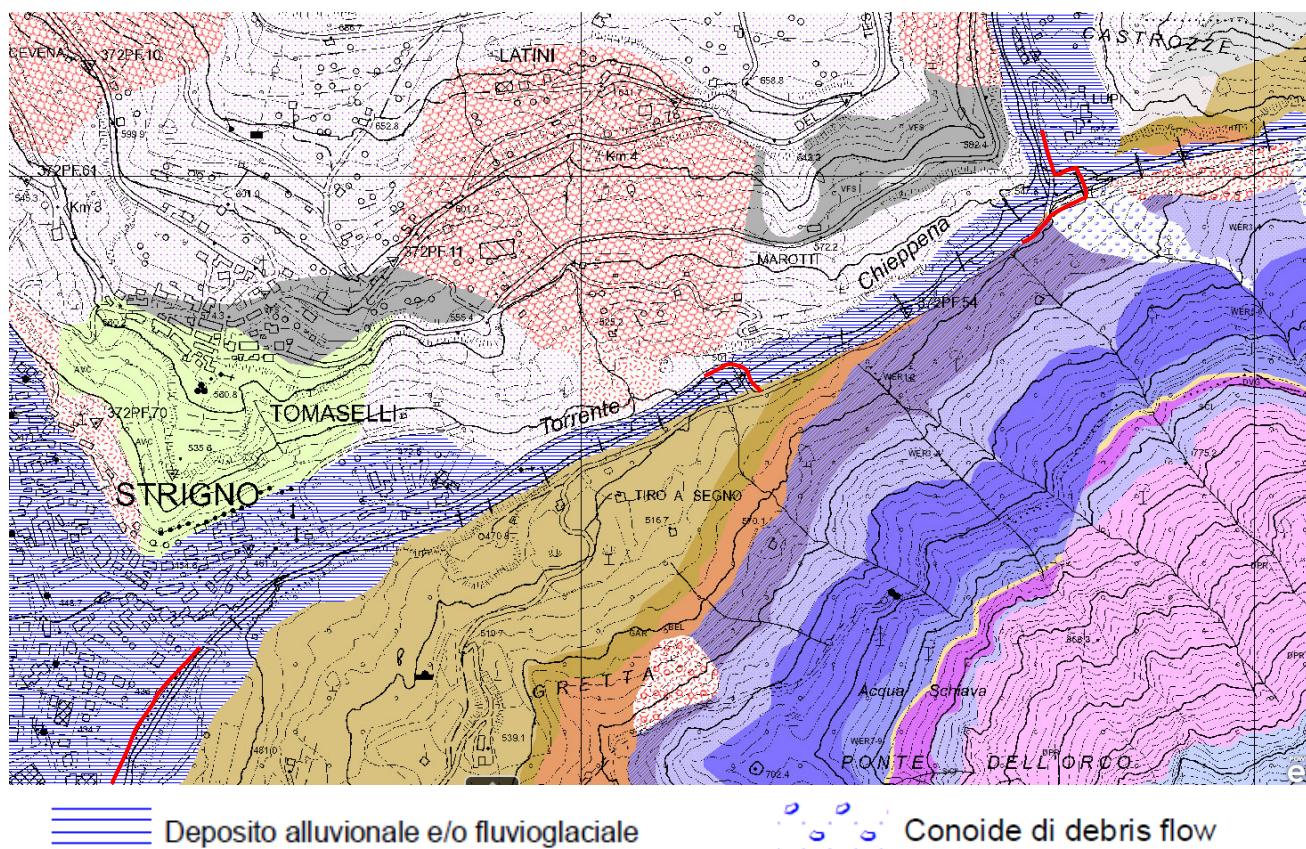


Fig. 2.1: ubicazione dell'area sulla "Carta Geologica della Provincia autonoma di Trento" fonte P.A.T.; scala 1:10.000 (ingrandita a vista).

In particolare sono stati recuperati gli studi geologici e tecnici eseguiti per la realizzazione del poligono di tiro esistente (posto in sinistra idrografica a ridosso del torrente Chieppena tra il tracciato 1 e il tracciato 2); realizzati dal Dott. Ernesto Broseghini (1992) – Costruzione di un centro polisportivo in loc. Zelo a Strigno – Relazione Geologica Tecnica. Nel Novembre del 2000 è stata eseguito uno studio geologico-geotecnico¹ a supporto del progetto esecutivo delle opere di contenimento degli scavi per la realizzazione del poligono di tiro a Strigno. In particolare sono stati eseguiti due sondaggi meccanici S1 e S2 e uno

¹ GEOLOGIA APPLICATA – Studio associato: Dott. Lorenzo Cadrobbi, dott. Michele Nobile, dott. Stefano Paternoster, dott. Claudio Valle.

stendimento sismico di lunghezza complessiva di 50 metri e relative prove in situ e di laboratorio. Analizzando dunque i sondaggi pregressi e le quote della pista ciclopedinale a progetto si vince come il tracciato si sviluppi all'interno di **depositi alluvionali e/o fluvioglaciali grossolani**: formati da ghiaia poligenica (granitica, calcareo dolomitica, metamorfica) da spigolosa a subarrotodata, con ciottoli e blocchi di granito (\varnothing 70÷80 cm), in matrice sabbiosa limosa di colore grigio, mediamente addensata.

Dato per assodato lo sviluppo del primo tratto di pista all'interno dei suddetti depositi, si osserva come il secondo spezzone (primo guado) posto in sinistra idrografica tra il torrente Chieppena e il versante, affiora il substrato alterato delle Filladi e Filladi quarzifere VFS; trattasi di Filladi più o meno quarzose da argentea a plumbee talora con sfumature verdastre, a quarzo, sericite/muscovite, clorite, albite +- biotite ed ilmenite (Età: pre-Permiano). La roccia presenta marcata fissilità parallelamente ai piani di scistosità. Nella parte più superficiale e alterata, a seguito della saturazione del terreno per eccessive piogge e quindi il notevole aumento delle pressioni interstiziali e la successiva diminuzione di resistenza dei materiali, in zone con elevate pendenze, si sono mobilitate poco a monte dell'area di studio (vedi loc. Latini) una serie di frane rotazionali principalmente superficiali e in alcuni casi medio – profonde. L'area di progetto di fatto non è interessata da tali dinamiche di versante, vista la posizione marginale della stessa e comunque all'interno dei depositi alluvionali e/o fluvioglaciali grossolani.

Analizzando la parte terminale del tracciato (intervento 3) si osserva come, per una lieve porzione iniziale (qualche decina di metri lineari), interessi una serie di depositi di origine torrentizia derivanti da una valletta laterale posta in destra idrografica del torrente Chieppena, dove si sviluppa un piccolo conoide di depositi da debris flow. Anche in questo caso la tipologia di deposito è comunque grossolana, costituita prevalentemente da ghiaia calcareo dolomitica da spigolosa a subarrotodata, con ciottoli e blocchi in matrice sabbiosa limosa. La parte restante del tracciato attraversa con un guado il torrente e prosegue il suo sviluppo all'interno dei depositi alluvionali e/o fluvioglaciali descritti in precedenza.

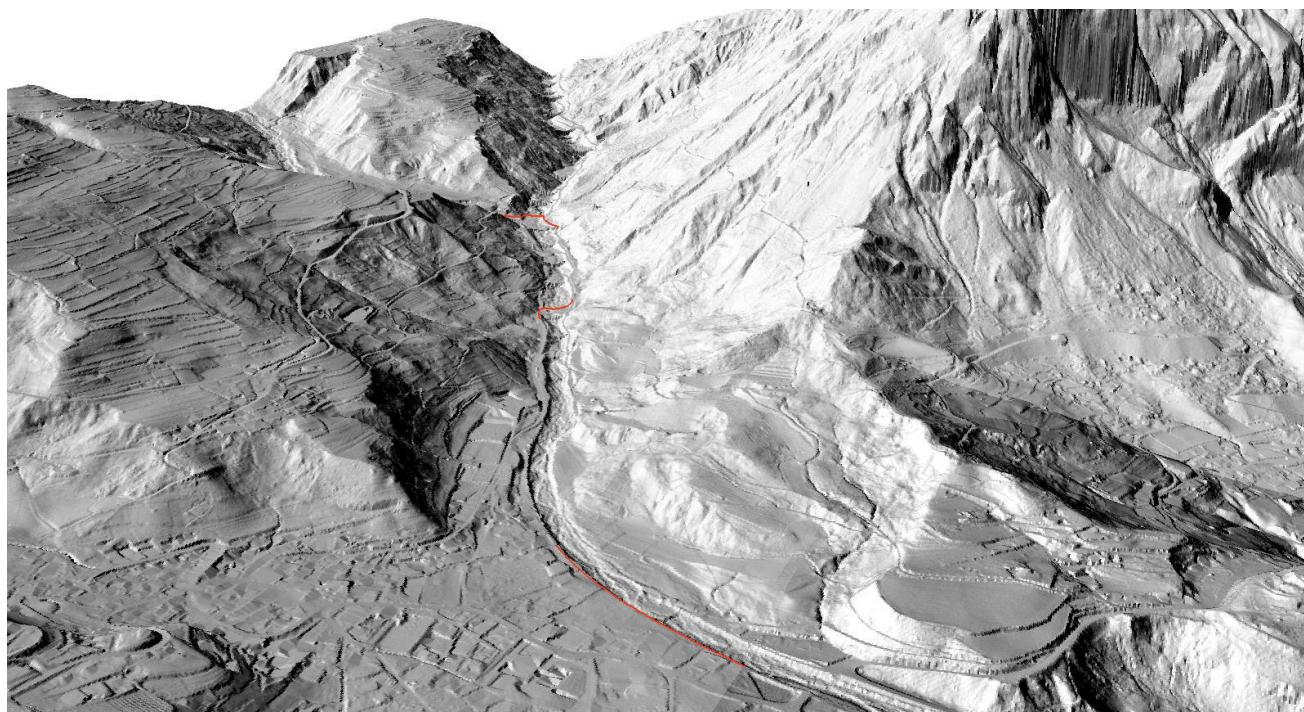


Fig. 2.2: modello 3D del DEM 2009 della PAT; dall'immagine si osservano chiaramente gli elementi morfologici descritti in precedenza. Dati forniti dal Servizio di diffusione on line dei dati del Sistema Informativo Ambientale e Territoriale provinciale (S.I.A.T.). In rosso i tre tratti a progetto.

Dalle precedenti considerazioni si osserva come l'intero tracciato si sviluppi all'interno di materiali sciolti con buone caratteristiche geotecniche. Lungo l'intero tracciato si esclude la presenza di una vera e propria falda freatica che potrà interessare gli scavi in previsione (realizzazione tracciato ciclopeditonale). Solo localmente (primo spezzone del secondo tratto d'intervento) a monte dell'aera si rileva la presenza di venute localizzate più o meno profonde, attive in concomitanza ad intensi eventi piovosi e a una circolazione di monte a carattere variabile stagionale.



Fig. 2.3: scavo eseguito in corrispondenza del secondo intervento a progetto, per la messa in opera delle tubazioni della centralina idroelettrica posta in corrispondenza del terzo tratto. Dall'immagine si osservano i depositi alluvionali e/o fluvioglaciali grossolani: formati da ghiaia poligenica (granitica, calcareo dolomitica, metamorfica) da spigolosa a subarrotondata, con ciottoli e blocchi di granito (\varnothing 70÷80 cm), in matrice sabbiosa limosa di colore grigio, mediamente addensata.

2.3. Inquadramento idrico e idrogeologico dell'area

Il torrente Chieppena, che nasce dal versante meridionale del monte Cima d'Asta in seguito all'unione fra il rio Gallina e il rio di Fierollo, scende in direzione Nord-Est fino a sfociare nel fiume Brenta nei pressi di Barricata di Strigno, poco più a valle del torrente Mas.

Durante il suo deflusso verso vale, riceve l'apporto di innumerevoli rivi e euscelli sia in destra che sinistra idrografica (rio Pradellano e una serie di canali detritici in sinistra idrografica - il rio Lusumina, il rio di Bieno ed il rio Cinaga in destra idrografica).

Il bacino contribuente presenta una estensione complessiva di 32,6 Km² (area contribuente) per una lunghezza totale di 7,5 Km. Pertanto per quanto concerne i tratti d'interesse l'area contribuente risulta composta principalmente da tre sottobacini: quello del torrente Lusumina, quello del torrente Galina e quello del Chieppena stesso.

Il torrente drena su un bacino costituito da rocce metamorfiche e vulcaniche nelle quali prevale lo scorrimento superficiale. Pertanto, a causa della natura impermeabile del substrato geologico su cui scorre, il bacino del torrente non presenta grandi fenomeni di infiltrazione rispetto a quelli di deflusso superficiale, anche per la presenza di numerose e diffuse briglie su tutta l'asta torrentizia. Come rilevato in precedenza, l'intero tracciato si sviluppi all'interno di materiali sciolti con buone caratteristiche geotecniche, in particolare per quanto concerne la caratterizzazione idrogeologica dell'alveo, si sottolinea come le alluvioni attuali siano caratterizzate da un coefficiente di permeabilità alto mentre quelle recenti presentano una permeabilità da media ad alta. Lungo l'intero tracciato si esclude la presenza di una vera e propria falda freatica che potrà interessare gli scavi in previsione (realizzazione tracciato ciclopeditonale). Solo localmente (primo spezzzone del secondo tratto d'intervento) a monte dell'aera si rileva la presenza di venute localizzate più o meno profonde, attive in concomitanza ad intensi eventi piovosi e a una circolazione di monte a carattere variabile stagionale.

Dalle tavoli progettuali si evince come il secondo e il terzo intervento prevedono la realizzazione di due guadi. In entrambi i casi il guado sarà costituito n. 4 canale messe in successione, dove ciascun scatolare ha una sezione larga 3.00 m e alta 0.7 m. Considerando un tirante massimo dello scatolare pari a 0.6 m e una pendenza pari al 4.5%, si una portata massima pari a 24.22 m³/sec a scatolare, per una portata massima in esercizio dei guadi pari a 96.88 m³/sec (vedi relazione idraulica). I vari calcoli delle portate nei tatti del guado e d'intervento dell'alveo mostrano come le portate bicentenarie risultino inferiori del portata di progetto. Pertanto, dalle analisi di calcolo effettuate dal Dott. Ing. Sandro Dandrea e riportate all'interno della relazione idraulica, si evince come sia nei tratti del guado che nelle sezioni di nuova realizzazione del torrente (sistematizzazione alveo), l'alveo risulta perfettamente in grado di far defluire la piena bicentenaria.

2.4. Criticità geologiche e idrogeologiche dell'area in relazione agli interventi progettuali

Le principali criticità dell'area sono ascrivibili alle dinamiche di carattere alluvionale – torrentizio esercitate dal T. Chieppena che scorre in senso a tutto il tracciato a progetto; così come ampiamente evidenziato dalla Carta di Sintesi Geologica (CSG) e dallo stralcio della **Carta di sintesi della pericolosità (CSP)**, non ancora attiva per l'area di studio.

Infatti, il progetto prevede la realizzazione di tre spezzoni di pista ciclo-pedonale per uno sviluppo lineare complessivo di circa 857 metri, posti in destra e sinistra idrografica del torrente. Gli innumerevoli lavori eseguiti nel tempo dalla PAT, come la realizzazione di ampi argini e briglie trasversali, a ridosso e a monte delle aree d'intervento, hanno in parte ridotto

il grado di pericolo in prossimità di tutti i tratti d'intervento. Tuttavia, nonostante la mitigazione del rischio esercitate dalle opere di prevenzione esistenti, non è possibile con le a progetto abbattere il rischio, in particolare in corrispondenza dei due attraversamenti del torrente (guadi sottesi agli interventi 2-3). Si evidenzia pertanto, come i due guadi in progetto, a seguito di eventi di piene centenarie o con fenomeni di trasporto solido, risultano esondabili e quindi direttamente interessati da un'eventuale piena dello stesso. Pertanto, al fine di ridurre il più possibile l'esposizione al pericolo per i fruitori del tracciato, si dovrà obbligatoriamente predisporre la chiusura della pista ciclopedinale durante il verificarsi di condizioni meteorologiche intense per durata e intensità, in particolare durante allerte meteo di "tipo gialle" emanate dal Dipartimento di Protezione Civile di Trento. In questo caso bisognerà impedire il transito sia a valle che a monte dei guadi al fine di evitare la presenza di veicoli e/o persone nei tratti d'interesse durante fenomeni alluvionali-torrentizi di sorta (vedi relazione di progetto integrativa per piano di protezione civile). Infatti, eventuali fenomeni alluvionali potrebbero coinvolgere persone soprattutto nelle zone di attraversamento del torrente (guadi). Si dovranno dunque predisporre delle stanghe di chiusura del tracciato, in particolare una (stanga A) a monte del campo santo e una (stanga B) in località "Lupi" (vedi tavola 1a). Nella relativa relazione tecnica integrativa del piano di protezione civile e relative tavole vengono individuate le possibili strade alternative ad utilizzo dei soccorritori in caso necessità di raggiungere le aree di esondazione.

In ogni caso le opere a progetto, non vanno a implementare le condizioni di pericolo, ma ambiscono a migliorare il normale deflusso di eventuali trasporti liquidi e solidi nei tratti di attraversamento guadi (vedi relazione idraulica).

2.4.1. Primo tratto d'intervento

Il primo tratto d'intervento riguarda una fascia di campagna presente a lato dell'argine posto in destra idrografica del torrente Chieppena. Nel tratto interessato dai lavori, la nuova pista ciclabile partendo dal ponte per Ivano Fracena aggirerà sul lato sinistro la vasca dell'irrigazione esistente (sezione n. 1 a sezione n. 55 lunghezza 450 m).

Le maggiori lavorazioni nei tratti di interesse sono quelle connesse tra la sezione n.15 e la n.26 ove si prevede un leggero sbancamento del materiale e pareggiamiento delle quote fino a quella della testata dell'argine, si prevede dunque la realizzazione di un piccolo muretto di sostegno al fine di delimitare il giardino della p.ed. 1090. In corrispondenza della sezione n.19 e la n.37 è prevista la realizzazione di una scogliera (altezza massima f.t. 1,5 metri) a sostegno del terreno di campagna scavato per la realizzazione del tracciato.

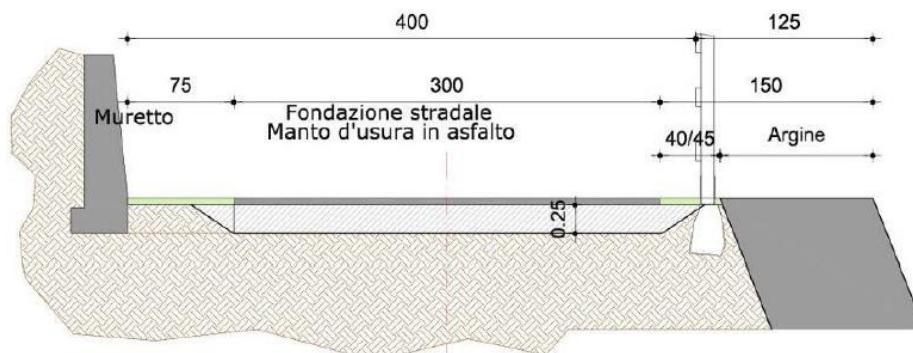


Fig. 2.4: sezione della piattaforma stradale in corrispondenza intervento 1 – fig. 1 tav. n.7.



