INTEGRAZIONI ISTRUTTORIA VIA

CDED 13: MONOGRAFIE GEOLOGICHE-GEOTECNICHE DEGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE RICADENTI IN AREE AD ELEVATA SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO

NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA
ADEGUAMENTO DEL SISTEMA A7 – A10 – A12

PROGETTO DEFINITIVO

INDICE

1 PREMESSA 3

2 STRUTTURA DELLA CONTRODEDUZIONE 5

3 IMBOCCHI DELLE GALLERIE RICADENTI IN AREE PG3 e PG4 6

4 METODOLOGIA DI LAVORO 7

5 APPROFONDIMENTI PREVISTI IN FASE ESECUTIVA 13

Allegati (Monografie imbocchi):

Allegato 1: Galleria Borgonuovo, lato SV

Allegato 2: Galleria Borgonuovo, lato GE, e Galleria Bric del Carmo, lato Nord

Allegato 3: Galleria Voltri, lato SV

Allegato 4: Galleria Voltri, lato GE, e Galleria Ciocia, lato Sud

Allegato 5: Galleria Amandola, lato SV

Allegato 6: Galleria Amandola, lato GE

Allegato 7: Galleria Bric del Carmo, lato Sud

Allegato 8: Galleria delle Grazie, lato Sud

Allegato 9: Galleria Ciocia, lato Nord

Allegato 10: Galleria Bric du Vento, Galleria Polcevera e Galleria Baccan, lato MI

Allegato 11: Galleria Granarolo, lato GE e Galleria Moro 1, lato Sud

1 PREMESSA

La Commissione tecnica VIA del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), nella nota DVA-2012-0002060 del 27/01/2012, ha richiesto di "approfondire *le verifiche effettuate tenendo conto dell'area vasta, effettuando modellazioni geologiche e geotecniche estese sull'intero versante potenzialmente interessato dagli scavi, con particolare riferimento agli imbocchi delle gallerie ricadenti in aree classificate, dalle cartografie dei piani di bacino, a suscettività di dissesto alta e molto alta, anche ai fini di prevedere adeguate e preventive opere di consolidamento dei terreni*" (punto 1.17).

Anche la Regione Liguria, nel Parere n. 270 del 25/10/2011 formulato dal Comitato tecnico Regionale per il territorio – Sezione per la Via (allegato alla DGR 1345 del 11/11/2011), ha sottolineato che "*le situazioni di criticità (imbocchi di gallerie e tratte in superficie in aree ad alta o molto alta suscettività al dissesto) dovranno essere adeguatamente considerate e sviluppate anche nel rispetto delle norme e delle procedure individuate dalla pianificazione di bacino, che, a seconda dei casi, richiedono specifici pareri rilasciati dalla Provincia o dall'Autorità di Bacino.*" (punto 6.6).

Lo stesso Ente ha evidenziato che, per ottemperare al precedente punto 6.6 "*al fine di operare le opportune valutazioni in merito alla stabilità dei versanti interessati dagli scavi per gli imbocchi delle gallerie, si ritengono pertanto necessari approfondimenti che forniscano, a scala locale, la modellazione geologica e geotecnica dei versanti interessati, con particolare riferimento a quelli ricadenti in aree classificate a suscettività al dissesto alta e molto alta individuate nelle cartografie dei Piani di Bacino"* (punto 6.7).

Sempre la Regione, in linea con le procedenti indicazioni, nel Parere n. 270 del 25/10/2011, ha indicato le seguenti richieste: "*Per le situazioni in dissesto o critiche è necessario prevedere in progetto adeguate e preventive opere di bonifica e di consolidamento dei terreni interessati dagli scavi, nonché monitoraggi e soluzioni progettuali che tengano conto delle criticità rilevate* (punto 6.8a); *per quanto sopra sarà necessario acquisire, per quanto disposto dai criteri della pianificazione di bacino il parere della Provincia a riguardo di interventi ricadenti in aree classificate Pg3 non in frana, e del parere di compatibilità del Comitato tecnico di bacino a riguardo dei progetti di bonifica e*

consolidamento degli areali in frana, ai sensi dell'art.5 c. let. d) della L.R. n.58/2009" (punto 6.8b).

Infine la Provincia di Genova, nel parere prot. 97889/2011 del 10/08/2011, rileva che *"alcuni imbocchi delle nuove gallerie rientrano in zone classificate come Pg4, Pg3, frana attiva e quiescente (es. Voltri, Amandola, Granarolo e Forte Begato). In tal senso dovranno essere superate tutte le non conformità ai Piani di Bacino collegate ai regimi normativi delle aree a diversa suscettività al dissesto"* (al punto 7.13a).

Il presente documento è redatto in risposta al punto 1.17 della richiesta di integrazioni del MATTM, relative al quadro di riferimento ambientale dello SIA, alle osservazioni della Regione Liguria riportate ai punti 6.6, 6.7, 6.8a e 6.8b, ed all'osservazione della Provincia di Genova evidenziata nel punto 7.13a.

2 STRUTTURA DELLA CONTRODEDUZIONE

Nel capitolo 3 sono riportati in elenco gli imbocchi che ricadono in aree classificate, dalle cartografie dei piani di bacino, a suscettività di dissesto alta e molto alta. Nel capitolo 4 è descritta la metodologia di lavoro seguita per inquadrare gli aspetti salienti delle opere di imbocco, dal punto di vista geologico, geotecnico ed ingegneristico. Nel capitolo 5 invece sono sintetizzate alcune attività tecniche previste nella fase esecutiva, come ad esempio specifici monitoraggi, utili ad approfondire alcuni aspetti progettuali ed eventualmente a definire procedure di intervento in caso di necessità.

La metodica di lavoro proposta si esplicita infine con la redazione di schede di dettaglio, allegate al presente documento e predisposte per tutti gli imbocchi individuati in aree classificate a suscettività di dissesto alta e molto alta. Ciascuna scheda fornisce in una sintesi gli elementi cartografici pubblicati dagli Enti e le azioni intraprese dal progettista al fine di verificare il grado d'interferenza tra elementi di progetto ed elementi di dissesto, evidenziando i potenziali impatti negativi e le misure idonee previste per impedirli, ridurli o compensarli. L'obiettivo delle schede è anche quello di far emergere il livello di cautela e sicurezza considerato, a garanzia dell'opera e del grado di dissesto interferito, con l'evidenza di specifiche ed adeguate soluzioni tecniche (vedi consolidamenti).

In tal senso, la documentazione integrativa predisposta è fornita anche per affermare l'idoneità, nell'ambito normativo della disciplina sull'assetto geomorfologico, della soluzione progettuale studiata e consentire agli Enti competenti di esprimere il proprio parere in merito.

Per il dettaglio delle attività di progettazione, non inserite nelle schede di sintesi, si rimanda agli specifici elaborati progettuali del Progetto Definitivo (PD) pubblicato a giugno 2011.

3 IMBOCCHI DELLE GALLERIE RICADENTI IN AREE PG3 e PG4

Gli imbocchi delle gallerie del progetto del nodo stradale e autostradale di Genova che ricadono in aree classificate, dalle cartografie dei piani di bacino, a suscettività di dissesto alta e molto alta sono i seguenti:

1) Galleria Borgonuovo, lato SV
2) Galleria Borgonuovo, lato GE
3) Galleria Voltri, lato SV
4) Galleria Voltri, lato GE
5) Galleria Amandola, lato SV
6) Galleria Amandola, lato GE
7) Galleria Bric del Carmo, lato Sud
8) Galleria Bric del Carmo, lato Nord
9) Galleria delle Grazie, lato GE
10) Galleria Ciocia, lato Nord
11) Galleria Bric du Vento, lato MI
12) Galleria Granarolo, lato GE
13) Galleria Baccan, lato MI,
14) Galleria Moro 1, lato Sud

Nelle schede allegate (cfr. Allegati da 1 a 11), gli imbocchi delle gallerie Bric del Carmo (lato Nord), Baccan (lato MI) e Moro 1 (lato Sud) sono considerati, rispettivamente, nelle monografie delle gallerie Borgonuovo (lato GE), Bric du Vento (lato MI) e Granarolo (lato GE), dal momento che insistono sul medesimo versante.

4 METODOLOGIA DI LAVORO

Ai fini dell'inquadramento geologico e geomorfologico delle aree di interesse, la prima fase del lavoro è consistita neI reperimento di tutti i dati disponibili presso vari Enti e Biblioteche universitarie, e di ogni altro dato disponibile ritenuto significativo per l'elaborazione di un modello concettuale dell'area. Sono, inoltre, stati utilizzati i dati di campagne geognostiche e studi realizzati da Spea nell'ambito del progetto di fattibilità (2003), dei progetti preliminari del Nodo di Genova (2004-2005 e 2006-2007) ed ovviamente di tutti gli studi e le indagini appositamente realizzati per il Progetto Definitivo (2010-2011).

La disponibilità, per l'area d'interesse, di documentazioni geologiche di dettaglio e di modelli geologico-strutturali di riferimento ha permesso di inquadrare fin dall'inizio le attività di studio e di analisi all'interno di un modello generale adatto alle finalità del progetto.

Lo studio (cfr. elaborato GEO-001 del PD) si è svolto mediante lo sviluppo delle seguenti attività:

- Analisi aerofotogrammetrica finalizzata sia al controllo delle risultanze geomorfologiche pregresse ed alla loro integrazione, che al riconoscimento dei principali lineamenti tettonici dell'area;
- Rilevamento geologico strutturale in scala 1:5.000 volto al riconoscimento dei litotipi presenti, alla definizione del loro assetto tettonico con riconoscimento e misura di elementi fragili e duttili presenti in affioramento;
- Rilievo geomorfologico con verifica delle risultanze dell'analisi aerofotogrammetrica ed integrazione dati;
- Analisi di tutte le stratigrafie dei sondaggi pregressi per integrare i dati di superficie;
- Realizzazione di una apposita campagna geognostica in sito (sondaggi, geofisica e rilievi geomeccanici) ed in laboratorio;
- Prelievo di campioni eseguiti sulle diverse litologie attraversate dai tracciati.

