

S.S.51 "ALEMAGNA"
VARIANTE DI LONGARONE

PROGETTO FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

COD. VE407

PROGETTAZIONE: ATI VIA - SERING - VDP - BRENG

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE e PRGETTISTA:

Dott. Ing. Massim Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma A26031)

PROGETTISTA:

Responsabile Tracciato stradale: Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)

Responsabile Strutture: Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)

Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)

Responsabile Ambiente: Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)

GEOLOGO:

Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Matteo Di Giralomo (Ord. Ing. Prov. Roma A15138)

COORDINATORE ATTIVITA' DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Maria Antonietta Mefendino (Ord. Ing. Prov. Roma A28481)

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Ettore De Cesbron De La Grennelais

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA:

MANDANTI:



GEOLOGIA, GEOTECNICA E SISMICA

RELAZIONE GEOLOGICA INTEGRATIVA

CODICE PROGETTO

PROGETTO

LIV. PROG. ANNO

DPVE0407 D 21

NOME FILE

VE407_T00GE00GEORE06_A

CODICE ELAB.

T00GE00GEORE06

REVISIONE

A

SCALA:

-

D

C

B

A

EMISSIONE IN RISCONTRO RICHIESTE CSLPP

MARZO 2023

G. FALASCHI

E. CURCURUTO

M.CAPASSO

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

Nella presente relazione integrativa verrà data chiara evidenza che gli studi sviluppati hanno consentito di escludere ulteriori aree di interferenza con zone in frana e che le opere previste non inducano possibili variazioni degli assetti geomorfologici che possano indurre instabilità.

Verrà quindi fornita , descrivendo il tracciato dalla progr. 0+000 alla progr. 11+241, per ciascuna delle situazioni di interferenza gli assetti e le relazioni tra le opere previste e gli eventuali fenomeni di dissesto rilevati, anche attraverso opportune rappresentazioni grafiche quali cartografie di dettaglio e sezioni illustrative.

E' stato fornito un approfondimento relativamente al dissesto 025026400, chiarendo le caratteristiche cinematiche nel quadro delle classificazioni delle frane attualmente in uso. E fornendo inoltre un approfondimento sugli assetti e le indagini sviluppate, anche satellitari, finalizzate alla definizione di una significativa influenza del corso d'acqua con le evoluzioni del versante.

Sono state quindi meglio chiariti gli aspetti riguardanti le interferenze delle conoidi con l'opera in progetto, anche attraverso un'analisi critica degli impatti che dette conoidi hanno avuto sulle opere a servizio del tracciato storico della SS 51. La valutazione quantitativa della portata materica che alimenta le conoidi e delle caratteristiche fisiche del detrito trasportato è stata effettuata nella relazione idrologica ed idraulica integrativa a cui si rimanda per tale approfondimento.

Per quanto attiene agli aspetti idrogeologici, ed in particolare connessi al tracciato della prevista galleria, sono state definite e/o escluse in modo esplicito le interferenze con acquiferi e con sorgenti presenti al contorno del tracciato e con gli acquiferi presenti negli ammassi alluvionali di fondovalle ove sono state escluse escluse le interferenze con eventuali opere di captazione.

E' stato quindi fornito un approfondimento relativo alle potenziali problematiche nella realizzazione della galleria ed al fatto che possano costituire vie preferenziali di infiltrazione delle acque di pioggia.

Analisi geomorfologica integrativa del tracciato

Tratto compreso tra la progressiva 0+000 e la 2+500

Descrizione del tracciato

Il tracciato si sviluppa nell'area golenale della destra idraulica del fiume Piave, raccordando l'uscita autostradale di Pian di Vedoia con il nuovo tracciato in direzione di Longarone e con il tracciato esistente in direzione di Belluno. Tale raccordo viene realizzato con uno svincolo a livelli sfalsati e la costruzione di due viadotti in area golenale e arginale fino alla Pr. 0+900. Il nuovo tracciato attraversa il corso del Rio dei Frari e si riallinea a quello esistente correndo in rilevato. Il tracciato quindi prosegue in sovrapposizione all'esistente fino al km 2+000 da cui inizia a staccarsi deviando all'interno della gola del Piave.

Sino alla progr. 2+000 la strada è ubicata ai piedi del ripido versante orientale del rilievo dolomitico di Casl da Prome, che, localmente, dalla quota di circa 750 m degrada sino all'incisione della piana alluvionale del F.Piave. Ai piedi del versante dolomitico si rileva una coltre detritica ascrivibile a detrito di falda.

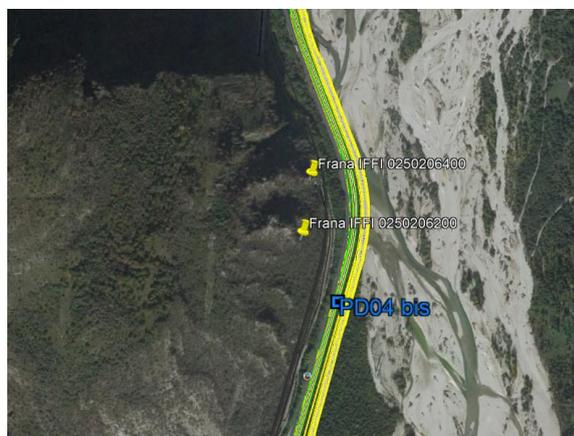
Dissesti rilevati

Il rilievo geomorfologico effettuato non ha rilevato sul versante presente a monte del tracciato di progetto dissesti attivi. Solo in corrispondenza della progr. 1+500 si rilevano, sotto forma di una coltre detritica costituita da blocchi di diametro variabile tra 50 e 80 cm, i segni di un precedente dissesto (catalogo IFFI dissesto 0250206200), oggi inattivo.

Studi precedenti

La ricerca effettuata ha evidenziato che il versante che incombe sulla strada dalla progr. 0+000 alla progr. 2+000 è stato interessato da localizzati dissesti in prossimità del km 1+500.

In particolare il catalogo IFFI segnala due dissesti indicati con la sigla 0250206200 e 0250206400



Ubicazione delle frane 0250206200 e 0250206400

Dissesto 0250206200

Tale dissesto è segnalato nelle schede IFFI (allegate alla relazione di progetto alle pagg 66-68) come frana di crollo, ed è avvenuto nel 1970. Il materiale è franato dal ripido versante che incombe sul tracciato ferroviario immediatamente sottostante apparentemente non causando danni allo stesso bensì alla viabilità (attuale S.S. 51) posta più a valle.

Si rileva ancora sul versante parte della coltre di frana. Il dissesto descritto è correlato ad un locale stato di intensa fratturazione dell'ammasso dolomitico.

A protezione della linea ferroviaria, ubicata a valle del dissesto, e a garanzia di ulteriori distacchi, è stato realizzato un muro di contenimento con una barriera paramassi posizionata in testa.

Poco più a monte sono state altresì posizionate reti paramassi che, oltre a dare protezione della linea ferroviaria, assieme alla barriera, costituiscono un presidio di sicurezza anche per la strada statale SS51 e per il tracciato di progetto.



Barriera e reti paramassi a protezione del tracciato ferroviario (vista dalla SS 51)



Barriera paramassi a protezione del tracciato ferroviario (vista da pista sotto linea FFSS)

Dissesto 0250206400

Tale dissesto è segnalato nelle schede IFFI (allegate alla relazione di progetto alle pagg 70-73) come smottamento – scivolamento rotazionale ed è avvenuto nel 1970.

Il materiale coinvolto nel dissesto, come segnalato nella scheda IFFI, è costituito da alluvioni sabbioso-limose depositate nel terrazzo alluvionale, su cui insiste il tracciato ferroviario. Il dissesto ha causato danni alla linea ferroviaria ma non alla attuale viabilità (attuale S.S. 51) posta poco più a valle.