Fig. 2.5: sezione della piattaforma stradale in corrispondenza intervento 1 – fig. 2 tav. n.7.

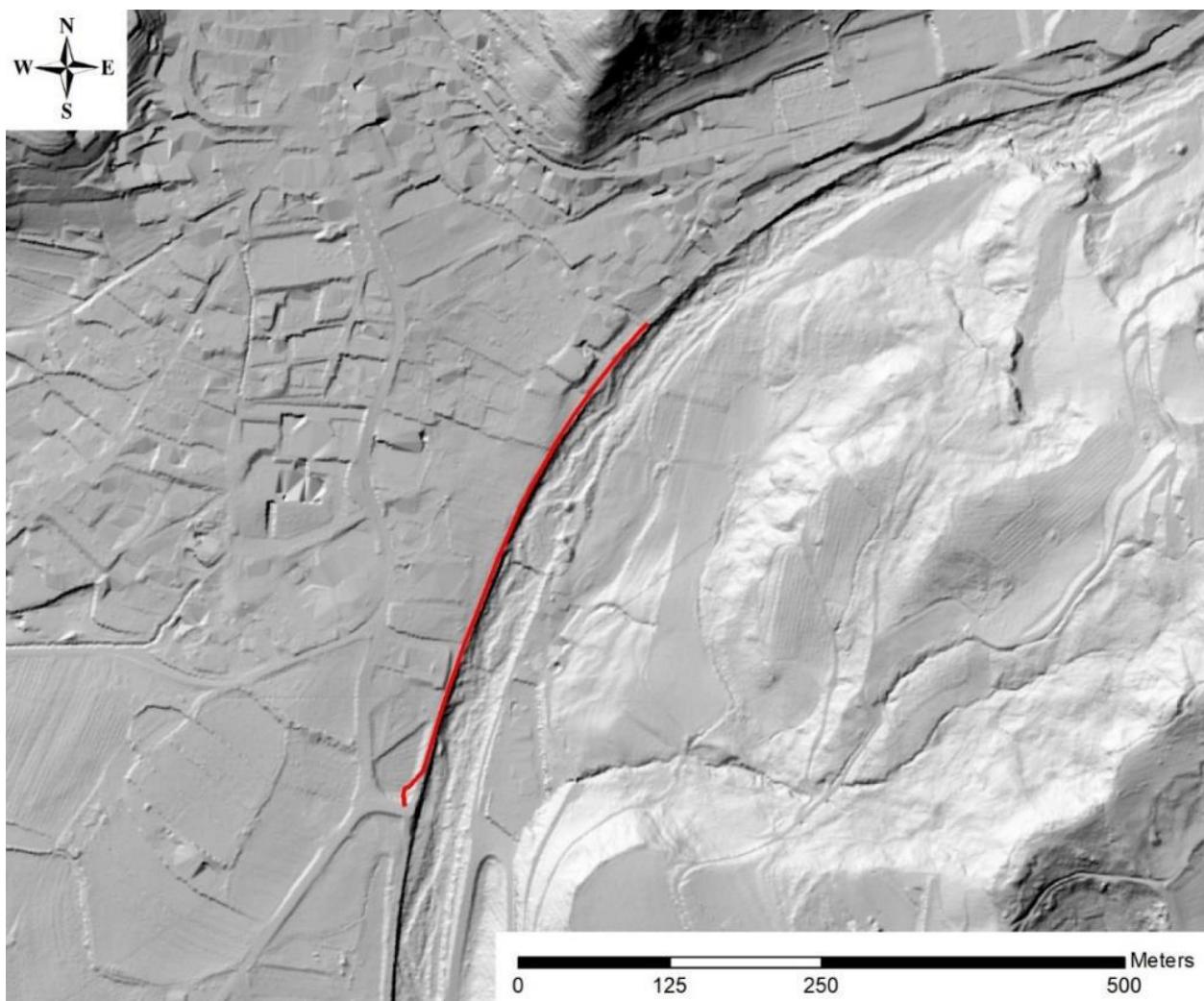


Fig. 2.6: ubicazione su DEM della PAT del primo tratto d'intervento (tratteggio rosso).

Come si osserva dall'immagine precedente, l'intera porzione di tracciata è ubicato in destra idrografica del torrente lungo l'apice della conoide alluvionale-torrentizia del torrente Chieppena. Come per quasi la totalità del tracciato affiorano i depositi alluvionali e/o fluvioglaciali grossolani: formati da ghiaia poligenica (granitica, calcareo dolomitica, metamorfica) da spigolosa a subarrotondata, con ciottoli e blocchi di granito (\varnothing 70÷80 cm), in matrice sabbiosa limosa di colore grigio, mediamente addensata.

Sezione 35
Progressiva 320,88 m
Sovrastruttura stradale
Base: 3,750 m
Usura: 3.000 m
Scavi e Bonifiche
Sterro: 3.460 mq

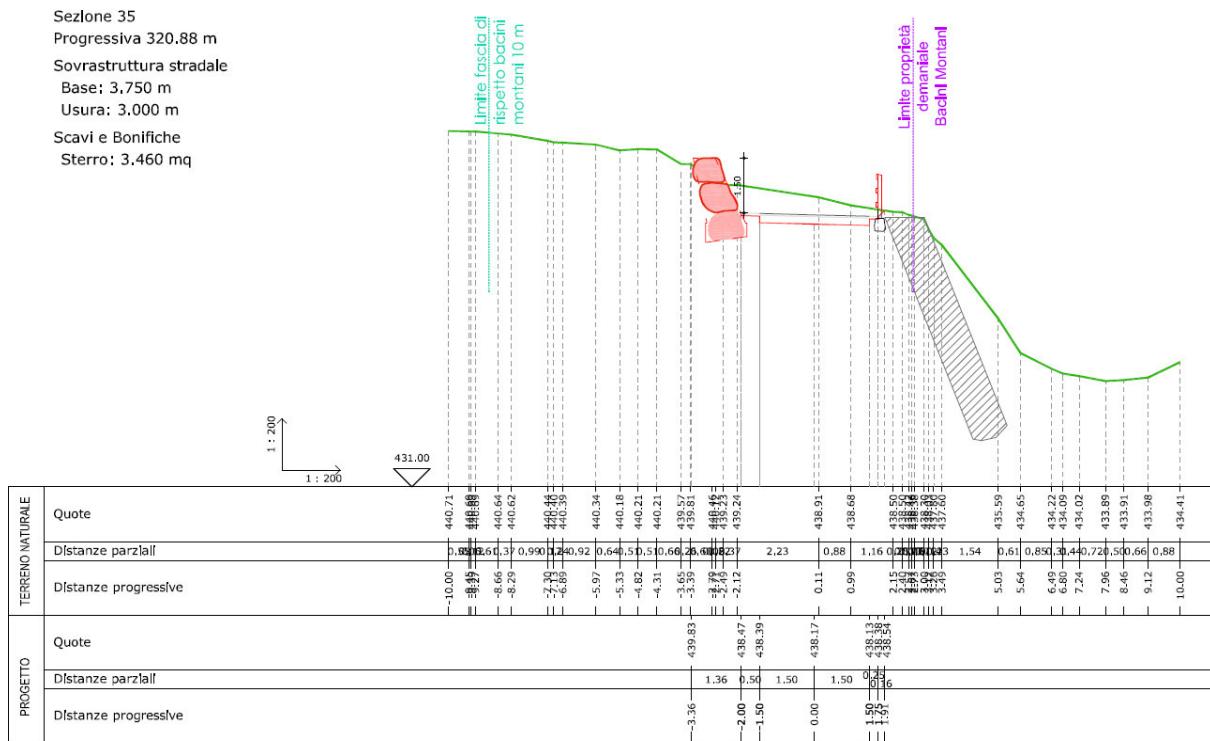


Fig. 2.7: estratto sezione n.35 di progetto del primo tratto, dove si prevede la realizzazione di una scogliera a sostegno del terreno di campagna escavato per la realizzazione del tracciato.



Fig. 2.8: scavo eseguito nei pressi dell'area d'intervento (tracciato 1), si osservano i depositi grossolani alluvionali e/o fluvioglaciali del torrente Chieppena.

2.4.2. Secondo tratto d'intervento

In tale tratto (da sezione n.5 a n.20) il tracciato della pista è pressoché esistente, e viene lievemente modificato solo nel tratto terminale per evitare interazioni con le tubazioni del gasdotto esistenti. Il secondo intervento si realizza quindi in corrispondenza del ponticello in legno e del guado esistente con cui si attraversa una prima volta il torrente Chieppena per raggiungere la località ai lupi.

Al fine di migliorare le condizioni di deflusso del torrente e controllare il trasposto solido in alveo, nel secondo tratto d'intervento, si prevede di spostare il nuovo guado più a monte di quello esistente in modo da far coincidere la posizione del nuovo guado con la posizione in cui il torrente è attraversato dalla condotta della fognatura nera e dalla condotta della nuova centrale idroelettrica. Il nuovo guado si prevede di realizzarlo subito a valle dei suddetti tubi in modo che il guado stesso, che di fatto rappresenta una soglia sul corso d'acqua, sia un'opera di difesa dei tubi. Non si è costruito il guado sopra ai tubi per permettere in futuro di intervenire su tali infrastrutture. Demolendo il guado esistente si dà la possibilità al corso d'acqua di riprofilare l'alveo aumentando di fatto la pendenza subito a monte della briglia posta immediatamente a valle (vedasi relazione idraulica). La contestuale rimozione del ponte in legno esistente va quindi a ripristinare la totalità della larghezza utile dell'alveo che in questo momento è notevolmente ridotta dal piccolo ponte e dai rilevati della strada di accesso a tale ponte. Pertanto come evidenziato dalla relazione tecnica con la realizzazione di questo nuovo guado si va di fatto a realizzare una nuova soglia nel torrente, ripristinando la sezione utile del torrente che in corrispondenza della soglia risulta uguale o superiore alla sezione utile delle briglie in cemento armato poste lungo il torrente.

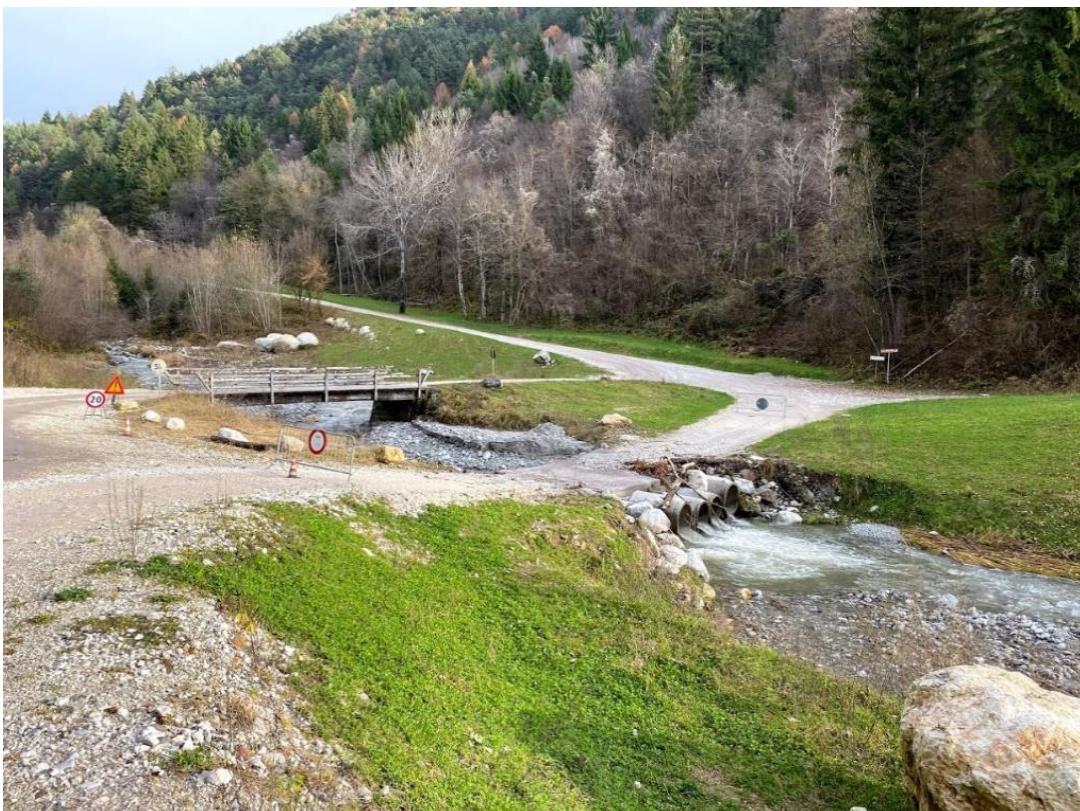


Fig. 2.9: vista sul secondo tratto d'intervento in corrispondenza del guado. Si prevede di spostare il nuovo guado più a monte di quello esistente; demolendo il guado esistente si dà la possibilità al corso d'acqua di riprofilare l'alveo aumentando di fatto la pendenza subito a monte della briglia posta immediatamente a valle (vedasi relazione idraulica). La contestuale rimozione del ponte in legno esistente va quindi a ripristinare la totalità della larghezza utile dell'alveo.

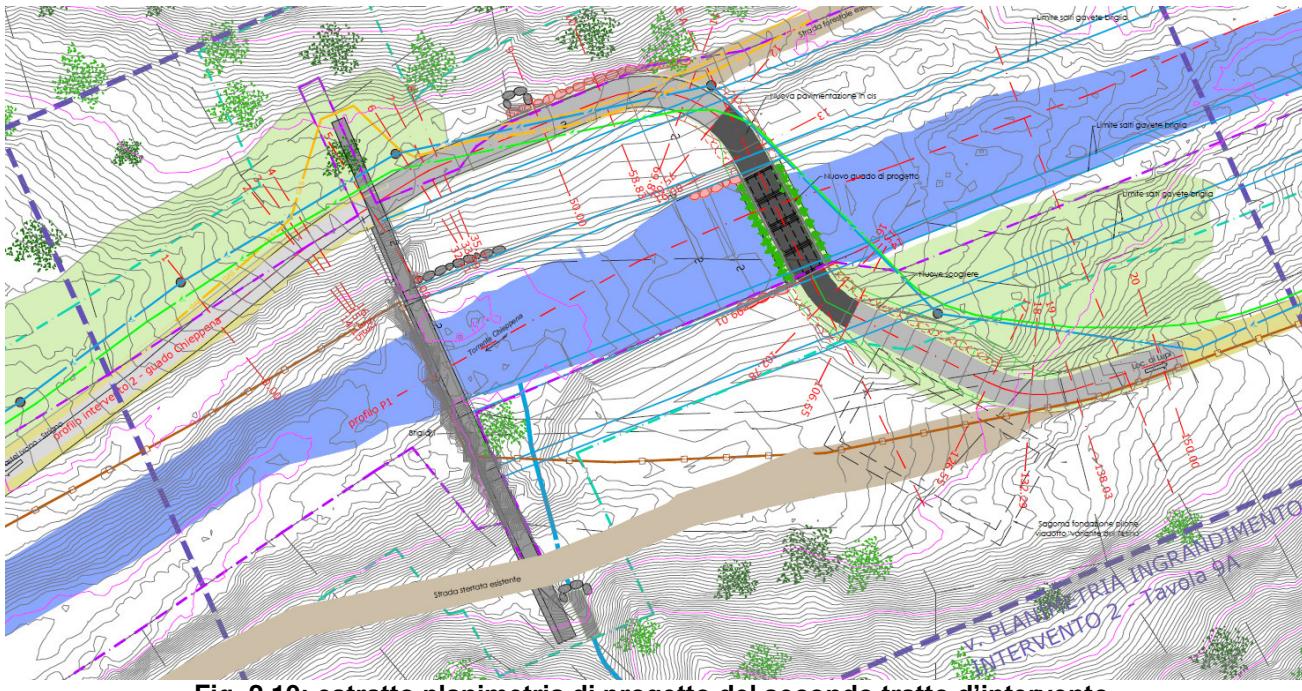


Fig. 2.10: estratto planimetria di progetto del secondo tratto d'intervento.

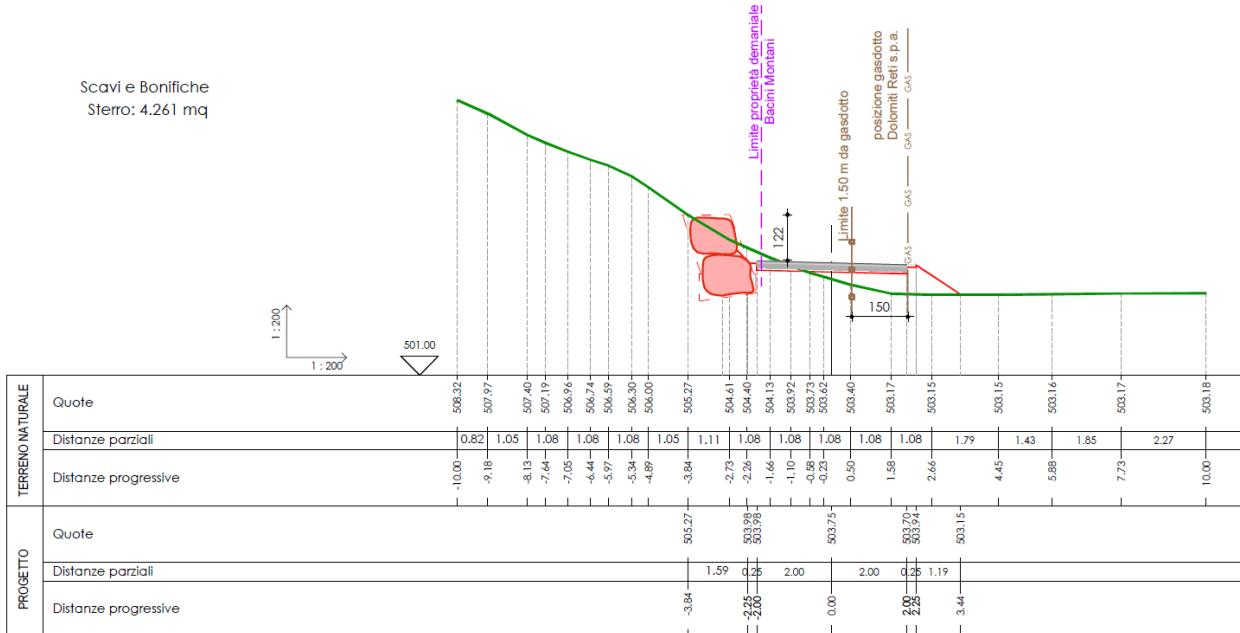


Fig. 2.11: estratto sezione 10 (progressiva 58,83 m) del secondo tratto d'intervento.

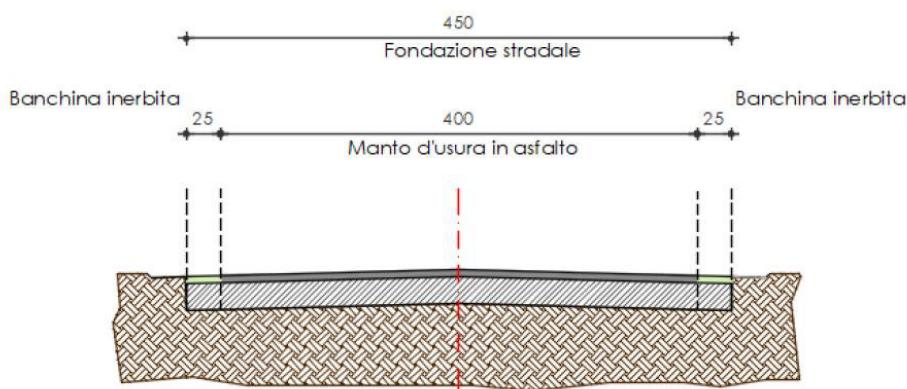


Fig. 2.12: sezione “tipo 1 tratto 2” della piattaforma stradale.