Sulla base delle attività conoscitive e di tutti i dati raccolti, è stato ricostruito il quadro geologico dell'area di studio (che interessa una fascia di larghezza variabile tra circa 2 e 4 km) e sono stati redatti i seguenti elaborati cartografici del PD (a scala 1:5.000):

a) carta geologica (elaborati da GEO-002 a GEO-009);

b) profili geologici in asse ai tracciati delle opere principali (elaborati da GEO-010 a GEO-019);

c) carta geomorfologica (elaborati da GEO-020 a GEO-027);

d) carta dei vincoli (elaborati da GEO-028 a GEO-035);

e) carta di ubicazione delle indagini (elaborati da GEO-036 a GEO-043).

La caratterizzazione geotecnica delle principali formazioni geologiche presenti lungo il tracciato di progetto fa riferimento alle indagini geotecniche effettuate, sia nell'ambito della presente fase progettuale (2010-2011) e delle precedenti fasi progettuali (2003, 2004 e 2007), che nell'ambito di altri progetti ubicati in prossimità del tracciato della Gronda, risalenti ad anni diversi (dagli anni '70 ad oggi) reperiti da SPEA presso l'Archivio comunale di Genova, presso Consulenti e negli uffici di SPEA dedicati alla Sorveglianza e Manutenzione della rete autostradale in esercizio.

I criteri di interpretazione delle indagini geotecniche (cfr. elaborato APE-001 del PD) tengono conto del fatto che lungo il tracciato autostradale in esame sono stati rinvenuti fondamentalmente depositi limoso – argillosi, sabbioso – ghiaiosi e unità tettoniche complesse in cui si incontrano alternanze di rocce sedimentarie (arenarie, siltiti, calcari marnosi, marne calcaree, marne, argilliti) e rocce metamorfiche (serpentiniti, serpentinoscisti, calcescisti, argilloscisti, metabasiti, meta gabbri). Le attività propedeutiche effettuate sono:

a) sondaggi geotecnici con prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati;

b) prove penetrometriche dinamiche SPT in foro;

c) prove di permeabilità Lugeon in foro;

d) prove dilatometriche in foro con dilatometro da roccia;

e) prove geofisiche in foro (CH e DH) per la misura della velocità di propagazione delle onde di compressione Vp e di taglio Vs;

f) prove di laboratorio di classificazione di resistenza e di deformabilità su campioni indisturbati e rimaneggiati di terreno, prelevati nei fori di sondaggio e nei pozzetti;

g) prove di laboratorio su provini di roccia prelevati nei fori di sondaggio;

h) stendimenti di geofisica (sismica a rifrazione, a riflessione, geoelettrica);

i) rilievi geostrutturali su alcuni affioramenti rocciosi rappresentativi.

Nella progettazione degli imbocchi, si è cercato, per quanto possibile, di limitare le ampiezze dei fronti di scavo tenendo ovviamente presenti le necessità funzionali relative all'impiantistica e, dove necessario, garantendo le ampiezze di piazzali antistanti gli imbocchi nelle misure tali da garantire il transito della fresa.

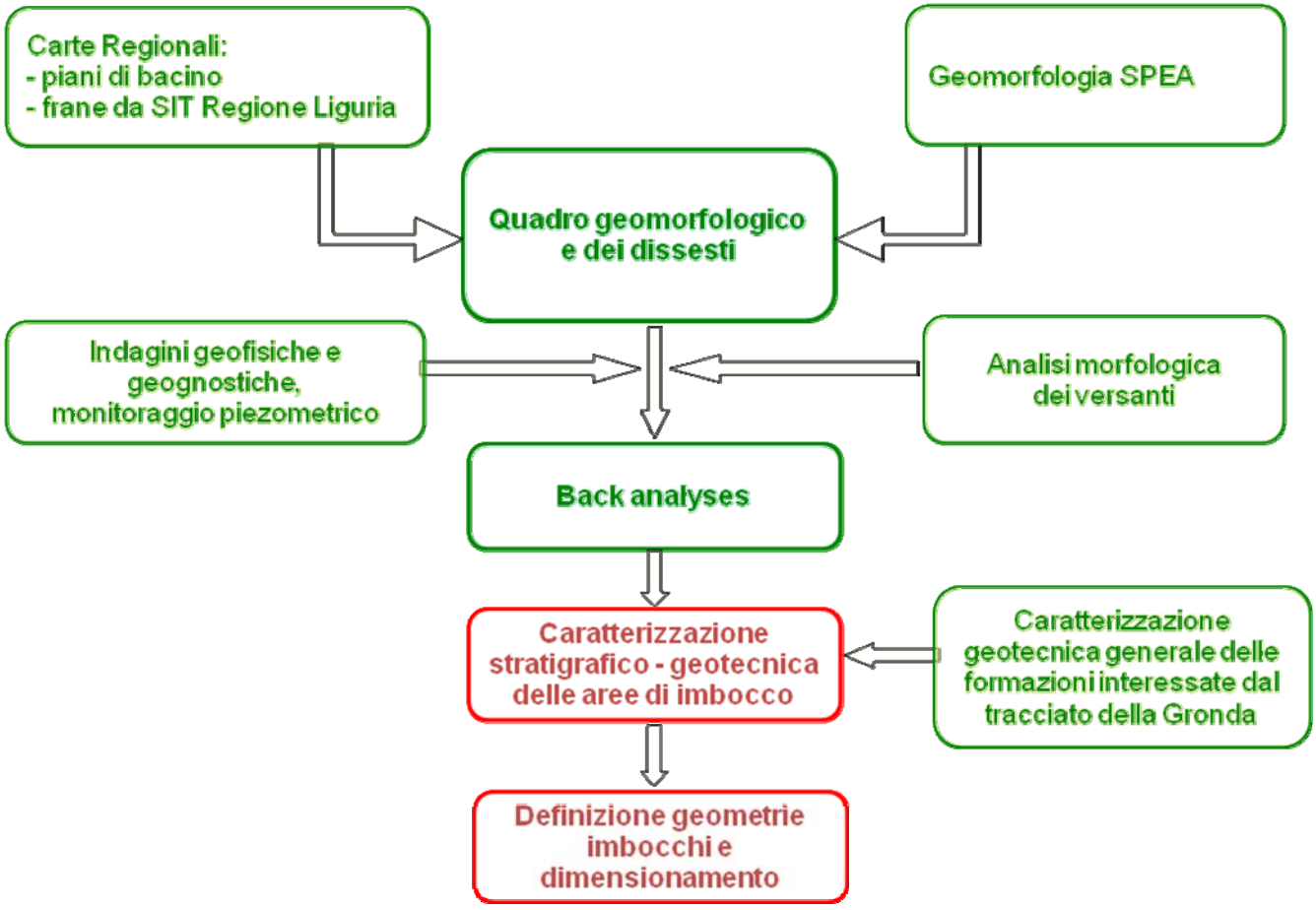
Il progetto delle aree d'imbocco è stato sviluppato contemplando l'analisi dei seguenti aspetti:

- tracciato stradale;
- geologia;
- geomorfologia;
- geotecnica;
- tunnelling;
- scavi meccanizzati;

- impianti;
- idraulica;
- strutture;
- cantierizzazione;
- vincoli ambientali, paesaggistici, Enti vari, ecc.;
- inserimento finale delle opere nell'ambiente.

In ogni caso si è dovuta garantire la copertura minima, al di sopra della calotta della galleria, dell'ordine di 4-5 m per le gallerie scavate "in tradizionale" e dell'ordine di 7-8 m per le gallerie con scavo meccanizzato (con fresa).

Lo schema generale della metodologia di lavoro adottata è il seguente:



In merito al drenaggio delle acque di versante, per ciascun imbocco delle gallerie è stato previsto un sistema di drenaggio volto a garantire la regimentazione delle acque di versante e di piazzale (cfr. elaborato IDR-0201 del PD). Tale sistema svolge la funzione di raccolta, allontanamento e recapito nel reticolo idrografico naturale dei contributi idrici intercettati all'interno delle aree d'imbocco.

La sistemazione idraulica è costituita da una rete principale di canalizzazioni, posta lungo le estremità perimetrali delle aree d'intervento, e da una rete secondaria interna che scarica nelle canalizzazioni principali.

La rete principale, caratterizzata normalmente da fossi a sezione trapezoidale, ha la funzione sia di raccogliere e allontanare i contributi provenienti dagli elementi di raccolta secondari, che di intercettare le eventuali acque di ruscellamento esterne. A causa dell'elevata acclività dei versanti naturali, per limitare l'insorgere di fenomeni erosivi, è stato previsto l'utilizzo di fossi rivestiti in calcestruzzo e, nei punti a maggiore pendenza, di opportuni pozzetti di dissipazione al fine di ridurre le velocità delle correnti; infine i punti di recapito nei corpi idrici ricettori sono stati protetti mediante l'impiego di materassi in massi naturali.

La rete secondaria ha la funzione di raccogliere e allontanare verso i canali esterni le altezze di pioggia cadute all'interno delle aree d'imbocco. A seconda della specifica sistemazione di versante prevista, sono stati adottati differenti elementi di raccolta delle acque: fossi trapezoidali in terra inerbiti, al piede di scarpate in terreno naturale; canalette rettangolari, a tergo dei muri di sostegno; e canalette grigliate, in corrispondenza di piazzali carrabili. Nei punti in cui la rete interferisce con viabilità in progetto o esistenti è stato previsto l'utilizzo di collettori in modo da garantire la continuità idraulica del sistema di drenaggio.

In funzione delle estensioni delle superfici drenate sono stati previsti fossi in terra e fossi rivestiti di diverse dimensioni, con sezione minima di larghezza 0.30m al fondo, 1.5m in sommità e altezza 0.40m.

Per le dimensioni e le caratteristiche dei singoli manufatti utilizzati si rimanda agli specifici elaborati grafici (cfr. elaborati IDR0229 e IDR0230 del PD).

La sistemazione degli imbocchi ha, ovviamente, previsto anche la sistemazione idraulica dei corsi d'acqua interferiti. Poiché a luglio 2011, successivamente quindi alla data di pubblicazione del PD, è entrato in vigore il nuovo Regolamento Regionale 3/2011, tali sistemazioni idrauliche sono state revisionate, al fine di rispettare quanto previsto dal Regolamento stesso. Per tutti i dettagli in merito si rimanda alla controdeduzione CDED 16.