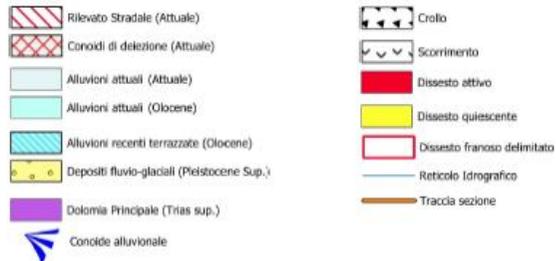
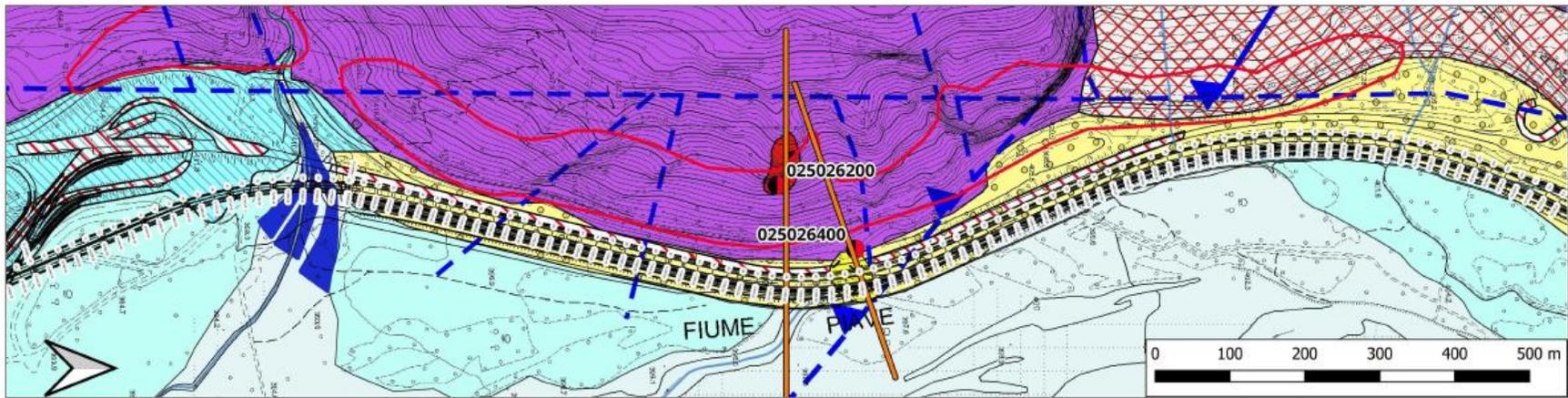
Il dissesto descritto è correlato all'attività erosiva e di scalzamento al piede del versante effettuata da un canale secondario del fiume Piave che, in piena, esercita una significativa azione erosiva sulle alluvioni terrazzate e sulle coltri detritiche, al piede dello stesso. Il dissesto non è attivo.

Interferenza dei dissesti con il tracciato e Rischio geologico

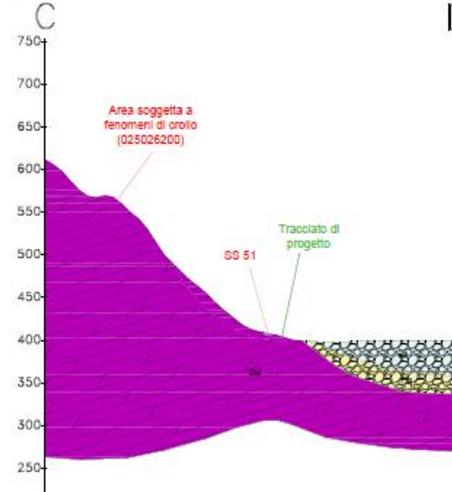
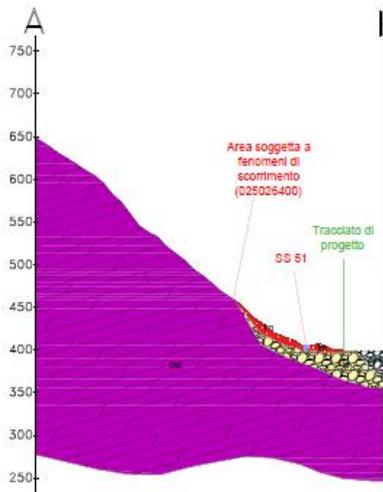
L'assenza di fenomeni attivi sul versante incombenente sul tracciato di progetto, la presenza di muri e reti paramassi in presenza dei fenomeni rilevati in passato ed oggi non più attivi e l'ubicazione del tracciato in progetto a valle dell'esistente SS51, più distante quindi dal piede del versante, rende minimo il rischio geologico interessante l'opera.

L'adozione di opere di protezione al piede del rilevato ed a difesa dall'azione di erosione fluviale alla base del versante, azione che il fiume può esercitare specie in fase di piena, rendono ancora più sicura l'opera.

Potrà essere presa in considerazione, nell'ambito di un'azione congiunta con altri Enti preposti al controllo ed alla messa in sicurezza del territorio, in occasione della progettazione dell'opera, di estendere a tutto il versante tra le progr. 0+000 e 2+000 le barriere paramassi parzialmente realizzate in corrispondenza della progr. 1+500, a protezione in particolare della linea ferrata ed a valle dell'opera da realizzare.



| Sigla | Bacino Idrografico | Provincia | Comune | Località | CTR | Litologia | Tipologia | Attività | Pericolosità | Rischio |
|-------------|--------------------|-----------|------------------|--------------|--------|--------------------|-------------|------------|--------------|---------|
| 025026200 | Fiume Piave | Belluno | Ponte Nelle Alpi | Casera Prome | 046160 | Dolomia Principale | Crollo | Attivo | 4 | 4 |
| 02502662400 | Fiume Piave | Belluno | Ponte Nelle Alpi | Casera Prome | 046160 | Dolomia Principale | Scorrimento | Quiescente | 2 | 3 |



- TERRENO RIMANEGGIATO ANTROPIZZATO (TA)**
Detrito di taglia rudite grossolana ciottolosa con dimensione dei clasti eterogenea a matrice sabbio-limoso, da sciolto a mediamente addensato. Rimaneggiato. Attuale.
- DEPOSITO DI FRANA (fm)**
Deposito rimaneggiato costituito da limi sabbio ghiaiosi con clasti eterometrici a spigoli vivi originati da processi evolutivi del detrito di versante. Olocene - Attuale.
- DEPOSITI ALLUVIONALI DI ALVEO ATTUALE (a4)**
Ghiaie grossolane e ciottoli (G), con lenti limo-sabbiose e sabbio-limose (SL). Attuale
- DEPOSITI FLUVIO-GLACIALI (Fig)**
Ghiaie grossolane e ciottoli (G) con lenti limo sabbiose e sabbio-limose (SL), scarsamente argillose (A), localmente cementate. Pleistocene superiore
- DOLOMIA PRINCIPALE (Do)**
Alteranza ciclica di dolomie di colore nocciola e bruno, stratificate in banchi metri e di dolomie microcristalline biancastre in livelli più sottili

Tratto compreso tra la progressiva 2+500 e la 3+070

Descrizione del tracciato

A partire dalla chilometrica 2+000 il nuovo tracciato si stacca da quello storico e taglia, in rilevato, l'area golenale del Piave fino all'altezza del campo sportivo di Fortogna dopo il quale inizia il lungo viadotto del torrente Desedan.

Dissesti rilevati

Il rilievo geomorfologico effettuato non ha rilevato dissesti in atto lungo il tracciato. La morfologia pianeggiante dell'area interessata dal tracciato, correlata all'azione modellatrice fluviale, e la distanza dai rami attivi del Piave, determina l'assenza di forme di dissesto morfologico.

Studi precedenti

La ricerca effettuata ha evidenziato la presenza di un dissesto ad Est del tracciato, all'altezza della progr. 2+500 , ad una distanza di circa 250 m in linea d'aria.

In particolare il catalogo IFFI individua tale dissesto con la sigla 0250191500.

Dissesto 0250191500.

Tale dissesto è segnalato nelle schede IFFI (allegate alla relazione di progetto alle pagg 61-63) come scivolamento rotazionale ed è avvenuto nel 1912. Si è sviluppato dal fianco di una vallecchia secondaria molto incisa in dolomia e/o calcari dolomitici, causando danni alla linea ferroviaria. Il dissesto descritto appare correlato alla instabilizzazione del detrito di falda presente alla base delle scarpate interessanti il massiccio dolomitico che delimita la valle del Piave. Il dissesto non mostra segni di riattivazione e non è prevedibile una sua estensione sino ad interferire con il tracciato di progetto.

Interferenza dei dissesti con il tracciato

Il tracciato in progetto non interferisce con il dissesto sopra descritto.



Ubicazione della frana 0250191500

Tratto compreso tra la progressiva 3+070 e la 4+170

Il tracciato in questa zona, dopo aver attraversato longitudinalmente la golena del Piave, in rilevato, supera in viadotto il torrente Desedan fino al raggiungimento della sponda in sinistra idraulica dello stesso torrente.

