



REGIONE
LOMBARDIA



PROGETTO ESECUTIVO

**RIQUALIFICAZIONE LUNGO LA S.P. 42 E MESSA IN SICUREZZA
DALLA PROG.VA Km 99+440 ALLA PROG.VA Km 105+035,
SOTTESA DALLA NUOVA VARIANTE, NEI COMUNI DI SELLERO,
CEDEGOLO E BERZO DEMO, E LUNGO LA S.P. 6 NEI COMUNI DI
CEVO E SAVIORE DELL'ADAMELLO**

LOTTO 1

Atto anche al superamento delle barriere architettoniche

Elaborato
T18

RELAZIONE GEOLOGICA

	<i>DATA</i>	<i>OGGETTO</i>
	<i>Febbraio 2019</i>	<i>Aggiornamento a seguito del rapporto Tecnico di Verifica di Progetto del 23/01/2019</i>
	<i>Maggio 2020</i>	<i>Adeguamento alle osservazioni di verifica</i>
IL PROGETTISTA Ing. Landrini Girolamo		IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Elaborazione dati e stesura progetto: STUDIO LANDRINI
Via Carlo Tassara n°4 Breno (BS) Tel. e fax 0364/21076
e-mail: landrini@LANDRINIGIROLAMO.191.it

Unione dei Comuni
della Val Savio
PROVINCIA DI BRESCIA

INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE LUNGO LA EX
SS42 (SP42) E MESSA IN SICUREZZA
DALLA PROG. 95.800 ALLA PROG. 106.600,
SOTTESA DALLA NUOVA VARIANTE NEI
COMUNI DI CAPODIPONTE, SELLERO,
CEDEGOLO, BERZO DEMO E LUNGO LA SP6 NEI
COMUNI DI CEVO E SAVIORE DELL'ADAMELLO

LOTTO 1

Progetto definitivo

Relazione geologica

Committente:
UNIONE DEI COMUNI
DELLA VAL SAVIORE

Marzo 2019

Dott. Geol.
Gilberto Zaina

Geo.Te.C.

Geologia Tecnica Camuna
Studio Associato Alberti F., Carleschi G., Zaina G.
Via Albera, 3 - Darfo Boario Terme (BS)
tel./fax: 0364 533637

Sommario

1	Premessa	3
2	TAVOLE GS4 – GS5	4
2.1	Ubicazione ed inquadramento	4
2.2	Quadro geologico	5
2.3	Indagini geognostiche.....	5
2.3.1	Quadro stratigrafico.....	5
2.3.2	Aspetti geologico tecnici.....	6
2.3.3	Caratterizzazione sismica	7
2.3.4	Sintesi dei dati	8
2.4	Il modello geologico tecnico	9
2.5	Indicazioni d'intervento	9
3	TAVOLA GBD5.....	10
3.1	Ubicazione ed inquadramento	10
3.2	Aspetti geologici e geomorfologici	10
3.3	Valutazione della rippabilità dell'ammasso roccioso	13
3.4	Indicazioni di intervento	14
4	TAVOLA GBD7 – GBD8 – GBD9	15
4.1	Ubicazione ed inquadramento	15
4.2	Aspetti geologici e geomorfologici	15
4.3	Caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso	18
4.4	Valutazione della rippabilità dell'ammasso roccioso	20
4.5	Indicazioni di intervento	20

1 Premessa

La presente indagine è stata condotta su incarico dell'Unione dei Comuni della Val Savio (Brescia) a supporto del progetto definitivo

INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE LUNGO LA EX SS42 (SP42) E MESSA IN SICUREZZA DALLA PROG. 95.800 ALLA PROG. 106.600, SOTTESA DALLA NUOVA VARIANTE NEI COMUNI DI CAPODIPONTE, SELLERO, CEDEGOLO, BERZO DEMO E LUNGO LA SP6 NEI COMUNI DI CEVO E SAVIORE DELL'ADAMELLO _ LOTTO 1

redatto dallo Studio Ing. Landrini Gerolamo con sede in Via Carlo Tassara, n 4 a Breno (Brescia).

Il progetto interessa un vasto ambito territoriale che ricade nei comuni di Sellero, Cedegolo e Berzo Demo; valutate la tipologia di opere in progetto e le possibili interferenze con l'assetto geologico del territorio, vengono approfonditi gli aspetti geologici tecnici dei soli interventi illustrati nelle seguenti tavole di progetto:

Comuni	Tavole	Localizzazione	Tipologie d'intervento	Interferenze
SELLERO	GS	4 Via Nazionale	Spostamento sede stradale	Realizzazione di nuovi rilevati stradali
		5 Loc. Scianica		
BERZO DEMO	GBD	5 Via Nazionale	Allargamento sede stradale	Scavi in roccia
		7 Loc. Saletto	Realizzazione svincolo con scavi in roccia ed attraversamenti corso d'acqua	Scavi in roccia
		8 SP84/Incrocio Via		
		9 Valle		

Le modalità d'indagine e la relazione sono state svolte attenendosi alle NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI (D.M. del 14 gennaio 2008 del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti, il Ministro dell'Interno e il Capo del Dipartimento della Protezione Civile); la fase d'indagine è stata condotta mediante rilievi nelle aree direttamente interessate dal progetto e nelle zone circostanti nonché mediante la valutazione di indagini geognostiche pregresse e l'esecuzione di rilievi geomeccanici.