Le monografie allegate (cfr. Allegati da 1 a 11) riportano, per ciascun imbocco, le seguenti informazioni:

1) elementi identificativi;
2) cartografia;
3) vincoli (con stralcio della carta dei vincoli);
4) inquadramento geologico (con stralcio della carta geologica);
5) inquadramento geomorfologico (con stralcio della carta geomorfologica);
6) verifica del grado di interferenza tra elementi di progetto e elementi di dissesto;
7) caratterizzazione geotecnica (con risultati della back-analysis);
8) dimensionamento delle opere di imbocco;
9) drenaggio delle acque di versante.

5 APPROFONDIMENTI PREVISTI IN FASE ESECUTIVA

Si rimarca, infine, che, alla luce delle indicazioni del TU 2008, si ritiene sussistano le condizioni affinché, in sede di progetto esecutivo e in fase di realizzazione dell'opera, si debba applicare il "metodo osservazionale", essenzialmente in ragione della complessità delle situazioni geotecniche, dell'importanza e impegno delle opere e in relazione alle oggettive ragioni di incertezza connesse alla ricostruzione dei modelli stratigrafico-geotecnici di riferimento, inclusa la definizione del regime delle acque sotterranee.

A tal fine nel Progetto Esecutivo, come in parte già attuato in questa fase progettuale, si seguirà il seguente procedimento:

1) si stabiliranno i limiti di accettabilità dei valori di alcune grandezze rappresentative del comportamento del complesso manufatto-terreno, in termini di valori assoluti, e/o di range e/o di tendenze;

2) si verificherà che le soluzioni prescelte siano accettabili in rapporto a tali limiti;

3) al momento dell'esecuzione dei lavori, una volta resa disponibile l'accessibilità delle aree, verranno effettuate le indagini integrative, in sito e/o di laboratorio, o altre prove sui materiali o elementi di rinforzo e verrà effettuato il monitoraggio in corso d'opera, con i relativi piani di controllo. I programmi d'indagine/prove già previsti (cfr. elaborato MOI-001 del PD) potranno essere integrati/variati sulla base dei dati mano a mano acquisiti nel corso dei lavori;

4) si predisporranno strumenti/metodi/modelli di analisi sufficientemente "speditivi" per consentire l'analisi tempestiva dei dati di monitoraggio;

5) si prevedranno le procedure e/o linee guida per definire le azioni da intraprendere nel caso i limiti di accettabilità vengano superati, compresa la possibilità di variare tali limiti e/o le stesse grandezze di riferimento, nonché tipologia e quantità degli interventi e ogni altra azione ritenuta necessaria dal progettista. Ad esempio, si indicheranno le possibili azioni da intraprendere nel caso in cui:

    - i livelli di falda siano superiori a quelli previsti;

- le superfici di scivolamento, dedotte dal monitoraggio in corso d'opera, abbiano estensione o profondità maggiori di quanto assunto in fase di progetto;

- gli spostamenti delle travi di testa delle opere di imbocco superino i valori ammissibili previsti in progetto.

ALLEGATO 1

GALLERIA BORGONUOVO

IMBOCCO LATO SAVONA

Allegati alla Scheda:

- *Allegato n.1* - Stralcio Carta dei vincoli GEO0028
- *Allegato n.2* - Stralcio carta geologica e indagini GEO0002
- *Allegato n.3* - Stralcio carta geomorfologica GEO0020
- *Allegato n.4* – Risultati back-analysis

1. ELEMENTI IDENTIFICATIVI:
LOCALITA': VESIMA
COMUNE: GENOVA
PROVINCIA: GENOVA
BACINO: AMBITI 12 e 13

2. CARTOGRAFIA
CTR 1:10.000: 213130

3. VINCOLI (Allegato 1 - Stralcio Carta dei vincoli GEO0028)
La carta è stata aggiornata recependo i seguenti documenti:
- Carta della suscettività al dissesto aggiornata al 04/10/11
- Inventario fenomeni franosi - Progetto I.F.F.I.(download da SIT Regione Liguria febbraio 2012)

3.1 Suscettività al dissesto (da Piano di Bacino)
Pg3a - Pg2 - Pg1

3.2 Inventario fenomeni franosi - Progetto I.F.F.I.
a) Tipo di frana
- Superficiale
- Colamento
- Scorrimento o scivolamento
- Scorrimento o scivolamento rotazionale
- Scorrimento o scivolamento planare
- Crollo o ribaltamento
- Complessa
- Area a franosità diffusa

b) Stati di attività
- attiva
- quiescente
- relitta

c) Deformazione gravitativa profonda di versante

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO (Allegato 2 - Stralcio carta geologica GEO0002)
L'area dell'imbocco si imposta nell'Unità Tettonometamorfica Palmaro Caffarella e Voltri, qui rappresentate da Calcescisti con lenti di Metagabbri e Serpentiniti.

Calcescisti (CS)
Con questo termine si indicano metasedimenti di varia composizione: si riconosce un'alternanza di scisti carbonatici più o meno filladici o marmorei e di scisti quarzoso micacei.
Sono caratterizzati da una scistosità marcata, legata a diverse generazioni di deformazioni. La foliazione principale riportata in carta, definita da minerali in facies scisti verdi, ha

allineato, oltre alla superficie litologica originaria, anche altre superfici tettoniche che non risultano più differenziabili. La foliazione principale risulta piegata più o meno blandamente dalle successive fasi deformative.
I Calcescisti sono talvolta associati a bande trasposte di metabasiti (di spessore decametrico) disposte parallelamente rispetto alla foliazione pervasiva principale.
I calcescisti carbonatici appaiono di colore da marrone (superficie debolmente alterata) a grigio (frattura fresca), mentre se sono più profondamente alterati assumono colorazioni rossastre.

Metagabbri (MG)
I metagabbri si presentano in affioramento come molto compatti, resistenti e formano lenti di qualche centinaio di metri, distribuite all'interno sia dei Calcescisti, sia delle Serpentiniti. Sono stati distinti in affioramento due categorie di metagabbri: un tipo preserva minerali di paragenesi eclogitica, mentre l'altro mostra una spiccata retrocessione metamorfica in facies scisti verdi. Quando non è stato possibile definire a quale di queste categorie appartenessero alcuni metagabbri, li si è indicati con il termine litologico generico.
I metagabbri affioranti nei pressi del Viadotto Uccelliera sono in facies a scisti verdi; si presentano in affioramento come una roccia molto compatta e resistente, di colore verde e bianco in frattura fresca mentre in alterazione assumono colorazioni ocra. Hanno grana da medio a fine e struttura talvolta foliata. Tale foliazione è continua e marcata dall'alternanza tra livelli centimetrici e spesso mostrano tessitura di tipo flaser.

Serpentiniti (S)
Sotto questa voce sono comprese serpentiniti e serpentinoscisti derivanti dal materiale peridotitico di derivazione mantellica superiore, che mantengono talvolta relitti della tessitura lherzolitica originaria. Si presentano di colore verde, da chiaro a scuro, in frattura fresca; quando alterate, invece, assumono colorazioni più arancioni-rossicce, talvolta marroni.
In affioramento si presentano con caratteristiche tessiturali e strutturali estremamente variabili in risposta alla deformazione subita.
Serpentiniti a tessitura massiccia: presentano un aspetto generalmente compatto, le foliazioni sono presenti ma prevale la componente massiva. Passano gradualmente a
Serpentiniti a tessitura foliata: caratterizzate dallo sviluppo di clivaggi e/o scistosità evidenti, riferibili a diverse generazioni di deformazione.
Nell'area di Vesima le serpentiniti formano lenti ettometriche trasposte, parallelizzate alla foliazione regionale.

La foliazione principale risulta immersa verso SE con inclinazione molto variabile ma prevalentemente elevata.

In corrispondenza dell'imbocco non è stato possibile realizzare sondaggi geognostici a causa delle difficili condizioni logistiche dell'area; sono stati invece eseguiti alcuni rilievi geomeccanici di dettaglio (R53, R54 e Area 14-15) e una stesa di geofisica a rifrazione (L16).

5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO (Allegato 3 - Stralcio carta geomorfologica GEO0020)

L'area di interesse si sviluppa lungo il versante idrografico sinistro di un piccolo affluente del Rio Vesima. Il versante si presenta con acclività piuttosto elevata e roccia sovente affiorante all'interno dell'impluvio.

Nell'area di imbocco non sono segnalati fenomeni di instabilità mentre è cartografata una frana quiescente a valle del viadotto esistente. In ogni caso, essendo il contatto tra le serpentiniti e i calcescisti di tipo tettonico, è probabile che le caratteristiche geomeccaniche dei materiali siano anche molto scadenti.

