

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE

REVISION DE L'AVANT-PROJET DE REFERENCE – REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO
CUP C11J05000030001

GEOLOGIE – GEOLOGIA

GENERAL – GENERALE
COMPLEMENTS DE GEOLOGIE – COMPLEMENTI DI GEOLOGIA

CADRE DES MOUVEMENTS DES TERRAINS
QUADRO DEL DISSESTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

RAPPORT GENERAL – RELAZIONE DI SINTESI

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérfié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	22/11/2012	Première diffusion / Prima emissione	I.STRINGA (SEA)	R. TORRI C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO
A	31/01/2013	Prise en compte commentaires LTF / Recepimento commenti LTF Passage au status AP / Passaggio allo stato AP	I. STRINGA (SEA)	R. TORRI C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO



Tecnimont
Civil Construction
Dott. Ing. A. Gio Mercuriolla
Ordine Ingegneri Prov. TO n. 2715/R

CODE DOC	P	D	2	C	3	B	T	S	3	0	1	0	6	A
	Phase / Fase		Sigle étude / Sigla		Émetteur / Emittente			Numero				Indice		

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C3B	//	//	00	05	03	10	01
------------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----

ECHELLE / SCALA
-



SOMMAIRE / INDICE

RESUME/RIASSUNTO	3
1. INTRODUZIONE	5
2. RACCOLTA DATI	5
3. SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ.....	6
3.1 Attività di versante – frane	6
3.2 Attività di versante – valanghe	7
3.3 Attività fluvio-torrentizia.....	7
4. CRITICITÀ LUNGO IL TRACCIATO E NEI SITI DI INTERVENTO.....	8
4.1 Tunnel di Base lato Italia (da pk 48+900 a pk 61)	8
4.2 Piana di Susa (da pk 61 a pk 64).....	14
4.3 Interconnessione Bussoleno.....	15
4.4 Innesto Bussoleno	17

RESUME/RIASSUNTO

Dans cette phase du projet de la nouvelle liaison ferroviaire Turin – Lyon, les études géomorphologiques visant les risques naturels ont été réalisées pour la partie du tracé en territoire italien jusqu'à l'interconnexion avec la ligne historique à Bussoleno.

Les caractéristiques géomorphologiques de la zone d'étude ont été identifiées par l'acquisition de bases de données disponibles (par exemple IFFI / SIFRAP - Système d'information des glissements de terrain dans le Piémont, SIVA - Système d'information Avalanche) intégrées avec les données acquises sur le terrain par levés géologiques de détail. Les éboulements identifiés ont été classés en trois catégories de risque: très élevé, de moyen à élevé, faible ou nulle. En outre, les zones potentiellement dangereuses ont été identifiées, tant pour les activités de versant que pour les activités fluviales et torrentielles.

Les évaluations prennent également en compte des zones tampons de la rivière établies par le PAI (groupe A, B, B de projet, C, zones inondables, RME - Aires à risque très élevé).

Les aléas géomorphologiques ont été identifiés pour chaque secteur du tracé :

- Secteur du tunnel de base:
 - chute de blocs et pierres et risque avalanches en correspondance du portail de la galerie de ventilation de Clarea ;
 - déformations gravitaires profondes de versant (DGPV) et chute de blocs et pierres en correspondance du portail et du chantier de la galerie de Maddalena ;
 - DGPV le long le versant droit de la Vallée Cenischia ;
 - Chute de blocs à Urbiano (Mompantero);

Nell'ambito del presente lavoro sono stati effettuati studi geomorfologici finalizzati alla valutazione della pericolosità geomorfologica nell'area interessata dal collegamento Ferroviario Torino-Lione per quanto concerne il tracciato in territorio fino all'innesto con la ferrovia esistente a Bussoleno.

Le caratteristiche geomorfologiche dell'area di studio sono state individuate acquisendo le banche dati disponibili (es. IFFI/SIFRAP - Sistema Informativo dei fenomeni FRANosi in Piemonte, SIVA – Sistema Informativo VALanghe) ed integrandole con rilevamenti di dettaglio nei siti più significativi. I dissesti individuati sono stati classificati in tre classi di pericolosità: molto elevata, da media ad elevata, bassa o nulla. Inoltre sono state individuate le zone a pericolosità potenziale, sia per attività di versante sia per attività fluvio-torrentizia.

Si è inoltre tenuto conto delle Fasce Fluviali del PAI (Fascia A, B, B di progetto, C, Aree inondabili, RME – Aree a rischio molto elevato).

Nella presente relazione sono sinteticamente riportate le criticità geomorfologiche osservate lungo il tracciato:

- Settore del Tunnel di Base:
 - caduta massi e valanghe presso l'imbocco della galleria di ventilazione Clarea;
 - Deformazioni Gravitative Profonde di Versante (DGPV) e caduta massi presso il portale e il cantiere della galleria Maddalena;
 - DGPV versante destro della valle Cenischia;
 - crolli presso Urbiano (Mompantero);
 - caduta massi e franosità potenziale presso l'imbocco del tunnel di base

- chute de blocs et glissements de terrain potentiels en correspondance du portail du tunnel de base de Susa/Mompantero.
- Plaine de Susa : des activités de la Dora Riparia et interférences avec les zones tampons du PAI (A, B, C).
- Galerie d'Interconnexion : risque de tassements en surface à cause des faibles couvertures dans les tronçons en proximité des portails et pour la présence de dépôts glaciaires dont l'épaisseur est inconnue.
- Interconnexion à l'air libre de Bussoleno : activités de la Dora Riparia et interférences avec les zones tampons du PAI (A, B, C).

Susa/Mompantero.

- Piana di Susa: attività della Dora Riparia et interferenza con le Fasce Fluviali PAI (A, B, C).
- Galleria d'Interconnessione: rischio di cedimenti in superficie per la presenza di depositi glaciali di potenza non determinata nei tratti in cui la copertura è ridotta; franosità potenziale nella zona degli imbocchi.
- Interconnessione a cielo aperto di Bussoleno: attività della Dora Riparia e interferenza con le Fasce Fluviali PAI (A, B, C).

1. Introduzione

La presente relazione descrive i risultati degli studi geomorfologici finalizzati alla definizione della pericolosità geomorfologica nell'area interessata dal tracciato del collegamento ferroviario Torino-Lione, lungo il settore italiano dell'opera, tra il confine di stato e l'innesto sulla ferrovia esistente a Bussoleno.

I risultati delle analisi geomorfologiche sono riportati nelle cartografia relative alle singole opere e nella carta di sintesi redatta in scala 1:25.000 (PD2-C3B-TS3-0003).