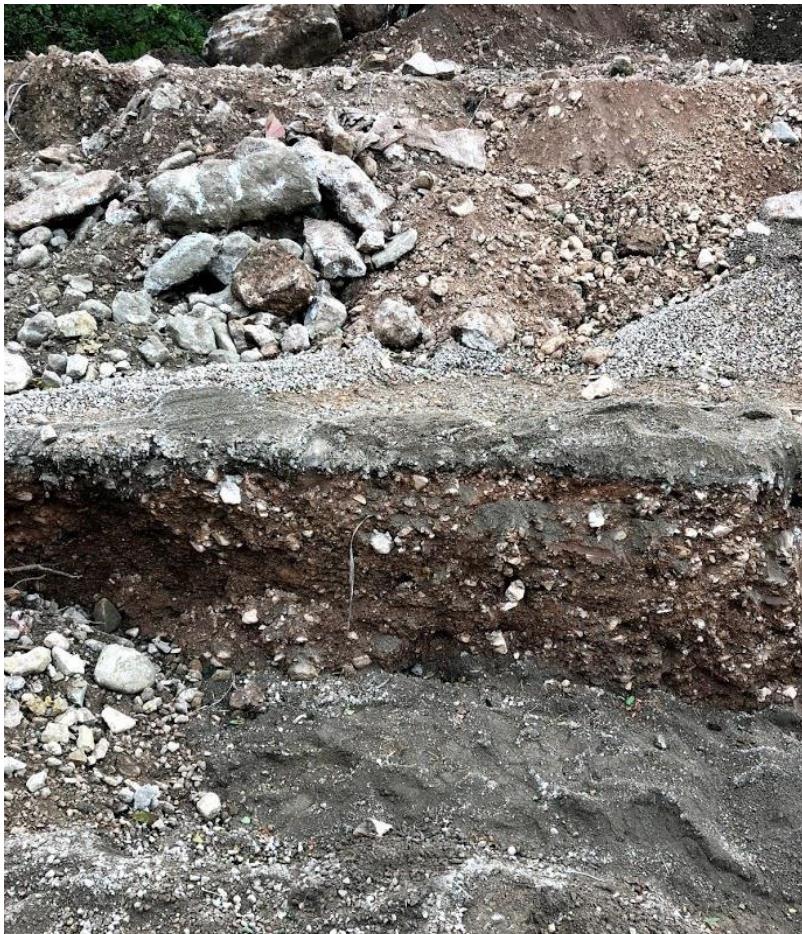


Fig. 2.13: scavo eseguito in corrispondenza del secondo intervento a progetto, per la messa in opera delle tubazioni della centralina idroelettrica posta in corrispondenza del terzo tratto. Dall'immagine si osservano i depositi alluvionali e/o fluvioglaciali grossolani: formati da ghiaia poligenica (granitica, calcareo dolomitica, metamorfica) da spigolosa a subarrotondata, con ciottoli e blocchi di granito (\varnothing 70÷80 cm), in matrice sabbiosa limosa di colore grigio, mediamente addensata.

Dal punto di vista litologico anche in questo spezzone di ciclopedenale (circa 130 metri lineari) affiorano i depositi alluvionali e/o fluvioglaciali grossolani di origine alluvionale e/o fluvioglaciale: formati da ghiaia poligenica (granitica, calcareo dolomitica, metamorfica) da spigolosa a subarrotondata, con ciottoli e blocchi di granito (\varnothing 70÷80 cm), in matrice sabbiosa limosa di colore grigio, mediamente addensata.

Tale depositi rinvenuti in innumerevoli scavi sono stati rilevati anche dai sondaggi effettuati poco a valle per la realizzazione del poligono di tiro (vedi capitolo 2.2 della presente relazione).

2.4.3. Terzo tratto d'intervento

L'inizio del terzo tracciato corrisponde con la strada arginale esistente, per poi discostarsi e proseguire lungo la strada forestale per poi svoltare a sinistra e scendere con una pendenza vicina all' 8% ed attraversare il torrente circa 70 metri più a monte dell'attuale attraversamento esistente. La pista continua con un tratto pianeggiante per poi cominciare a salire con una pendenza costante pari al 10,92 % fino a collegarsi con la strada esistente.

L'elemento di maggiore criticità, anche per terzo tratto, è dunque l'attraversamento del torrente. Al fine di migliorare le condizioni di deflusso del torrente, si prevede dunque di spostare il nuovo guado più a monte di quello esistente in modo da aumentare la quota del

fondo del torrente in corrispondenza del nuovo guado (quota 548,00 metri s.l.m.) rispetto alla briglia di valle (quota 545,46 metri s.l.m.) di circa 2,54 metri e rispetto al guado esistente (quota 546,93 metri s.l.m.) di circa 1,07 metri. In questo modo si garantisce un franco maggiore rispetto ai trasporti del torrente Lusumina che tendono a riempire il corso del torrente Chieppena. Tale intervento consiste inoltre di demolire il guado esistente e poter riprofilare l'alveo aumentando la pendenza subito a monte della briglia posta immediatamente a valle. Verrà inoltre demolita la passerella in legno esistente ripristinando la totalità della larghezza utile dell'alveo che in questo momento è notevolmente ridotta. Il tracciato giungerà poi al torrente, ove poco a monte si innesta una vallecola laterale che allo stato attuale appare ben vegetata senza segni di incisioni recenti di sorta (vedi fig. 2.13). Si ravvisa la necessità di realizzare comunque una sorta di "spalla" costituita da un tomo in protezione del guado previsto. Il guado sarà realizzato con n. 4 canale messe in successione per una lunghezza di circa 14,25 m. Le canale avranno un'altezza di 100 cm, con una sezione utile minima di passaggio di 70cm, chiuse da una soletta amovibile in cemento. Le solette amovibili infatti saranno adatte qualora si debbano effettuare operazioni di pulizia del guado. Le canale saranno poggiate su una platea armata con uno spessore di 20 cm e sono racchiuse all'interno di muretti in calcestruzzo armato in modo che le strutture prefabbricate siano stabili e siano solidali tra loro. Sui lati del guado si realizzeranno due tomi in terra di contenimento che impediranno ai veicoli di finire nel torrente.

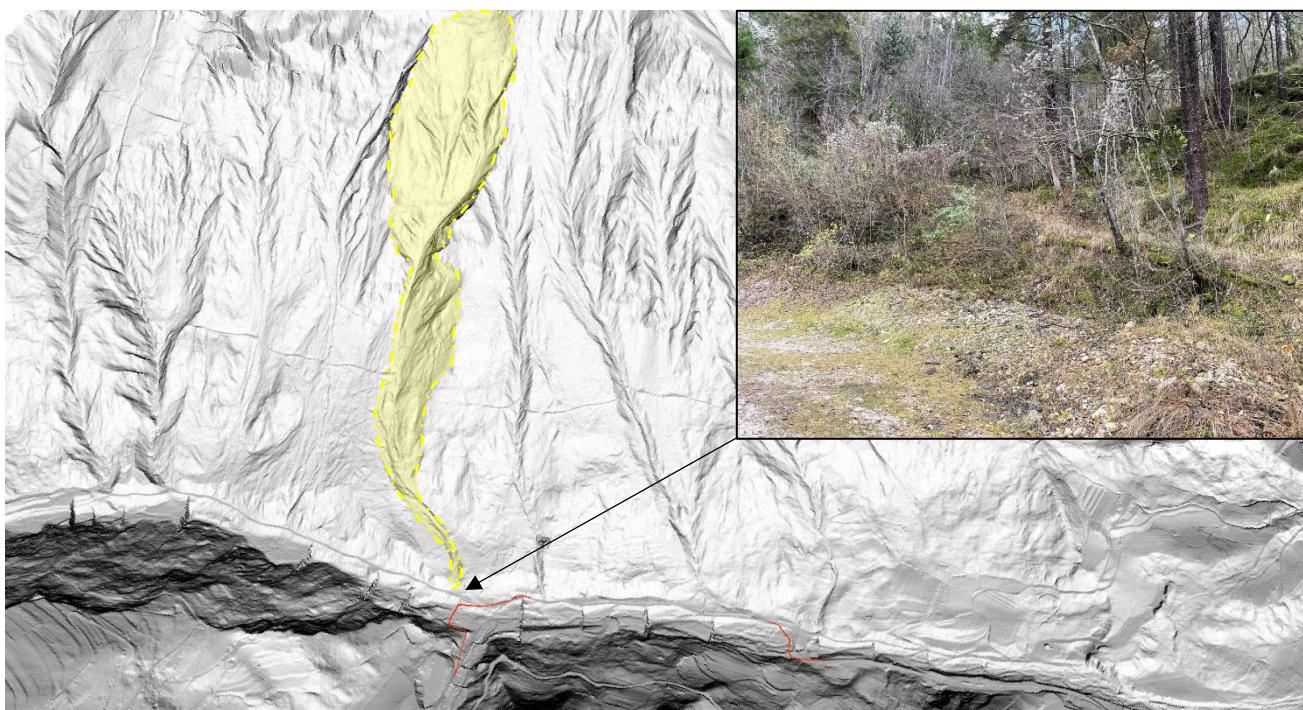


Fig. 2.14: vista tridimensionale sulla vallecola laterale che si innesta lungo il fondovalle poco a monte del tratto dove il tracciato raggiunge il torrente Chieppena. Tale vallecola, allo stato attuale, appare ben vegetata senza segni di incisioni recenti di sorta. Si ravvisa la necessità di realizzare comunque una sorta di "spalla" costituita da un tomo in protezione del guado previsto. Il riquadro in alto a destra mostra l'imboocco della vallecola laterale nei pressi del torrente.

Altro elemento di criticità in termini di apporto di sedimento solido-liquido al torrente è l'asta del piccolo corso d'acqua (quarto affluente) che confluisce nel torrente Chieppena circa 15-20 metri a monte del nuovo guado a progetto. Come si evince dall'analisi del Lidar 2009 della PAT (vedi immagine 2.14) negli anni sono stati realizzate lunga l'intera asta del torrente ben oltre 20 briglie. Tali interventi hanno stabilizzato l'alveo del rio e le sponde che ad oggi risultano vegetati (vedi foto 2.16). Anche in occasione di eventi meteori di particolare intensità

per durata e intensità non si sono registrati fenomeni di trasporto solido come evidenziato dalle foto aere messe a disposizione del SIAT della PAT (vedi 2015 – 1973). Di fatto non è possibile escludere totalmente la riattivazione di eventuali fenomeni erosivi lungo il versante posto a monte del guado. Infatti, lungo alcune aste poste più a monte di quella in esame, caratterizzate da pendenze longitudinale particolarmente elevate ($> 60\%$), durante intensi fenomeni atmosferici, si verificano degli improvvisi colamenti di materiale sciolto (debris flow), che hanno interessato l'attuale sede stradale forestale. Lo studio di D'Agostino su eventi storici di trasporto estremo in alcuni bacini di piccola e media superficie nel Trentino Orientale, definisce il contributo specifico dei bacini in m^3/Km^2 . Nel nostro caso è possibile ricavare dei valori in condizioni estreme che si attesta nell'ordine di $35\text{--}40 \text{ m}^3$; generalmente si registrano valori contenuti nell'ordine di 10 m^3 . Tuttavia tali aste poste più a monte di quella in esame (quarto affluente – vedi fig. 2.14) non rappresentano una criticità sottesa al tracciato a progetto in quanto non direttamente interessato da eventuali colate. Per quanto concerne il quarto affluente posto poco a monte del nuovo guado, anche se non si registrano eventi di colata detritica nei decenni precedenti e vi siano una serie di briglie lungo l'intera asta del rio, si evince la necessità di creare una sorta di "spalla" deviatoria nei confronti di eventuali colate di detrito. In particolare si dovranno realizzare a valle del rio due tomì in scogliera di massi ciclopici dell'altezza minima di 3 metri (vedi sezione G tavola di progetto n.15 A). Al fine di proteggere la strada forestale da fenomeni di erosione si prescrive che il tratto in corrispondenza dell'asta del rio sia realizzato in corda molla. Il sistema combinato di tomì e selciatone (vedi fig. 2.17) avranno la funzione di deviare il deflusso di eventuali acque e/o colate detritiche direttamente nell'alveo senza di fatto intercettare il guado. Le opere si ritengono sufficientemente dimensionate visto che la sezione di passaggio del canale di monte è inferiore a quella ricavata con la costruzione del cunettone a corda molla e dei due tomì e la stessa gavetta delle briglie di monte ha una superficie media inferiore a 4 m^2 .



Fig. 2.15: vista sul terzo tratto d'intervento in corrispondenza del guado. Il guado sarà realizzato con n. 4 canale messe in successione per una lunghezza di circa 14,25 m. Le canale avranno un'altezza di 100 cm, con una sezione utile minima di passaggio di 70 cm, chiuse da una soletta amovibile in cemento.

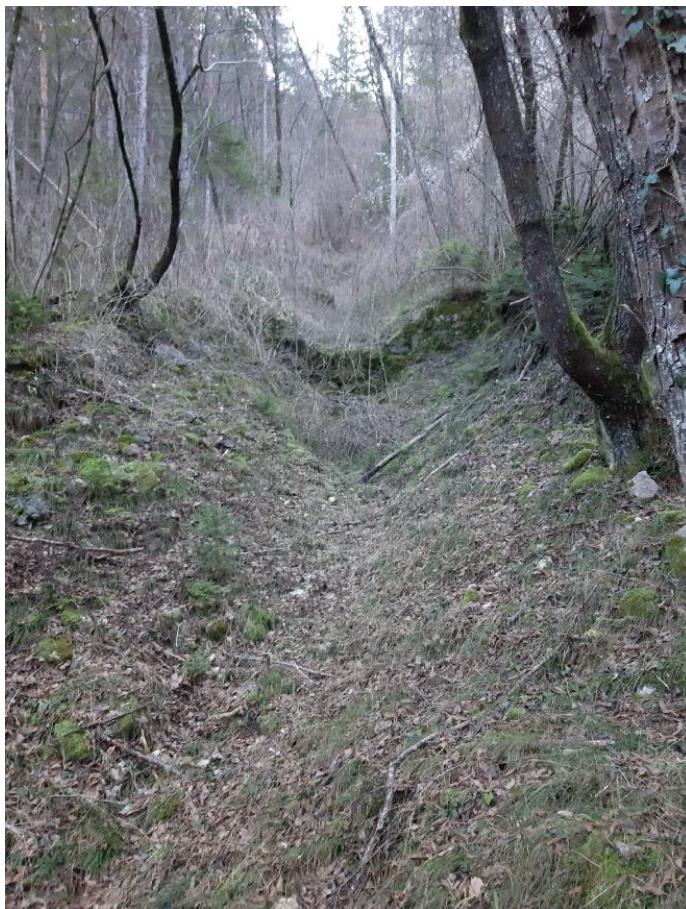


Fig. 2.16: vista su briglia in muratura posta lunga l'asta del rio.

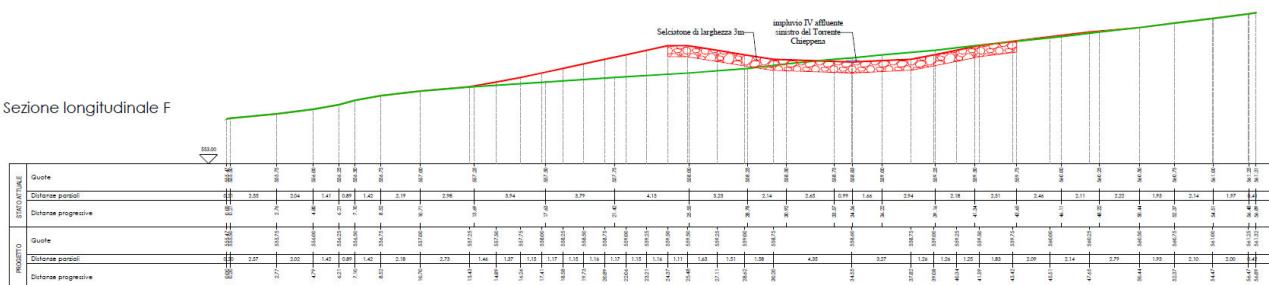


Fig. 2.17: sezione longitudinale F in corrispondenza IV affluente sinistro torrente Chieppena.

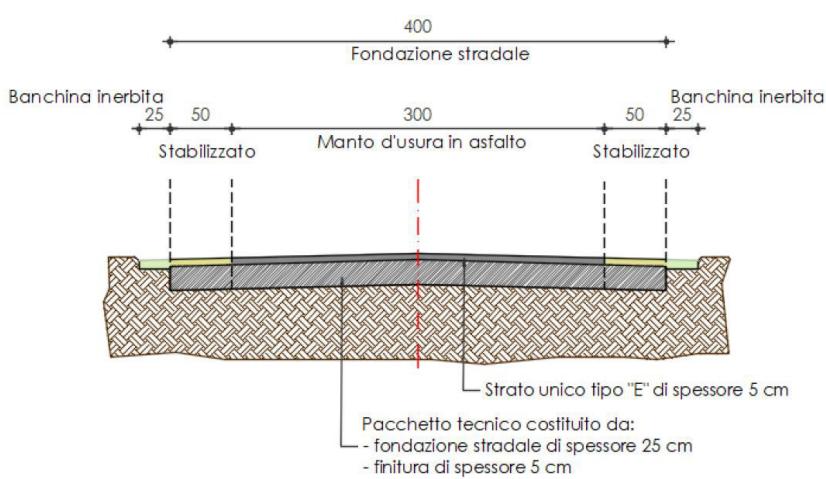


Fig. 2.18: sezione tipo della piattaforma stradale nel terzo tratto d'intervento.

Nel terzo tratto la carreggiata avrà una larghezza di 3,00 metri, banchina laterale di 25 cm su entrambi i lati con una pavimentazione in stabilizzato calcareo di 50 cm, e con ulteriori banchine laterali rinverdite di 25 cm. Come per i tratti precedenti lo scolo delle acque è realizzato con spargimento diretto lungo la banchina per quanto riguarda il lato di valle.

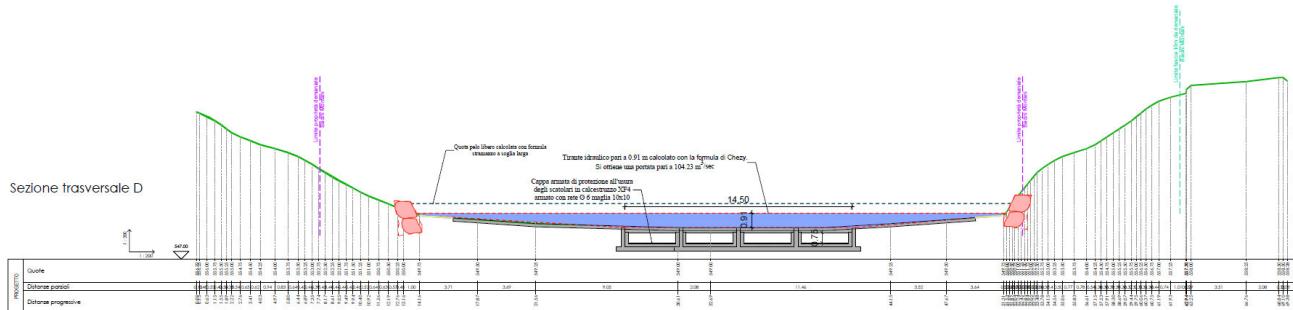


Fig. 2.19: estratto sezione trasversale D in corrispondenza del nuovo guado del terzo intervento.