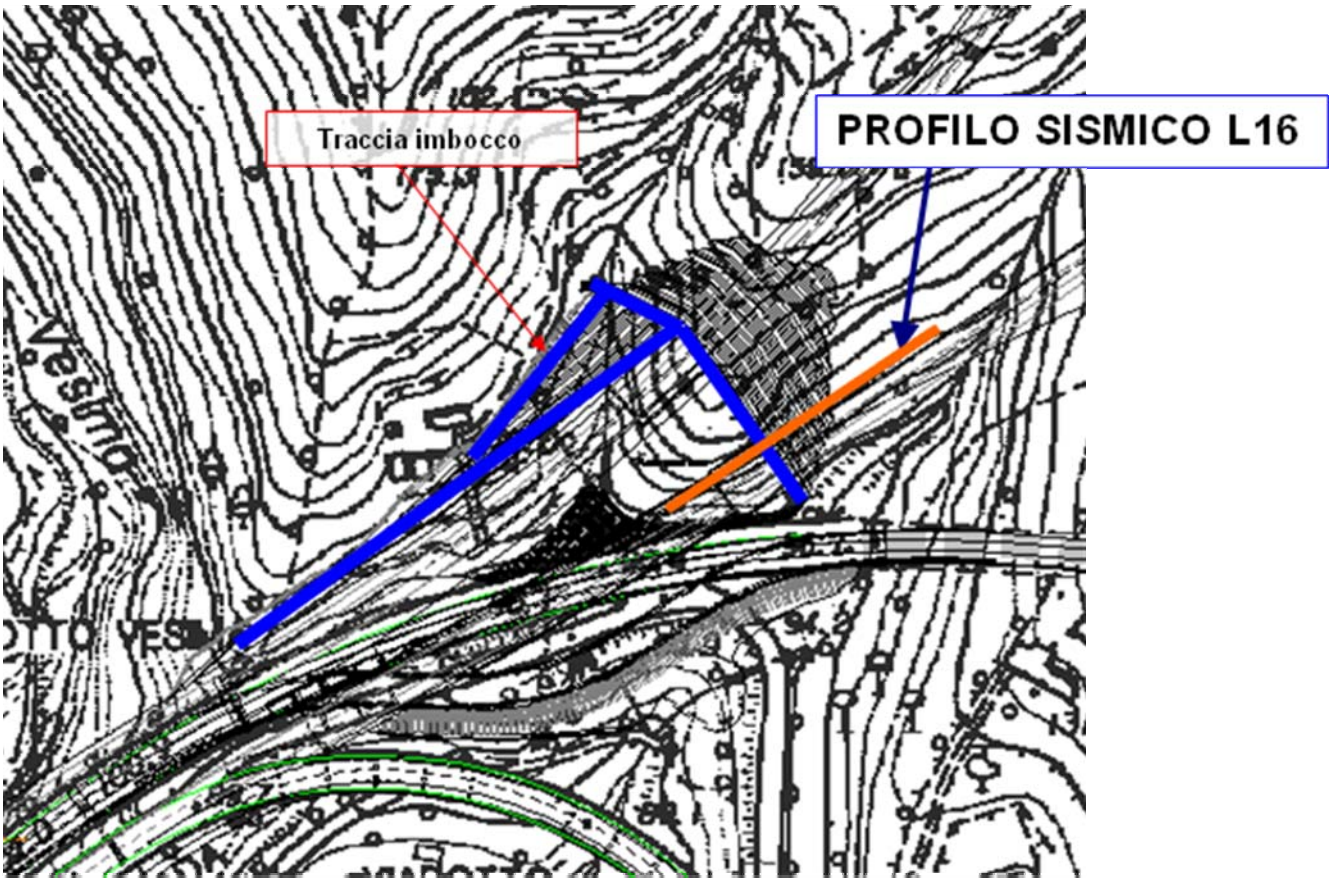
Nella planimetria sono anche riportate le tracce degli orli di scarpata in erosione.

6. VERIFICA DEL GRADO DI INTERFERENZA TRA ELEMENTI DI PROGETTO E ELEMENTI DI DISSESTO

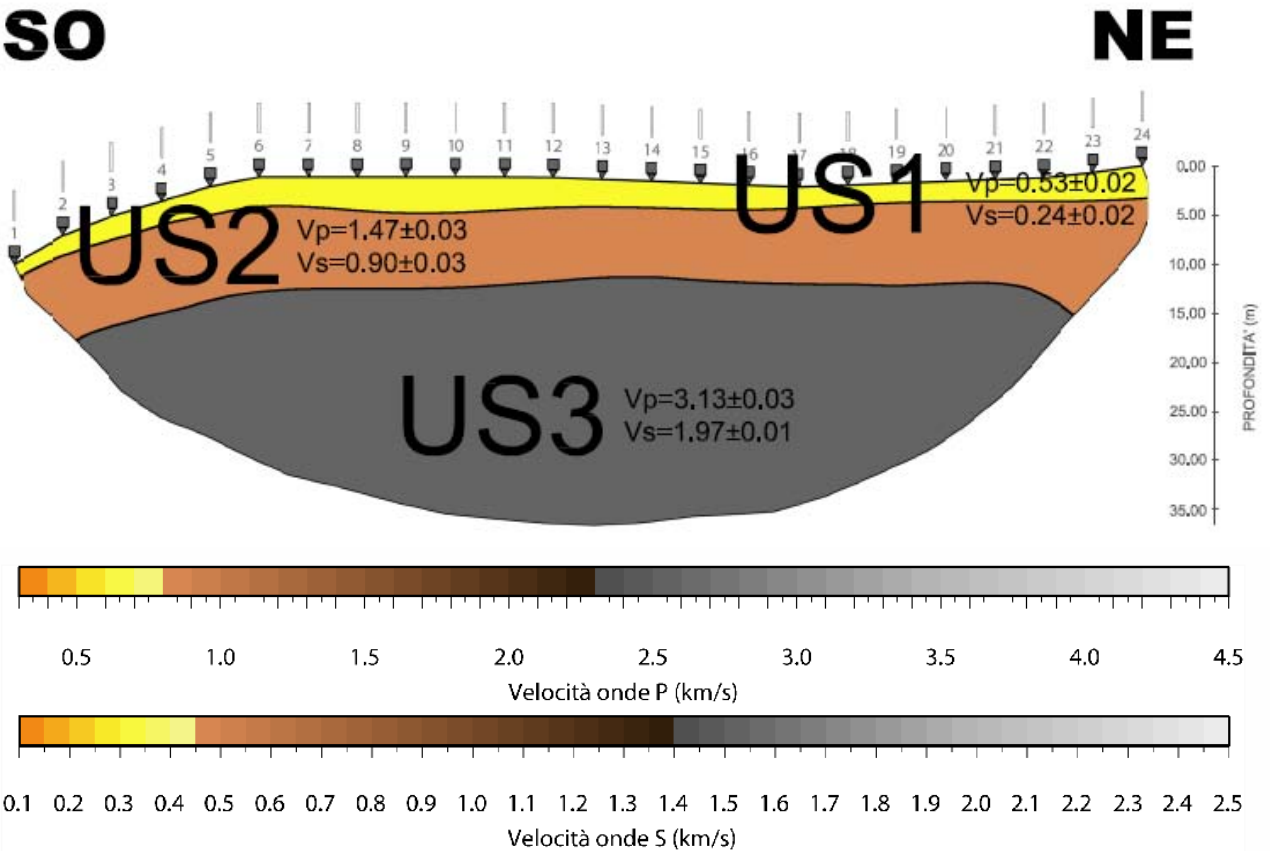
Le opere di imbocco si inseriscono in un'area ad alta suscettività al dissesto. Tuttavia l'imbocco è stato posizionato esternamente dalle aree classificate come frane quiescenti.

7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le indagini disponibili nell'intorno dell'area di imbocco sono riportate nel seguente stralcio planimetrico.



I risultati delle prospezioni geofisiche eseguite sono riportati nella figura seguente.



Profilo sismico L16

Facendo riferimento in particolare a quanto rilevato dal Profilo sismico L16, effettuato nell'ambito della campagna d'indagini geognostiche 2010 e ubicato in prossimità dell'opera d'imbocco in oggetto, è stata adottata la seguente sequenza stratigrafica:

- Da p.c. a 8.0 m da p.c. - COLTRE su CS - coltre di copertura dell'ammasso roccioso, depositi costituiti principalmente da sabbie limose con presenza di ciottoli.
- Da 8.0 m a 15.0 m da p.c. - CAPPELLACCIO - Cappellaccio dei calcescisti (Cs cap), ovvero livello di alterazione della formazione di base dei calcescisti, avente caratteristiche geomeccaniche più scadenti rispetto alla formazione di base.
- Al di sotto di 15.0 m da p.c. - SUBSTRATO - Formazione lapidea di base dei calcescisti (Cs).

Si segnala che i parametri di resistenza e lo spessore della coltre sono stati determinati mediante back analysis (cfr. Allegato 4), mentre i parametri relativi al cappellaccio ed al substrato sono stati desunti dalla Relazione Geotecnica (cfr. elaborato APE-001).
Nel caso specifico le pendenze del pendio sono molto elevate e i risultati delle back analysis fornirebbero valori di angolo di attrito per le coltri più elevati rispetto a quanto invece deducibile dalla Relazione Geotecnica. Nelle verifiche della paratia si è quindi adottato il valore di angolo di attrito più cautelativo.
La quota di falda di progetto è stata posizionata a circa 2.0-3.0 m di profondità da piano campagna.

8. DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI IMBOCCO

La presenza di un'area ad alta suscettività al dissesto in corrispondenza delle opere di imbocco ha portato alla necessità di prevedere opere di contenimento intese a evitare lo sviluppo di fenomeni deformativi rilevanti.

Il dimensionamento delle opere è stato condotto al fine di evitare l'innesco di fenomeni di instabilità in aree già classificate come critiche, contenendo il più possibile gli spostamenti indotti dagli scavi. La criticità è stata estesa a tutto lo sviluppo della paratia.

Si è inoltre posta particolare attenzione nel controllo degli scarichi delle acque meteoriche o di altra natura, presenti sui piazzali di imbocco, che sono convogliate in un sistema di gestione e controllo idraulico delle acque stesse (vedi Capitolo 9)

Resta ovviamente il problema ingegneristico di garantire la stabilità delle opere di imbocco in presenza di parametri di resistenza residui in corrispondenza delle superfici di scivolamento.

Le superfici di scivolamento critiche sono state definite facendo riferimento alle stratigrafie dei sondaggi e/o dei risultati dell'indagine geofisica e alla morfologia dei versanti. Tali superfici appaiono correre al letto delle coltri superficiali, al di sopra della formazione di substrato.

Al fine di verificare l'affidabilità del modello (geometria delle superfici di scivolamento e livelli di falda) si è poi verificato che i valori di ϕ'res ottenuti da back-analysis (in corrispondenza di fattori di sicurezza unitari) fossero prossimi ai valori ottenuti dalla caratterizzazione geotecnica generale delle formazioni coinvolte.