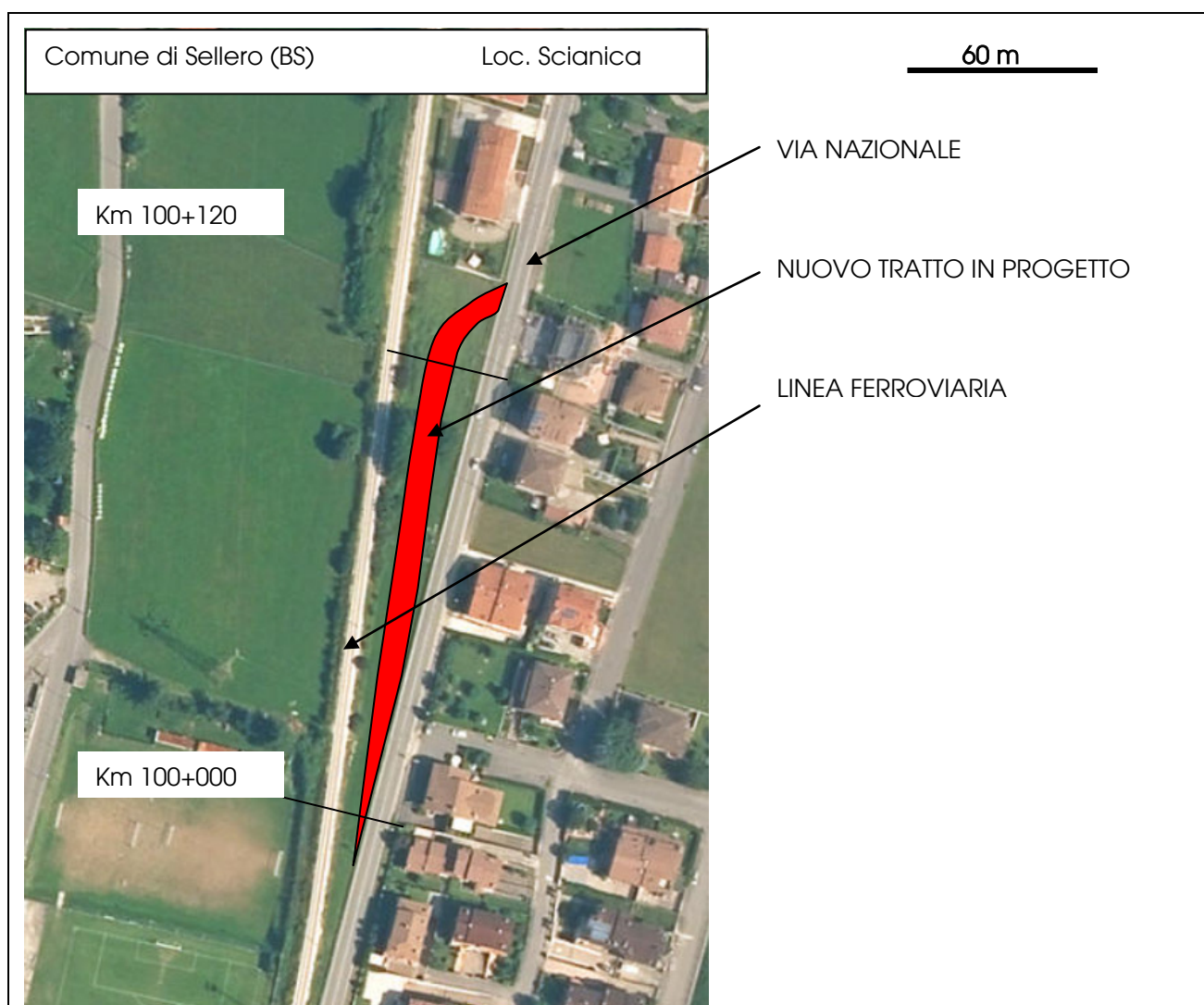
Per l'inquadramento geologico e geomorfologico dei siti si rimanda ai contenuti della relazione geologica allegata al progetto preliminare.

2 Interventi in Loc. Scianico/ Sellero: TAVOLE GS4 – GS5

2.1 Ubicazione ed inquadramento

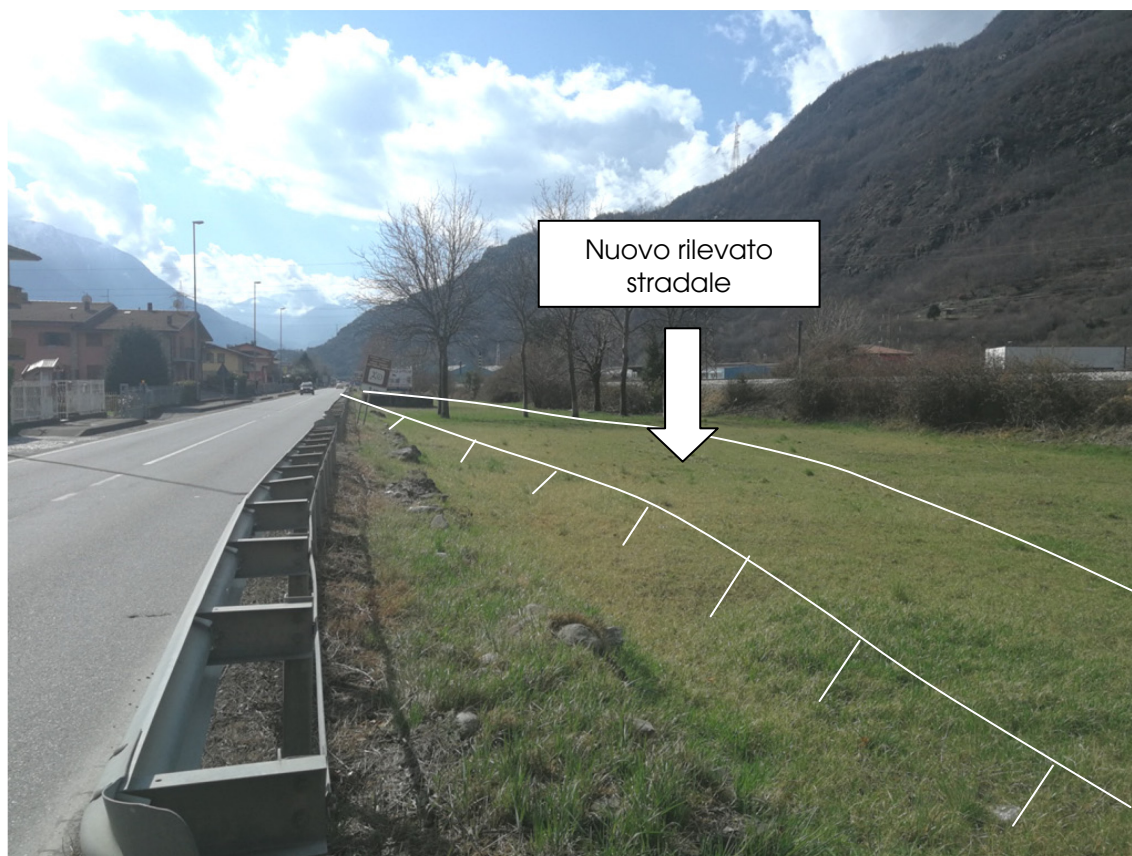
Gli interventi illustrati nelle **TAVOLE GS4** e **GS5** di progetto interessano il tratto di Via Nazionale in località Scianica in Comune di Sellero.