Dissesti rilevati

Il rilievo geomorfologico effettuato non ha rilevato dissesti in atto lungo il tracciato. Lo stesso insiste infatti su depositi fluvio-glaciali terrazzati a quota media di circa 405 s.l.m. e non interessati dalle azioni erosive legate alla dinamica fluviale attuale. La morfologia pianeggiante dell'area interessata dal tracciato, correlata all'azione modellatrice fluviale, e la distanza dai rami attivi del Piave, determina l'assenza di forme di dissesto morfologico.

Studi precedenti

La ricerca effettuata non ha evidenziato la presenza di dissesti nei dintorni dell'area di tracciato.



Tratto compreso tra la progressiva 4+170 e la 6+465

Dopo aver attraversato in viadotto il torrente Desedan, il tracciato prosegue in rilevato nell'area golenale, parallelamente al Piave ad una distanza media di circa 120 m dal thalweg sino alla progr. 5+550.

Dalla chilometrica 4+490 alla 5+290, in particolare, si eleva nuovamente in viadotto per sovrappassare via Provagna e quindi prosegue al limite orientale della Zona Industriale di Villanova fino ad arrivare al viadotto del torrente Maè.

Dissesti rilevati

Il rilievo geomorfologico effettuato non ha rilevato dissesti in atto lungo il tracciato, o danni da erosione fluviale a carico delle strutture esistenti .

Lo stesso insiste infatti su depositi fluviali terrazzati a quota media di circa 418 s.lm. La morfologia pianeggiante dell'area interessata dal tracciato, determina l'assenza di forme di dissesto morfologico.

Va evidenziato come tra la progr.5+550 alla progr.5+700 il corso del Piave disegna un'ansa che interagisce con l'opera progettata.

In tale area ed in genere lungo il limite orientale della zona industriale di Villanova-Faè l'adozione di opere di protezione al piede del rilevato ed a difesa dall'azione di erosione fluviale, specie in fase di piena, alla base del versante che limita ad Est l'area industriale, rendono ancora più sicura l'opera, riducendo il rischio idrogeologico.

Studi precedenti

La ricerca effettuata ha evidenziato la presenza di dissesti sia ad Ovest del tracciato, all'altezza della progr. 6+140 , ad una distanza di circa 650-750 m in linea d'aria, che ad Est all'altezza della progr.6+000 a circa 700 m in linea d'aria.

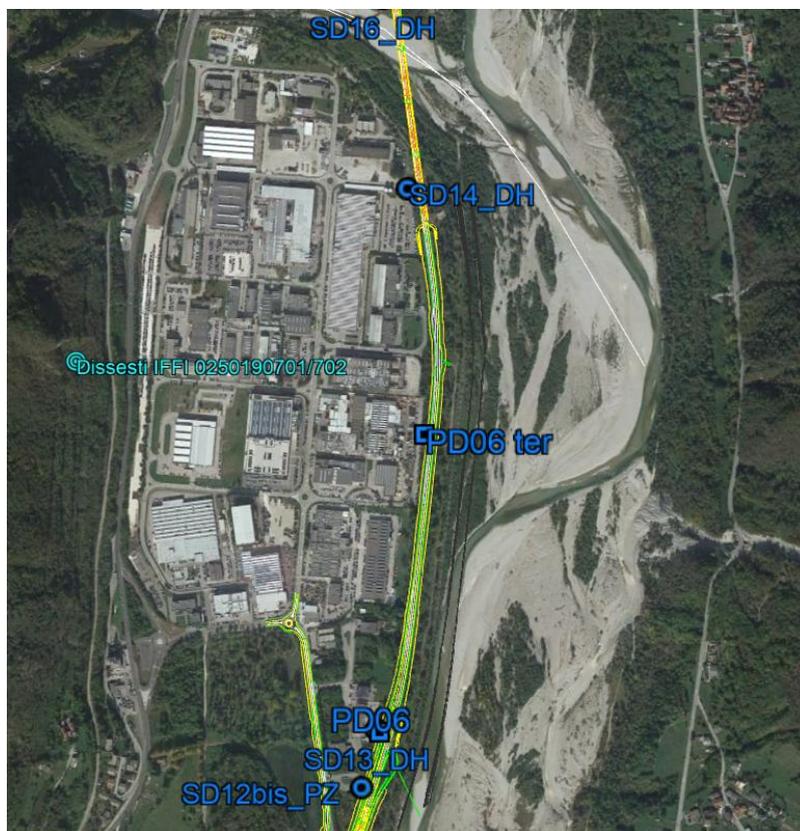
In particolare il catalogo IFFI individua tale dissesti con le seguenti sigle:

Dissesti ad Ovest del tracciato:

Frane 02501190701 e 702

Tali dissesti hanno interessato il versante orientale del Monte Sorasass, rilievo che limita a monte l'attuale SS 51 all'altezza dell'area mediana della zona industriale di Villanova . Il dissesto **02501190701** è segnalato nelle schede IFFI (allegate alla relazione di progetto alla pag 58) come scivolamento rotazionale ed è avvenuto nel 1863, in concomitanza di eventi piovosi eccezionali. Il dissesto **02501190702** è segnalato nelle schede IFFI (allegate alla relazione di progetto alla pag 58) come scivolamento rotazionale ed è avvenuto nel 1966 .

Ambedue i dissesti descritti appaiono correlati alla instabilizzazione del detrito di falda presente alla base delle scarpate interessanti il massiccio calcareo che delimita la valle del Piave. I dissesti non mostrano segni di riattivazione e non è prevedibile una loro estensione sino ad interferire con il tracciato di progetto.



Ubicazione delle frane 02501190701/702

Frane 02501190601, 602 e 603

Tali dissesti hanno interessato il versante orientale del Monte Sorasass, rilievo che limita a monte l'attuale SS 51, all'altezza del limite settentrionale della zona industriale di Villanova. Il dissesto **02501190601** è segnalato nelle schede IFFI (allegate alla relazione di progetto alla pag 58) come scivolamento rotazionale/traslativo ed è avvenuto nel 1914, provocando danni alla sottostante linea ferrata. Il dissesto **02501190602** è segnalato nelle schede IFFI (allegate alla relazione di progetto alla pag 58) come scivolamento rotazionale/traslativo ed è avvenuto nel 1964, , provocando danni alla sottostante strada statale SS51 . Il dissesto **02501190603** è segnalato nelle schede IFFI (allegate alla relazione di progetto alla pag 58) come scivolamento rotazionale/traslativo ed è avvenuto nel 1970, provocando danni alle sottostanti abitazioni rurali.



Ubicazione delle frane 02501190601/602/603

I dissesti descritti appaiono correlati alla instabilizzazione del detrito di falda presente alla base delle scarpate interessanti il massiccio calcareo che delimita la valle del Piave. I dissesti non mostrano segni di riattivazione e non è prevedibile una loro estensione sino ad interferire con il tracciato di progetto.

Interferenza dei dissesti con il tracciato

Il tracciato in progetto non interferisce con i dissesti sopra descritti.

Dissesti ad Ovest del tracciato:

Frana 02501190900

Tale dissesto è segnalato nelle schede IFFI (allegate alla relazione di progetto alla pag 58) come scivolamento rotazionale ed è avvenuto nel 1957 in concomitanza di eventi piovosi eccezionali.. Il dissesto è correlato alla instabilizzazione del detrito di falda presente alla base delle scarpate interessanti il massiccio calcareo che delimita la valle del Piave in sinistra idraulica. Il dissesto descritto è correlato all'attività erosiva e di scalzamento al piede del versante effettuata dal fiume Piave che, in piena, esercita una significativa azione erosiva sulle coltri detritiche.



Ubicazione della frana 02501190900

Il dissesto non è attivo e non mostra segni di riattivazione ; non è prevedibile quindi una sua estensione sino ad interferire con il tracciato di progetto.

Interferenza dei dissesti con il tracciato

Il tracciato in progetto non interferisce con il dissesto sopra descritto.

Tratto compreso tra la progressiva 6+465 e la 9+315

Il tracciato, al termine della zona industriale di Villanova, attraversa in viadotto il torrente Maè e prosegue nell'area golenale, parallelamente al Piave, ad una distanza media di circa 160 m da thalweg fino alla Strada Regionale 251 dove si avvicina all'argine del fiume alzandosi per sovrappassare in viadotto la suddetta strada.

Il viadotto costeggia il parcheggio della zona Fiera di Longarone , da qui prosegue in rilevato fino all'area del nuovo laghetto Malcolm dove attraversa la viabilità locale sovrappassandola con un breve viadotto per poi andare a raccordarsi all'area d'imbocco della Galleria di Castellavazzo.

Dissesti rilevati

Il rilievo geomorfologico effettuato non ha rilevato dissesti in atto lungo il tracciato di progetto o aree o danni da erosione fluviale a carico delle strutture esistenti .