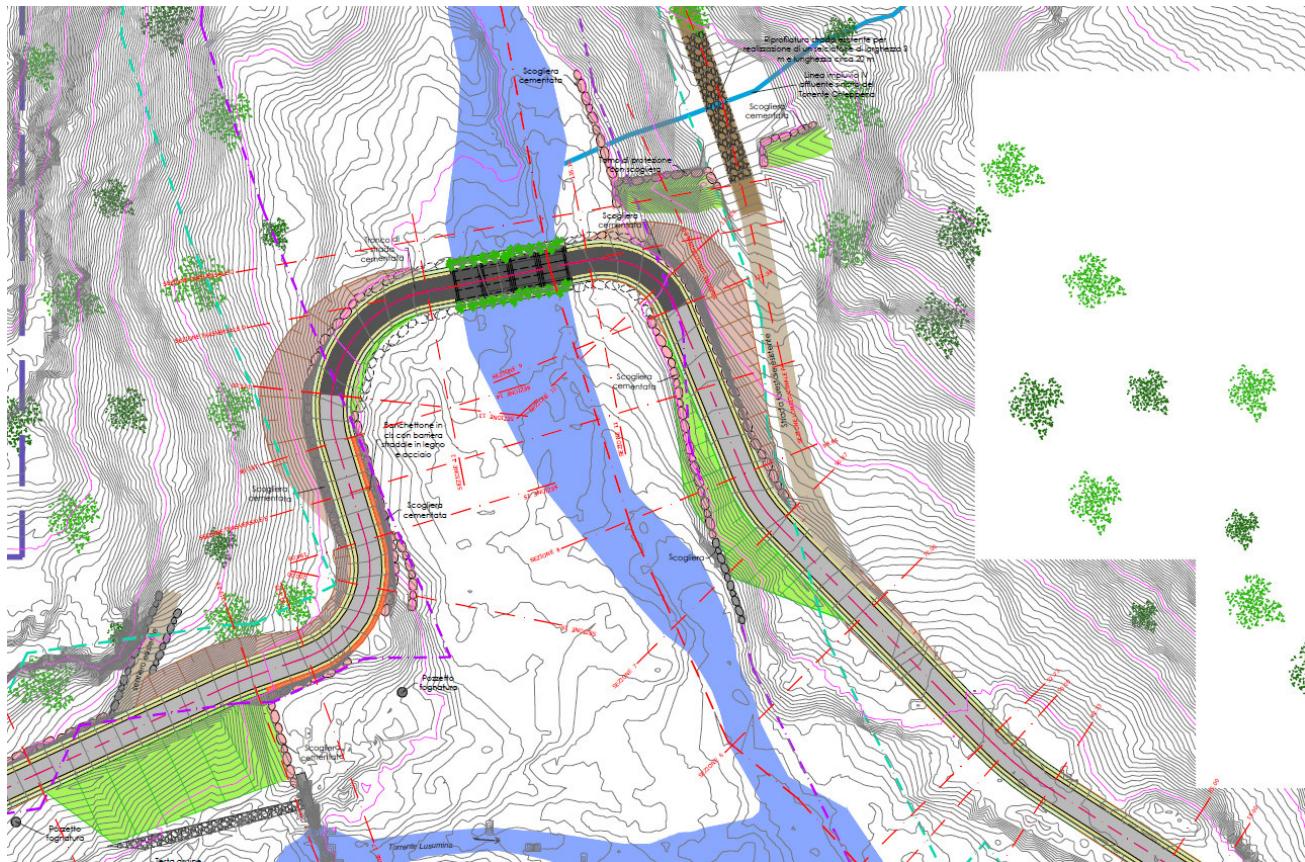


Fig. 2.20: estratto planimetria stato di progetto del terzo intervento Lo spostamento del nuovo guado più a monte di quello esistente in modo da aumentare la quota del fondo del torrente in corrispondenza del nuovo guado.

2.5. Relazione di modellazione sismica

Per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli *stati limite*, che possono verificarsi durante un determinato *periodo di riferimento* della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica, che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisognerà stabilire:

- la **vita nominale dell'opera**, che congiuntamente alla *classe d'uso*, permette di determinare quel *periodo di riferimento*;
- il **periodo di riferimento** e i diversi stati limite da considerare, una volta definite le relative *probabilità di superamento*, è possibile stabilire il *periodo di ritorno* associato a ciascun stato limite;
- la **pericolosità sismica di base** per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Nel **D.M. 17 gennaio 2018** «Norme tecniche per le costruzioni» il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

dove:

V_R = periodo di riferimento

V_N = vita nominale

C_U = coefficiente d'uso

La vita nominale di un'opera strutturale V_N , secondo le NTC 2018, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità:

- $V_N \leq 10$ anni per le opere provvisorie, provvisionali e le strutture in fase costruttiva che però abbiano una durata di progetto ≥ 2 anni.
- $V_N \geq 50$ anni per le opere ordinarie, ponti, infrastrutture e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale.
- $V_N \geq 100$ anni per grandi opere, ponti, infrastrutture e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica.

Nel caso specifico $V_N = 50$ anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC 2018 prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. $C_U = 0.7$;

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. $C_U = 1.0$;

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso. CU = 1.5;

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. CU = 2.0;

Nel caso in esame viene presa in considerazione la **classe d'uso II** a cui è associato il coefficiente d'uso **CU = 1.**

Ricavati i valori di VN e CU, è possibile calcolare il periodo di riferimento VR, che qui vale:

$$VR = 50 * 1 = 50 \text{ anni.}$$

Nonostante la variabilità lineare del tracciato nello spazio, si registra una omogeneità dei materiali presenti in sito, formati da depositi alluvionali grossolani piuttosto addensati, pertanto ascrivibili a un sismotipo B di sottosuolo di fondazione. È stato assegnato per l'intero progetto un coefficiente di amplificazione topografica T1; infatti anche nel tratto terminale di maggiore pendenza della pista ciclopedinale il versante mantiene delle pendenze inferiori al 15% (< 9°).

2.5.1. Pericolosità sismica di base

Vita nominale (Vn):	50 [anni]
Classe d'uso:	II
Coefficiente d'uso (Cu):	1
Periodo di riferimento (Vr):	50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO:	30 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLD:	50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLV:	475 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLC:	975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

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

Coordinate geografiche del punto	
Latitudine (WGS84):	46,0677490 [°]
Longitudine (WGS84):	11,5374908 [°]
Latitudine (ED50):	46,0686455 [°]
Longitudine (ED50):	11,5385065 [°]

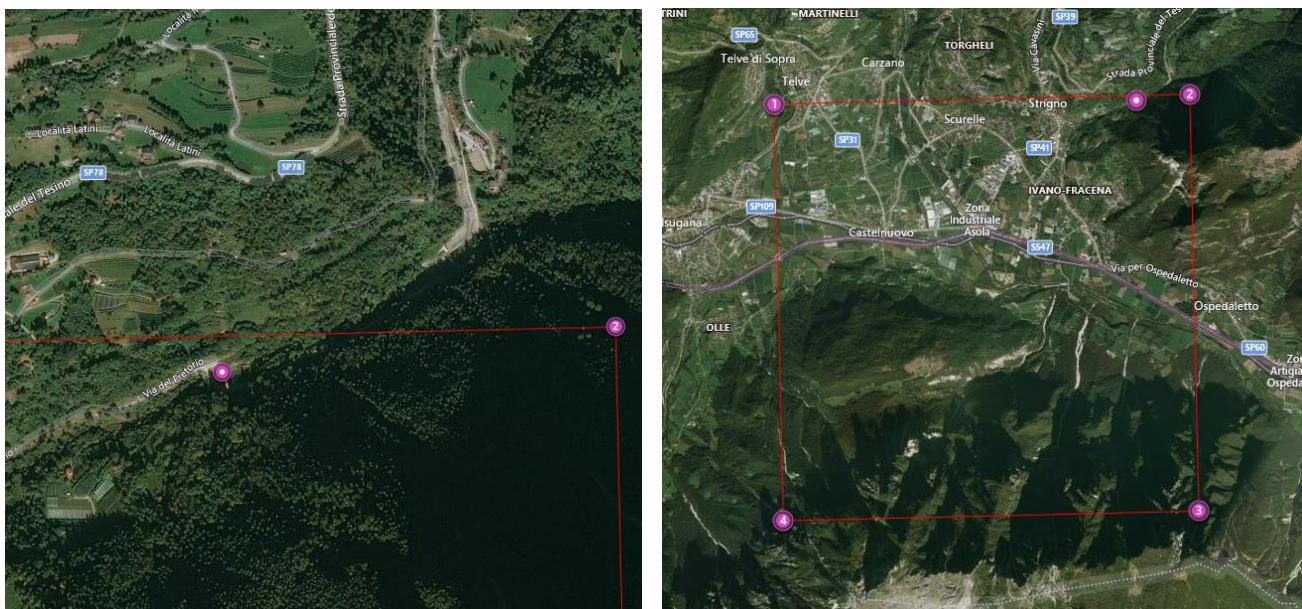


Fig. 2.21: localizzazione del punto e reticolo di riferimento del sito in esame.

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	9851	46,068220	11,475840	4834,77
2	9852	46,069380	11,547800	721,59
3	10074	46,019400	11,549370	5539,60
4	10073	46,018240	11,477520	7319,14

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

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,031	2,579	0,212
SLD	50	0,038	2,600	0,247
	72	0,044	2,579	0,270
	101	0,052	2,522	0,283
	140	0,058	2,619	0,292
	201	0,066	2,623	0,299
SLV	475	0,094	2,531	0,331
SLC	975	0,118	2,584	0,351
	2475	0,157	2,633	0,364

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,032	2,590	0,217
SLD	50	0,039	2,636	0,251
	72	0,048	2,539	0,269
	101	0,055	2,575	0,284
	140	0,063	2,569	0,295

	201	0,074	2,516	0,303
SLV	475	0,101	2,545	0,330
SLC	975	0,130	2,552	0,349
	2475	0,176	2,608	0,361

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,034	2,593	0,224
SLD	50	0,044	2,532	0,255
	72	0,052	2,542	0,269
	101	0,060	2,568	0,283
	140	0,071	2,491	0,292
	201	0,082	2,468	0,297
SLV	475	0,112	2,512	0,323
SLC	975	0,144	2,532	0,336
	2475	0,194	2,583	0,348

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,032	2,587	0,218
SLD	50	0,040	2,622	0,256
	72	0,049	2,523	0,268
	101	0,056	2,589	0,279
	140	0,063	2,603	0,289
	201	0,074	2,533	0,298
SLV	475	0,103	2,526	0,322
SLC	975	0,131	2,557	0,337
	2475	0,174	2,612	0,349

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,032	2,589	0,217
SLD	50	0,040	2,621	0,251
SLV	475	0,102	2,539	0,329
SLC	975	0,130	2,554	0,347

2.5.2. Pericolosità sismica del sito

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

Coefficienti sismici

I coefficienti sismici orizzontale K_h e verticale K_v dipendono del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi e del tipo di opera da calcolare. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno (T_R) dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e P_{VR} probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R non può essere inferiore a 35 anni.

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo di fondazione:

B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Categoria topografica:

T2: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,039	0,048	0,122	0,156
kv	0,019	0,024	0,061	0,078
amax [m/s ²]	0,379	0,466	1,197	1,533
Beta	1,000	1,000	1,000	1,000

Stabilità di pendii e fondazioni

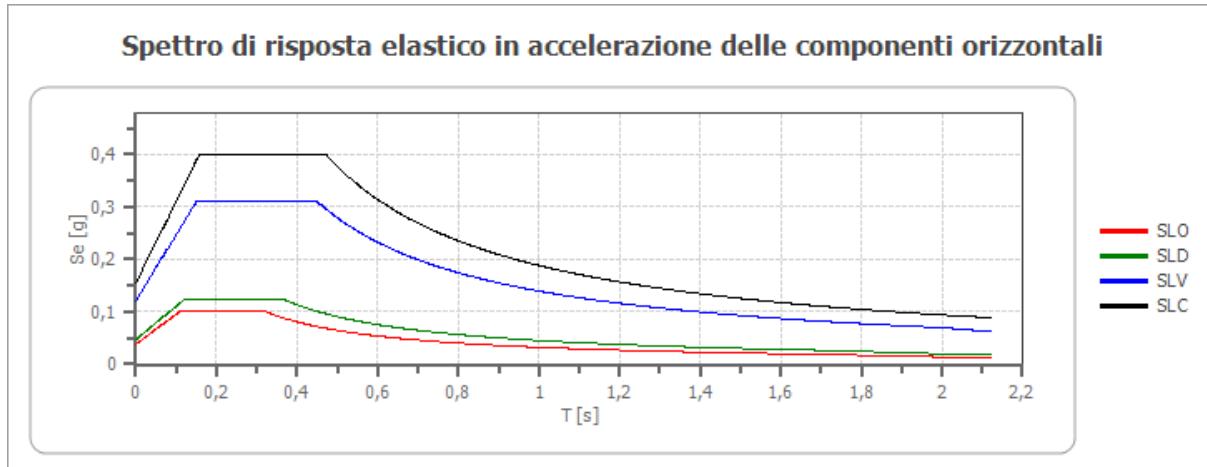
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,008	0,010	0,029	0,038
kv	0,004	0,005	0,015	0,019
amax [m/s ²]	0,379	0,466	1,197	1,533
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Muri di sostegno NTC 2018

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0,022	0,046	--
kv	--	0,011	0,023	--
amax [m/s ²]	0,379	0,466	1,197	1,533
Beta	--	0,470	0,380	--

Fronti di scavo e rilevati

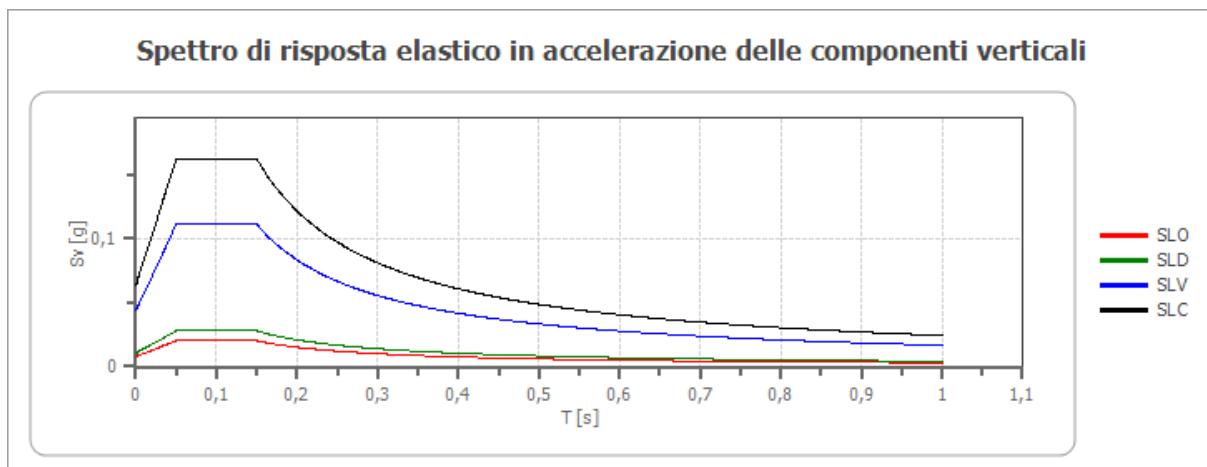
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0,022	0,046	--
kv	--	0,011	0,023	--
amax [m/s ²]	0,379	0,466	1,197	1,533
Beta	--	0,470	0,380	--

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,032	2,589	0,217	1,200	1,490	1,000	1,200	1,000	0,108	0,323	1,729	0,039	0,100
SLD	1,0	0,040	2,621	0,251	1,200	1,450	1,000	1,200	1,000	0,121	0,364	1,758	0,048	0,125
SLV	1,0	0,102	2,539	0,329	1,200	1,370	1,000	1,200	1,000	0,150	0,451	2,007	0,122	0,310
SLC	1,0	0,130	2,554	0,347	1,200	1,360	1,000	1,200	1,000	0,157	0,472	2,121	0,156	0,399

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

 Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

 Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{1/2}$: 1,000


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,032	2,589	0,217	1	1,490	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,008	0,020
SLD	1,0	0,040	2,621	0,251	1	1,450	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,011	0,028
SLV	1,0	0,102	2,539	0,329	1	1,370	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,044	0,111
SLC	1,0	0,130	2,554	0,347	1	1,360	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,063	0,162

2.6. Terre e rocce da scavo

La legge 9 agosto 2013 n. 98 (pubblicata in G.U. n. 194 del 20 agosto 2013 – Suppl. Ordinario n. 63) ha introdotto un nuovo art. 41 bis nel contesto del D.L. n. 69/2013, che pone “Ulteriori disposizioni in materia di terre e rocce da scavo”.

Il giorno del **7 agosto 2017 sulla Gazzetta Ufficiale n. 183** è stato pubblicato il **DPR n. 120 del 13 giugno 2017 - Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, entrato in vigore lo scorso 22 agosto 2017**.

In modifica alla precedente normativa il “produttore” deve attestare la sussistenza dei requisiti per la gestione come sottoprodotti dei materiali scavati mediante la presentazione del modulo riportato nell’**Allegato 6** al DPR stesso, al comune del luogo di produzione e all’Agenzia di protezione ambientale competente per territorio, almeno 15 giorni prima dell’inizio dei lavori di scavo (art. 21). Lo stesso termine deve essere rispettato nel caso di modifiche sostanziali indicate all’art. 15, comma 2.

Pertanto a partire dalla data del 22 agosto 2017 non saranno più accettabili, da parte della scrivente Agenzia e delle amministrazioni comunali competenti per territorio, i nuovi invii del precedente MOD1 per la gestione dei materiali da scavo come sottoprodotti ai sensi dell’art. 41 bis del D.L. n. 69 del 21 giugno 2013.

I materiali da scavo prodotti nel corso di attività e interventi autorizzati in base alle norme vigenti, sono sottoposti al regime dei sottoprodotti di cui all’art. 184-bis D.lgs. n. 152/06 se il produttore dimostra che vengono soddisfatte le seguenti condizioni:

a) *che è certa la destinazione all'utilizzo direttamente presso uno o più siti o cicli produttivi determinati; (siti di destinazione o cicli produttivi che, pertanto, andranno chiaramente indicati all'atto della richiesta di utilizzo del materiale da scavo in regime di sottoprodotto);*

b) *che, in caso di destinazione a recuperi, ripristini, rimodellamenti, riempimenti ambientali o altri utilizzi sul suolo, non sono superati i valori delle concentrazioni soglia di contaminazione di cui alle colonne A e B della tabella 1 dell'allegato 5 alla parte IV del decreto legislativo n. 152 del 2006, con riferimento alle caratteristiche delle matrici ambientali e alla destinazione d'uso urbanistica del sito di destinazione e i materiali non costituiscono fonte di contaminazione diretta o indiretta per le acque sotterranee, fatti salvi i valori di fondo naturale.*

In questo caso – in base a quanto stabilito dal comma 2 dell’art. 41bis cit. – il proponente o il produttore attesta il rispetto delle suddette condizioni tramite un’autocertificazione (atto di notorietà). Come previsto anche dalla determina n.495 del 25/09/2013. Tale procedura si potrà effettuare sia la compilazione che l’inoltro on-line dal sito dell’APPA.