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo tratto di sede stradale fra le progressive km 100+000 e 100+120 della EX SS42. Il tracciato si sviluppa nelle aree comprese fra l'attuale sede stradale ed il rilevato ferroviario della linea Brescia-Edolo.



2.2 Quadro geologico

Le aree in cui è prevista la realizzazione del nuovo tracciato (che si svilupperà in rilevato per circa 100 m) sono ambiti pianeggianti compresi fra i rilevati della strada esistente e quello della linea ferroviaria Brescia Edolo ed impostati nei depositi alluvionali di fondovalle..



2.3 Indagini geognostiche

Le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche degli orizzonti superiori dei depositi alluvionali sono desunte dalla consultazione di indagini geognostiche eseguite in aree di fondovalle attigue.

2.3.1 Quadro stratigrafico

Nella fase di indagine a supporto del progetto della Galleria SELLERO lungo la nuova SS42, in corrispondenza dell'imbocco sud del tunnel è stato eseguito un sondaggio geognostico spinto alla profondità di 17 m dal piano campagna: i dati stratigrafici sono riportati in *Studio geologico tecnico a supporto del P.R.G.* del Comune di Sello.

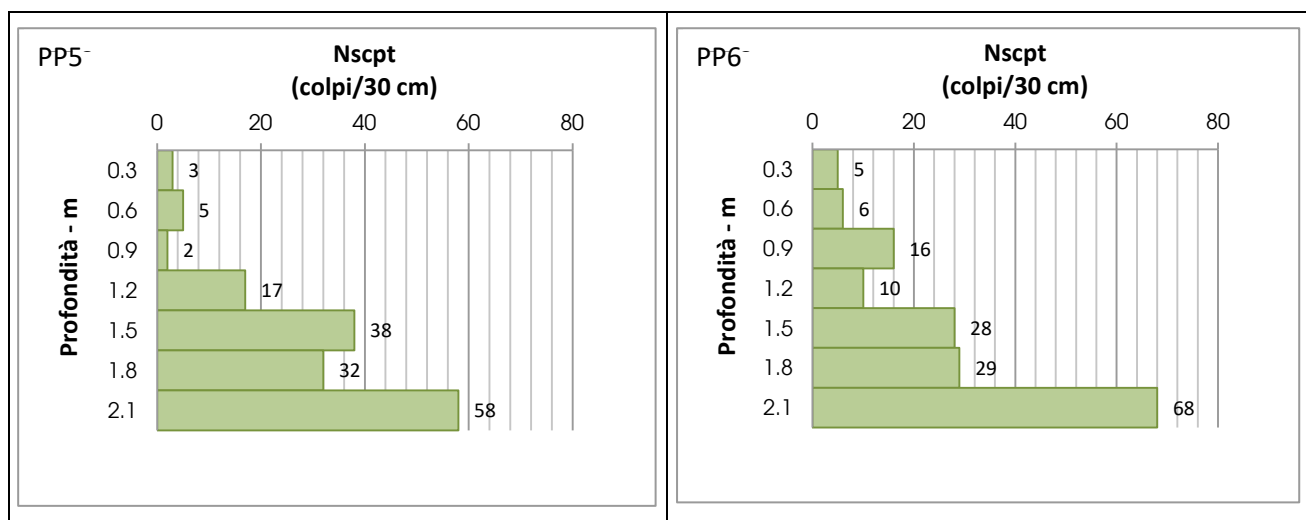
La stratigrafia, riassunta nella seguente tabella, indica la presenza di alluvioni del Fiume Oglio sino a fondo foro: i depositi sono costituiti da *ghiaia e sabbia con ciottoli* e presentano in superficie un orizzonte costituito da *sabbia fine debolmente limosa*.

La falda è stata rilevata alla profondità di 3.0 m dal piano campagna.

Quota (m s.l.m.)	Profondità (m)	Descrizione	SPT	Livello piezometrico
320	0.0	Sabbia fine debolmente limosa		- 3 m da p.c. <hr style="border-top: 1px dashed #00FFFF;"/>
319	1.0	Ghiaia e ghiaietto con ciottoli e poca sabbia		
315	5.0			
		Sabbia con Ghiaia e rari ciottoli	a 10 m: 8-12-15 a 12.5 m: 7-15-18 a 14.5 m: 6-10-15	
303	17.0			

2.3.2 Aspetti geologico tecnici

Nell'ambito della fase di indagine della RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA (condotta dallo scrivente nel 2004) a supporto della realizzazione di un nuovo edificio sul fondovalle di Sello, sono state condotte prove penetrometriche dinamiche tipo SCPT. I risultati delle prove, spinte sino a profondità di 2.1 m dal p.c., sono illustrati nei seguenti diagrammi:

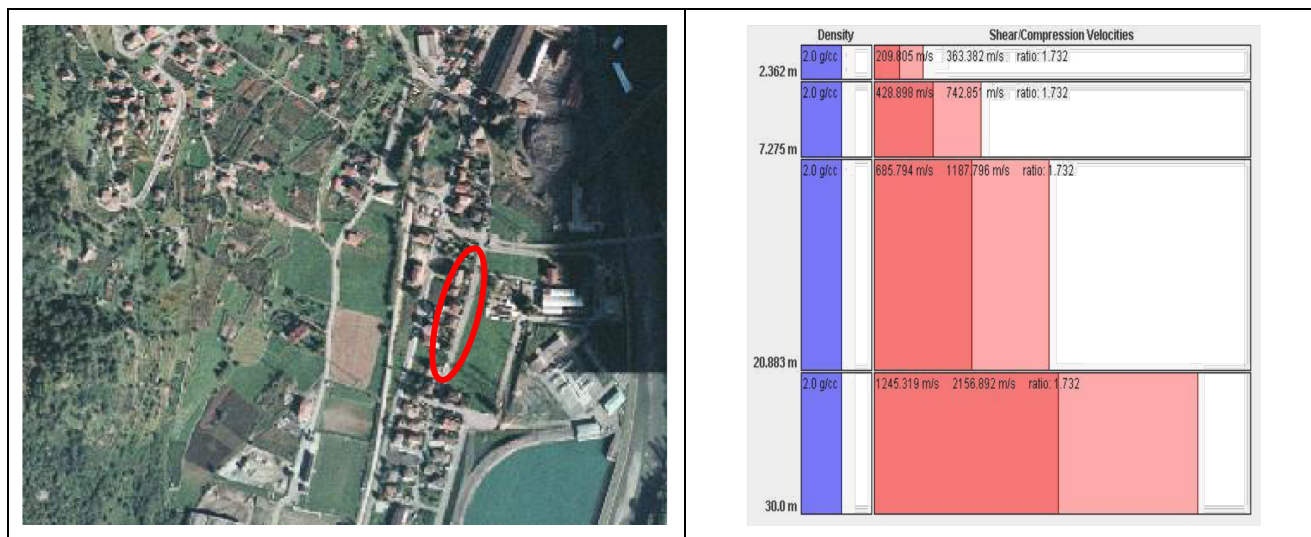


Le prove indicano la presenza di un orizzonte a bassa resistenza all'avanzamento, da ricondurre a terreni a granulometria fine prevalente (sabbia) sino ad una profondità di 1.0 – 1.2 m, sovrastante terreni a maggior resistenza meccanica (alluvioni grossolane). Dall'esame dei grafici è possibile desumere la seguente stratigrafia degli orizzonti superficiali:

Profondità	Descrizione	N _{spt}
0.0 m		
1.2 m	Sabbia limosa	3 - 5
1.8 m	Ghiaia con sabbia	28 - 30
	Blocchi e ghiaia (alluvioni di fondovalle)	-

2.3.3 Caratterizzazione sismica

Nell'ambito dello studio ADEGUAMENTO PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO DEL COMUNE DI SELLERO (Febbraio 2007), nelle aree di fondovalle è stata condotta un'indagine geofisica mediante la tecnica Re.Mi. atta alla ricostruzione del quadro stratigrafico ed alla definizione delle velocità sismiche dei depositi. L'ubicazione della prova ed i risultati ottenuti sono riportati nelle seguenti immagini desunte dalla documentazione consultata.



La prova eseguita evidenzia la presenza di depositi alluvionali sino ad una profondità di circa 20 m da p.c., oltre la quale le velocità sismiche riscontrate (1245 m/s) sono indicative della presenza del substrato roccioso.

Relativamente alla coltre detritica, l'indagine evidenzia una tendenza all'aumento delle velocità sismiche con la profondità (da 209 a 685 m/s) indicativa di un aumento del grado di addensamento e delle caratteristiche granulometriche prevalenti dei terreni.

In sintesi, dai risultati dell'indagine è possibile desumere la seguente stratigrafia:

Profondità 0.0 m	Descrizione	V _{s30} (m/s)
2.4 m	Sabbia limosa con ghiaia. Terreni non addensati	210
7.3 m	Ghiaia con ciottoli e sabbia. Terreni mediamente addensati	429
21.0 m	Blocchi e ghiaia Terreni addensati	686
30.0 m	Substrato roccioso	1245

2.3.4 Sintesi dei dati

Attenendosi alla documentazione consultata, il quadro stratigrafico dei terreni d'imposta della struttura è riassunto nella seguente tabella:

Profondità (m) 0.0	Descrizione	Parametri		
		N _{scpt} (colpi/piede)	N _{spt} (colpi/piede)	V _{s30} (m/s)
1.2 - 2.4	Orizzonte superficiale	3 - 5	-	210
5.0 - 7.0	Depositi alluvionali recenti	28 - 30	-	429
17.0 - 21.0	Depositi alluvionali antichi	-	25 - 33	686
30.0	Substrato roccioso	-	-	1245

I depositi alluvionali sono sede di una falda acquifera con pelo libero a -3.0 m da p.c.

2.4 Il modello geologico tecnico

Nel seguente schema viene illustrato il modello geologico tecnico del settore in cui è previsto l'intervento: ad ogni orizzonte sono assegnati i parametri meccanici e fisici ottenuti dall'interpretazione dei risultati delle indagini geotecniche in precedenza illustrati.

Profondità (m)	Descrizione	Parametri	
		Angolo d'attrito efficace ϕ' (°)	Peso specifico efficace γ' (kN/m ³)
0.0			
1.2 - 2.4	Sabbia limosa con ghiaia. Terreni non addensati	29.5 - 30.6	16.6 - 15.4
5.0 - 7.0	Ghiaia con ciottoli e sabbia. Terreni mediamente addensati	36	24.7
17.0 - 21.0	Blocchi e ghiaia Terreni addensati	33-34	18.9 - 19.2

2.5 Indicazioni d'intervento

Alla luce del modello geologico tecnico dei siti, valutate le tipologie d'intervento, si consiglia di impostare il rilevato stradale sull'orizzonte costituito da terreni a granulometria grossolana prevalente, previa l'asportazione dell'orizzonte superficiale giudicato potenzialmente compressibile e soggetto a cedimenti.

Lo spessore dell'orizzonte da asportare è solamente indicativo: l'entità delle operazioni di scavo potranno essere valutate in sede esecutiva degli interventi mediante l'apertura di una trincea esplorativa.

Qualora si volesse riutilizzare i terreni dell'orizzonte superficiale (sia per la realizzazione del rilevato che come terreni di sottofondazione) gli stessi dovranno essere oggetto di operazioni di miglioramento delle caratteristiche meccaniche (addensamento).