Va evidenziato come tra la progr.7+760 alla progr.8+320 il corso del Piave disegna un'ansa che interagisce con l'opera progettata.

In tale area ed in genere lungo il limite orientale della area della Fiera di Longarone l'adozione di opere di protezione al piede del rilevato ed a difesa dall'azione di erosione fluviale, specie in fase di piena, alla base del versante che limita ad Est l'area, rendono ancora più sicura l'opera, riducendo il rischio idrogeologico.

Studi precedenti

La ricerca effettuata ha evidenziato la presenza di un dissesto, all'altezza della progr. 7+980, ad una distanza di circa 250 m in linea d'aria.

In particolare il catalogo IFFI individua tale dissesto con la sigla 0250191800.



Ubicazione della frana 02501191800

Dissesto 0250191800.

Tale dissesto è segnalato nelle schede IFFI (allegate alla relazione di progetto alle pagg 54-56) come scivolamento rotazionale correlato all'azione di scalzamento al piede del terrazzo fluviale, ed

è avvenuto nel 2003, interessando un limitato tratto di argine fluviale del Piave.

La scheda segnala danni ad una condotta forzata ENEL.

Il dissesto non mostra segni di riattivazione e tenuto conto delle opere previste in progetto con strada in viadotto, non potrà interferire con il tracciato di progetto.

Interferenza dei dissesti con il tracciato

Il tracciato in progetto non interferisce con il dissesto sopra descritto.

Tratto compreso tra la progressiva 9+315 e la 11+241

Il tracciato dalla progr. 9+315 corre in galleria al di sotto dell'area residenziale a S del centro di Castellavazzo fino alla progressiva 10+857 dove sbocca sulla stretta vallecchia che attraversa con un viadotto (Viadotto Fason) sino alla progressiva 11+062 dove si raccorda alla viabilità esistente.

Il cunicolo di emergenza procede, a valle, in parallelo alla galleria principale a partire dall'imbocco S fino alla chilometrica 10+600 dove curva, passa sotto la ferrovia, ed esce all'aperto pochi metri a monte dell'attuale tracciato stradale.

Dissesti rilevati

Il rilievo geomorfologico effettuato non ha rilevato dissesti in atto lungo il tracciato di progetto interessato dalla realizzazione della galleria. L'area di Castellavazzo è ubicata per la maggior parte su di una conoide alluvionale antica, mentre la parte più meridionale occupa un terrazzo fluviale del Piave.

Solo ad Ovest del tracciato in località La Fornas si in corrispondenza delle ripide scarpate a monte dell'abitato si rilevano localizzate aree con evidenze di crolli. A protezione del nucleo abitato, nei confronti del rotolamento verso valle dei blocchi che possono crollare dalle scarpate sono state poste in opera barriere paramassi. Tali dissesti non possono interferire con il tracciato, che in questo tratto corre in galleria.

Studi precedenti

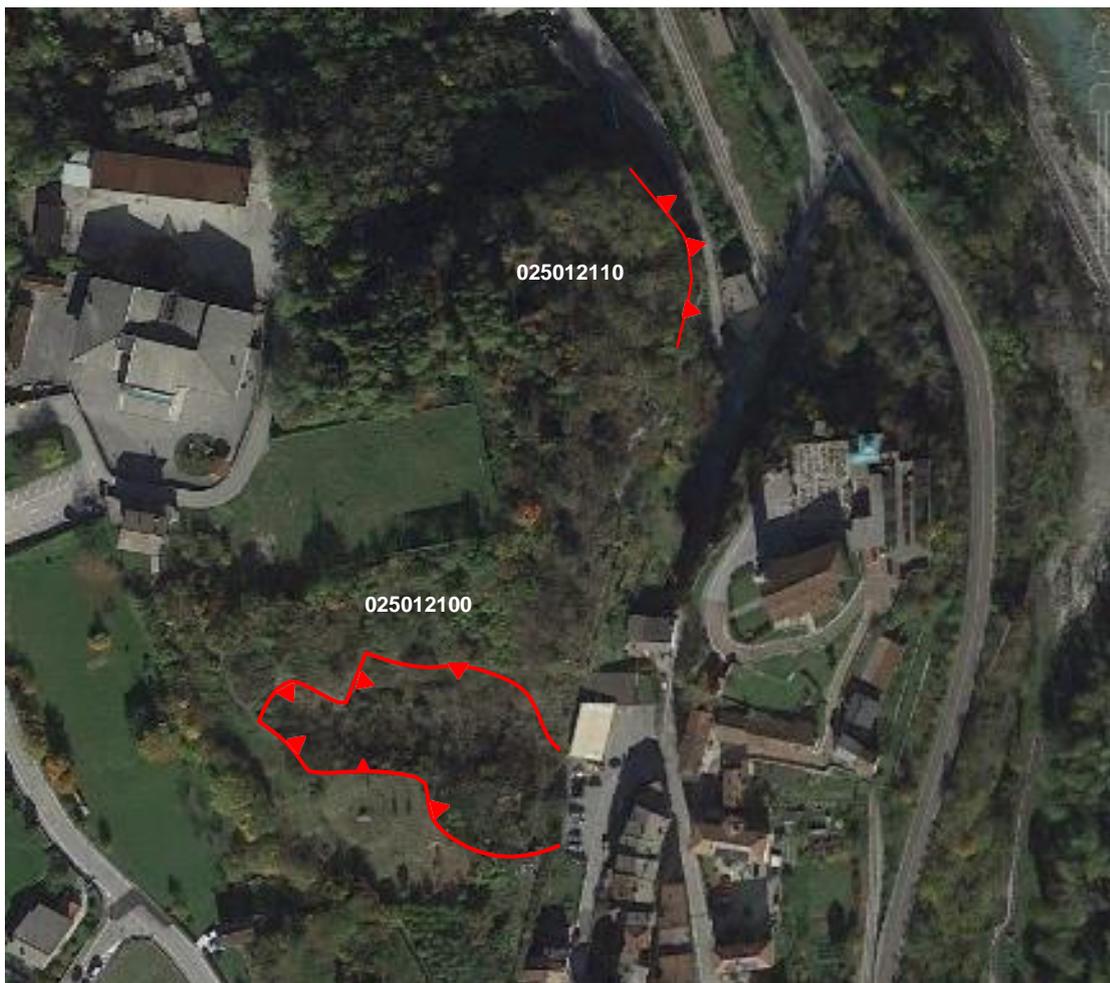
La ricerca effettuata ha evidenziato la presenza di due dissesti avvenuti, il primo in tempi storici (anno 1794), oggi inattivo che causò danni e provocato vittime ed un secondo, decisamente più recente, avvenuto nel 1962, classificato come crollo, che ha causato danni localmente alla stazione ferroviaria e alla strada comunale.

Il catalogo IFFI individua tali dissesti con le sigle rispettivamente 0250121000 e 0250121100 (schede allegate alla relazione di progetto alle pagg 42-47) .

Sulla foto aerea sotto riportata sono riportati i due dissesti segnalati in IFFI, così come si possono ricostruire e da cui emerge come in effetti l'area evidentemente interessata dal dissesto

più antico (025012100) sia in effetti ben vegetata e non mostri segni di movimento. Peraltro la forma lascia intendere come l'area possa essere stata altresì interessata in passato da attività di cava.

Dall'osservazione visuale dei blocchi visibili nell'area e dalle differenze nelle misurazioni delle giaciture nell'immediato intorno che talvolta cambiano vergenza nel giro di pochi metri, si conferma l'avvenuta deformazione gravitativa di versante a scala medio strutturale



Ubicazione delle frane 0250121000 e 0250121100

Al fine di verificare l'attività del dissesto si è ricorso ai risultati delle indagini satellitari. Per l'area di Castellavazzo, dall'analisi delle indagini satellitari, come evidenziano le mappe in relazione geologica da pag 77 a pag.84 , non si ravvedono zone soggette a particolari fenomeni di subsidenza ne di frana, con l'evidente esclusione della frana del Monte Toc ancora in fase di assestamento. Tali risultati confermano quindi la stabilità geomorfologica dell'area interessata dalla realizzazione della galleria.

Interferenza dei dissesti con il tracciato

Il tracciato in progetto non interferisce con i dissesti sopra descritti.