- *lo scrivente non è a conoscenza se vi sia la presenza di serbatoi o cisterne interrate, dismessi o rimossi o in uso, per lo stoccaggio di idrocarburi e/o sostanze etichettate ai sensi della direttiva 67/548/CE e successive modifiche e integrazioni;*

- *l’area non è interessata da attività che rientrano fra quelle definite dal D.M. 16/05/1989 (Criteri e linee guida per l’elaborazione e la predisposizione, con modalità uniformi da parte di tutte le Regioni e Provincia Autonome, dei piani di bonifica, nonché definizione delle modalità per l’erogazione delle risorse finanziarie);*

- *nella stessa non sono localizzati impianti assoggettati alla disciplina del d.lgs. n. 334/1999 relativo al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose;*

- *il sito non è inserito nel perimetro d’attività industriali rientranti nelle categorie contemplate dall’allegato 1 al d.lgs. 4/08/1999, n. 372 (Attuazione della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell’inquinamento);*

- non ricade in aree interne a impianti autorizzati allo svolgimento di attività di smaltimento e/o recupero di rifiuti ai sensi dell'art. 28 del d.lgs. N. 22/1997 o in aree nelle quali siano effettuate attività di recupero avvalendosi del regime semplificato di cui agli articoli 31 e 33 del d.lgs. 22/1997, con esclusione degli impianti mobili;

- non è interessata da interventi di bonifica o compresa nell'anagrafe dei siti da bonificare.

Se il progetto prevede il riutilizzo del materiale scavato all'interno del sito di produzione ai sensi dell'art. 185 comma 1 lettera c bis del D. Lgs.152 del 2006, introdotto con legge del 28 gennaio 2009 n.2, i materiali da scavo (terreno naturale non contaminato) sono escluse dall' ambito di applicazione della disciplina in materia di terre e rocce da scavo.

Se il materiale derivante dalle operazioni di scavo sarà gestito come rifiuto con il conferimento in discarica, prima dell'inizio lavori bisognerà effettuare le indagini analitiche come disposto nella delibera precedentemente citata al fine di poter confermare l'idoneità del materiale al proprio riutilizzo o dare notizia all'autorità della idoneità e ridefinire il destino del materiale a rifiuto con idoneo codice CER 17.05.04.

Sarà compito della D.L. quello di verificare la compatibilità ambientale sia dei materiali da scavo che di riporto, riempimento e di eventuali altri materiali come ad esempio materiali riciclati utilizzabili per la realizzazione delle vie di accesso e/o drenaggi. Tale controllo dovrà avvenire attraverso la verifica diretta durante le fasi di lavorazione che preventivamente dai certificati analitici che dovranno essere forniti dalla ditta appaltatrice.

2.7. Incertezze modello geologico di riferimento

Il modello geologico ricostruito nel presente studio si basa sulle osservazioni effettuate in occasione dei sopralluoghi appositamente condotti, sui dati bibliografici disponibili e dei risultati di indagini effettuate in passato dallo scrivente lungo la zona.

Per questioni tecnico – logistiche ed operative non è stato possibile effettuare sul sito indagini geognostiche di tipo diretto volte alla definizione della situazione lito – stratigrafica e geotecnica del suo sottosuolo; in ragione di quanto sopra, pur se molto probabilmente nel complesso rispondente alla realtà ed adeguato a questa fase progettuale, il modello geologico qui ricostruito necessita di verifica ed affinamento in corso d'opera. I lavori di scavo dovranno pertanto essere effettuati sotto la supervisione di un tecnico geologo.

2.8. Conclusioni

Su incarico e per conto della Comunità Valsugana e Tesino, è stata effettuata un'indagine geologica a supporto del progetto esecutivo per i lavori di realizzazione della Pista ciclopedinale Valsugana e Tesino – secondo tratto.

Il presente progetto tratta lo sviluppo definitivo del secondo tratto della pista ciclopedinale compreso tra l'abitato di Strigno e l'argine del torrente Chieppena, con partenza in corrispondenza di Ponte per Ivano Fracena nel comune di Castel Ivano ed arrivo in corrispondenza della località ai Monegati, dove esiste già una viabilità secondaria e dove è in fase di realizzazione il primo tratto della suddetta ciclabile. In particolare il progetto prevede la realizzazione di tre spezzoni di pista per uno sviluppo lineare complessivo di circa 857 metri.

Dalle indagini svolte non sono emersi particolari controindicazioni di ordine geologico – geotecnico – idrogeologico ed ai sensi delle norme in vigore, alla realizzazione di quanto

in progetto, fatta salva l'osservanza delle prescrizioni contenute nella relazione geotecnica allegata ed il mantenimento degli intendimenti progettuali qui esaminati.

L'analisi dello stato dei luoghi evidenzia come l'esecuzione degli interventi in progetto non comporta impatti negativi né turbative all'assetto geologico, idrogeologico e forestale dell'area. Pertanto in base alle indagini condotte nel presente elaborato ed ai sopraluoghi effettuate dallo scrivente si evidenzia l'idoneità dell'area in esame a sostenere l'impatto delle opere in progetto con il contesto geologico circostante.

Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti delle N.T.C. 17/01/2018 e costituisce la relazione geologica specialistica del progetto strutturale di cui al capitolo 10.1., C10.1 punto 5.1.

In corso d'opera si dovrà controllare la rispondenza tra il modello geologico di riferimento assunto in progetto e la situazione effettiva, differendo di conseguenza il modello geotecnico ed il progetto esecutivo, così come previsto dalla normativa di settore.

Levico Terme, giugno 2020

Il relatore





ORDINE DEI GEOLOGI
GEOLOGENKAMMER
TRENTINO - ALTO ADIGE / SÜDTIROL
DOTT. GEOL.
N. 279
PERINA EMILIO

3. RELAZIONE GEOTECNICA

Su incarico e per conto della Comunità Valsugana e Tesino, è stata effettuata un'indagine geotecnica a supporto del progetto esecutivo per i lavori di realizzazione della Pista ciclopedinale Valsugana e Tesino – secondo tratto.

Il presente progetto tratta lo sviluppo definitivo del secondo tratto della pista ciclopedinale compreso tra l'abitato di Strigno e l'argine del torrente Chieppena, con partenza in corrispondenza di Ponte per Ivano Fracena nel comune di Castel Ivano ed arrivo in corrispondenza della località ai Monegati, dove esiste già una viabilità secondaria e dove è in fase di realizzazione il primo tratto della suddetta ciclabile. In particolare il progetto prevede la realizzazione di tre spezzoni di pista per uno sviluppo lineare complessivo di circa 857 metri.

Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti delle N.T.C. 17/01/2018 e costituisce la relazione geotecnica specialistica del progetto strutturale di cui al capitolo 10.1, C10.1 punto 5.1.

3.1. Stratigrafia e parametri fisico - meccanici dei materiali coinvolti

Le opere in previsione interessano nella loro totalità i **depositi alluvionali e/o fluvioglaciali grossolani: formati da ghiaia poligenica (granitica, calcareo dolomitica, metamorfica) da spigolosa a subarrotondata, con ciottoli e blocchi di granito (\varnothing 70÷80 cm), in matrice sabbiosa limosa di colore grigio, mediamente addensata.**

Al terreno in oggetto possono essere attribuiti i seguenti valori medi cautelativi dei parametri meccanici e di deformabilità “drenati” e “caratteristici” (i valori minimi si riferiscono al materiale rimaneggiato):

- depositi alluvionali e/o fluvioglaciali:

➤ peso di volume naturale	γ_n = 19,00 KN/m ³ ;
➤ coesione	c = 0 KN/m ² ;
➤ coesione apparente	c' = 5 KPa;
➤ angolo resistenza al taglio	ϕ' = 36°;
➤ modulo elastico	E = 50000 KN/m ² .

Esso costituirà il piano di fondazione delle strutture a progetto. I valori dei parametri sopra riportati sono da intendersi come “caratteristici”, ai sensi del D.M. 17/01/2018, poiché stimati con criteri ampiamente cautelativi. Con le indagini effettuate, supportate anche dalle risultanze del supplemento di indagine da eseguirsi in c.o., sarà ampiamente analizzato il “volume significativo” del terreno, così come richiesto dal **D.M. 17.01.2018**, anche in considerazione delle normali caratteristiche strutturali delle opere in progetto.

Come già anticipato in precedenza, è prassi nelle verifiche geotecniche, assumere dei valori caratteristici circa uguali ai valori medi $V_k \sim V_m$. Infatti, dalle **“Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (CSLP) sulle NTC”** si osserva come sia possibile assumere dei **valori caratteristici circa uguali ai valori medi $V_k \sim V_m$** . Infatti, il valore caratteristico è basato sul giudizio del geotecnico, così come quello operativo o di progetto.

Nelle valutazioni che il geotecnico deve svolgere per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, appare giustificato, secondo il CSLP, il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno (in

fondazioni superficiali o in una frana il volume interessato dalla superficie di rottura è grande), con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidezza sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti.

Il valore di angolo di attiro ϕ da utilizzare nella progettazione geotecnica è quello mobilitato ai diversi livelli deformativi che si verificano, lungo la superficie di scorrimento al di sotto della fondazione, tenendo conto della rottura progressiva. In particolare risulta evidente la presenza di volumi di terreno dove risulta mobilitata la resistenza post-picco (ϕ_{cv}); viceversa esistono zone, in generale più distanti dalla fondazione stessa, dove, in corrispondenza del carico limite, si mobilita il valore di picco dell'angolo di resistenza al taglio (ϕ_p). Per questo motivo si può assumere, in prima analisi, un valore di dell'angolo di attrito operativo $\phi_{op} = (\phi_{cv} + \phi_p)/2$.

3.2. *Indicazioni geoesecutive di progetto*

Il presente progetto tratta lo sviluppo definitivo del secondo tratto della pista ciclopedinale compreso tra l'abitato di Strigno e l'argine del torrente Chieppena, con partenza in corrispondenza di Ponte per Ivano Fracena nel comune di Castel Ivano ed arrivo in corrispondenza della località ai Monegati, dove esiste già una viabilità secondaria e dove è in fase di realizzazione il primo tratto della suddetta ciclabile. In particolare il progetto prevede la realizzazione di tre spezzoni di pista per uno sviluppo lineare complessivo di circa 857 metri.

3.2.1. *Interventi tratto 1*

Come si evince dalle tavole progettuali, le opere consistono principalmente nella creazione di una carreggiata con misure variabili in funzione dei tratti di realizzazione. Nel primo tratto (intervento 1) essa avrà una larghezza di 3,00m con banchine laterali di 50cm che in alcuni tratti hanno delle larghezze maggiori (1,50/2,50m) rispetto alla testa dell'argine, il margine della pavimentazione in asfalto si trova sempre ad una distanza minima di 1,50 m.

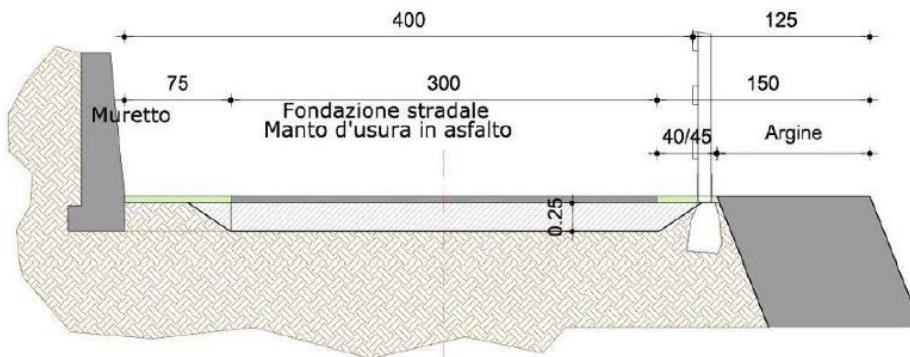


Fig. 3.1: sezione della piattaforma stradale in corrispondenza intervento 1 – fig. 1 tav. n.7.

Nelle realizzazioni dei nuovi tratti, si prevede la realizzazione dei rilevati con materiali naturali (scarto di porfido o terre e rocce da scavo ricavate dal cantiere) non saranno utilizzati materiali riciclati, per poi realizzare la fondazione stradale, e la successiva formazione della finitura superficiale.

Le maggiori lavorazioni nei tratti di interesse sono quelle connesse tra la sezione n.15 e la n.26 ove si prevede un leggero sbancamento del materiale e pareggiamiento delle quote

fino a quella della testata dell'argine, si prevede dunque la realizzazione di un piccolo muretto di sostegno al fine di delimitare il giardino della p.ed. 1090.

In corrispondenza della sezione n.19 e la n.37 è prevista la realizzazione di una scogliera (altezza massima f.t. 1,5 metri) a sostegno del terreno di campagna scavato per la realizzazione del tracciato.

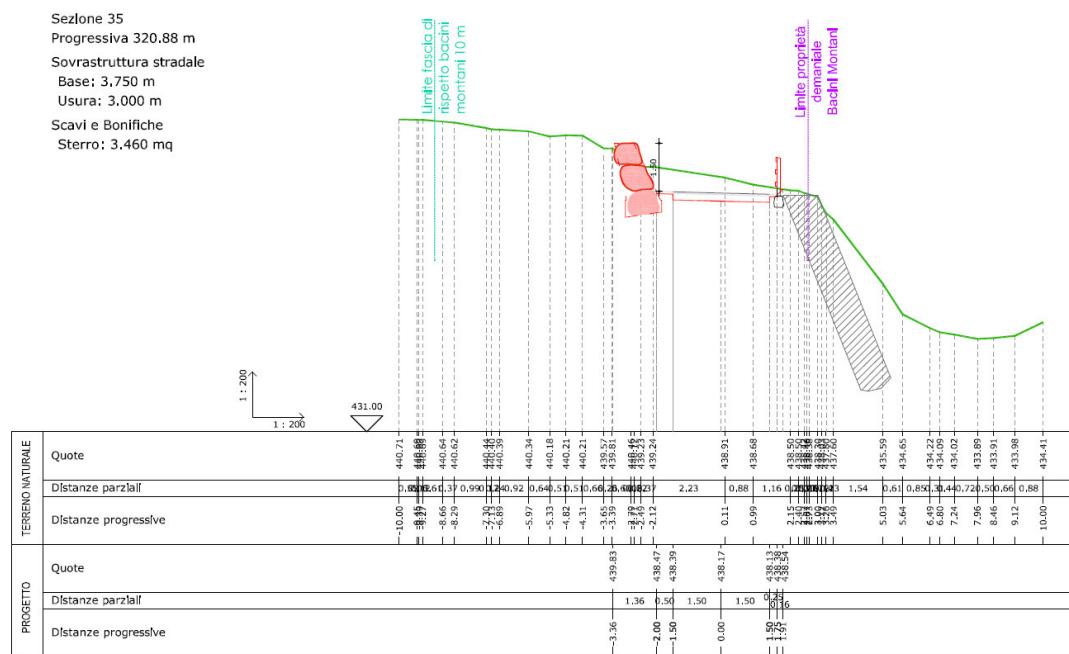


Fig. 3.2: estratto sezione n.35 di progetto del primo tratto, dove si prevede la realizzazione di una scogliera a sostegno del terreno di campagna scavato per la realizzazione del tracciato.

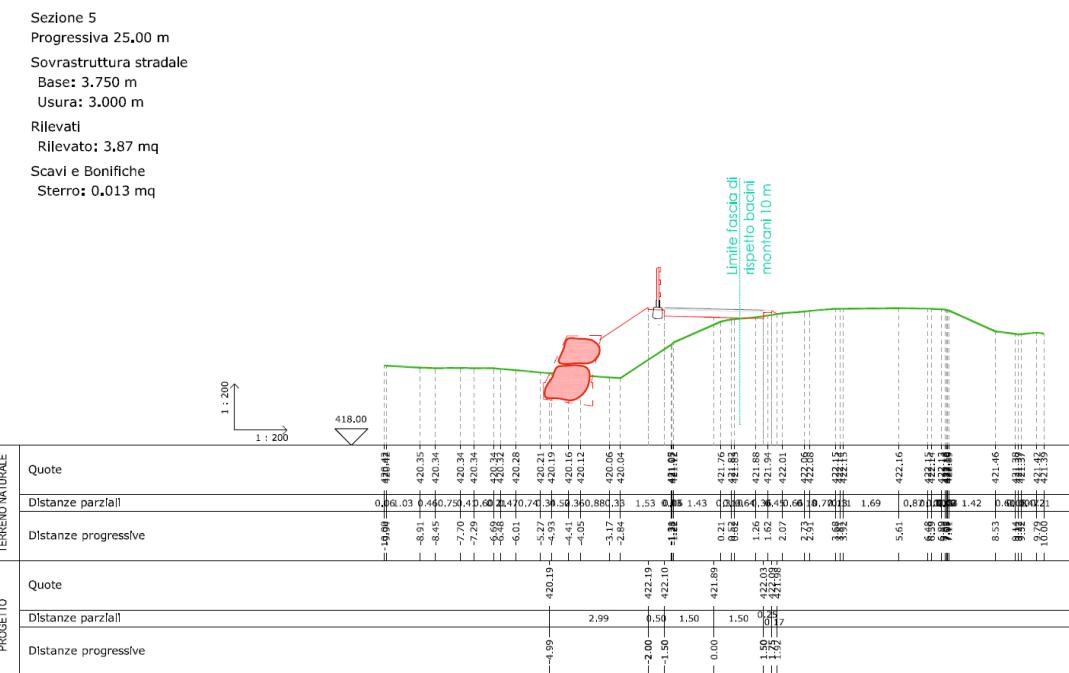


Fig. 3.3: estratto sezione 35 di progetto del primo tratto, dove si prevede la realizzazione di una scogliera a sostegno del tracciato.

Il tratto di maggiore lavorazione sarà quello iniziale, dove al fine superare la vasca si dovrà realizzare una nuova scogliera lunga circa 24,30 m sulla cui sommità si realizzerà un banchettone in cls e su cui si poserà una staccionata in legno di larice. Si proseguirà quindi

verso nord rimanendo il più possibile lontano dall'argine del torrente e con la quota della piattaforma stradale della ciclabile che in generale coinciderà con la quota della testa dell'argine esistente.