3 Intervento in Loc. Saletto/ Berzo Demo - TAVOLA GBD5

3.1 Ubicazione ed inquadramento

Gli interventi illustrati nella **TAVOLA GBD 5** interessano il tratto di Via Nazionale all'altezza della località Saletto in Comune di Berzo Demo.

Il progetto prevede l'allargamento della EX SS42 mediante scavo della porzione di versante sinistro della Valcamonica che insiste sulla carreggiata nord della sede stradale all'altezza del km. 104+990.



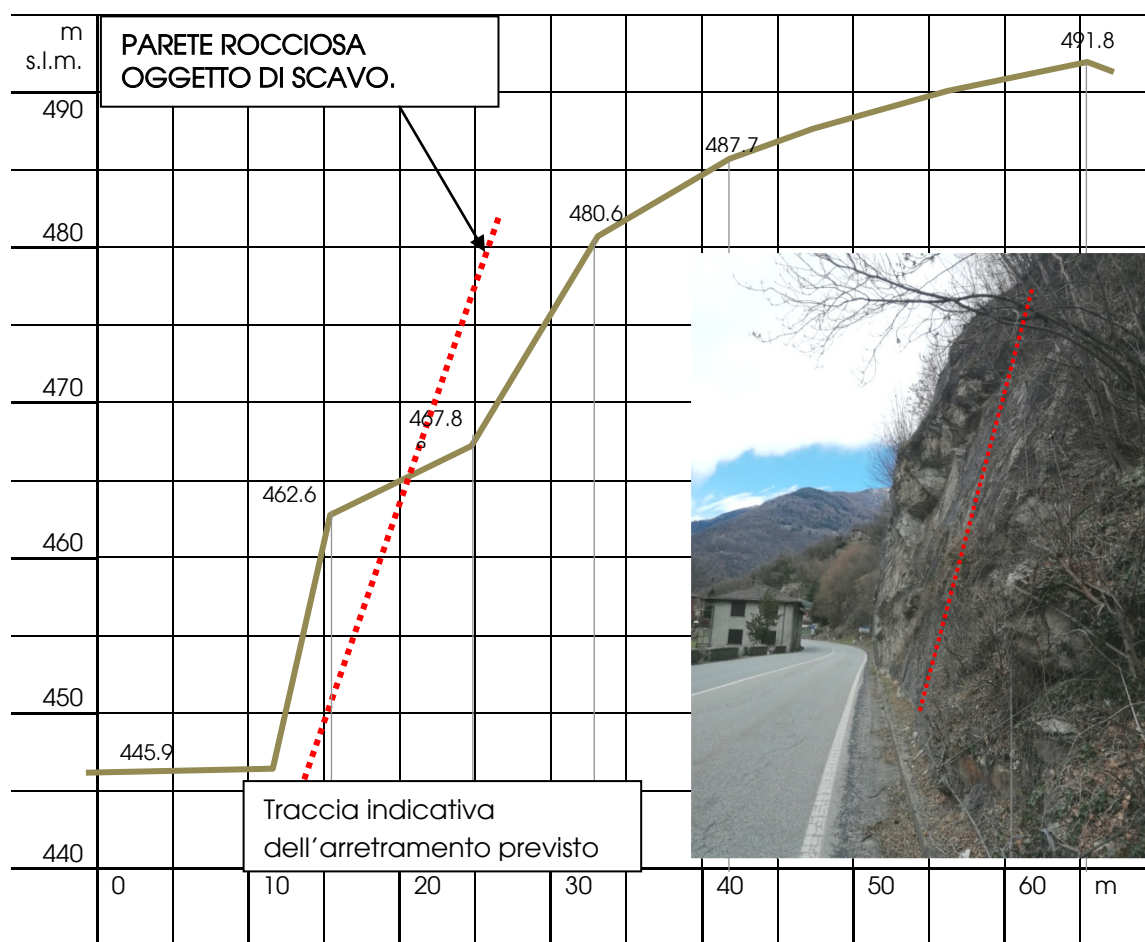
3.2 Aspetti geologici e geomorfologici

Il tratto di fondovalle della Valle Camonica all'altezza della località Badetto di Berzo Demo è posto in corrispondenza del nucleo dell'*Anticlinale di Cedegolo*, struttura tettonica alpina definita da un'ampia piega con asse EST-OVEST che ha coinvolto le rocce del Basamento Cristallino Pre-permiano. Come indicato nel *Foglio 57 - Malonno* della *Carta Geologica d'Italia* alla scala 1:50.000, nell'area è riconosciuta la presenza dell'Unità Tettonica Metamorfica (UTM) di Forno d'Allione. L'*UTM - Forno d'Allione* (Insieme di litologie a caratteristiche tettono-strutturali uniformi) è comprensiva di: Anfiboliti a grana fine (di colore verde scuro a possibile derivazione da gabbri); Paragneiss (di colore scuro) e Metagranitoidi (di colore chiaro, grigio verdastri o rosei).

Alla base del versante destro della Valcamonica all'altezza del settore d'intervento sono presenti *gneiss di colore chiaro, con quarzo, plagioclasio e feldspato, mica chiara e clorite* riconducibili a metagranitoidi.

La parete rocciosa che sarà oggetto di scavo per l'allargamento della sede stradale, insiste direttamente sul tratto di strada e si sviluppa per un tratto di circa 60 - 65 m raggiungendo un'altezza massima valutata dell'ordine di 12 - 16 m nel suo tratto centrale.