Alla progressiva 10+857 , in corrispondenza dell'imbocco Nord , prima della stretta vallecola che il tracciato attraversa in viadotto (Viadotto Fason), in località Gardona, si rileva un movimento gravitativo di massa di discrete dimensioni, che si sviluppa nel settore a monte dell'imbocco della galleria il cui detrito confluisce poi, in prossimità dello stesso imbocco, nella vallecola che sottopassa la S.S.51 "Alemagna" terminando il percorso nel Piave .



Ubicazione della frana 0250121900

Si tratta di tratta di un dissesto complesso, caratterizzato nella parte alta, a monte della centrale ENEL, da fenomeni di crollo e rotolamento e nel settore di valle da fenomeni di scivolamento detritico (tipo "debris flow") a spese dell'ampio deposito detritico che si sviluppa ai piedi delle falesie rocciose. Le passate attività ENEL nell'area, con lo scavo della/e galleria/e sia di ispezione che di adduzione, potrebbero aver contribuito all'alimentazione e formazione del deposito detritico. Il dissesto è presente anche nel Catalogo IFFI, che lo classifica come frana con dinamica di crollo associata a rotolamento e colata detritica (*frana 0250121900*). Viene altresì segnalata la potenziale elevata velocità del movimento in caso di riattivazione legata alla presenza di acqua e la discreta pendenza del pendio/forra.

La movimentazione del detrito è sicuramente favorita da ruscellamento superficiale, tanto

che sono stati realizzati sistemi di rallentamento e controllo dello scorrimento superficiale

Sebbene il dissesto sia attivo , come testimoniano le colate del 2013 e 2016 e 2018 (dati ANAS) va evidenziato che il tracciato stradale supera la vallecchia che canalizza i detriti di frana, su viadotto senza ostruire la vallecchia, similmente a quanto avviene per la linea ferrata , la quale non ha registrato in passato danni.

Si rilevano infine nell'ultimo tratto di tracciato dalla progr.11+000 alla progr. 11++231 distacchi e crollo di materiale roccioso, dalla scarpata incombente sulla attuale SS51.

Tali aree sono già state oggetto di studio nell'ambito del Progetto di miglioramento prestazionale e funzionale della S.S.51 nel tratto compreso tra il km 49+600 e 53+570, da svincolo di Castellavazzo a imbocco Galleria-Termine di ANAS, che ha previsto interventi di protezione e rinforzo sulle falesie prospicienti la viabilità con Soil nailing, reti paramassi a monte delle stesse e chiodature sui blocchi

La realizzazione di interventi di stabilizzazione del versante , previsti in progetto, ridurrà a livelli di sicurezza il rischio geologico dell'opera.

INTERFERENZE DEL TRACCIATO CON LE CONOIDI ALLUVIONALI

Il tracciato stradale, procedendo da Sud verso Nord, interferisce con conoidi detritiche alluvionali in corrispondenza, dell'attraversamento del Rio de Frari, del T.Desedan e del T. Maè, attraversamento che si realizza in genere nell'area di confluenza dei sopra citati torrenti nel corso del F.Piave.

Si riportano sotto le progressive di ubicazione dei viadotti citati.

| | | |
|---------------------------|-----------------|-------------|
| Viadotto Frari L=440m | Pr. di progetto | 0+441–0+881 |
| Viadotto Desedan L=1.220m | Pr. di progetto | 3+071–4+291 |
| Viadotto Maè L=480m | Pr. di progetto | 6+451–6+931 |

I bacini del torrente Desedan e del torrente Rio dei Frari, non sono presidiati da invasi e sono caratterizzati quindi da apporti solidi non alterati e particolarmente significativi, soprattutto nel caso del Desedan, per effetto delle notevoli pendenze dei bacini.

Nel bacino del torrente Maè si rileva la presenza di uno sbarramento posto a diversi chilometri a monte della confluenza nel Piave (Lago di Pontesei); gli inevitabili fenomeni erosivi che si generano a valle della diga consentono il ripristino della alimentazione solida fino potenzialmente alla capacità di trasporto della corrente.

Va evidenziato inoltre che, nelle aree di confluenza tra i sopra citati torrenti ed il Piave, le aree fluviali presentano caratteristiche geomorfologiche pesantemente alterate e notevole antropizzazione e si rileva in genere una carenza di manutenzione degli alvei e dei versanti.

Lo studio geologico effettuato e la cartografia geomorfologica redatta ha fornito gli elementi geomorfologici di base per la valutazione delle interferenze dell'opera in progetto con le conoidi sopra descritte, interferenza che è stata oggetto dello studio idrologico ed idraulico.

Di seguito le principali caratteristiche geomorfologiche dei conoidi.

Torrente Rio de Frari

L'asta del Torrente Rio de Frari drena un bacino di estensione pari 8.09 Km² .; la lunghezza dell'asta è pari 4.40 km . L'altezza massima del bacino ha quota 2118 m s.l.m. quella minima 399 m s.l.m. . La pendenza dell'asta è del 39%.

Lo sviluppo longitudinale del conoide è pari a circa 500 m con un pendenza media del 5,9%. La conoide del Torrente Rio de Frari è ascrivibile alle conoidi di tipo misto, con evidenti alternanze di forme e depositi di tipo detritico (depositi massivi, caotici, a matrice prevalente, in cui la frazione grossolana è disposta in modo casuale nella matrice più fine ed in cui non sono presenti evidenze di stratificazione) e di tipo per trasporto fluviale selettivo (con depositi poco spessi, con assenza di forme quali lobi ed argini e rilevanti apporti di sedimenti sottili).

Sia l'attuale corso della SS 51 che la linea ferrata interferiscono con la conoide alluvionale

del Rio de Frari nella sua zona apicale, allo sbocco del torrente nella valle, trovandosi soggette ad intensi fenomeni erosivi.

Durante le alluvione del 1951 e 1966 sono stati riportati danni sia alla rete stradale che ferroviaria.

Il tracciato di progetto si sposta più ad Est dell'attuale tracciato della SS51, allontanandosi quindi dall'area apicale della conoide e spostandosi verso aree mediane della stessa caratterizzate da maggiore deposito e minore erosione, riducendo così il rischio di danni alle opere durante gli eventi meteorici intensi.



Tracciato stradale nell'area della conoide del T. Rio de Frari

Si rimanda all'approfondimento eseguito nello studio idraulico per una valutazione quantitativa della portata materica che alimenta le conoidi e della compatibilità con le opere progettate.

Torrente Desedan

L'asta del Torrente Desedan drena un bacino di estensione pari 16.22 Km^2 ; la lunghezza dell'asta è pari 7.70 km . L'altezza massima del bacino ha quota 2370 m s.l.m., quella minima 409 m s.l.m. . La pendenza dell'asta è del 25%.

Lo sviluppo longitudinale del conoide è pari a circa 1.270 m con un pendenza media del 6%. La conoide del Torrente Desedan è ascrivibile alle conoidi di tipo detritico con depositi massivi, caotici, a matrice prevalente, in cui la frazione grossolana è disposta in modo casuale nella matrice più fine ed in cui non sono presenti evidenze di stratificazione.

Sia l'attuale corso della SS 51 che la linea ferrata interferiscono con la conoide alluvionale del Desedan nella sua zona apicale, allo sbocco del torrente nella valle, trovandosi soggette ad

intensi fenomeni erosivi.

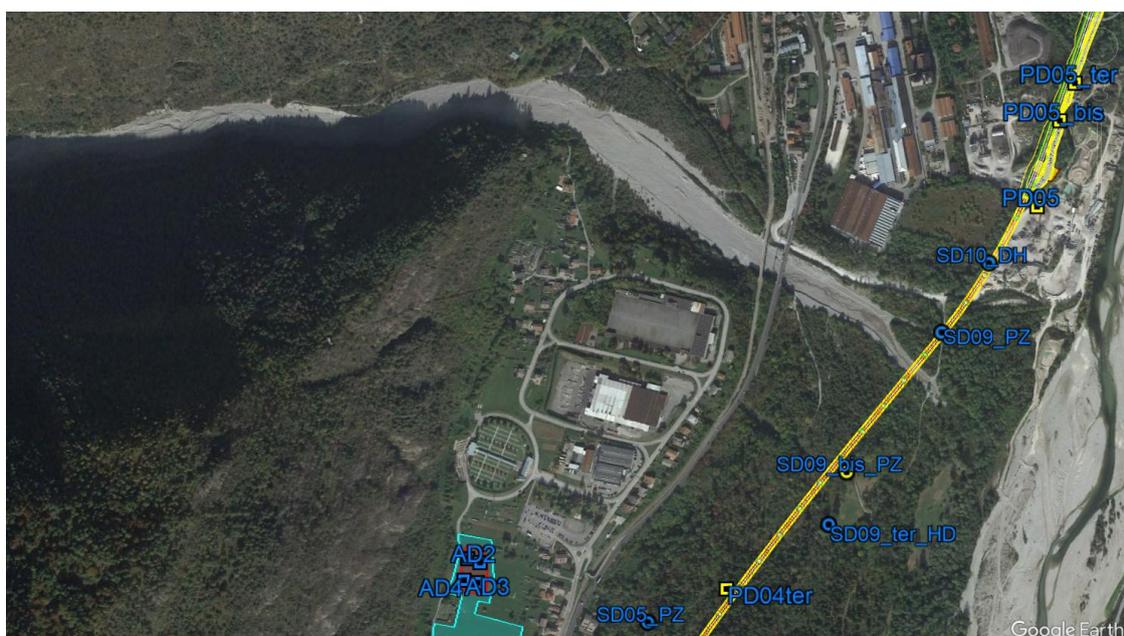
Durante le alluvione del 1951 e 1966 sono stati riportati danni sia alla rete stradale che ferroviaria.