I riporti dovranno essere effettuati con materiale arido – granulare e pertanto potranno essere riutilizzati allo scopo i terreni di scavo; è evidente che – essendo questi caratterizzati anche dalla presenza di massi e trovanti – il materiale andrà reso granulometricamente omogeneo e selezionato a seconda della tipologia di riempimento. **L'utilizzo anche parziale (per la base della rampa) di massi ciclopici giustapposti (presenti in abbondanza lungo la zona) invece che di terreno sciolto meno grossolano, determinerà l'automatica formazione di un'opera di sostegno che sarà agevolmente in grado di effettuare il contenimento sia del pendio di monte (figura 3.2) che in taluni casi della pista (figura 3.3) e di mantenere senza problemi le pendenze di progetto.**

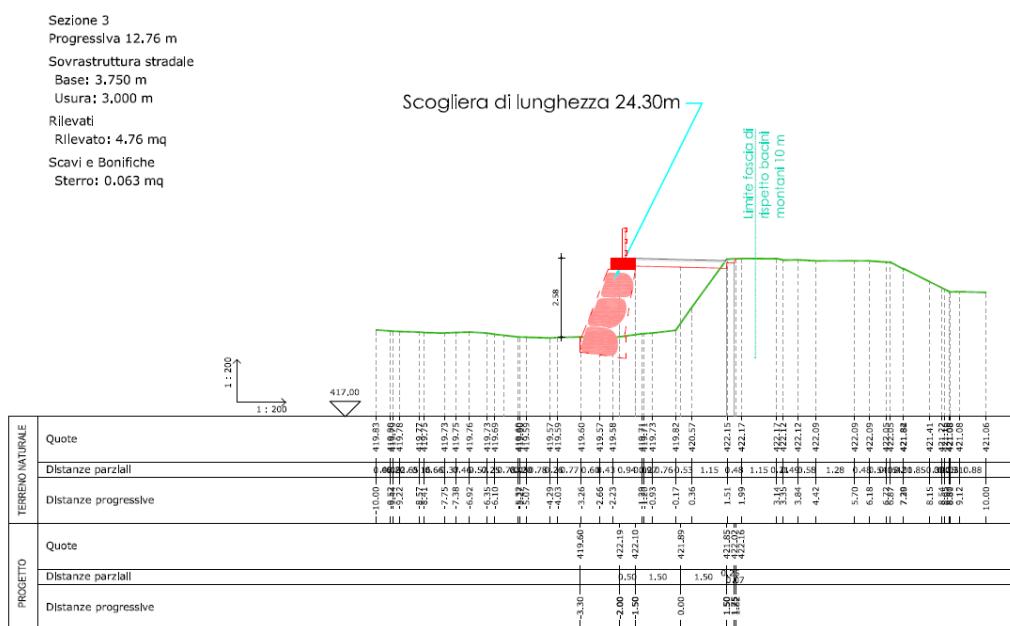


Fig. 3.3: estratto sezione 3 di progetto, dove al fine superare la vasca si dovrà realizzare una nuova scogliera lunga circa 24,30 m con altezza massima fuori terra di 2,58 m.

A tergo delle opere di contenimento dovrà essere previsto un drenaggio completo, per garantire l'isolazione di tutte le opere dalle acque sotterranee e di percolazione al fine di impedire il deterioramento delle strutture, lo scadimento delle qualità geotecniche del terreno di fondazione e l'appesantimento dei terreni a tergo dei muri di contenimento.

3.2.2. Interventi tratto 2

Il secondo tratto dalla sez. 5 alla sez. 20 segue il tracciato della pista esistente, infatti dalla sezione n.1 alla sezione n.5 il progetto coincide con la strada arginale esistente dove la piattaforma stradale risulta già idonea e recentemente pavimentata. Anche in questo tratto si osserva la realizzazione di una piccola scogliera (2 metri f.t.) a sostegno del pendio di monte. Nella parte terminale il tracciato viene lievemente modificato al fine di evitare possibili interazioni con le condutture del gasdotto esistente poste a ridosso della strada (lato di monte). Le lavorazioni di maggiore interesse riguardano l'attraversamento del torrente (guado 1). Al fine di migliorare le condizioni di deflusso del torrente e controllare il trasposto solido in alveo, nel secondo tratto d'intervento, si prevede di spostare il nuovo guado più a

monte di quello esistente in modo da far coincidere la posizione del nuovo guado con la posizione in cui il torrente è attraversato dalla condotta della fognatura nera e dalla condotta della nuova centrale idroelettrica. Il nuovo guado si prevede di realizzarlo subito a valle dei suddetti tubi in modo che il guado stesso, che di fatto rappresenta una soglia sul corso d'acqua, sia un'opera di difesa dei tubi. Non si è costruito il guado sopra ai tubi per permettere in futuro di intervenire su tali infrastrutture. Demolendo il guado esistente si dà la possibilità al corso d'acqua di riprofilare l'alveo aumentando di fatto la pendenza subito a monte della briglia posta immediatamente a valle (vedasi relazione idraulica). La contestuale rimozione del ponte in legno esistente va quindi a ripristinare la totalità della larghezza utile dell'alveo che in questo momento è notevolmente ridotta dal piccolo ponte e dai rilevati della strada di accesso a tale ponte. Pertanto come evidenziato dalla relazione tecnica con la realizzazione di questo nuovo guado si va di fatto a realizzare una nuova soglia nel torrente, ripristinando la sezione utile del torrente che in corrispondenza della soglia risulta uguale o superiore alla sezione utile delle briglie in cemento armato poste lungo il torrente.

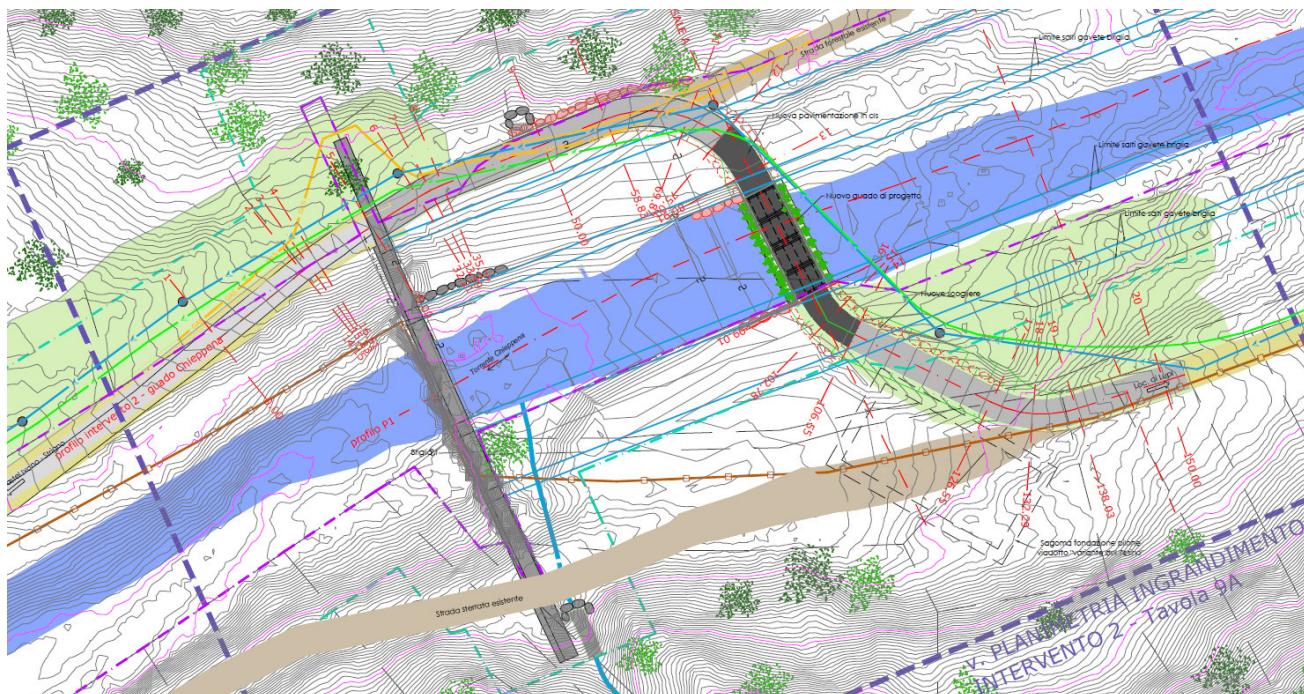


Fig. 3.4: estratto planimetria di progetto del secondo tratto d'intervento.

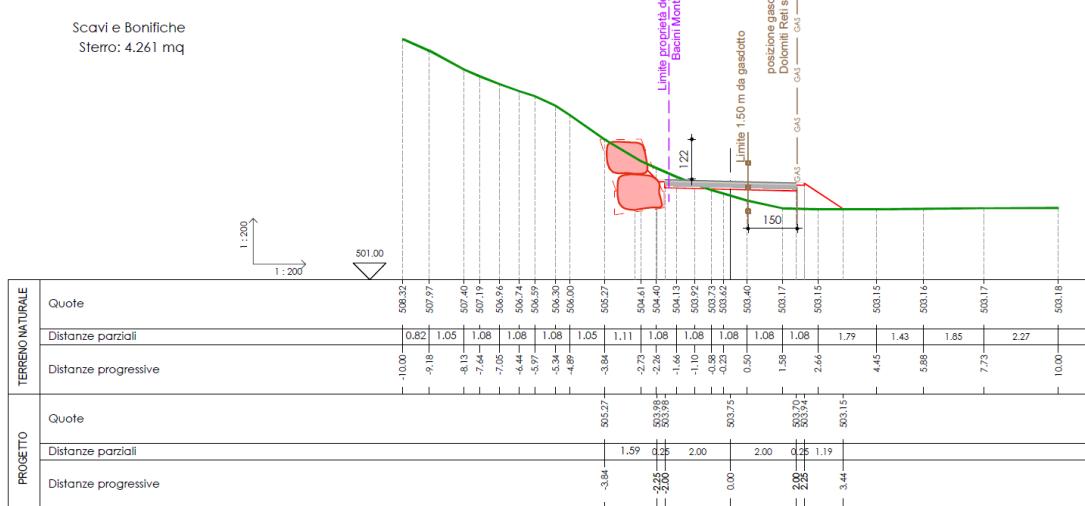


Fig. 3.5: estratto sezione 10 (progressiva 58,83 m) del secondo tratto d'intervento.

Il guado sarà realizzato con n. 4 canale messe in successione per una lunghezza di circa 14,25 m. Per dare una larghezza sufficiente alla pista ciclabile si prevede di posare una dietro all'altra tre canale per una lunghezza complessiva di 6 m (avendo ciascuna canala una lunghezza di 2,00 m). Le canale avranno un'altezza di 100 cm, con una sezione utile minima di passaggio di 70 cm, chiuse da una soletta amovibile in cemento. Le solette amovibili infatti sono funzionali qualora si debbano effettuare operazioni di pulizia del guado. **Il guado sarà corazzato a monte e a valle da scogliere cementate vincolate in sommità** (vedi sezione 13-16 tavola progettuale 11) **in modo che le piene non possano danneggiare le strutture del guado.**

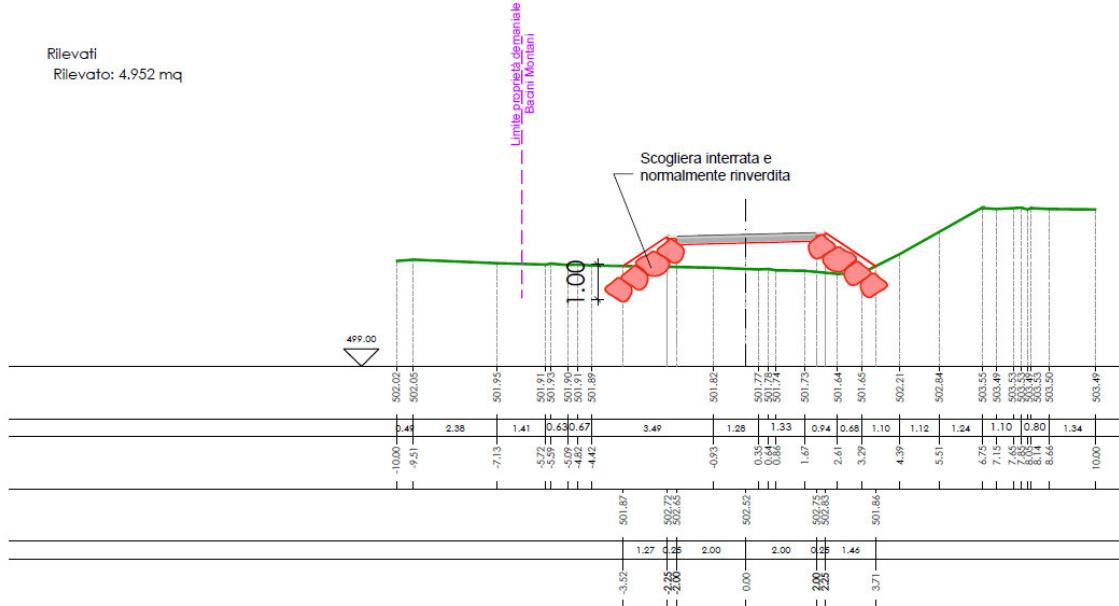


Fig. 3.6: estratto sezione 14 (progressiva 99,01 m) del terzo tratto d'intervento.

3.2.3. Interventi tratto 3

L'inizio del terzo tracciato corrisponde con la strada arginale esistente, per poi discostarsi e proseguire lungo la strada forestale per poi svoltare a sinistra e scendere con una pendenza vicina all' 8% ed attraversare il torrente circa 70 metri più a monte dell'attuale attraversamento esistente. La pista continua con un tratto pianeggiante per poi cominciare a salire con una pendenza costante pari al 10,92 % fino a collegarsi con la strada esistente.

L'elemento di maggiore criticità, anche per terzo tratto, è dunque l'attraversamento del torrente. Al fine di migliorare le condizioni di deflusso del torrente, si prevede dunque di spostare il nuovo guado più a monte di quello esistente in modo da aumentare la quota del fondo del torrente in corrispondenza del nuovo guado (quota 548,00 metri s.l.m.) rispetto alla briglia di valle (quota 545,46 metri s.l.m.) di circa 2,54 metri e rispetto al guado esistente (quota 546,93 metri s.l.m.) di circa 1,07 metri. In questo modo si garantisce un franco maggiore rispetto ai trasporti del torrente Lusumina che tendono a riempire il corso del torrente Chieppena. Tale intervento consiste inoltre di demolire il guado esistente e poter riprofilare l'alveo aumentando la pendenza subito a monte della briglia posta immediatamente a valle. Verrà inoltre demolita la passerella in legno esistente ripristinando la totalità della larghezza utile dell'alveo che in questo momento è notevolmente ridotta. Il tracciato giungerà poi al torrente, ove poco a monte si innesta una vallecola laterale che allo stato attuale appare ben vegetata senza segni di incisioni recenti di sorta (vedi relaz.

Geologica). Si ravvisa la necessità di realizzare comunque una sorta di "spalla" costituita da un tomo in protezione del guado previsto. Il guado sarà realizzato con n. 4 canale messe in successione per una lunghezza di circa 14,25 m. Le canale avranno un'altezza di 100 cm, con una sezione utile minima di passaggio di 70cm, chiuse da una soletta amovibile in cemento. Le solette amovibili infatti saranno adatte qualora si debbano effettuare operazioni di pulizia del guado. Le canale saranno poggiate su una platea armata con uno spessore di 20 cm e sono racchiuse all'interno di muretti in calcestruzzo armato in modo che le strutture prefabbricate siano stabili e siano solidali tra loro. Sui lati del guado si realizzeranno due tomi in terra di contenimento che impediranno ai veicoli di finire nel torrente.

Come ben analizzato e riportato all'interno della relazione geologica, per quanto concerne il quarto affluente posto poco a monte del nuovo guado, anche se non si registrano eventi di colata detritica nei decenni precedenti e vi siano una serie di briglie lungo l'intera asta del rio, si evince la necessità di creare una sorta di "spalla" deviatoria nei confronti di eventuali colate di detrito. In particolare si dovranno realizzare a valle del rio due tomì in scogliera di massi ciclopici dell'altezza minima di 3 metri (vedi sezione G tavola di progetto n.15 A). Al fine di proteggere la strada forestale da fenomeni di erosione si prescrive che il tratto in corrispondenza dell'asta del rio sia realizzato in corda molla. Il sistema combinato di tomì e selciatone avranno la funzione di deviare il deflusso di eventuali acque e/o colate detritiche direttamente nell'alveo senza di fatto intercettare il guado. Le opere si ritengono sufficientemente dimensionate visto che la sezione di passaggio del canale di monte è inferiore a quella ricavata con la costruzione del cunettone a corda molla e dei due tomì e la stessa gavetta delle briglie di monte ha una superficie media inferiore a 4 m^2 .

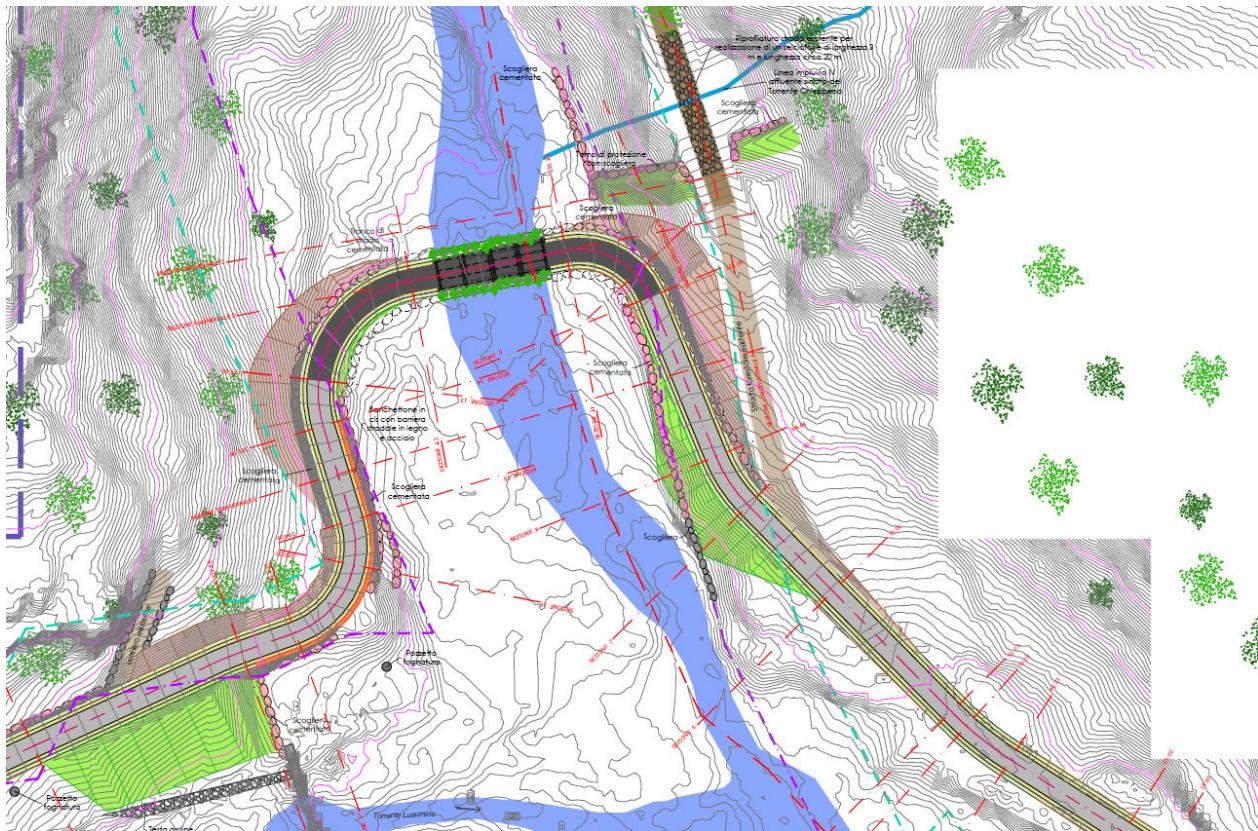


Fig. 3.7: estratto planimetria stato di progetto del terzo intervento Lo spostamento del nuovo guado più a monte di quello esistente in modo da aumentare la quota del fondo del torrente in corrispondenza del nuovo guado.