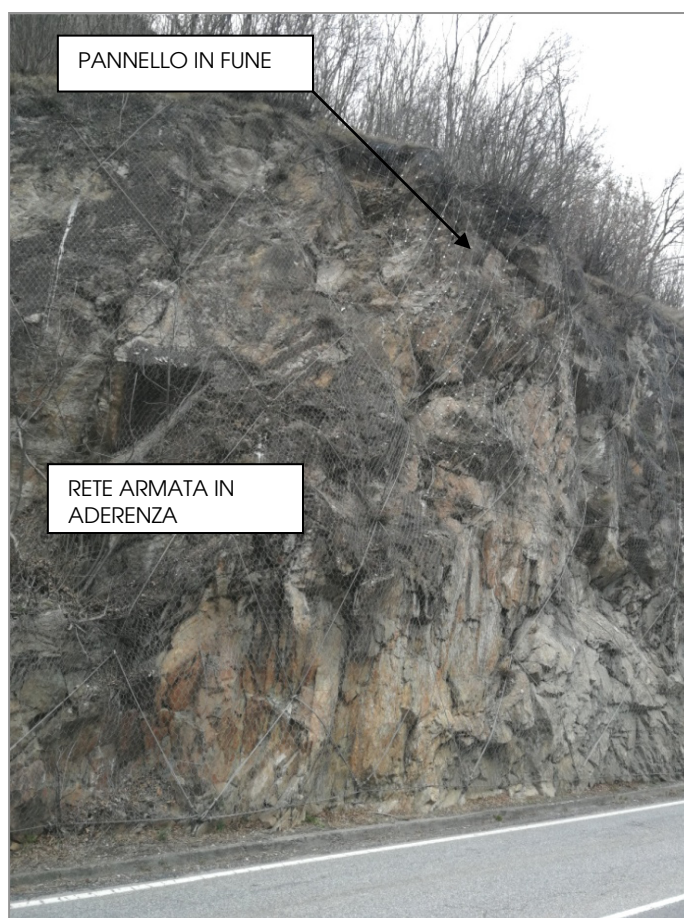
La parete costituisce la scarpata di un terrazzo a pendenza blanda che raccorda il ciglio della parete ad un'ulteriore scarpata acclive di altezza dell'ordine di 12 - 15 m.



Il terrazzo, che tende ad annullarsi all'estremo NW della scarpata, si sviluppa con inclinazione di circa 20-25° ed ampiezza variabile fra 3 e 15 m.



L'intero tratto di parete rocciosa è protetto da una rete in aderenza armata con fune 3 x 3 m.



All'altezza del tratto centrale di maggior altezza, sul ciglio della scarpata è presente un pannello in funi (3 x 6 m) a contenere la porzione esterna della parete caratterizzata da un maggior grado di fratturazione, con separazione di blocchi di rilevanti dimensioni.

Un secondo pannello in funi è presente nel tratto SE della scarpata, lungo il settore superiore ed arretrato rispetto alla sede stradale.

L'affioramento si presenta da mediamente a molto fratturato, con evidenti fratture a franapoggio talora aperte; sono evidenti inoltre fratture aggettanti che definiscono tetti della larghezza di circa 1.0 m.

Anche la parete rocciosa sovrastante presenta un elevato grado di fratturazione con possibili ulteriori distacchi, con blocchi che possono raggiungere la sede stradale: le condizioni logistiche dei siti non hanno permesso di effettuare alcun rilievo diretto. Immediatamente oltre il limite NW della parete interessata dai lavori sono presenti blocchi rocciosi disarticolati di elevate volumetrie, per i quali si ritiene opportuno valutare le condizioni di stabilità durante le operazioni di lavoro.

3.3 Valutazione della rippabilità dell'ammasso roccioso

Per fornire indicazioni sulle modalità di scavo, è stato valutato l'indice di rippabilità dell'ammasso roccioso in accordo a quanto proposto da Singh e Denby (1989) come illustrato nella seguente tabella.

Parametri	Valore	Punteggio		
Resistenza a trazione (MPa)	<2	0-4		
Grado di alterazione	Molto alto	0-4		
Grado di abrasività	media	8-12		
Spaziatura delle discontinuità (m)	2	0-10		
			Classe	Rippabilità
Indice di rippabilità	Min	8	1	Facile
	Max	30	2	Moderata
Tipo di escavatore consigliato				Medio

Il metodo valuta l'ammasso in CLASSE 1 o 2, giudicato di facile o moderata rippabilità; lo scavo è giudicato eseguibile con escavatore di media potenza.

3.4 Indicazioni di intervento

Come illustrato nella **TAVOLA GBD 5**, il progetto prevede l'asportazione della rete in aderenza esistente e la sua ricollocazione in posto a seguito delle operazioni di scavo.

Le caratteristiche dell'ammasso roccioso rilevate mediante diretta della parete rocciosa (la presenza delle rete in aderenza non ha consentito un corretto e dettagliato rilievo geomeccanico) sono solo indicative del comportamento geomeccanico: alla luce dell'assetto geologico del settore, non si esclude la possibilità di un miglioramento delle caratteristiche meccaniche con l'arretramento del fronte roccioso.