Il torrente Desedan produce fenomeni di trasporto/debris flow estremamente marcati, con erosione progressiva fino ai ponti della ferrovia e della statale SS51 e successivo deposito, indotto sia dalla riduzione della pendenza dell'alveo, sia dalla presenza delle infrastrutture di viabilità.

Il deposito risulta particolarmente significativo presso le infrastrutture esistenti, al punto da richiedere attività di pulizia e asportazione di ghiaia dalle luci dei ponti subito dopo gli eventi di primaria importanza come quello del 2018 (tempesta Vaia); l'accumulo risulta via via meno importante verso valle, all'aprirsi del conoide di deiezione, fino alle sezioni in corrispondenza del nuovo tracciato proposto.

Il tracciato di progetto si sposta più ad Est dell'attuale tracciato della SS51, allontanandosi quindi dall'area apicale della conoide e spostandosi verso aree medie della stessa caratterizzate da maggiore deposito e minore erosione, riducendo così il rischio di danni alle opere durante gli eventi meteorici intensi.

Si rimanda all'approfondimento eseguito nello studio idraulico per una valutazione quantitativa della portata materica che alimenta le conoidi e della compatibilità con le opere progettate.



Tracciato stradale nell'area della conoide del T. Desedan

Torrente Maè

L'asta del Torrente Maè drena un bacino di estensione pari 234.20 Km² ; la lunghezza dell'asta è pari 33.36 km . L'altezza massima del bacino ha quota 3200 m s.l.m. quella minima 399 m s.l.m. . La pendenza dell'asta è del 8%.

Lo sviluppo longitudinale del conoide è pari a circa 1600 m con un pendenza media del 6%. La conoide del Torrente Maè è ascrivibile alle conoidi di tipo detritico con depositi massivi, caotici, a matrice prevalente, in cui la frazione grossolana è disposta in modo casuale nella matrice più fine ed in cui non sono presenti evidenze di stratificazione.

Sia l'attuale corso della SS 51 che la linea ferrata interferiscono con la conoide alluvionale del Maè nella sua zona apicale, allo sbocco del torrente nella valle ,trovandosi soggette ad intensi fenomeni erosivi.



Tracciato stradale nell'area della conoide del T. Maè

Durante le alluvione del 1951 e 1966 sono stati riportati danni sia alla rete stradale che ferroviaria.

Il torrente Maè presenta grande quantità di sedimento movimentabile a monte del ponte della ferrovia, in corrispondenza del quale si produce il massimo della capacità di trasporto della corrente. A valle del ponte la riduzione della pendenza e il progressivo allargamento dell'alveo induce in condizioni ordinarie fenomeni di deposito e accumulo, che si prestano ad essere erose al sopraggiungere di piene più significative.

Il tracciato di progetto si sposta più ad Est dell'attuale tracciato della SS51, allontanandosi

quindi dall'area apicale della conoide e spostandosi verso aree mediane della stessa caratterizzate da maggiore deposito e minore erosione, riducendo così il rischio di danni alle opere durante gli eventi meteorici intensi.

Si rimanda all'approfondimento eseguito nello studio idraulico per una valutazione quantitativa della portata materica che alimenta le conoidi e della compatibilità con le opere progettate.

APPROFONDIMENTO INTERFERENZE CON ACQUIFERI

La galleria principale a canna singola e traffico bidirezionale si sviluppa tra le progressive 9+315.00 e 10+860.00 e per una lunghezza complessiva di 1545 m.

La galleria risulta composta da un tratto in naturale, da un tratto in artificiale all'imbocco sud di 50 m e da un becco di flauto di 5 m all'imbocco nord. La lunghezza complessiva del tratto in naturale risulta essere pari a 1490 m.

La carpenteria della sagoma interna della galleria è una policentrica e presenta un raggio interno in chiave calotta pari a 6.45 m, un piedritto verticale e un raggio interno dell'arco rovescio è pari a 14.00 m.

Si prevede la realizzazione di una galleria di emergenza di 1392 m. La galleria risulta composta da un tratto in naturale di 1332 m e da due tratti in artificiale all'imbocco sud di 50 m e di 10 m all'imbocco nord, collegata alla galleria principale con 4 bypass.

La sezione dei bypass e della galleria di emergenza sono quelle previste dalle linee guida della Sicurezza delle Gallerie di Anas, 2.30 m (altezza) x 2.40 m (larghezza) liberi interni.

Procedendo nel verso delle progressive crescenti, il tracciato planimetrico si sviluppa in rettilineo per circa 1240 m con direzione NNE-SSO e poi segue con una curva circolare destrorsa di raggio 1050 m, assumendo direzione NE-SO.



Tracciato della Galleria Castellavazzo

I rilievi geologici eseguiti e le indagini geognostiche eseguite hanno evidenziato come lo scavo della galleria interesserà dalla progr.9+315 (imbocco sud) sino alla progr.9+470 depositi fluvio-glaciali costituiti da ghiaie grossolane e ciottoli, variamente sabbiose e limose, da ben addensate a localmente cementate. Dalla progr. 9+470 sino alla progr. 10+860.00 lo scavo interesserà i calcari micritici verdi e rossastri in strati sottili tabulari, di spessore da decimetrico a metrico, selciferi, intercalati a biocalcareni gradate, sovente laminate della Form. Calcari di Soccher, ,mediamente fratturati (RQD 50-80 %) .



Affioramento di calcari di Soccher a Castellavazzo.

I calcari mostrano generalmente direzione NNE-SSO ed immersione verso Est, con inclinazione variabile tra 5 e 25°. Lo scavo della galleria sarà quindi in direzione (coincidenza tra l'asse della galleria e la direzione degli strati) interessando la monoclinale calcarea immergente ad Est verso l'asta del Piave.

Le quote di progetto della galleria variano dai 457 m s.l.m dell'imbocco Sud ai 470.5 m s.l.m dell'imbocco Nord.

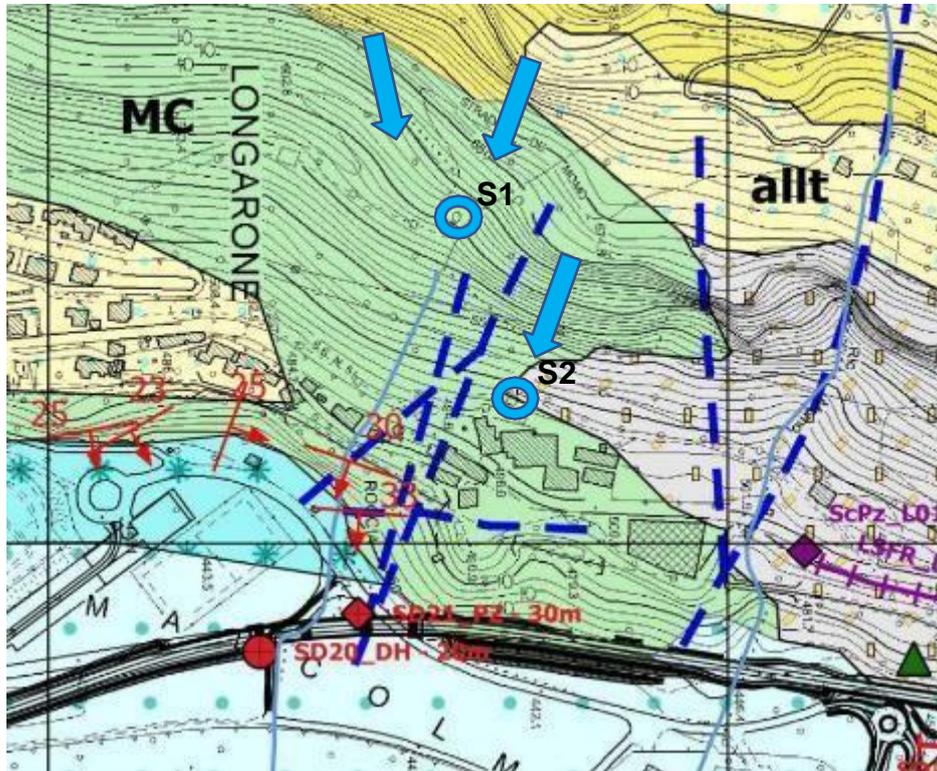
Il modello idrogeologico della progettata galleria è stato ricostruito sulla scorta dei rilievi idrogeologici di superficie e dei dati delle indagini geognostiche.