Nella presente relazione vengono descritte le fasi operative realizzate per acquisire i dati riportati nelle carte redatte in scala 1:10.000 e 1:25.000 (capitolo 2), i criteri utilizzati per l'analisi della pericolosità, differenti a seconda dell'aspetto geomorfologico esaminato (capitolo 3). Successivamente vengono descritte le principali criticità geomorfologiche individuate per i singoli siti di intervento (capitolo 4), riportando sinteticamente le soluzioni proposte per la loro mitigazione. La descrizione dettagliata degli aspetti geomorfologici di ogni sito è riportata negli elaborati specifici dei siti.

2. Raccolta dati

I dati utilizzati per la valutazione della pericolosità sono il risultato delle seguenti attività:

- raccolta bibliografica e consultazione delle banche dati esistenti;
- fotointerpretazione su tutta l'area di studio;
- rilevamento di terreno sulle principali situazioni osservate per verifica dei dati bibliografici e dei risultati della fotointerpretazione;
- rilevamento dei dettagli sulle aree degli imbocchi, dei cantieri, dei siti di deposito.

La raccolta bibliografica ha riguardato le banche dati geomorfologiche relative a fenomeni riconducibili ad attività di versante (frane, valanghe, aree PSInSAR, ecc), ad attività fluviale e fluvio-torrentizia (conoidi, eventi alluvionali, fasce fluviali, ecc), e ad attività antropica (opere idrauliche):

- Progetto IFFI/SIFRAP - Sistema Informativo dei fenomeni FRAnosi in Piemonte e RERCOMF – REte Regionale Controllo Movimenti Franosi– Inventario Fenomeni Franosi d'Italia (http://webgis.arpa.piemonte.it/elenco_servizi/index_ori.html)
- PAI – Piano Assetto Idrogeologico del Fiume Po (http://www.adbpo.it/maplab_projects/webgis)
- SIVA – Sistema Informativo Valanghe (http://webgis.arpa.piemonte.it/elenco_servizi/index_ori.html)
- Evento alluvionale ottobre 2000 (<http://gisweb.arpa.piemonte.it/arpagis/index.htm>)
- Evento alluvionale maggio 2008 (<http://gisweb.arpa.piemonte.it/arpagis/index.htm>)
- SICOD – Sistema Informativo Catasto Opere di Difesa della Regione Piemonte (sito web ARPA Piemonte, <http://gisweb.arpa.piemonte.it/arpagis/index.htm>)
- PAI – Piano Assetto Idrogeologico del Fiume Po (<http://www.regione.piemonte.it/sit/argomenti/difesasuolo/pianificazione/temipai.htm>)
I dati relativi alle Fasce fluviali, Aree RME e Aree inondabili, approvate con DPCM 13/11/2008 (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n.77 del 2 aprile 2009) sono entrati in

vigore a fine 2008 e, avendo carattere normativo e vincolante, sono stati riportati senza modifiche nelle carte geomorfologiche.

Sono stati consultati gli elaborati geologici dei Piani Regolatori Generali Comunali dei Comuni di Bussoleno, Mompantero, Susa, Venaus, e il Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Torino (PTCP - Progetto Definitivo).

I dati raccolti sono stati verificati e in alcuni casi ripерimetrati mediante fotointerpretazione sul Volo Regione Piemonte 2000. In alcune situazioni, ed in generale nelle aree di imbocco, di cantiere e nei siti di depositi, sono stati eseguiti rilevamenti di terreno per implementare i dati raccolti. A titolo esemplificativo si ricordano due fenomeni valanghivi di modesta entità individuati nel versante destro della Val Clarea, e la ripерimetrazione e riclassificazione di un fenomeno franoso riportato dall'IFFI in prossimità dell'imbocco Mompantero.

3. Sintesi della pericolosità

Nel presente paragrafo vengono descritti gli elementi geomorfologici riportati nella carta di sintesi redatta in scala 1:25.000, con indicazione della tipologia dei fenomeni e della pericolosità associata.

3.1 Attività di versante – frane

Per quanto riguarda i fenomeni franosi, è stata adottata la classificazione di Cruden & Varnes (1994), aggiornamento della classificazione di Varnes (1978), parzialmente adattata ad alcune situazioni locali particolari. Gli elementi cartografati sono i seguenti:

- Frane con meccanismo prevalente di crollo.
- Frane con meccanismo prevalente di scivolamento rotazionale.
- Frane con meccanismo prevalente di colamento veloce.
- Frane con meccanismo prevalente di colamento lento coinvolgente lo strato superficiale (profondità circa 1-2 m).
- Deformazioni Gravitative Profonde di versante (DGPV), costituite da movimenti di colamento lento o scivolamento lungo superfici di scollamento coinvolgenti estesi settori di versante. La superficie di rottura generalmente è riconducibile a elementi tettonici fragili.
- Frane per movimento complesso, costituite da fenomeni con innesco di tipo rotazionale che evolvono in fenomeni di colamento (lento o veloce).
- Aree interessate da crolli non cartografabili singolarmente.
- Aree interessate da colamenti veloci non cartografabili singolarmente.

Per le frane cartografabili alla scala della fotointerpretazione è stata riportata sulla carta geomorfologica l'effettiva area del movimento; le frane non cartografabili sono state invece rappresentate con simbologia puntuale, coincidente con la zona d'innesco. Cautelativamente tutti i fenomeni franosi sono stati considerati attivi.

La pericolosità è stata distinta considerando le frane esistenti e la franosità potenziale.

Per quanto riguarda le frane esistenti, il grado di pericolosità è stato individuato in funzione della tipologia di movimento. Si distinguono quindi:

- *Aree a pericolosità molto elevata.* In questa classe ricadono tutte le aree in cui sono state osservate frane per crollo, per scivolamento rotazionale, per colamento veloce,

per movimento complesso. Inoltre in questa classe sono inseriti anche tutte le frane non cartografabili, indipendentemente dal tipo di movimento.

- *Aree a pericolosità da media a elevata.* In questa classe ricadono tutte le aree in cui sono state osservati fenomeni di colamento lento, le DGPV, le aree interessate da crolli o colamenti veloci non cartografabili singolarmente e le aree di accumulo di caduta di singoli massi o di frane per crollo.

Per quanto riguarda la franosità potenziale, il grado di pericolosità è stato individuato sulla base della pendenza. Si distinguono quindi:

- *Aree a pericolosità molto elevata.* In questa classe ricadono tutte le porzioni di versante caratterizzate da pendenza superiore a 35°, caratterizzate da potenziale innesco di frane per colamento veloce o, se in corrispondenza di affioramenti rocciosi, di frane per crollo.
- *Aree a pericolosità da elevata a media.* In questa classe ricadono tutte le porzioni di versante caratterizzate da pendenza compresa tra 25° e 35°, caratterizzate da potenziale innesco di frane per colamento veloce.