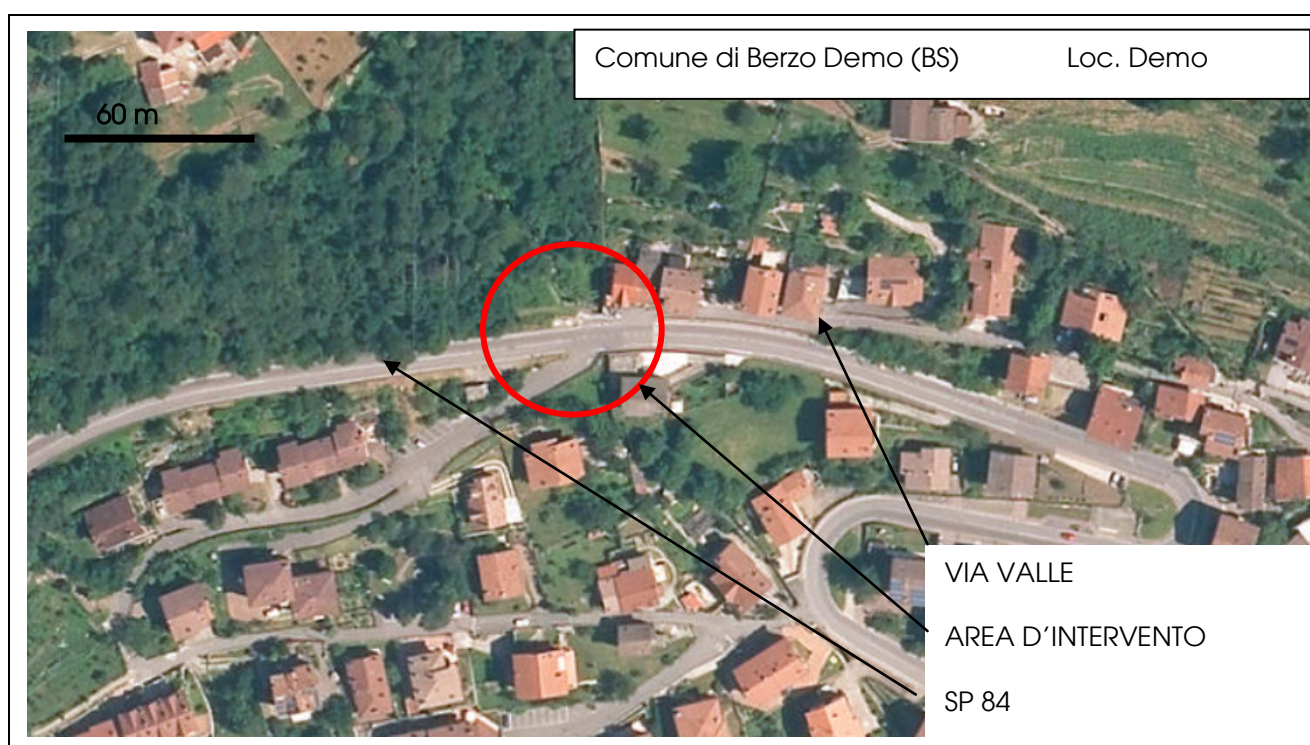
Si ritiene pertanto che la possibilità di riutilizzo della rete esistente (sia intermini geometrici che di resistenza) per la messa in sicurezza della sede stradale può essere valutata solo a seguito delle attività di scavo previste: infatti, non si esclude come l'asportazione degli orizzonti superficiali alterati dell'ammasso roccioso possa determinare possibili fuori sagoma mentre sono attendibili variazioni dello stato di consistenza delle porzioni di ammasso non esposte.

4 Intervento in Loc.Demo/ Berzo Demo: TAV. GBD7/GBD8/GBD9

4.1 Ubicazione ed inquadramento

Gli interventi illustrati nelle **TAVOLE GBD 7, 8 e 9** interessano il tratto della Strada Provinciale SP84 che attraversa l'abitato di Demo.

Il progetto prevede la definizione dell'immissione di VIA VALLE al km. 104+990 della SP84, nel tratto immediatamente a monte del tombotto sul Torrente Val Mainarda.



4.2 Aspetti geologici e geomorfologici

In accordo a quanto riportato nel FOGLIO 58 – Monte Adamello della *Carta geologica d'Italia* alla scala 1:50.000, il tratto di versante sinistro della Valle Camonica sul quale si sviluppa l'abitato di Demo è impostato in *filladi e scisti con intercalazione di quarziti e lenti porfiriche*, rocce appartenenti al *Dominio Tettonico Sudalpino*.



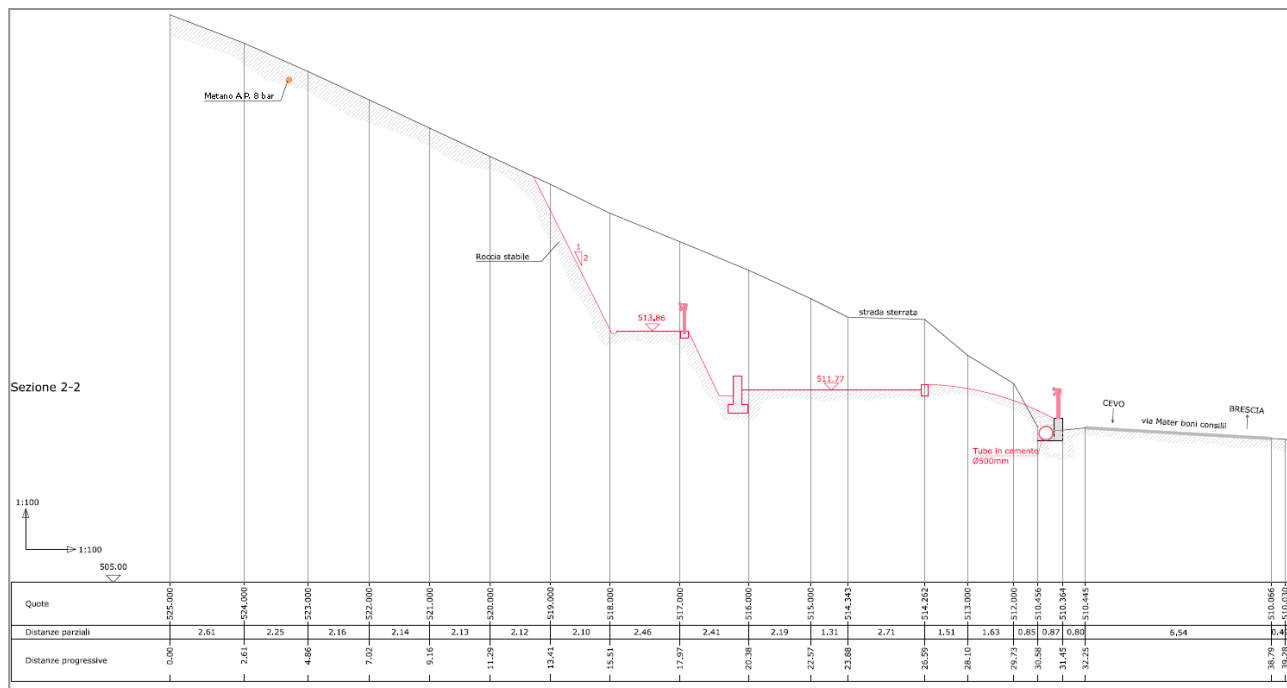
La SP84, nel tratto a monte dell'intersezione della Valle Mainarda, si sviluppa a mezzacosta con scarpate di altezza dell'ordine di 2.0 - 2.5 m; le scarpate sono impostate in roccia costituita dagli orizzonti superiori alterati delle unità metamorfiche. L'ammasso si presenta molto fratturato con separazione di blocchi decimetrici; le fessure sono aperte con riempimento limoso argilloso. La

circolazione idrica superficiale è diffusa e legata alle infiltrazioni lungo il tratto superiore del versante.