In particolare i rilievi effettuati hanno evidenziato la presenza di 5 manifestazioni sorgentizie a monte del tracciato della galleria.



Ubicazione delle manifestazioni sorgentizie a monte del tracciato della galleria di progetto.

Le sorgenti S1 e S2 sono ubicate sul versante a monte del tratto di tracciato che precede la galleria, in uscita dall'abitato di Longarone. Le due sorgenti non ispezionabili sono ubicate a valle dei depositi fluvi-glaciali ricoprenti il substrato costituito dai calcari di Soccher.



– Sorgenti S1 e S2

La sorgente S2, poco a valle ha un serbatoio di accumulo cui è collegata una piccola fontana posta al margine del parcheggio che costeggia la strada comunale, al momento del sopralluogo (marzo 2022) la portata risultava inferiore a 1l/min.

Altre due sorgenti S3 e S4 sono ubicate a nord di Olantreghe, a monte del tracciato della galleria.

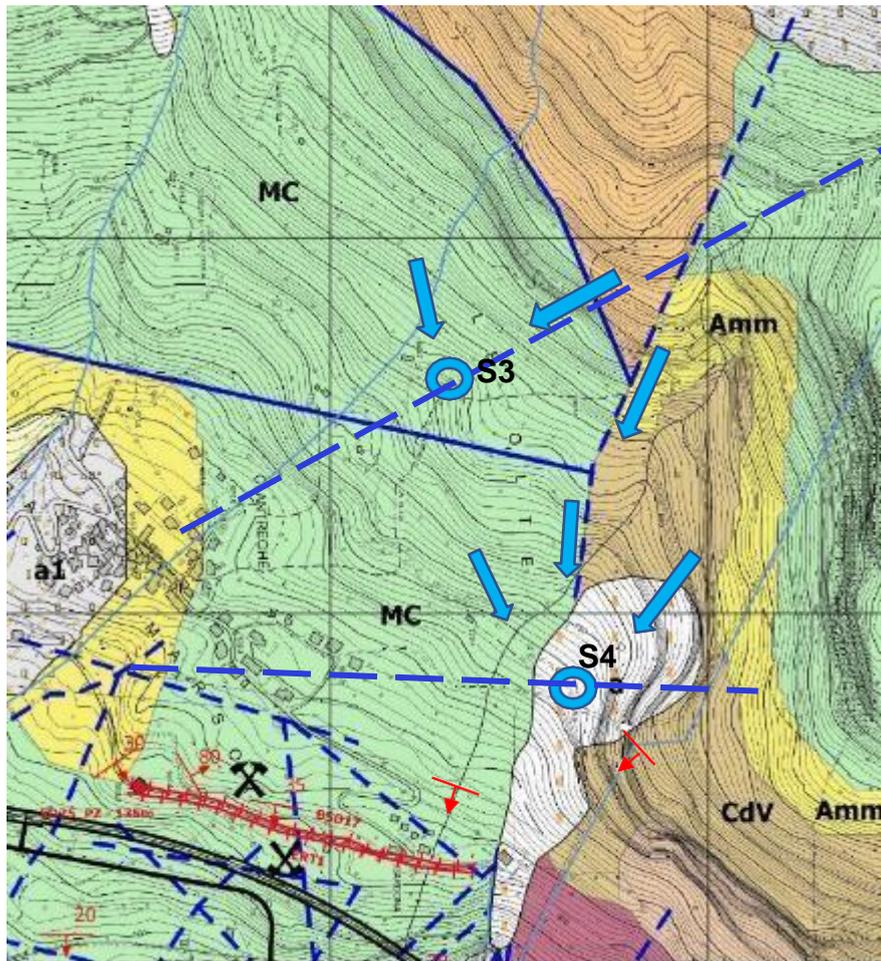


Fig. 69 – Sorgenti S3 e S4 a nord di Olangreghe

La sorgente S3, non ispezionabile, affiora a quota 844 m s.l.m. quota superiore di quella della galleria posta a circa 470 metri sul l.m.m..

La sorgente S4, è invece segnalata a monte dell'imbocco nord della prevista galleria, in prossimità del canale Gardone, ad una quota di circa 725 m sul l.m.m.. In passato è stata danneggiata dall'attivazione dell'ampio dissesto presente localmente.

Anche le due sorgenti S3 e S4 sono ubicate a valle dei depositi fluvio-glaciali ricoprenti il substrato costituito dai calcari di Soccher.

La sorgente S5, captata a fini idropotabili, è segnalata dal PAT di Longarone, a monte dell'abitato di Olangreghe. L'opera di presa, non ispezionabile, è ad una quota sul livello mare pari a circa 875 metri.

La sorgente, affiora dal Calcarea di Soccher e la sua scaturigine è probabilmente ascrivibile a sorgente per soglia di permeabilità, costituito da interstrati più marnosi, meno permeabili, intercalati a quelli del calcare.

Tenuto conto della struttura monoclinica a franapoggio del versante con alimentazione delle sorgenti a monte delle scaturigini stesse e della quota delle sorgenti, circa 300 m superiore a quelle di imposta della galleria, è possibile escludere ogni interferenza tra le manifestazioni sorgentizie e lo scavo della galleria. Quest'ultimo non apporterà nessuna variazione al regime delle sorgenti, così come non lo ha portato in passato lo scavo delle gallerie ferroviarie, anch'esse a valle delle manifestazioni sorgentizie.

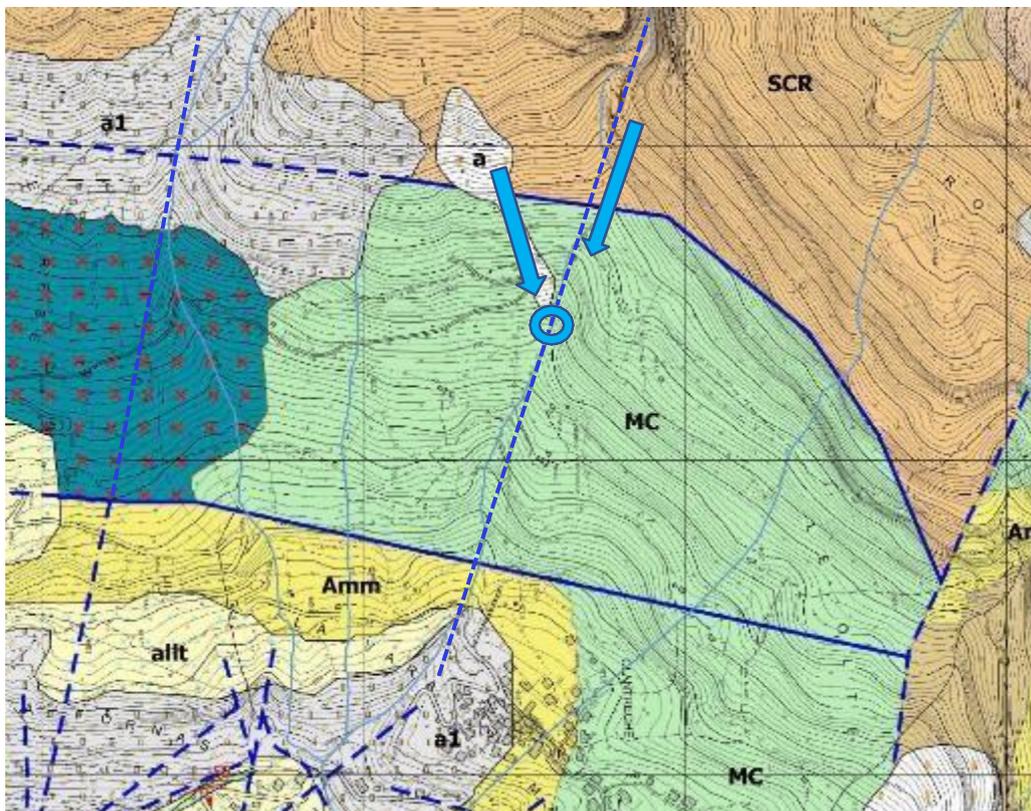


Fig. 72 – Sorgente a monte di Olantreghe

Il regime idrogeologico del versante interessato dal tracciato della galleria è stato ricostruito sulla scorta di 3 sondaggi attrezzati con piezometro ubicati lungo il tracciato della galleria. Questi ultimi in particolare sono SD23_Pz, SD24_PZ e SD25_PZ.