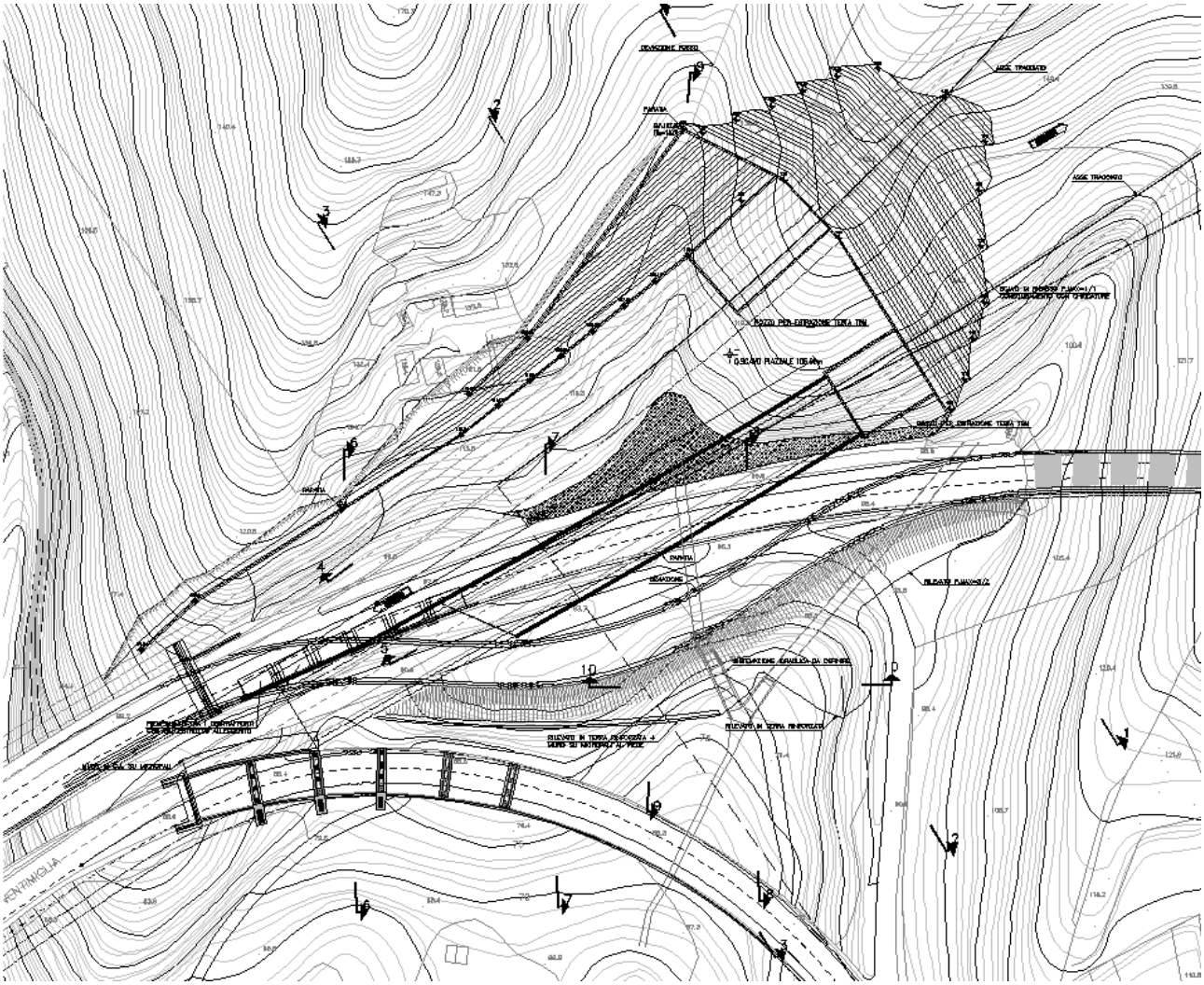
In relazione alle problematiche sopra individuate, si è cercato, per quanto possibile, di limitare le ampiezze dei fronti di scavo tenendo ovviamente presenti le necessità funzionali relative all'impiantistica e garantendo le ampiezze di piazzali antistanti gli imbocchi nelle misure tali da garantire le operazione di smontaggio della fresa. Si tratta, infatti, dell'imbocco di uscita finale della fresa, dove sono necessari spazi di notevoli dimensioni per le operazioni di smontaggio delle attrezzature e stoccaggio provvisorio dei pezzi.

Tenuto conto delle quote di progetto e della necessità di contenere gli scavi, la soluzione prevede l'esecuzione di un piazzale a quota superiore e la successiva esecuzione di pozzi per lo smontaggio e l'uscita delle due frese per le gallerie est e ovest.

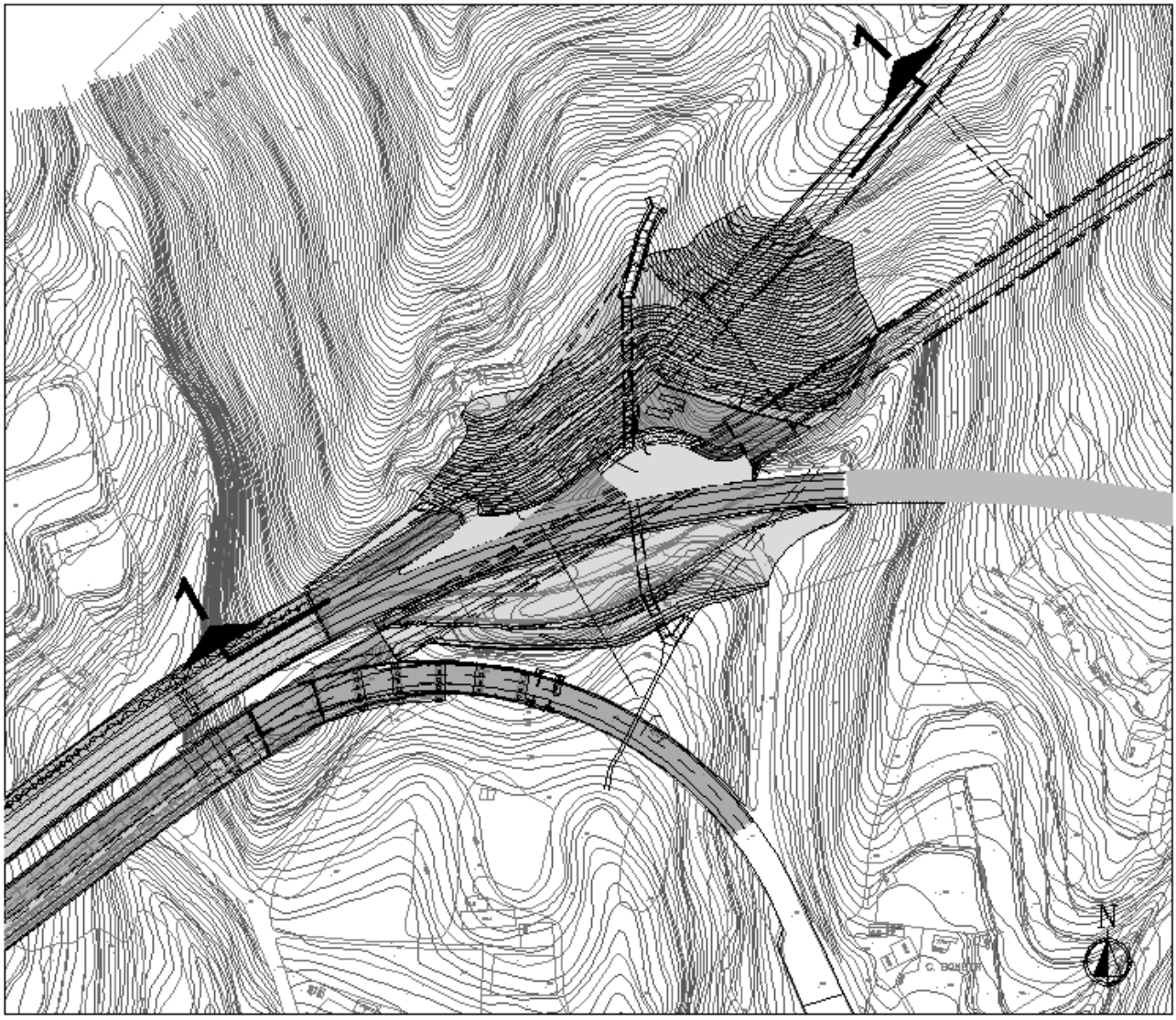
In ogni caso si è dovuta garantire la copertura minima, al di sopra della calotta della galleria. Le soluzioni progettuali previste ed il loro dimensionamento sono riportate negli specifici elaborati progettuali.

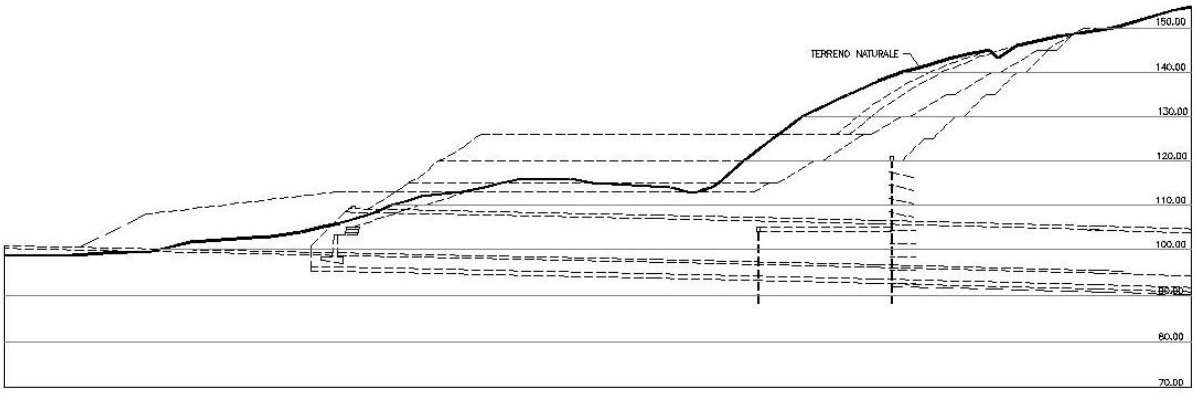
Le opere di contenimento degli scavi necessari alla realizzazione dell'imbocco lato Savona delle due Gallerie Borgonuovo, canna Est e canna Ovest, sono costituite da paratie di micropali multitirantate su più livelli. Nel seguito si riporta uno stralcio planimetrico di tali paratie. Per il dettaglio delle verifiche geotecniche di tali opere, condotte ai sensi della Normativa vigente, si rimanda all'elaborato APE-110.