3.2 Attività di versante – valanghe

Sulle carte sono inoltre state inserite le valanghe riportate dal SIVA, a cui sono state aggiunte due valanghe minori osservate in Val Clarea. Le frane sono state distinte in

- Valanghe areali, a cui è stata attribuita pericolosità molto elevata.
- Valanghe minori non cartografabili alla scala 1:10.000, indicate con simbologia lineare, a cui è stata attribuita pericolosità da media a elevata.

3.3 Attività fluvio-torrentizia

Nella carta di sintesi redatta in scala 1:25.000 sono riportati i seguenti elementi:

- Reticolo idrografico: in questa carta non vengono distinti i tratti d'alveo naturali da quelli canalizzati. Sono tuttavia rappresentati con simbologia differente i tratti intubati e gli impluvi.
- Conoidi di origine alluvionale-torrentizia e mista (detritica e alluvionale)
- Aree occupate da depositi alluvionali di fondovalle recenti e, dove distinti, attuali
- Aree coinvolte dall'evento alluvionale dell'ottobre 2000.

Nella parte italiana sono riportati i limiti delle fasce B e B di progetto, della fascia C, delle aree a Rischio Molto Elevato (RME) e delle Aree inondabili, definite da PAI.

Per quanto riguarda il reticolo idrografico, tutti i tratti d'alveo a cielo aperto sono stati identificati come elementi a pericolosità molto elevata, perché potenzialmente percorsi da acque ad alta energia con elevato trasporto solido, ed in accordo con la D.G.R. 25 luglio 2002, n. 45-6656 "Indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico", e ss.mm.ii. I tratti intubati e gli impluvi sono invece a pericolosità elevata/media.

Per quanto riguarda i conoidi, nella cartografia di sintesi essi sono distinti in conoidi attivi o riattivabili caratterizzati da pericolosità molto elevata, e in conoidi non riattivabili perché disconnessi dal corso d'acqua che li ha generati, caratterizzati da pericolosità bassa o nulla. Inoltre per i principali conoidi sono definiti areali a differente pericolosità (molto elevata o

media-elevata) in funzione di quanto riportato dagli elaborati geologici allegati ai PRGC (Susa, Bussoleno, Venaus, Mompantero).

Per quanto riguarda le aree dei fondovalle alluvionali del Fiume Dora Riparia e dei Torrenti Cenischia e Clarea, nei tratti interessati dalle Fasce Fluviali è stata fatta la seguente classificazione:

- *Aree a pericolosità molto elevata*: aree incluse nelle Fasce A, B e B di progetto, Aree R.M.E. (a rischio molto elevato), Aree Inondabili; aree caratterizzate dalla presenza di depositi alluvionali e torrentizi attuali, aree interessate dall'evento alluvionale 2000.
- *Aree a pericolosità da elevata a media*: aree caratterizzate dalla presenza di depositi alluvionali e torrentizi recenti.

4. Criticità lungo il tracciato e nei siti di intervento

Di seguito vengono descritte le principali criticità che si incontrano lungo il tracciato e nei siti di intervento.

4.1 Tunnel di Base lato Italia (da pk 48+900 a pk 61)

Dal confine di stato il tracciato dell'opera in progetto percorre circa 1200 m al di sotto di una porzione di versante interessata da un fenomeno di Deformazione Gravitativa Profonda, nel versante destro della val Cenischia (Figura 1). La superficie di rottura della DGPV coincide con un livello di carniole ubicato ad una profondità di circa 50-100 m dal piano campagna. In questo tratto l'opera in progetto è prevista a profondità maggiori (900 m) e pertanto non risulta coinvolta dal fenomeno.

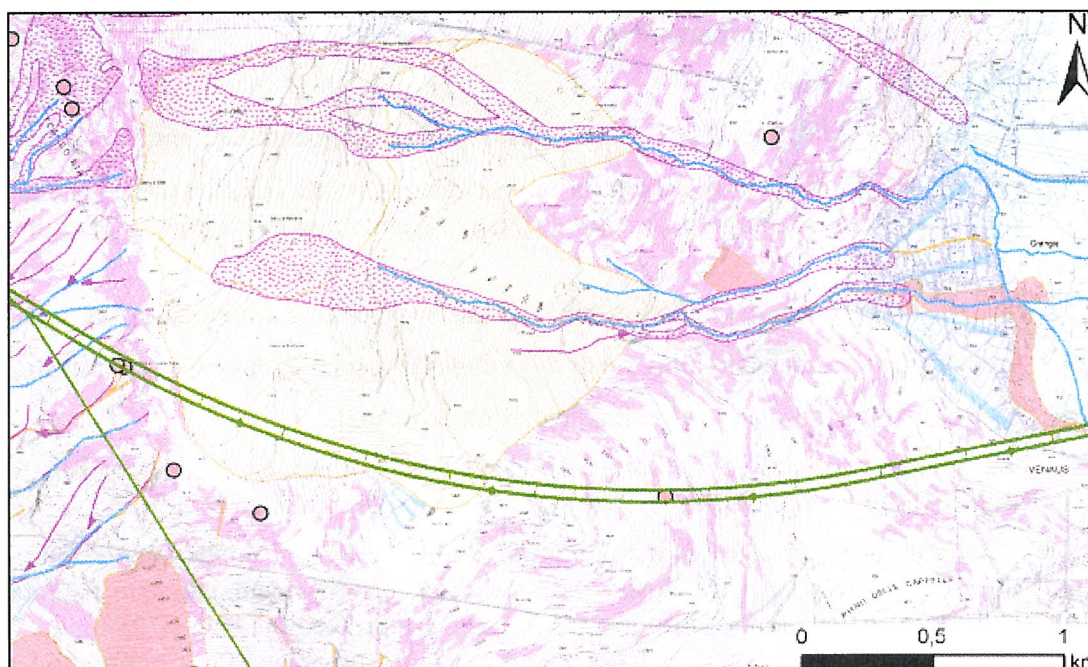


Figura 1– Stralcio della carta geomorfologica di sintesi (non in scala) relativo al versante destro della Val Cenischia. In arancione è rappresentata la dgpv descritta nel testo; la linea verde rappresenta in tracciato dell'opera in progetto. Per gli altri simboli si rimanda alla legenda riportata nella carta (PD2_C3B_TS3_0003_00-05-03)

Per quanto riguarda la *galleria Clarea*, sono stati osservate diverse criticità legate ad attività di versante e ad attività fluvio-torrentizia (Figura 2 e rif. elaborato PD2_C3B_0082_26-47_05-10-01):