La soggiacenza del livello statico rilevata è la seguente:

| Piezometro | Profondità (m) | Quota (m sul l.m.) | Soggiacenza livello (m) | Livello (m sul l.m.) |
|-------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| SD23_PZ | 65 | 520.17 | -10.80 | 509.37 |
| SD24_PZ | 90 | 547.30 | -10.80 | 536.5 |
| SD25_PZ | 135 | 642.72 | -79.00 | 563.72 |

- Piezometri eseguiti nel tratto della galleria

Il modello idrogeologico è costituito quindi da un acquifero calcareo mediamente permeabile , permeato da una falda (probabilmente acquifero multifalda) di modesta potenzialità (come si deduce dalle ridotta portata delle manifestazioni sorgentizie a monte e dall'assenza delle stesse a valle) con circolazione della falda principalmente lungo le discontinuità degli strati, con immersione a franapoggio verso il corso del Piave, e secondariamente in frattura.

I rilievi geomeccanici eseguiti sugli affioramenti dei Calcari di Soccher hanno evidenziato come i piani di frattura in affioramento presentassero generalmente labbra serrate o con apertura < 0,1 mm. Su tale base è possibile escludere particolari problematiche nella realizzazione della galleria e che le stesse fratture possano costituire vie preferenziali di infiltrazione delle acque di pioggia tali da mettere in difficoltà la realizzazione dell'opera.

L'interpolazione dei livelli di falda rilevati nei piezometri ha permesso di accertare la presenza dell'acqua di falda nella tratta centrale della galleria dove sono presumibili venute lungo gli strati e con deflusso da monte verso valle e talora concentrate in corrispondenza delle zone di faglia in ragione della maggiore fratturazione dell'ammasso. Andrà quindi prevista l'applicazione dei drenaggi in avanzamento che sarà stabilita in corso d'opera in relazione alle quantità d'acqua di effettiva infiltrazione negli scavi.

Nelle aree di imbocco , sia Sud che Nord, il livello statico della falda è risultato inferiore a quello degli scavi della galleria in progetto.

Va evidenziato come gli scavi in galleria per la linea ferrata, presente a valle del tracciato della galleria di progetto, dai dati assunti dall'ente gestore, non risultino rivestiti e non mostrino segni di interferenza con la falda acquifera.

La eventuale perturbazione della falda sarà comunque temporanea e legata alle fasi di scavo. Va evidenziato infine come tale interferenza, in mancanza di manifestazioni sorgentizie od opere di presa e pozzi trivellati a valle della galleria da realizzare, non apporterà danni al regime idrogeologico dell'area.

Tenuto conto delle caratteristiche fisco-meccaniche dell'ammasso non sono prevedibili cedimenti o fenomeni di instabilità indotti da eventuali variazioni del regime di falda.

Tra le progressive 0+000 e 9+315.00 il tracciato si sviluppa lungo la valle del Piave interessando in sottosuolo il complesso idrogeologico alluvionale, costituito da ghiaie e sabbie poligeniche prevalenti con ciottoli anche di notevoli dimensioni (30-40 cm). La componente a grossi ciottoli può talora prevalere in corrispondenza della confluenza degli affluenti laterali nel Piave. Tale complesso mostra permeabilità elevata per porosità con coefficiente di permeabilità: $10^{-1} < K < 1$ m/s.

Il complesso è sede di acquifero con geometria dell'acquifero variabile sia in senso orizzontale che verticale, in relazione alle variazioni laterali e verticali di granulometria dei depositi alluvionali.

I piezometri nei depositi del complesso alluvionale sono 10, quasi tutti pressoché distribuiti lungo il fondovalle del fiume Piave.

L'andamento dei livelli mostra un gradiente medio della falda diretto da nord verso sud e pressoché radialmente al fiume Piave che svolge a sua volta azione drenante nei confronti dell'acquifero freatico contenuto nel materasso alluvionale. La soggiacenza tende ad aumentare allontanandosi dal corso d'acqua principale. La tabella sottostante riassume per ciascun piezometro soggiacenza e livello riferito al livello medio mare.

| Piezometro | Profondità (m) | Quota (m sul l.m.) | Soggiacenza livello (m) | Livello (m sul l.m.) |
|-------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| SD03_PZ | 40 | 402.95 | -12.00 | 390.95 |
| SD05_PZ | 35 | 413.82 | -1.60 | 412.22 |
| SD06_PZ | 30 | 410.97 | -1.10 | 409.87 |
| SD09_PZ | 35 | 420.84 | -1.20 | 419.64 |
| SD09_PZ bis | 30 | 417.50 | -3.30 | 414.20 |
| SD11_PZ | 25 | 419.47 | -4.00 | 415.47 |
| SD12_PZ | 35 | 473.11 | -3.20 | 469.91 |
| SD12_PZ bis | 35 | 472.23 | -1.80 | 470.43 |
| SD18_PZ | 30 | 442.88 | -9.10 | 433.78 |
| SD21_PZ | 30 | 446.70 | -9.60 | 437.1 |

Uno degli aspetti importanti riguarda la verifica dell'eventuale interferenza del tracciato in progetto con sorgenti e pozzi a scopo idropotabile e/o irriguo.

Sono stati censiti pozzi e sorgenti nell'area del tracciato. I rilievi idrogeologici hanno escluso la presenza di manifestazioni sorgentizie lungo il tracciato nel complesso alluvionale.

Le sorgenti rilevate, come sopra descritto, sono ubicate nell'area di Castellavazzo ed Olanreghe a quote maggiori di quelle interessate dal tracciato in progetto.

Sono stati rilevati pozzi trivellati attingenti la falda acquifera permeante le alluvioni affioranti lungo il tracciato.

La prossimità della falda alla superficie, la presenza di depositi a elevata-media permeabilità e di diversi pozzi determina condizioni di potenziale elevata vulnerabilità idrogeologica a carico della falda contenuta nei depositi alluvionali del fiume Piave.

Da ciò è derivata l'opportunità di prevedere, in sede di progettazione, un sistema di raccolta delle acque ricadenti sulla piattaforma stradale. Esse verranno collettate in un sistema separato rispetto alle acque ricadenti all'esterno della sede stradale, e convogliate (sempre a gravità, senza l'ausilio di pompe) verso specifiche vasche di trattamento prima della restituzione al collettore naturale.

Opportuna cautela dovrà essere adottata anche in fase di cantiere, prevedendo opportune pavimentazioni per le aree dove avviene lo stoccaggio di materiali potenzialmente inquinanti (ad esempio oli o carburanti) come il parcheggio mezzi, l'officina ecc.

L'analisi effettuata sulla scorta dei rilievi idrogeologici ha escluso un'interferenza rilevante con gli interventi in progetto; questi sono infatti caratterizzati in maggior parte dalla realizzazione di rilevati i cui scavi di bonifica non superano la profondità di 1,50 m dal p.c. , generalmente non interferendo con i livelli freatici della falda permeante le alluvioni.

Le caratteristiche dei lavori sono tali per cui non esiste un'interferenza quantitativa fra i lavori e la falda idrica, dato che non è previsto alcun prelievo.

Le uniche opere che potranno interferire con la circolazione idrica sotterranea saranno le fondazioni (pali trivellati o micropali) delle pile dei viadotti. Tale interferenza può considerarsi trascurabile e limitata solo alla fase realizzativa per l'esecuzione delle fondazioni profonde delle pile.

Date le caratteristiche dei terreni di fondazione, è stato previsto che i pali siano scavati con protezione di tuboforma , da mettere in opera esclusivamente nei depositi alluvioni superficiali, limitando l'interazione con la falda acquifera. In aggiunta a quanto sopra, e per maggiore sicurezza, in genere si prevedono specifici accorgimenti in fase costruttiva, come ad esempio l'uso di fanghi di perforazione biodegradabili

In tutti i casi, è stato previsto lo smaltimento a discarica del materiale di risulta delle palificazioni, compresi i relativi fluidi di perforazione.