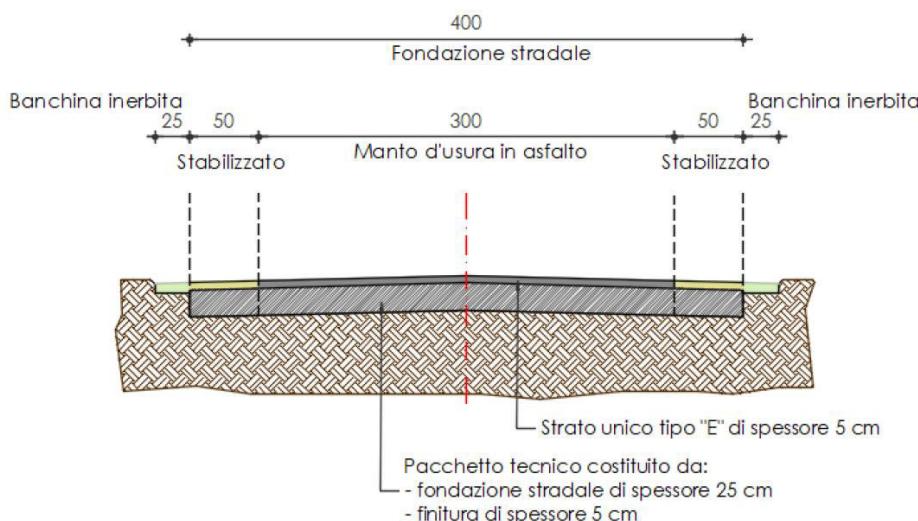


Fig. 3.8: sezione tipo della piattaforma stradale nel terzo settore d'intervento.

Nel terzo tratto la carreggiata avrà una larghezza di 3,00 metri, banchina laterale di 25 cm su entrambi i lati con una pavimentazione in stabilizzato calcareo di 50 cm, e con ulteriori banchine laterali rinverdite di 25 cm. Come per i tratti precedenti lo scolo delle acque è realizzato con spargimento diretto lungo la banchina per quanto riguarda il lato di valle.

Anche in questo tratto per la realizzazione dei tomii, i riporti dovranno essere effettuati con materiale arido – granulare e pertanto potranno essere riutilizzati allo scopo i terreni di scavo; è evidente che – essendo questi caratterizzati anche dalla presenza di massi e trovanti – il materiale andrà reso granulometricamente omogeneo e selezionato a seconda della tipologia di riempimento. **L'utilizzo anche parziale (per la base della rampa) di massi ciclopici giustapposti (presenti in abbondanza lungo la zona) invece che di terreno sciolto meno grossolano, determinerà l'automatica formazione di un'opera di sostegno che sarà agevolmente in grado di effettuare il contenimento dei rilevati e di mantenere senza problemi le pendenze di progetto.**

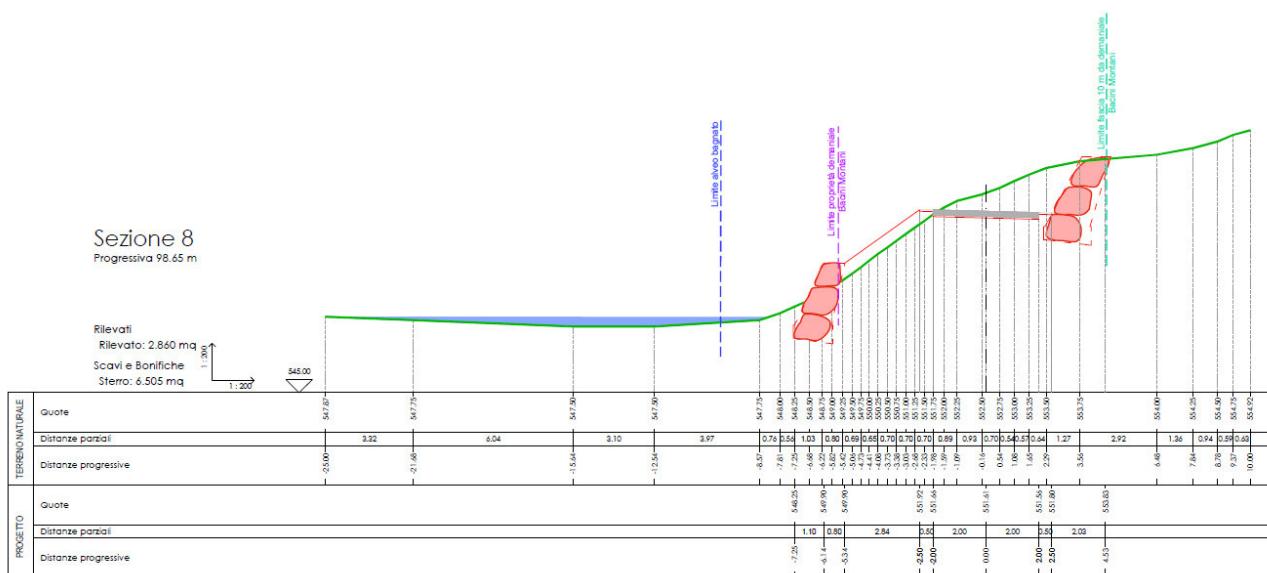


Fig. 3.9: estratto sezione 8 di TAV15 (progressiva 98,65) terzo tratto d'intervento.

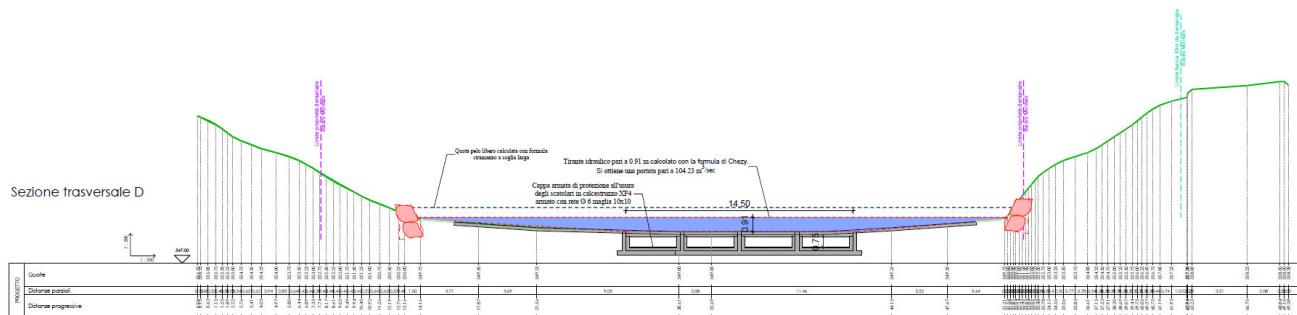


Fig. 3.10: estratto sezione trasversale D in corrispondenza del nuovo guado del terzo intervento.

3.3. Fronti di scavo

Le lavorazioni in progetto non prevedono la realizzazione di significativi fronti di scavo, se non per la realizzazione di alcune porzione di tracciato, in particolare lungo il secondo tratto d'intervento dove, al fine di realizzare una piccola porzione di ciclopedenale, si prevede lo sbancamento del versante posto a monte con un'altezza f.t. di circa 2 metri; pertanto al fine di realizzare la scogliera si prevede la realizzazione di un fronte di scavo prossimo ai 3 metri dal p.c. attuale.

Le verifiche di stabilità dei fronti di scavo sono state condotte conformemente a quanto previsto dal **D.M. 17/01/2018 "Norma Tecniche per le Costruzioni" al paragrafo 6.8".**

Il livello di sicurezza è espresso come rapporto tra la resistenza a taglio disponibile, presa con il suo valore caratteristico e lo sforzo di taglio mobilitato lungo la superficie di scorrimento effettiva o potenziale.

Le NTC_2018 prevedono che per ogni stato limite per perdita di equilibrio (EQU), come definito al §2.6.1, deve essere rispettata la condizione:

$$E_{inst,d} \leq E_{stb,d}$$

dove $E_{inst,d}$ è il valore di progetto dell'azione instabilizzante, $E_{stb,d}$ è il valore di progetto dell'azione stabilizzante.

La verifica della suddetta condizione deve essere eseguita impiegando come fattori parziali per le azioni i valori γF riportati nella colonna EQU della tabella 6.2.I. Per ogni stato limite ultimo che preveda il raggiungimento della resistenza di un elemento strutturale (STR) o del terreno (GEO), come definiti al § 2.6.1, deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d [6.2.1]$$

essendo E_d il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione, definito dalle relazioni [6.2.2a] o [6.2.2b]:

$$E_d = E \left[\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right] [6.2.2a]$$

$$E_d = \gamma_E \cdot E \left[F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right] [6.2.2b]$$

e R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico definito dalla relazione [6.2.3]:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left[\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right] \quad [6.2.3]$$

Effetto delle azioni e resistenza di progetto sono espresse nelle [6.2.2a] e [6.2.3] rispettivamente in funzione delle azioni di progetto γF_k , dei parametri geotecnici di progetto X_k/γ_M e dei parametri geometrici di progetto ad. Il coefficiente parziale di sicurezza γ_R opera direttamente sulla resistenza del sistema. L'effetto delle azioni di progetto può anche essere valutato direttamente con i valori caratteristici delle azioni come indicato dalla [6.2.2b] con $\gamma_E = \gamma F$.

In accordo a quanto stabilito al §2.6.1, la verifica della condizione [6.2.1] deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3).

I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi. Nel primo approccio progettuale (Approccio 1) le verifiche si eseguono con due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti ognuna delle quali può essere critica per differenti aspetti dello stesso progetto.

Nel secondo approccio progettuale (Approccio 2) le verifiche si eseguono con un'unica combinazione di gruppi di coefficienti. Per le verifiche nei confronti di stati limite ultimi non espressamente trattati nei successivi paragrafi, da 6.3 a 6.11, si utilizza l'Approccio 1 con le due combinazioni (A1+M1+R1) e (A2+M2+R2). I fattori parziali per il gruppo R1 sono sempre unitari; quelli del gruppo R2 possono essere maggiori o uguali all'unità e, in assenza di indicazioni specifiche per lo stato limite ultimo considerato, devono essere scelti dal progettista in relazione alle incertezze connesse con i procedimenti adottati.

Le NTC 2018 prevedono che la **verifica di stabilità globale** deve essere effettuata secondo la **Combinazione 2 (A2+M2+R2)** dell'**Approccio 1** tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle **Tabelle 6.2.I e 6.2.II** per le azioni e i parametri geotecnici, e nella **Tab. 6.8.I** per le resistenze globali.

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G ₁	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti G ₂ ^(a)	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

Tabella NTC_2018 6.2.I Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_Y	γ_Y	1,0	1,0

Tabella NTC_2018 6.2.II Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno.

Per quanto riguarda il **coefficiente parziale per le verifiche di sicurezza, relativamente alla stabilità generale**, il D.M. 17.01.2018 richiede un γ_R 1.1. In pratica il coefficiente di sicurezza minimo previsto è pari a 1.1, corrispondente a $F_s \geq 1.3$ della vecchia norma (D.M. 1988 – D.M. 1996).

COEFFICIENTE	R2
γ_R	1,1

Tabella NTC_2018 6.8.I Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

Le verifiche di stabilità vengono condotte adottando i valori caratteristici dei parametri di resistenza, considerando le sole condizioni statiche; infatti, **come riportato al paragrafo 2.4.1 del D.M. 17/01/2018**, "Le verifiche sismiche di opere di tipo 1 ($V_N \leq 10$ anni) o in fase di costruzione possono omettersi quando il progetto preveda che tale condizione permanga per meno di 2 anni".

Le verifiche verranno effettuate trattando tutto lo scavo in materiale sciolto, alla cui stabilità a breve termine contribuisce anche la coesione apparente (c') fornita dalla presenza di materiali coesivi nella matrice del deposito e dalle forze di natura superficiali (tensioni capillari, cementazione apparente, fenomeni di aging; ecc.) cui può essere assegnati, nel nostro caso, i seguenti valori dei parametri "di progetto":

PARAMETRI		M1	M2
peso di volume naturale	γ	19,00 KN/m ³	19,00 KN/m ³
coesione apparente ²	c'	5,00 KN/m ²	4,00 KN/m ²
angolo resistenza al taglio ³	ϕ	36°	30,17°

Da questi valori, facendo riferimento al grafico di **HOEK & BRAY** in funzione dei parametri di resistenza al taglio e dell'altezza totale dello scavo, si ricava adottando un coefficiente di sicurezza **F= 1.1** (come da normativa vigente):

per scavi di altezza h = 3,0 metri

$$\tan \phi / F = 0,58 / 1,1 = 0,53$$

$$C/Y \times H \times \tan \phi = 3,00 / 19,00 \times 3,00 \times 0,58 = 0,12$$

Dal diagramma di **Hoeck & Bray** (vedi diagramma allegato di figura 3.11), validi in condizioni drenate e in assenza di filtrazioni, si evince che un fronte di scavo di altezza **H = 3,00 metri** costituito da un materiale caratterizzato da $c' = 3,00$ KN/m², $\phi = 30,17^\circ$ e $\gamma_n = 19,00$ KN/m³, è stabile a breve termine con un angolo di scarpa $\beta \leq 58^\circ$ dall'orizzontale ($\gamma_R \geq 1.1$).

² Valido solo temporaneamente a breve termine per i fronti di scavo.

³ Nella progettazione geotecnica frequentemente si usa un valore di ϕ intermedio fra quello "di picco" (piccole deformazioni) e quello "critico" a volume costante (grandi deformazioni). Quest'ultimo è una caratteristica intrinseca del terreno e dipende dalla composizione granulometrica, diametro medio, coefficiente di uniformità, ecc.

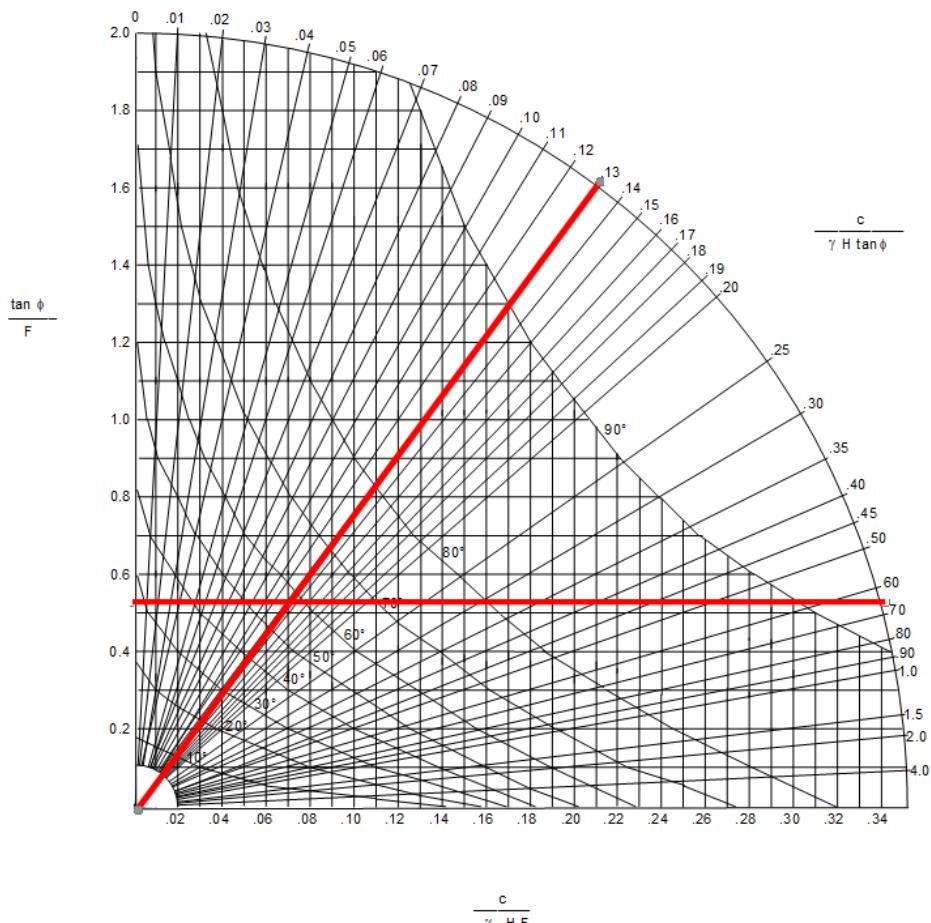


Fig. 3.11: diagramma di Hoeck & Bray stabilità fronti di scavo a breve termine condizioni drenate (ipotesi di rottura lungo superficie circolare).

Tali configurazioni sono sostenibili in sicurezza solo a breve termine, coincidente con il tempo necessario alla costruzione delle murature di sostegno; la stabilità è infatti garantita dalla coesione. Tale parametro di entità estremamente variabile è in relazione allo stato di umidità ed allo scarico tensionale.

Infatti alla stabilità del fronte di scavo (breve termine), contribuisce anche la coesione apparente, fornita dalla presenza di materiali più fini nella matrice del deposito e in particolare dalle forze di natura superficiali (tensioni capillari, cementazione apparente, fenomeni di aging; ecc....). È pertanto importante, ai fini della stabilità globale dell'intero fronte di scavo, che lo scavo sia effettuato in un periodo non piovoso e che siano verificate in tempo utile le condizioni di non filtrazione idrica, oltre che quelle stratigrafiche. Infatti, il terreno in oggetto se saturato dall'acqua perde parte delle sue caratteristiche di resistenza al taglio.

Realizzati le scogliere e i drenaggi retrostanti, lo scavo dovrà essere tempestivamente richiuso con terreno di riporto adeguatamente costipato. La stabilità del fronte di scavo è garantita in assenza di sovraccarichi anche solo temporanei presso il ciglio superiore (automezzi, accumuli di materiale); a scavi aperti, in occasione di precipitazioni i fronti degli scavi dovranno essere ricoperti da dei teli impermeabili stesi fino a qualche metro di distanza a monte dei cigli degli scavi.

Condizioni stratigrafico – geotecniche diverse da quelle ipotizzate, oppure la presenza di acque di filtrazione, potrebbero mutare radicalmente il comportamento del fronte e renderlo suscettibile di fenomeni di instabilità anche gravi.

In fase esecutiva, in ogni caso, dovranno essere verificate, da parte di un geologo, le caratteristiche geomeccaniche e idrauliche in situ e di conseguenza variare e/o modificare le modalità d'apertura dello scavo previste.

3.4. Verifiche di stabilità globale – opere di sostegno

Il tratto ove le opere di sostegno risultano più gravose (massima altezza fuori terra e assenza di confinamento a valle) sono in prossimità del primo tratto d'intervento. Infatti, al fine superare la vasca di presa, si dovrà realizzare una nuova scogliera lunga circa 24,30 m e altezza massima fuori terra di 2,58 m, sulla cui sommità si realizzerà un banchettone in cls e su cui si poserà una staccionata in legno di larice. Si proseguirà quindi verso nord rimanendo il più possibile lontano dall'argine del torrente e con la quota della piattaforma stradale della ciclabile che in generale coinciderà con la quota della testa dell'argine esistente.