- durante l'evento alluvionale del 2008 nel versante dell'imbocco si sono verificati alcuni debris-flow (aree rosse con bordo arancione in figura): tali fenomeni non interferiscono con la galleria in progetto.
- Possono verificarsi fenomeni di caduta massi da parte degli affioramenti rocciosi ubicati a monte dell'area di cantiere (aree grigie in figura). Per la messa in sicurezza delle aree di cantiere e dell'area dell'imbocco si propone la realizzazione di barriere paramassi nel versante a tergo del cantiere.
- L'elevata pendenza del versante a monte dell'area di intervento determina una elevata pericolosità di innesco di fenomeni di colamento veloce: pertanto dovranno essere realizzati interventi di regimazione delle acque di ruscellamento nell'area compresa tra il cantiere (e la strada di accesso) e il piede degli affioramenti rocciosi soprastanti.
- A monte dell'area dell'imbocco sono stati osservati due fenomeni valanghivi di modesta entità (frece viola in figura). È prevista la realizzazione di opere di difesa attive, quali barriere paravalanghe in corrispondenza delle aree di innesco.
- L'attività del torrente Clarea non interferisce con l'area di cantiere. Tuttavia il progetto prevede la realizzazione di opere di regimazione lungo l'alveo del Torrente Clarea, che dovranno essere eseguite tenendo conto della portata liquida e solida del corso d'acqua. Poiché sono presenti alvei abbandonati in corrispondenza del fondovalle alluvionale al piede dell'area di imbocco, dovranno essere realizzate difese spondali o specifiche arginature in maniera sufficiente da renderli disgiunte dall'alveo attivo. Si ricorda che la realizzazione di manufatti lungo il Torrente Clarea deve tenere conto del nuovo assetto dell'alveo a seguito dei lavori di sistemazione eseguiti nel corso dell'estate 2012. Il dimensionamento delle opere di canalizzazione del Torrente Clarea dovrà tenere conto anche del trasporto solido del corso d'acqua, e dell'apporto liquido e solido del Rio San Giacomo, in considerazione anche della potenziale distribuzione areale degli stessi depositi. Dovrà essere infine ripristinata la briglia posta a quota 1165 m lungo il Torrente Clarea, quasi completamente distrutta dall'evento alluvionale 2008.
- Lungo la strada di accesso all'area dell'imbocco dovranno essere realizzati attraversamenti di sezione adeguata a garantire il deflusso della portata liquida e solida proveniente dai tre affluenti laterali destri del Clarea, intersecati dalla strada a quota 1100 m circa. In generale le acque provenienti da tutti gli impluvi lungo il versante a monte dell'imbocco e della strada di accesso allo stesso devono essere regimate con appositi interventi (canalette, drenaggi, etc.).

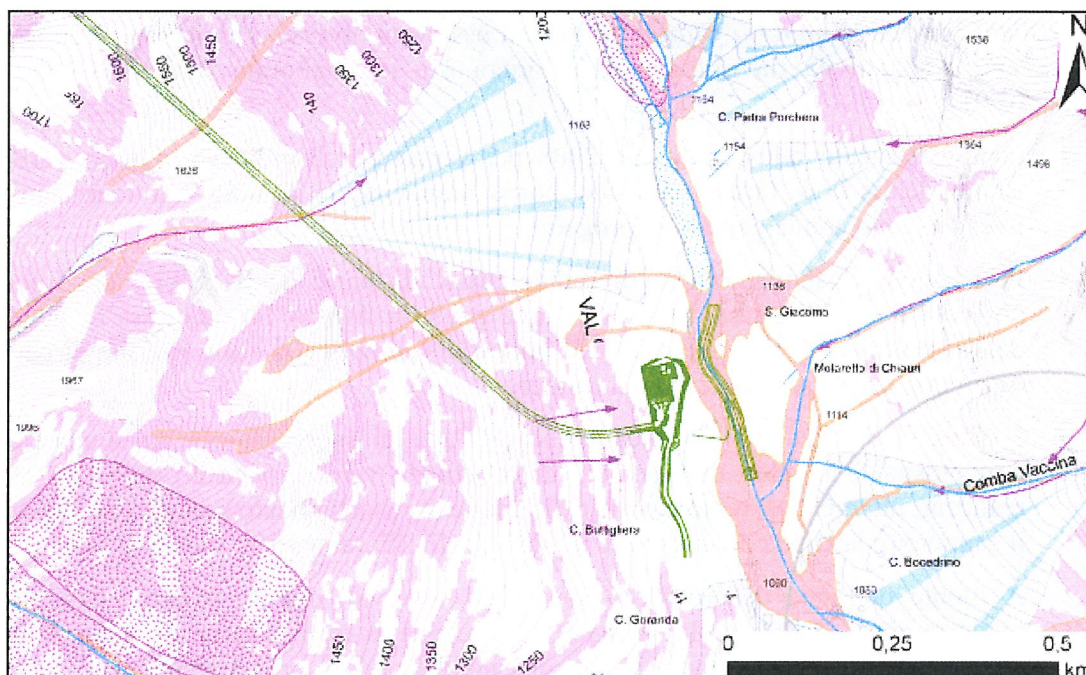


Figura 2– Stralcio della carta geomorfologica di sintesi (non in scala) relativo all'imbocco della Galleria Clarea. Le linee verdi rappresentano schematicamente le opere in progetto. Per gli altri simboli si rimanda al testo della presente relazione e alla legenda riportata nella carta (PD2_C3B_TS3_0003_00-05-03).

Per quanto riguarda il cantiere della *Galleria Maddalena*, la principale criticità è riconducibile all'attività di versante (Figura 3 e elaborato PD2_C3B_0125_33-03-00_10-01). Nel versante a monte dell'area infatti è presente la Frana della Maddalena, una deformazione gravitativa profonda (arancione in figura) caratterizzata dalla presenza nella parte più alta di affioramenti rocciosi fratturati e disarticolati, e nella parte medio-bassa da numerosi blocchi di dimensioni ciclopiche (fino al migliaio di metri cubi) in parte oggetto di monitoraggio. La frana poggia su un deposito glaciale, con cui mostra evidenze di interdigitazione, che costituisce la porzione di versante più prossima al cantiere ed è caratterizzato dalla presenza di blocchi fino a circa 15-20 m³.