Imbocco lato SAVONA

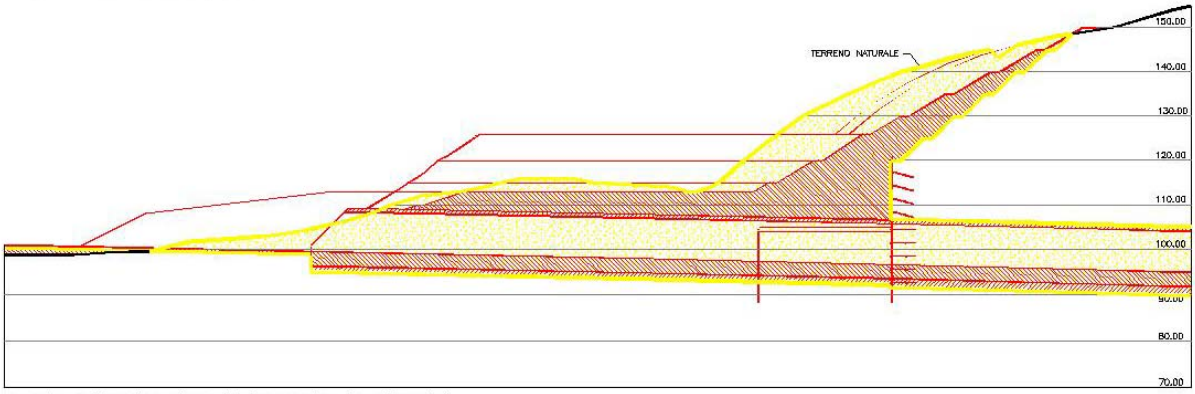


Nel seguito si riportano le sezioni di confronto tra lo stato attuale, le demolizioni/nuove costruzioni e lo stato di progetto (cfr. elaborato AUA-101). La sezione 1-1 è riportata nel seguente stralcio planimetrico.

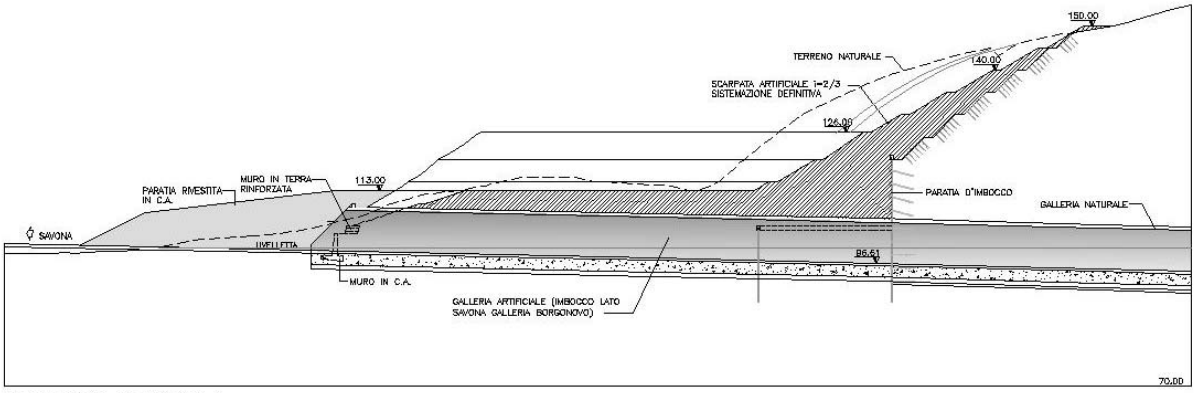

N



STATO DI FATTO -SEZIONE 1-1



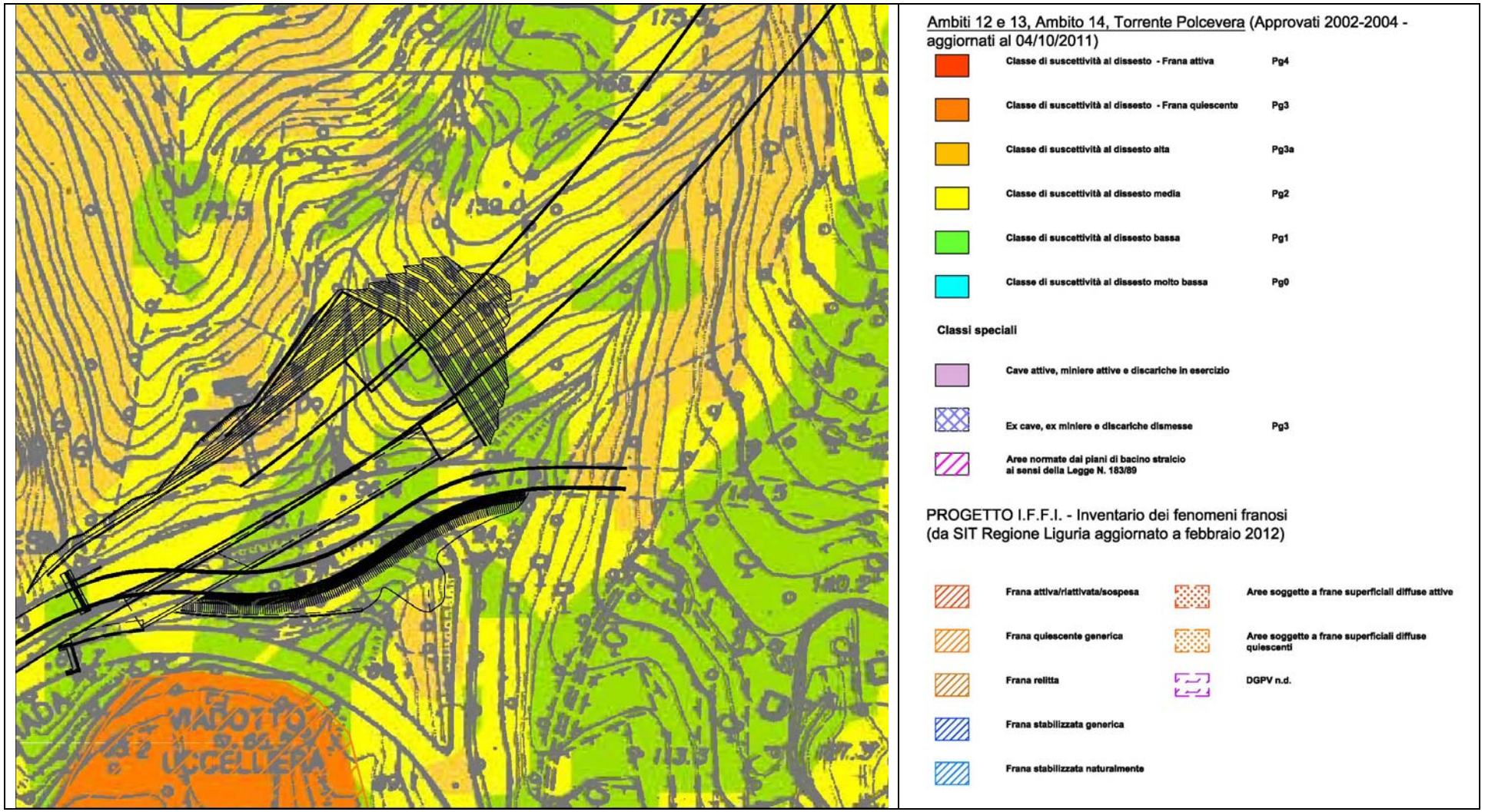
DEMOLIZIONE / NUOVE COSTRUZIONI -SEZIONE 1-1