Le acque che affluiscono lungo la scarpata sono raccolte dalla cunetta di drenaggio posta alla base della scarpata e drenate sino all'alveo della Valle Mainarda.



La realizzazione del nuovo svincolo comporta l'apertura di scavi che si sviluppano nel substrato molto fratturato con la formazione di scarpate acclivi che raggiungono altezze dell'ordine di 6 m.



4.3 Caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso

Valutate le ridotte estensioni degli affioramenti rocciosi in sito, per la caratterizzazione dell'ammasso roccioso ci si è avvalsi di osservazioni condotte lungo fronti di scavo aperti lungo il versante sovrastante il settore d'intervento, rilevando gli elementi per la caratterizzazione geomeccanica quali:

- litologia
- grado di fatturazione;
- aspetti delle fratture;
- presenza e descrizione dei riempimenti;
- afflussi idrici.

Per la caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso ci si è avvalsi del Metodo RMR modificato SEN. Il metodo permette di calcolare il valore del parametro RMRc mediante un'equazione semplificata a partire dalle caratteristiche del materiale roccia e dell'affioramento roccioso secondo la seguente formula:

$$RMR_C = 0,2 RQD + 15 \log(s) + 0,075 S_U - 2,9 \log(G) + 34 + (A_5 + A_6) = 27,6$$

Ai parametri caratterizzanti l'affioramento sono stati assegnati i seguenti valori:

Significato	Valore		Parametro RMR		Descrizione
Resistenza compressione monoassiale	Su	28 MPa	A1	3.2	Il valore è stato attribuito in accordo ai valori riportati in letteratura ed attribuito al litotipo prevalente (micascisti)
Rock Quality Definition	RQD	30-35%	A2	5.2	Sulla base delle osservazioni in sito ed alla distribuzione delle discontinuità osservato lungo i fronti di scavo
Spaziatura delle discontinuità	S	0.2 m	A3	8	Sulla base delle osservazioni in sito ed alla distribuzione delle discontinuità osservato lungo i fronti di scavo
Condizioni della discontinuità	V1	1-3 m	A4	7	V1 Persistenza V2 Apertura V3 Rugosità V4 Alterazione V5 Riempimento
	V2	1-5 mm			
	V3	liscio			
	V4	molto alt			
	V5	soffice			
Aspetti idraulici (*)	Afflussi con portata < 5 l/s		A5	7	Sono stati osservati locali afflussi idrici
Orientamento discontinuità (**)	Sfavorevole		A6	- 50	Esiste una famiglia di fratture che immerge a S con inclinazione elevata

$$RMR_C = 0,2 RQD + 15 \log(s) + 0,075 S_U - 2,9 \log(G) + 34 + (A_5 + A_6) = 27.6$$

Sulla base del valore RMR_C calcolato si identificano gli intervalli a cui corrispondono le classi di ammasso roccioso e altrettante valutazioni di qualità della roccia:

RMR_C	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	≤ 20
Classe	I	II	III	IV	V
Descrizione	Molto buono	Buono	Mediocre	Scadente	Molto scadente

L'ammasso roccioso ricade in CLASSE 4 – SCADENTE.

Dal valore di RMR_C si derivano i parametri caratteristici dell'ammasso, che secondo Sen et al. assumono i seguenti valori:

$$\text{coesione } c \text{ (kPa)} = 3,625 RMR_C$$

$$\text{angolo di attrito } \phi = 25 (1 + 0,01 RMR_C) \text{ per } RMR_C > 20$$

da cui:

Coesione (kPa)	Angolo di attrito (°)
100	31.9

Valutato il quadro generale dei siti, si ritiene opportuno caratterizzare l'ammasso roccioso con i seguenti parametri:

Angolo d'attrito (ϕ')	31.5	°
Coesione (c')	97.0	kN/m ²
Peso specifico (γ')	25.0	kN/m ³

4.4

4.5 Valutazione della rippabilità dell'ammasso roccioso

Per fornire indicazioni sulle modalità di scavo, è stato valutato l'indice di rippabilità dell'ammasso roccioso in accordo a quanto proposto da Singh e Denby (1989) come illustrato nella seguente tabella.

Parametri	Valore	Punteggio					
		min	max				
Resistenza a trazione (MPa)	<2	0	4				
Grado di alterazione	Molto alto	0	4				
Grado di abrasività	Media	8	12				
Spaziatura delle discontinuità (m)	2	0	10				
				Classe		Rippabilità	
Indice di rippabilità	Min	8	30	1	2	Facile	Moderata
Tipo di escavatore consigliato						Medio	

Il metodo valuta l'ammasso in CLASSE 1 o 2, giudicato di facile o moderata rippabilità; lo scavo è giudicato eseguibile con escavatore di media potenza.

4.6 Indicazioni di intervento

Come illustrato nelle **TAVOLE GBD 7, 8 e 9** la realizzazione dell'intervento in progetto comporta l'apertura di scavi che si svilupperanno negli orizzonti superiori dell'ammasso roccioso con lo sviluppo di scarpate ripide impostate nel substrato roccioso.

Nelle aree d'intervento non è stato possibile effettuare rilievi geomeccanici significativi per la mancanza di affioramenti rocciosi: le caratteristiche meccaniche sono state supposte sulla base di rilievi condotti in aree attigue.

Valutata l'entità delle operazioni di scavo e le incognite relative alle caratteristiche tecniche della roccia, si ritiene opportuno valutare la necessità di tecniche di messa in sicurezza dei fronti durante le fasi di scavo, valutando gli aspetti geometrici dei sistemi di frattura.

Dott. Geol. Gilberto Zaina