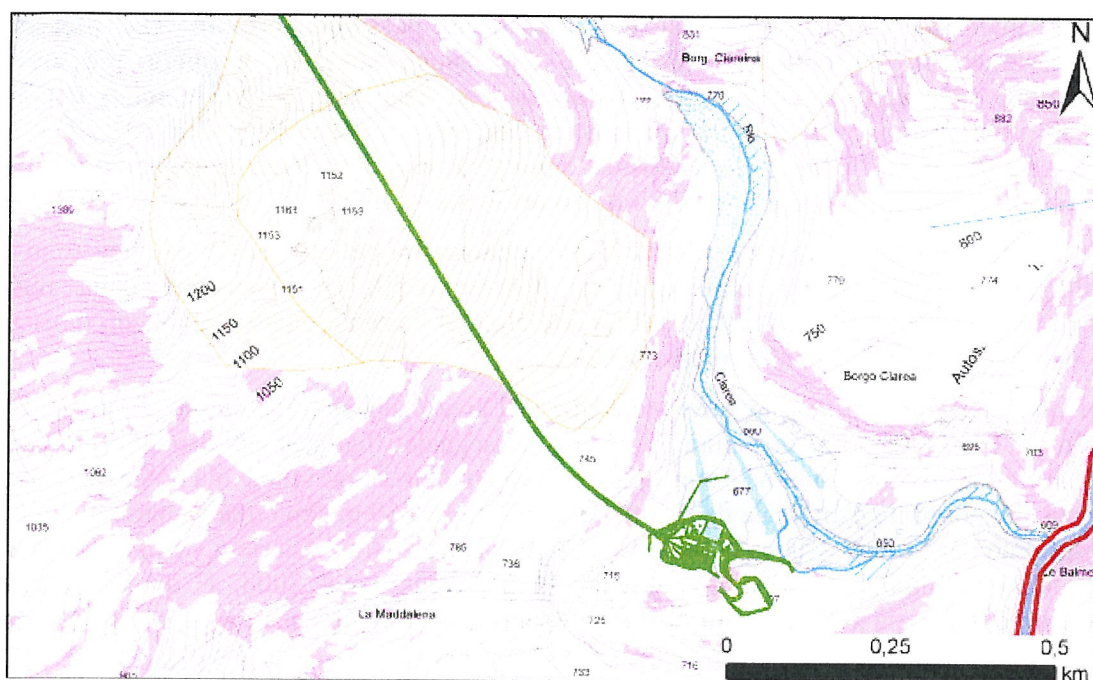


Figura 3– Stralcio della carta geomorfologica di sintesi (non in scala) relativo all'area di cantiere della Galleria Maddalena. Le linee verdi rappresentano schematicamente le opere in progetto. Per gli altri simboli si rimanda al testo della presente relazione e alla legenda riportata nella carta (PD2_C3B_TS3_0003_00-05-03).

Con riferimento alla classificazione proposta da Cruden&Varnes (1995), modificata da Amanti et al., (1996) e ripresa dal progetto IFFI, il fenomeno franoso della Maddalena è caratterizzato da uno stato di attività “attivo”, nella zona del trench, e quiescente nelle rimanenti parti; una distribuzione costante, ossia il materiale spostato continua a muoversi e la superficie di rottura non mostra variazioni apprezzabili; uno stile di attività complesso, ossia il fenomeno caratterizzato dalla combinazione di due tipi di movimento in sequenza temporale.

I fenomeni di crollo più recenti sono stati ampiamente e dettagliatamente descritti da Carraro (1987) e i principali massi potenzialmente interferenti con le opere autostradali (viadotti Clarea e gallerie Ramat) sono monitorati da Musinet Engineering dal 1997. La zona di arresto principale dei massi e dei blocchi comprende soprattutto la superficie terrazzata. Solo alcuni massi hanno superato il ciglio della scarpata e si sono arrestati lungo il fondo della val Clarea. Per tale motivo sono state realizzate opere passive (rilevati paramassi) per la protezione dell'imbocco della galleria Ramat e delle pile dei due viadotti Clarea. Barriere paramassi ad alto assorbimento di energia sono inoltre presenti lungo il versante.

Nel complesso l'impianto che controlla la stabilità di circa 40 blocchi ciclopici e di 5 affioramenti rocciosi evidenzia nel periodo di osservazione (1997-2011) l'assenza di fenomenologie dissestive in atto in grado di coinvolgere i massi e le porzioni rocciose oggetto di controllo.

Dall'indagine di campagna, presente nello studio di Carraro (Indagini sulla stabilità del tratto di versante sinistro della valle di Susa incombente sul costruendo “Viadotto Clarea”) ed eseguita per conto della S.I.T.A.F. durante la realizzazione del Viadotto Clarea per l'autostrada del Frejus, si evince che le volumetrie dei massi caduti al piede del versante sono comprese fra 8 e 2619 m³; i valori più frequenti sono < 100 m³ (40%), tra 100 e 200 m³ (17%), e tra 200 e 300 m³ (17%). Il restante 26% è superiore a 300 m³.

Come interventi di mitigazione si individuano un possibile scenario, che prevede la realizzazione di reti paramassi di piccole dimensioni, analoghe a quelle già previste, rimozione (disgaggio) o stabilizzazione (ad es. con ancoraggi o reti aderenti) dei massi instabili nel tratto di versante più prossimo al cantiere, e mantenimento ed estensione della rete di monitoraggio realizzata da Musinet sulla parte alta del versante, integrandola con un sistema di allerta inserito nei Piani di Protezione Civile.

In alternativa dovranno essere realizzate barriere paramassi più imponenti (es. rilevato in terra rinforzata), accompagnate comunque dal mantenimento ed estensione della rete di monitoraggio realizzata da Musinet sulla parte alta del versante, integrandola con un sistema di allerta inserito nei Piani di Protezione Civile.

Per quanto riguarda l'attività fluvio-torrentizia, l'area è ubicata all'interno del conoide del Torrente Clarea (azzurro in Figura 3). Non sono segnalati fenomeni di esondazione durante gli ultimi eventi alluvionali nell'area del cantiere. Tuttavia si individua una potenziale criticità legata alla possibile ostruzione del ponte ubicato a quota 680 m slm circa da parte di materiale trasportato dal torrente Clarea durante le piene ordinarie e straordinarie (ciottoli, massi e rami e tronchi di alberi caduti in alveo), come già avvenuto nel 2008. È quindi necessario prevedere la pulizia periodica dell'alveo del Clarea in corrispondenza e a monte, da effettuarsi al termine di ogni evento di piena ordinaria e straordinaria.

In corrispondenza dell'abitato di Urbiano il tracciato passa al di sotto di una vasta area caratterizzata da frane di crollo e da crolli di singoli massi (area rossa in alto a sinistra nella Figura 4). Questi fenomeni franosi sono tuttavia superficiali, e quindi non interessano il tracciato dell'opera in progetto. Tuttavia si segnala che le vibrazioni indotte dalle operazioni di scavo del tunnel sugli affioramenti rocciosi potrebbero aumentare la probabilità di riattivazione di fenomeni di crollo in quest'area. Come interventi di mitigazione della potenziale criticità è stata individuata la necessità di realizzare una rete di monitoraggio delle vibrazioni durante lo scavo del tunnel, la realizzazione di locali disgaggi dei massi più instabili, la sostituzione di barriere paramassi ritenute non sufficienti, e localmente l'installazione di reti aderenti (rif. elaborato PD2_C3B_0123_26-70-01_10-02).