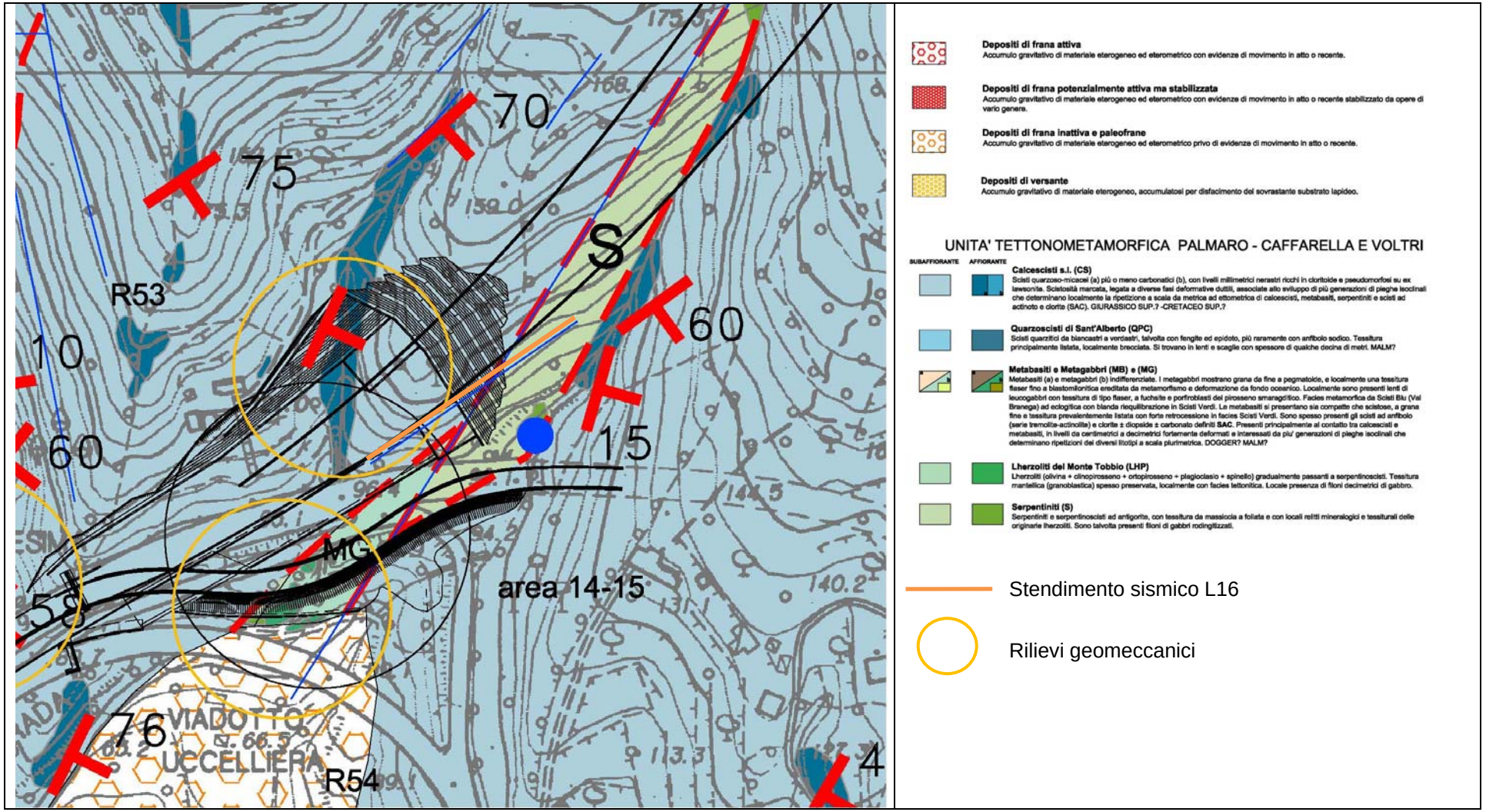
PROGETTO -SEZIONE 1-1

9. DRENAGGIO ACQUE DI VERSANTE

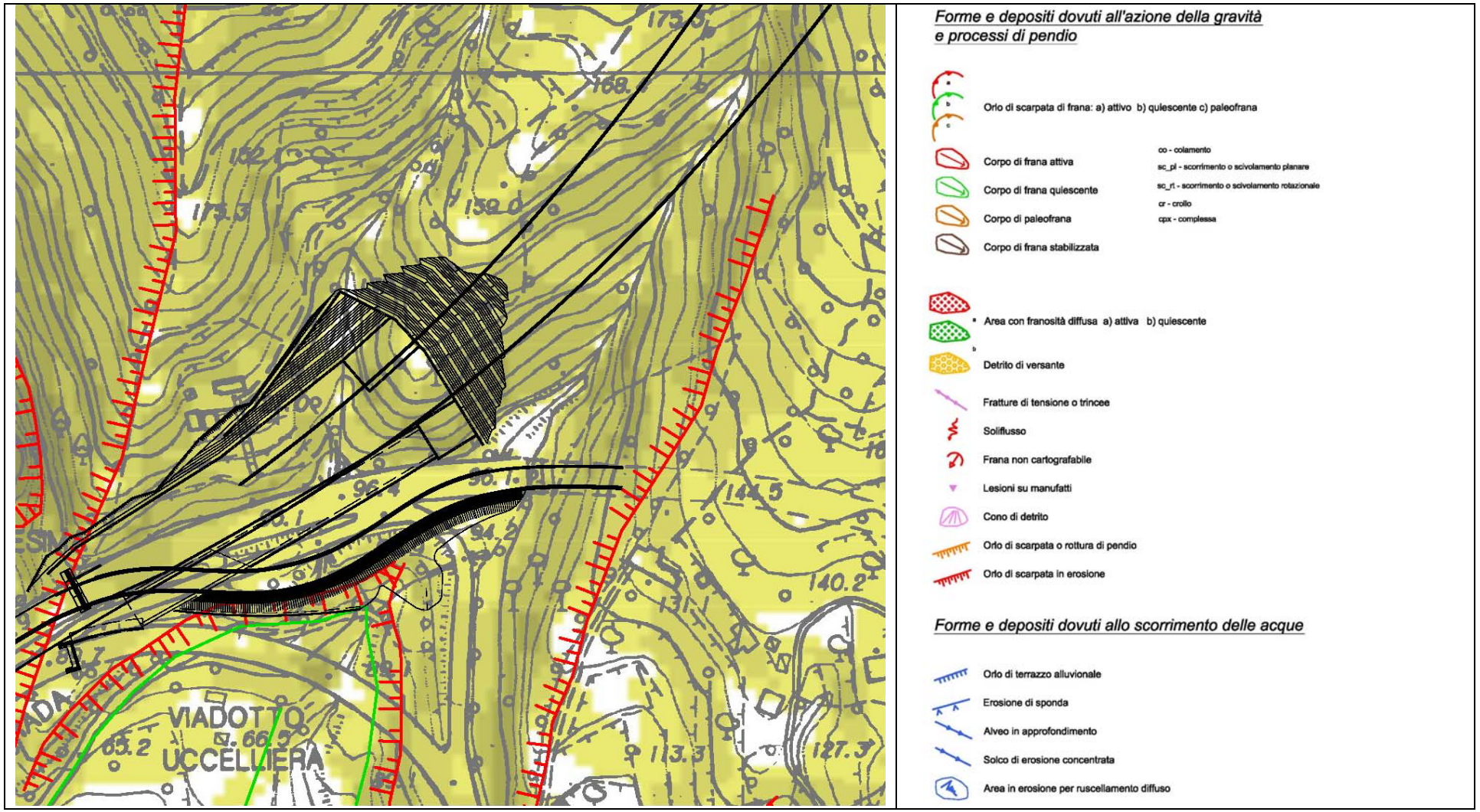
Come già anticipato nella parte generale introduttiva della presente controdeduzione (CDED 13), è stato previsto un sistema di drenaggio volto a garantire la regimentazione delle acque di versante e di piazzale (cfr. elaborato IDR-0248 del PD pubblicato), al fine della definitiva stabilizzazione del versante stesso.