I riporti dovranno essere effettuati con materiale arido – granulare e pertanto potranno essere riutilizzati allo scopo i terreni di scavo; è evidente che – essendo questi caratterizzati anche dalla presenza di massi e trovanti – il materiale andrà reso granulometricamente omogeneo e selezionato a seconda della tipologia di riempimento. **L'utilizzo anche parziale (per la base della rampa) di massi ciclopici giustapposti (presenti in abbondanza lungo la zona) invece che di terreno sciolto meno grossolano, determinerà l'automatica formazione di un'opera di sostegno che sarà agevolmente in grado di effettuare il contenimento del pendio di monte e di mantenere senza problemi le pendenze di progetto.**

A tergo delle opere di contenimento dovrà essere previsto un drenaggio completo, per garantire l'isolazione di tutte le opere dalle acque sotterranee e di percolazione al fine di impedire il deterioramento delle strutture, lo scadimento delle qualità geotecniche del terreno di fondazione e l'appesantimento dei terreni a tergo dei muri di contenimento.

Viene pertanto verificata la stabilità globale della porzione di progetto (situazione più gravosa) dove verrà realizzata la scogliera a sostegno del riporto (si rimanda al capitolo precedente e alla relazione tecnica costruttiva).

La verifica, effettuata ricorrendo ai metodi di calcolo della stabilità dei pendii, consiste nel ricercare, tra le possibili superfici di rottura, quella che presenta il minor coefficiente di sicurezza e nel confrontare, quindi, le resistenze e le azioni sollecitanti lungo tale superficie. Secondo questi metodi è necessario ipotizzare una superficie di scorrimento del terreno di forma qualsiasi, passante al di sotto del muro e valutare, rispetto al generico polo, i momenti instabilizzanti, generati dalle forze peso, ed i momenti resistenti, generati dalle reazioni del terreno.

Viene di seguito verificata la stabilità globale (scivolamento globale) del tratto di scogliera più penalizzante, pertanto lungo la sezione di progetto con maggiore altezza f.t. e assenza di confinamento a valle (vedi figura 3.12).

Come anticipato in precedenza e all'interno della relazione geologica, l'opera di sostegno fonderà su materiale alluvionale grossolano al quale sono stati attribuiti i seguenti valori "caratteristici" dei parametri meccanici drenati:

- depositi alluvionali e/o fluvioglaciali:

- | | |
|----------------------------------|--|
| ➤ peso di volume naturale | γ_n = 19,00 KN/m ³ ; |
| ➤ coesione | c = 0 KN/m ² ; |
| ➤ coesione apparente | c' = 5 KPa; |

- angolo resistenza al taglio
 - modulo elastico

$$\varphi' = 36^\circ; E = 50000 \text{ KN/m}^2.$$

Si ipotizza che il terreno di riporto nel quale saranno i massi ciclopici e che verrà cumulato a tergo ed alla sommità dell'opera, sia costituito da detrito arido – granulare stesso e costipato a regola d'arte. A tale terreno possono essere attribuiti i medesimi valori dei parametri del terreno imposto, visto il suo riutilizzo a tergo delle strutture.

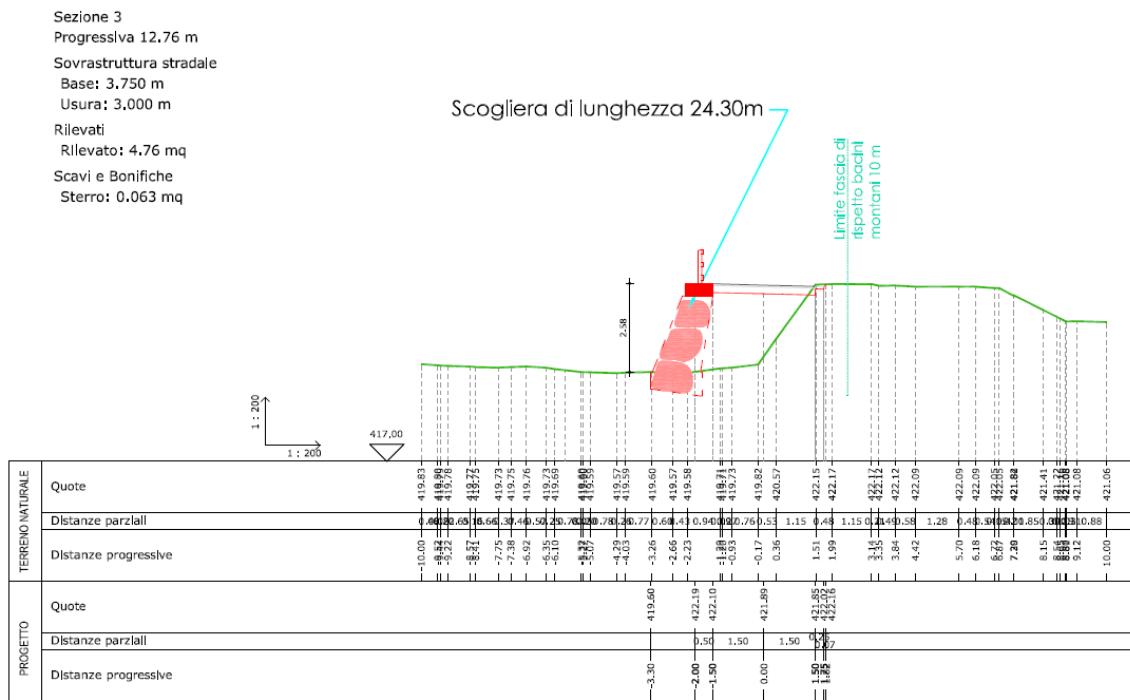


Fig. 3.12: estratto sezione n.3 di progetto tratto 1, dove al fine superare la vasca si dovrà realizzare una nuova scogliera lunga circa 24,30 m con altezza massima fuori terra di 2,58 m.

Si effettuano di seguito le verifiche di stabilità dell'insieme opera – terreno, così come prescrive la normativa in vigore. Le verifiche di stabilità della scogliera devono essere effettuate secondo quanto previsto dalle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” (D.M. 17.01.2018), come già descritto nel precedente capitolo per i fronti dello scavo, ma in questo caso ovviamente considerando l’azione sismica.

Le norme NTC 2018 sulle opere di sostegno si applicano a tutte le costruzioni e agli interventi atti a sostenere in sicurezza un corpo di terreno o di materiale con comportamento simile. In particolare:

- muri, per i quali la funzione di sostegno è affidata al peso proprio del muro e a quello del terreno direttamente agente su di esso (ad esempio muri a gravità, muri a mensola, muri a contrafforti);
 - paratie, per le quali la funzione di sostegno è assicurata principalmente dalla resistenza del volume di terreno posto innanzi l'opera e da eventuali ancoraggi e puntoni;
 - strutture miste, che esplicano la funzione di sostegno anche per effetto di trattamenti di miglioramento e per la presenza di particolari elementi di rinforzo e collegamento.

In presenza di azioni sismiche, oltre a quanto previsto nel presente paragrafo, le opere di sostegno devono rispettare i criteri di verifica di cui al § 7.11.6 delle suddette norme tecniche. Come anticipato in precedenza per le opere di sostegno, il terreno di riempimento a tergo dell'opera deve essere posto in opera con opportuna tecnica di costipamento ed avere granulometria tale da consentire un drenaggio efficace nel tempo. Si può ricorrere all'uso di geotessili, con funzione di separazione e filtrazione, da interporre fra il terreno in sede e quello di riempimento; tale aspetto dovrà essere valutato in fase esecutive. Il drenaggio deve essere progettato in modo da risultare efficace in tutto il volume significativo a tergo dell'opera. Le verifiche eseguite mediante analisi di interazione terreno-struttura o con metodi semplificati devono sempre rispettare le condizioni di equilibrio e congruenza e la compatibilità con i criteri di resistenza del terreno. È necessario inoltre portare in conto la dipendenza della spinta dei terreni dallo spostamento dell'opera.

Come specificato all'interno del § 6.5.3 delle NTC 2018 Nelle verifiche di sicurezza devono essere presi in considerazione tutti i meccanismi di stato limite ultimo, sia a breve sia a lungo termine. Gli stati limite ultimi delle opere di sostegno si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno, e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono le opere stesse.

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata, analogamente a quanto previsto al § 6.8, secondo l'Approccio 1, con la Combinazione 2 (A2+M2+R2), tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tab. 6.8.I per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e fronti di scavo. Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 2, con la combinazione (A1+M1+R3), tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I. Nella verifica a ribaltamento i coefficienti R3 della Tab. 6.5.I si applicano agli effetti delle azioni stabilizzanti. **La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata, analogamente a quanto previsto al § 6.8, secondo l'Approccio 1, con la Combinazione 2 (A2+M2+R2), tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tab. 6.8.I per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e fronti di scavo.**

PARAMETRO	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_m	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'$	γ_φ'	1.00	1.25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1.00	1.40

Tab. 6.2.II - Coefficienti parziali γ_R per i parametri geotecnici dei terreni.

VERIFICA	Coefficiente parziale γ_R (R3)
Capacità portante della fondazione	1.4
Scorrimento	1.1
Ribaltamento	1.5
Resistenza del terreno a valle	1.4

Tab. 6.5.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno.

Nelle verifiche di sicurezza per effetto delle azioni sismiche si controlla che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni nel rispetto della condizione [6.2.1], ponendo

pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1) e impiegando le resistenze di progetto con i coefficienti parziali γ_R indicati nella tabella 7.1.III.

VERIFICA	Coefficiente parziale γ_R
Capacità portante della fondazione	1.2
Scorrimento	1.0
Ribaltoamento	1.0
Resistenza del terreno a valle	1.2

Tab. 7.1.III - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi (SLV) dei muri di sostegno.

In generale, le ipotesi di calcolo delle spinte devono essere giustificate sulla base dei prevedibili spostamenti relativi manufattoterreno, oppure determinate con un'analisi dell'interazione terreno-struttura. Le spinte devono tenere conto del sovraccarico e dell'inclinazione del piano campagna, dell'inclinazione del paramento rispetto alla verticale, delle pressioni interstiziali e degli effetti della filtrazione nel terreno. Nel calcolo della spinta si può tenere conto dell'attrito che si sviluppa fra parete e terreno. I valori assunti per il relativo coefficiente di attrito devono essere giustificati in base alla natura dei materiali a contatto e all'effettivo grado di mobilitazione.

Ai fini della verifica alla traslazione sul piano di posa delle opere di sostegno e/o similabili con fondazioni superficiali, non si deve in generale considerare il contributo della resistenza passiva del terreno antistante l'opera di sostegno. In casi particolari, da giustificare con considerazioni relative alle caratteristiche meccaniche dei terreni e alle modalità costruttive, la presa in conto di un'aliquota (comunque non superiore al 50%) di tale resistenza è subordinata all'assunzione di effettiva permanenza di tale contributo, nonché alla verifica che gli spostamenti necessari alla mobilitazione di tale aliquota siano compatibili con le prestazioni attese dell'opera. Nel caso di strutture miste o composite, le verifiche di stabilità globale devono essere accompagnate da verifiche di stabilità locale e di funzionalità e durabilità degli elementi singoli. Per quanto riguarda il **coefficiente parziale per le verifiche di sicurezza, relativamente alla stabilità generale**, il D.M. 17.01.2018 richiede un γ_R 1.1. In pratica con la nuova normativa il coefficiente di sicurezza minimo previsto è pari a 1.1, corrispondente a $F_s \geq 1.3$ della vecchia norma (D.M. 1988 – D.M. 1996).

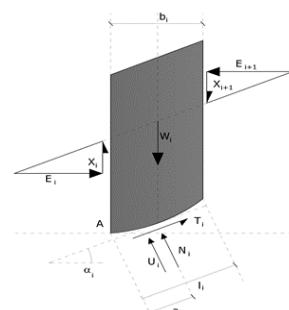
Le verifiche effettuate sono ovviamente indicative, mostrano una generica e plausibile possibilità di ottenere la stabilità nel lungo periodo dell'opera di contenimento e sarà quindi necessario che in c.o. venga effettuato un supplemento di indagine volto alla verifica puntuale delle previsioni stratigrafico – geotecniche contenute nel presente studio.

3.4.1. Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955) – verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno – scogliera.

Adottando per le verifiche il **Metodo di Bishop (1955)** non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali. Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$$\sum F_y = 0, \quad \sum M_0 = 0 \quad \text{Criterio di rottura}$$

$$F = \frac{\sum \{c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \phi_i\} \times \sec \alpha_i}{\sum W_i \times \sin \alpha_i} \times \frac{1 + \tan \alpha_i \times \tan \phi_i / F}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \phi_i / F}$$



I valori di F e di DX per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre DX = 0 ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di **Bishop ordinario**, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Lat./Long.	46,0677490234375/11,5374908447266
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,0
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare.	Angolo di resistenza al taglio
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,85 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	8,5 m
Ascissa vertice destro superiore xs	6,17 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,82 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,31	2,59	0,22
S.L.D.	50,0	0,39	2,62	0,25
S.L.V.	475,0	1,0	2,54	0,33
S.L.C.	975,0	1,27	2,55	0,35

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,372	0,2	0,0076	0,0038
S.L.D.	0,468	0,2	0,0095	0,0048
S.L.V.	1,2	0,24	0,0294	0,0147
S.L.C.	1,524	0,24	0,0373	0,0186

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0294
 Coefficiente azione sismica verticale 0,0147

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	2,0	5,6
2	5,0	5,6
3	5,01	5,6
4	6,11	8,18
5	6,11	8,18
6	8,11	8,18
7	10,11	8,18
8	13,98	8,18

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	2,0	5,5
2	6,11	5,5
3	13,98	6,5

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili 1,0 0,0
 Favorevoli: Permanenti, variabili 1,0 0,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1,25
 Coesione efficace 1,25
 Coesione non drenata 1,4
 Riduzione parametri geotecnici terreno Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Litologia	
1	0	36	1937,461	Riporto	
2	0	36	1937,461	Deposito	

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1,32
Ascissa centro superficie	4,66 m
Ordinata centro superficie	8,85 m
Raggio superficie	4,13 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

$$xc = 4,662 \quad yc = 8,85 \quad Rc = 4,125 \quad Fs=1,319$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0,66	-32,6	0,78298,71	8,78	4,39	0,0	30,2	0,0	476,2	190,8	
2	0,66	-22,1	0,71734,32	21,59	10,79	0,0	30,2	0,0	947,2	379,4	
3	0,66	-12,5	0,68 997,1	29,31	14,66	0,0	30,2	0,0	1120,5	448,8	
4	0,66	-3,2	0,661112,93	32,72	16,36	0,0	30,2	0,0	1139,8	456,6	
5	0,66	6,1	0,661352,36	39,76	19,88	0,0	30,2	0,0	1304,5	522,6	
6	0,68	15,6	0,713311,05	97,34	48,67	0,0	30,2	0,0	3091,8	1238,5	
7	0,64	25,5	0,713788,45	111,38	55,69	0,0	30,2	0,0	3523,9	1411,6	
8	0,66	36,1	0,823422,94	100,63	50,32	0,0	30,2	0,0	3278,4	1313,3	
9	0,66	48,8	1,02658,47	78,16	39,08	0,0	30,2	0,0	2767,9	1108,8	
100,66	68,2	1,781371,55	40,32	20,16	0,0	30,2	0,0	1845,0	739,1		

Tabella: risultati delle verifiche di stabilità globale scogliera.

Le verifiche di stabilità globali opere – terreno (scogliera), effettuate con il criterio di Bishop, **soddisfano i requisiti di legge ($Fs = 1,32$ fig. 3.13)**. Si suppone l'opera sia correttamente drenata e delle caratteristiche dimensionali indicate. A carico del Progettista sono le verifiche al ribaltamento, scorrimento e carico limite.

Va inoltre ricordato come in questa fase progettuale si suppone che il piano di fondazione delle strutture a progetto sia omogeneo per caratteristiche di compressibilità arealmente e in profondità, fino a una quota "significativa" (volume geologico significativo). Tale aspetto dovrà essere verificato da un tecnico geologo, che dovrà essere in cantiere prima della posa delle fondazioni dell'opera.

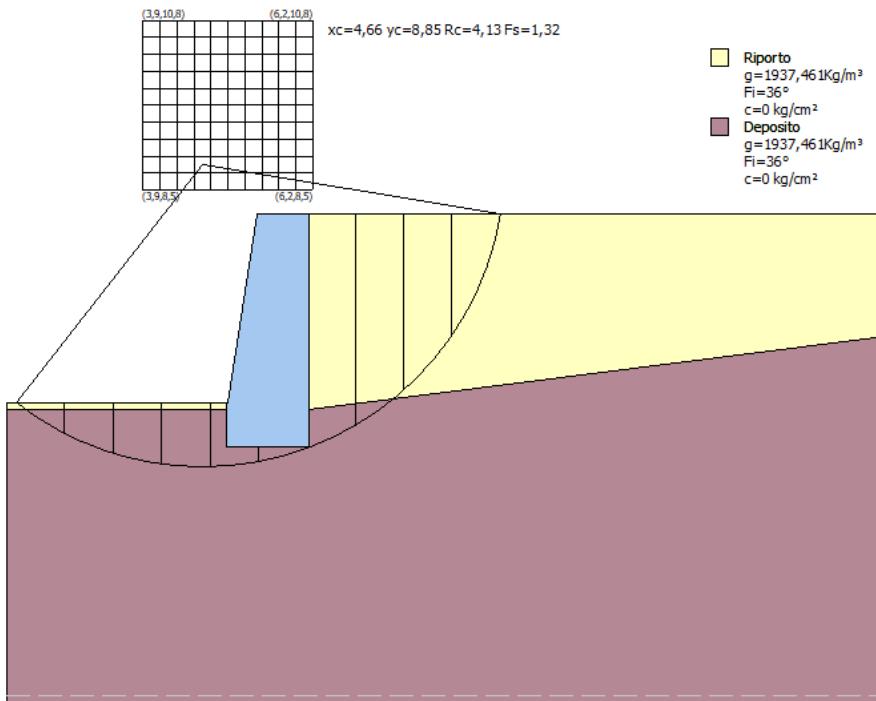


Fig. 3.13: verifiche di stabilità globale dell'insieme opera – terreno, superficie critica verificata con $F_s = 1,32$.

3.5. Conclusioni

Su incarico e per conto della Comunità Valsugana e Tesino, è stata effettuata un'indagine geotecnica a supporto del progetto esecutivo per i lavori di realizzazione della Pista ciclopedinale Valsugana e Tesino – secondo tratto.

Il presente progetto tratta lo sviluppo definitivo del secondo tratto della pista ciclopedinale compreso tra l'abitato di Strigno e l'argine del torrente Chieppena, con partenza in corrispondenza di Ponte per Ivano Fracena nel comune di Castel Ivano ed arrivo in corrispondenza della località ai Monegati, dove esiste già una viabilità secondaria e dove è in fase di realizzazione il primo tratto della suddetta ciclabile. In particolare il progetto prevede la realizzazione di tre spezzoni di pista per uno sviluppo lineare complessivo di circa 857 metri.

Dalle indagini effettuate non sono emerse particolari controindicazioni, di ordine geologico – geotecnico – idrogeologico alla realizzazione di quanto in progetto, fatta salva l'osservanza delle prescrizioni contenute nel presente rapporto.

Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti delle N.T.C. 17/01/2018 e costituisce la relazione geotecnica specialistica del progetto strutturale di cui al capitolo 10.1, C10.1 punto 5.1.

Levico Terme, giugno 2020

Il relatore