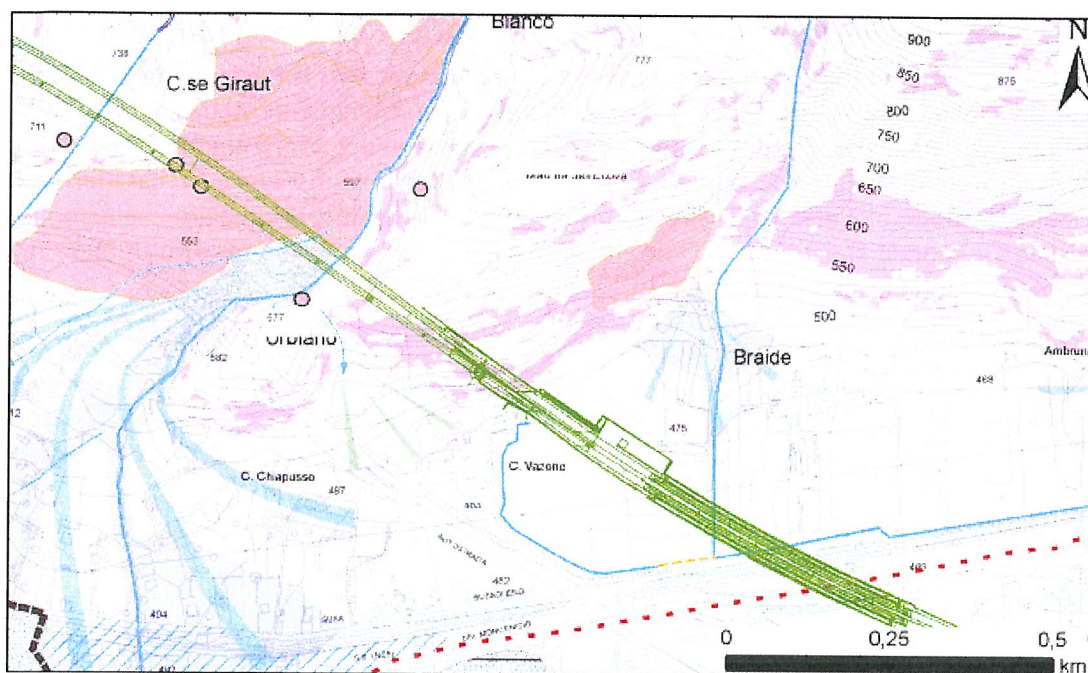


Figura 4– Stralcio della carta geomorfologica di sintesi (non in scala) relativo all'imbocco Mompantero e al concentrico di Urbiano. Le linee verdi rappresentano schematicamente l'opera in progetto. Per gli altri simboli si rimanda al testo della relazione e alla legenda riportata nella carta (PD2_C3B_TS3_0003_00-05-03).

L'imbocco est del Tunnel di Base è previsto a est dell'abitato di Mompantero, in corrispondenza dell'interfaccia tra versante e fondovalle e circa 200 m ad est dell'imbocco delle gallerie dell'autostrada (Figura 4). La principale criticità è collegata alla presenza di pareti rocciose subverticali (aree grigie in Figura 4), da cui possono verificarsi fenomeni di caduta di blocchi, inframezzati da tratti di versante ad elevata pendenza (circa 40°) in cui si possono verificare fenomeni di fluidificazione dello strato di suolo presente al di sopra del detrito di falda (aree rosa in Figura 4). La realizzazione dell'imbocco prevede lo sbancamento del versante con realizzazione di fronti di scavo temporanei, in roccia, di altezza fino a 19 m circa. Sono previste chiodature e posa di reti paramassi aderenti per la stabilizzazione dei tratti di scarpate in roccia. Le acque di ruscellamento dovranno essere regimate mediante canalette superficiali e drenaggi nell'ammasso roccioso. Per gli eventuali tratti di versante ad elevata pendenza a monte dei fronti di scavo saranno da prevedere interventi di regimazione delle acque di ruscellamento per evitare l'innescò di fenomeni di colamento veloce. Come interventi di sistemazione sono da prevedere chiodature e installazione di reti aderenti sulle pareti rocciose; installazione di reti paramassi a protezione del cantiere; regimazione delle acque di ruscellamento e interventi di stabilizzazione del suolo (rif. elaborato PD2_C3B_0123_26-70-01_10-02).

Per quanto riguarda l'attività fluvio-torrentizia, l'area dell'imbocco, dista circa 600 m dall'alveo attivo della Dora Riparia ed è esterna alle sue fasce fluviali. Ai lati dell'area dell'imbocco sono presenti due conoidi, esterni all'area di progetto: il primo, ubicato ad ovest dell'imbocco è da considerarsi stabilizzato naturalmente; il secondo è caratterizzato da bassa pericolosità. Nell'area dell'imbocco è presente un canale presumibilmente irriguo, il cui tracciato a cielo aperto termina in corrispondenza dell'edificio ad est della casa di riposo: per evitare fenomeni di esondazione le sezioni di deflusso di tutti gli attraversamenti del canale fino alla confluenza nella Dora devono essere verificate, oppure adeguate nel caso non lo siano.

4.2 Piana di Susa (da pk 61 a pk 64)

Il tracciato che si sviluppa a cielo aperto tra l'imbocco est del Tunnel di Base e l'imbocco ovest dell'Interconnessione Bussoleno si sviluppa quasi interamente nella piana alluvionale del fiume Dora Riparia (Figura 5). In particolare, esso si sviluppa per una lunghezza di circa 150 m all'interno della fasce fluviali A e B (linee rosse piene in Figura 5), caratterizzate da pericolosità molto elevata. Negli altri tratti ubicati nel fondovalle, il tracciato è situato in parte in fascia C (sponda sinistra della Dora, linea rossa tratteggiata in Figura 5) e in parte in aree esterne (entrambe le sponde della Dora).

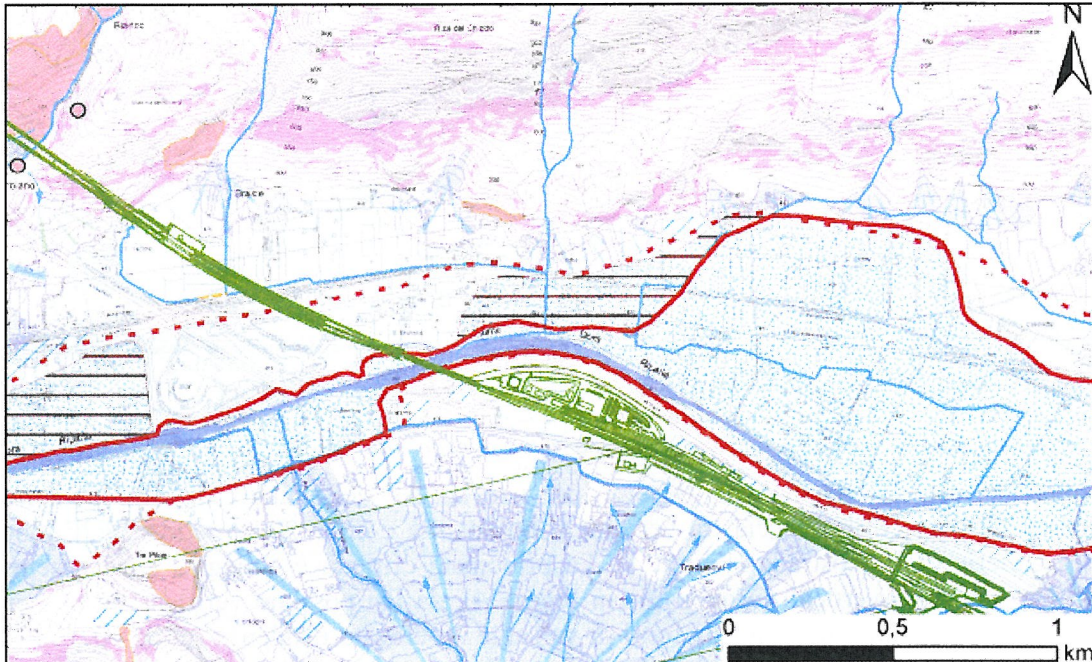


Figura 5– Stralcio della carta geomorfologica di sintesi (non in scala) relativo alla Piana di Susa. Le linee verdi rappresentano schematicamente l'opera in progetto. Per gli altri simboli si rimanda al testo della relazione e alla legenda riportata nella carta (PD2_C3B_TS3_0003_00-05-03).

In entrambi i casi (dentro e fuori dalle fasce) la criticità principale è determinata dalla possibile interferenza dell'opera sulle acque di piena ordinaria e straordinaria: la presenza delle opere del tracciato in progetto determinerà modifiche nel comportamento delle acque di piena, ostacolando o modificandone il percorso, con effetti sia sull'opera che sulle aree circostanti e a valle. In occasione degli eventi alluvionali esaminati (1957, 1977, 2000 e 2008) la zona di fondovalle è stata interessata da esondazione e allagamenti da parte della Dora e dei rii laterali. Si specifica tuttavia che il tracciato in quest'area è previsto in rilevato o viadotto.

La presenza di acque ad alta energia, caratterizzate da trasporto solido, durante gli eventi di piena può determinare danneggiamenti alle strutture dell'opera se non adeguatamente protette. Come interventi di mitigazione sono da prevedere difese spondali a protezione delle opere.

Il tracciato si sviluppa inoltre sul lato destro della Dora per circa 1 km sulle aree più distali del conoide del Rio Scaglione. In queste aree sono stati osservati alcuni alvei abbandonati privi di evidenze di passaggio di acqua e storicamente non riattivati da eventi alluvionali. Nell'area dell'intervento la pericolosità è da considerarsi medio-bassa, come evidenziato negli elaborati specifici (rif. elaborato PD2_C3B_0134_65-05-01_10-01 e PD2_C3B_0032_50-01-01_10-01).

4.3 Interconnessione Bussoleno

Per quanto riguarda l'Interconnessione Bussoleno, la principale criticità è da mettere in relazione alla presenza di depositi sciolti di origine glaciale, che potrebbe risultare critica per lo scavo dei tratti più esterni (circa 500-1000 m dagli imbocchi), che sono previsti con coperture ridotte. Sulla base delle evidenze di terreno e dei risultati delle indagini dirette disponibili da fonti bibliografiche, emerge la presenza di depositi glaciali che costituiscono il riempimento di forme di erosione glaciale e fluvioglaciale (spillway). In assenza di indagini specifiche finalizzate a determinare la profondità di queste valli sepolte rimane indeterminato lo spessore dei depositi glaciali, e pertanto non si può escludere che essi si ritrovino anche parzialmente alla quota di scavo. In questi settori quindi, lo scavo potrebbe avvenire in condizioni di fronte misto roccia-depositi sciolti, con forte probabilità di cedimenti in superficie (fornelli).

L'imbocco occidentale del Tunnel dell'Interconnessione è ubicato in corrispondenza del passaggio tra aree di fondovalle e versante (Figura 6), ad est della frazione Tra Due Rivi (Comune di Susa). L'area di fondovalle è ubicata al limite tra il conoide del Rio Scaglione e i depositi di pertinenza della Dora Riparia. In corrispondenza dell'imbocco ovest è presente il canale Coldimosso, alimentato da una derivazione della Dora Riparia circa 2 km a monte (presso Susa) e utilizzato per scopi idroelettrici (centrale di Coldimosso), il cui tracciato dovrà essere modificato per eliminare l'interferenza.

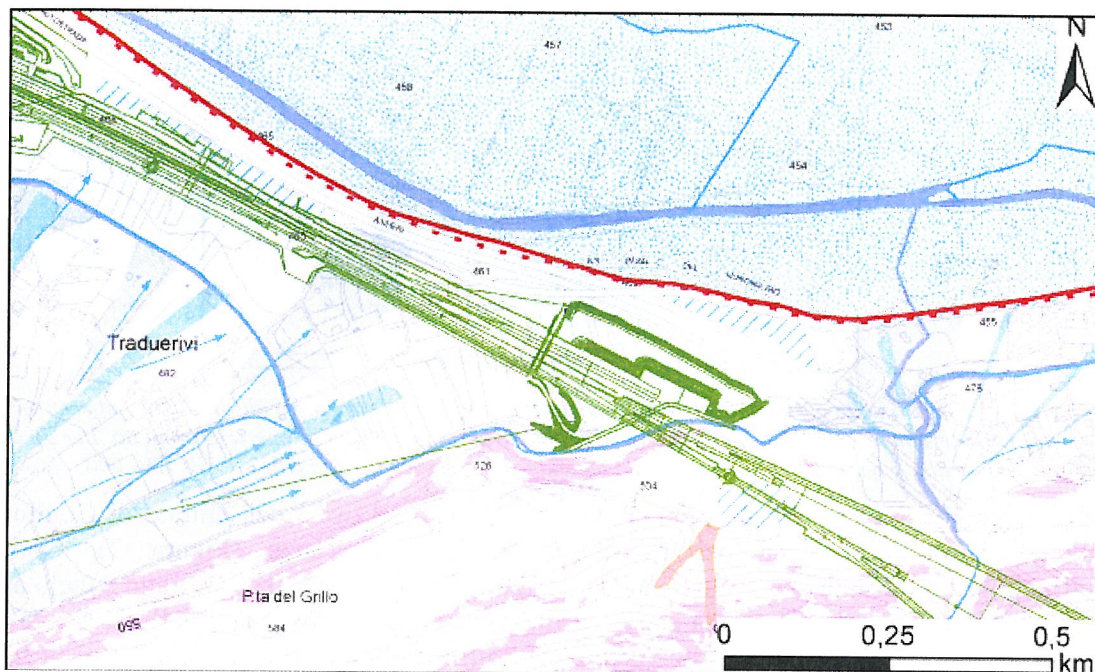


Figura 6 – Stralcio della carta geomorfologica di sintesi (non in scala) relativo all'area dell'imbocco ovest del Tunnel di Interconnessione. Le linee verdi rappresentano schematicamente l'opera in progetto. Per gli altri simboli si rimanda al testo della relazione e alla legenda riportata nella carta (PD2_C3B_TS3_0003_00-05-03).

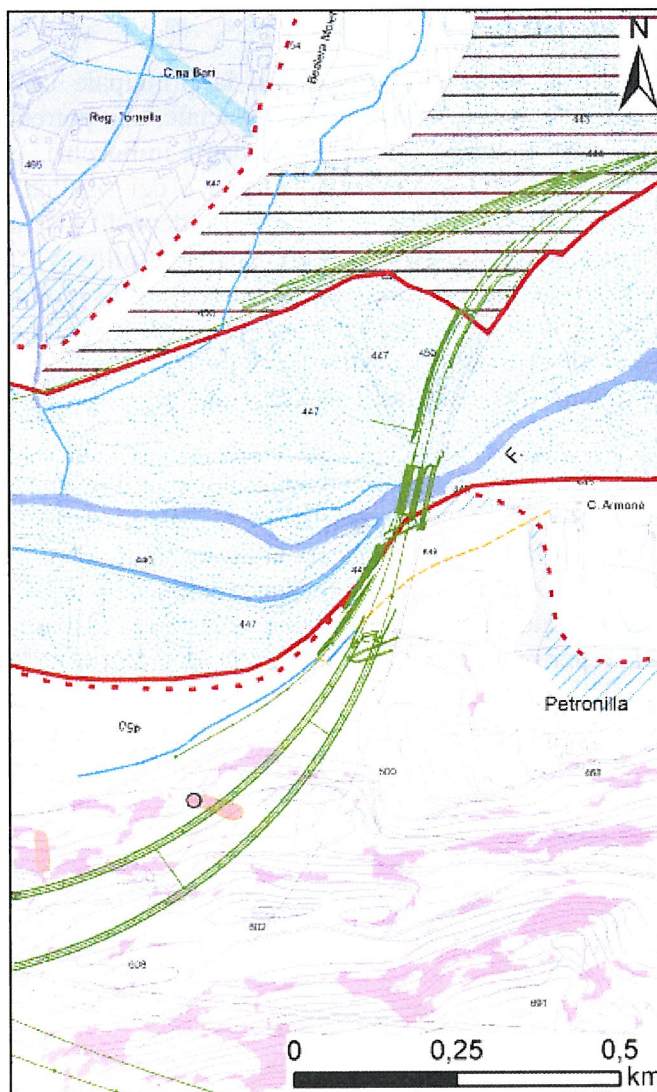


Figura 7 – Stralcio della carta geomorfologica di sintesi (non in scala) relativo all'area dell'imbocco est del Tunnel di Interconnessione. Le linee verdi rappresentano schematicamente l'opera in progetto. Per gli altri simboli si rimanda al testo della relazione e alla legenda riportata nella carta (PD2_C3B_TS3_0003_00-05-03).

Per quanto riguarda l'imbocco orientale, esso è situato ad ovest dell'abitato di Coldimosso (Susa), in corrispondenza dell'imbocco della galleria Tanze (Figura 7). Nell'area dell'imbocco est è stato osservato un canale irriguo, che si sviluppa per un tratto a cielo aperto a monte della linea della ferrovia storica e fino all'imbocco dell'attuale galleria Tanze della linea ferroviaria, per poi proseguire verso est a tratti in sotterraneo (linea arancione in figura) e a tratti a cielo aperto.

Entrambi gli imbocchi sono situati al piede di versanti ad elevata pendenza (circa 45°), caratterizzati da scistosità principale disposta a franapoggio verso il fondovalle. La realizzazione degli imbocchi prevede lo sbancamento del versante con realizzazione di fronti di scavo di altezza fino a 31 m circa (imbocco lato ovest) e 18 m circa (imbocco lato est). I fronti di scavo saranno principalmente in roccia e per circa 3 m nella parte più elevata in depositi quaternari. Sono previste chiodature e posa di reti paramassi aderenti per la stabilizzazione dei tratti di scarpate in roccia, e sistemi di sostegno specifici per i tratti di scarpata in depositi quaternari. Le acque di ruscellamento dovranno essere regimate mediante

canalette superficiali e drenaggi nell'ammasso roccioso. Per gli eventuali tratti di versante ad elevata pendenza a monte dei fronti di scavo (aree rosa in Figura 6 e in Figura 7) saranno da prevedere interventi di regimazione delle acque di ruscellamento per evitare l'innescio di fenomeni di colamento veloce (rif. elaborati PD2_C3B_0134_65-05-01_10-01 e PD2_C3B_0137_65-10-01_10-01).

4.4 Innesto Bussoleno

Per quanto riguarda l'attraversamento sulla Dora a valle dell'Interconnessione Bussoleno e l'innesto della ferrovia in progetto con quella esistente presso Bussoleno, le criticità sono individuabili nell'attività fluviale della Dora Riparia. Il tracciato si sviluppa quasi completamente all'interno delle Fasce Fluviali A, B e C (linee rosse in Figura 7).

In particolare, questo settore è stato interessato da fenomeni alluvionali durante gli eventi alluvionali del 1957, del 1977 e del 2000. Successivamente al 2000 sono state progettate nuove opere di protezione dell'abitato di Bussoleno, come previsto dall'Autorità di Bacino del Po (argini di progetto lungo il limite dell'attuale Fascia B di progetto, in corso di completamento). Si specifica che la sezione del ponte di attraversamento sulla Dora Riparia previsto deve essere tenere conto del nuovo assetto del fondovalle a seguito del completamento degli argini di progetto, considerando anche la presenza di un argine trasversale a monte della ferrovia esistente, la cui efficacia è stata progressivamente ridotta a causa della deposizione di materiale sul lato di monte in occasione di ogni evento alluvionale significativo.

In generale, come per la Piana di Susa, la presenza delle opere del tracciato in progetto potrà determinare modifiche nel comportamento della acque di piena, ostacolandone o modificandone il percorso, con effetti sia sull'opera che sulle aree circostanti e a valle. I ponti devono essere realizzati con luce sufficiente a garantire il deflusso delle acque di piena straordinaria, e difesi da opere di difesa delle spalle e delle pile del ponte (rif. elaborato PD2_C3B_0137_65-10-01_10-01).