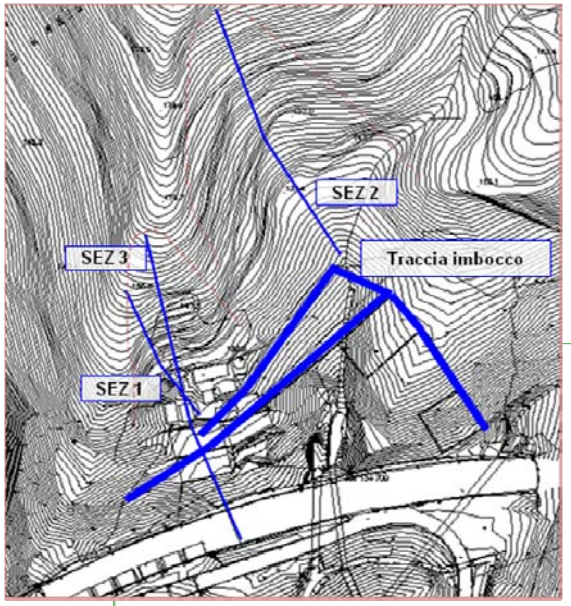
ALLEGATO 1 - Stralcio Carta dei vincoli

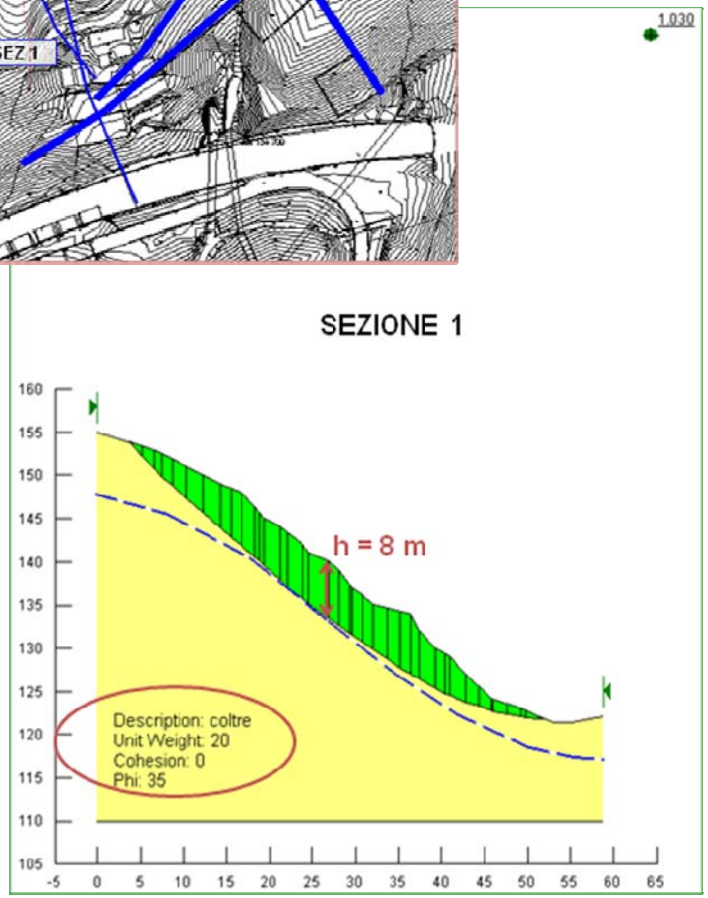


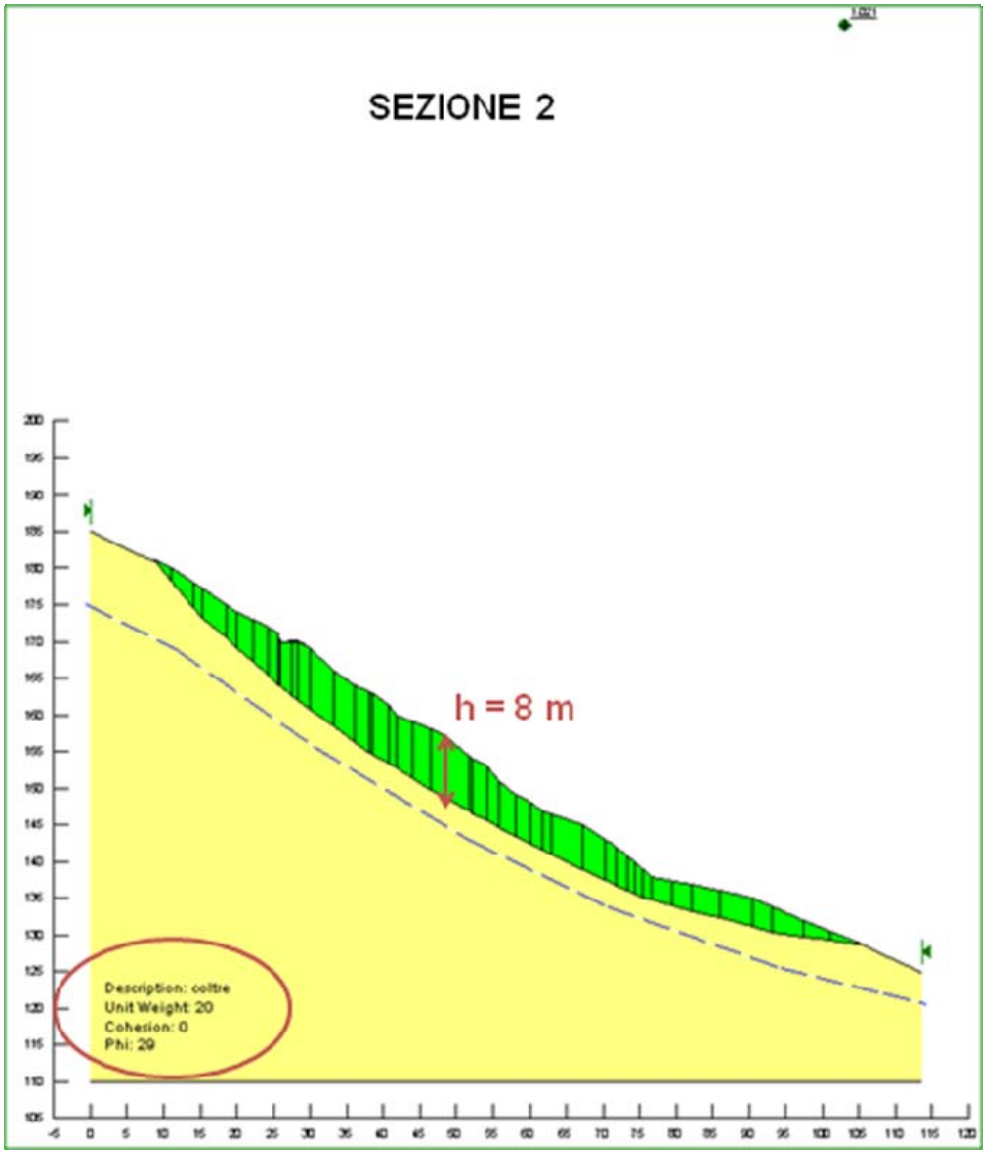
ALLEGATO 2 - Stralcio Carta geologica e indagini



ALLEGATO 3 - Stralcio Carta geomorfologica







ALLEGATO 4 – Back analysis

ALLEGATO 2

GALLERIA BORGONUOVO

IMBOCCO LATO GENOVA

GALLERIA BRIC DEL CARMO

IMBOCCO LATO NORD

Allegati alla Scheda:

- *Allegato n.1* - Stralcio Carta dei vincoli GEO0028
- *Allegato n.2* - Stralcio carta geologica e indagini GEO0002
- *Allegato n.3* - Stralcio carta geomorfologica GEO0020
- *Allegato n.4* – Risultati back-analysis

1. ELEMENTI IDENTIFICATIVI:
LOCALITA': VOLTRI
COMUNE: GENOVA
PROVINCIA: GENOVA
BACINO: AMBITI 12 e 13

2. CARTOGRAFIA
CTR 1:10.000: 213130

3. VINCOLI (Allegato 1 - Stralcio Carta dei vincoli GEO0028)
La carta è stata aggiornata recependo i seguenti documenti:
- Carta della suscettività al dissesto aggiornata al 04/10/11
- Inventario fenomeni franosi - Progetto I.F.F.I.(download da SIT Regione Liguria febbraio 2012)

3.1 Suscettività al dissesto (da Piano di Bacino)
Pg3a - Pg2 - Pg1

3.2 Inventario fenomeni franosi - Progetto I.F.F.I.
a) Tipo di frana
- Superficiale
- Colamento
- Scorrimento o scivolamento
- Scorrimento o scivolamento rotazionale
- Scorrimento o scivolamento planare
- Crollo o ribaltamento
- Complessa ☒
- Area a franosità diffusa

b) Stati di attività
- attiva
- quiescente
- stabilizzata ☒

c) Deformazione gravitativa profonda di versante

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO (Allegato 2 - Stralcio carta geologica GEO0002)
L'area dell'imbocco si imposta nell'Unità Tettonometamorfica Palmaro Caffarella e Voltri, qui rappresentate da Calcescisti.

Calcescisti (CS)
Con questo termine si indicano metasedimenti di varia composizione: si riconosce un'alternanza di scisti carbonatici più o meno filladici o marmorei e di scisti quarzoso micacei.
Sono caratterizzati da una scistosità marcata, legata a diverse generazioni di deformazioni. La foliazione principale riportata in carta, definita da minerali in facies scisti verdi, ha

allineato, oltre alla superficie litologica originaria, anche altre superfici tettoniche che non risultano più differenziabili. La foliazione principale risulta piegata più o meno blandamente dalle successive fasi deformative.
I calcescisti carbonatici appaiono di colore da marrone (superficie debolmente alterata) a grigio (frattura fresca), mentre se sono più profondamente alterati assumono colorazioni rossastre.

Nell'area degli imbocchi è stato realizzato un sondaggio a carotaggio (VV19) e due stese di geofisica a rifrazione (L11-L12).
Dalla stratigrafia del sondaggio VV19, lo spessore dei depositi di copertura è pari a circa 3-4 m mentre la fascia ad intensa alterazione arriva fino a circa 9 m. La soggiacenza della falda - misurata il 19/01/11 - risultava essere -14.05 m da p.c..

5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO (Allegato 3 - Stralcio carta geomorfologica GEO0020)

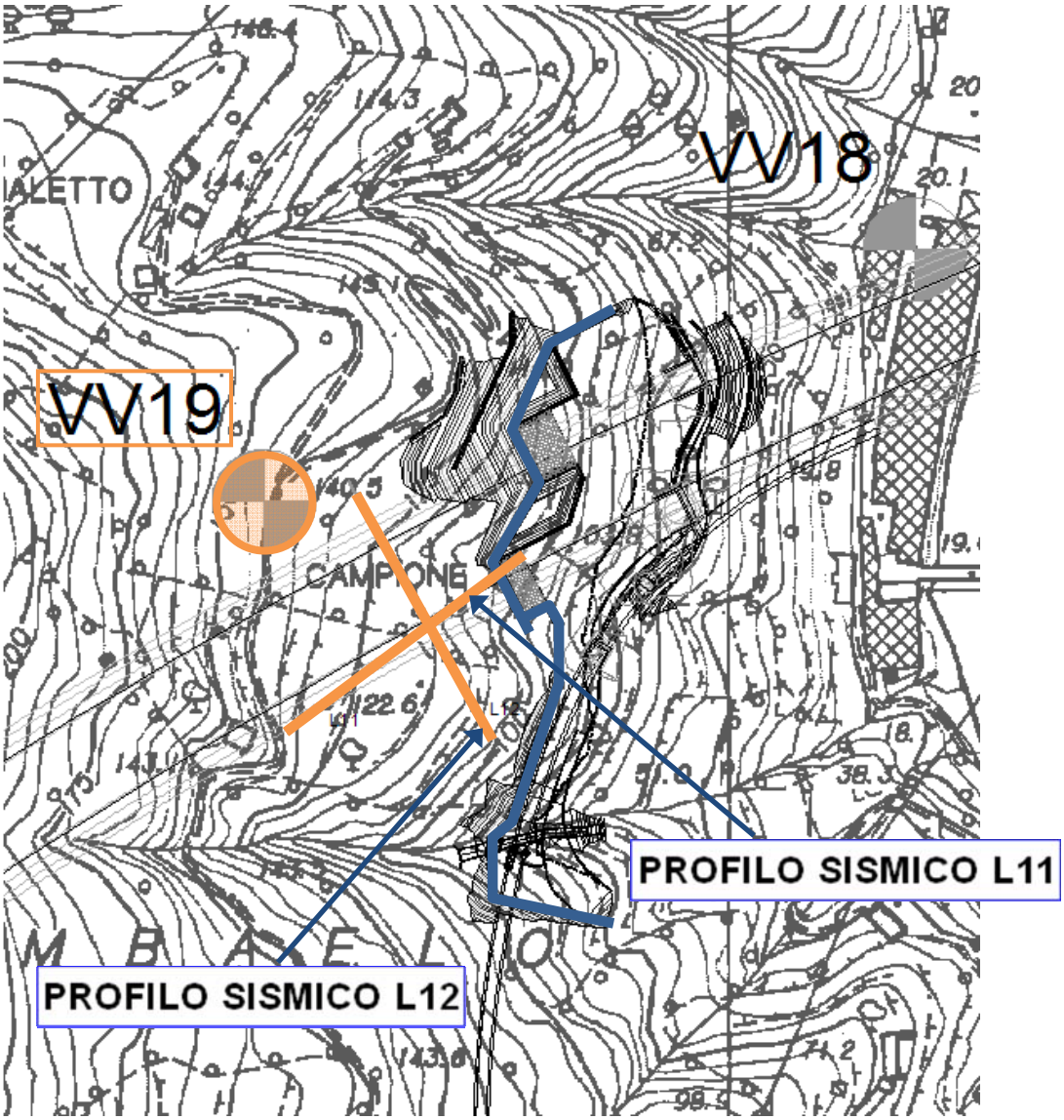
L’area di interesse si sviluppa lungo il versante idrografico destro del Torrente Cerusa. Il versante si presenta con acclività piuttosto elevata, terrazzato e con vegetazione ad alto fusto. Gli elementi di instabilità non risultano evidenti, se non alvei in erosione nelle parti esterne alla zona di imbocco, talora associati a franosità diffusa ma sempre in prossimità degli impluvi.
Le evidenze di franosità diffusa sono comunque da considerare come indice di versanti predisposti al dissesto, anche se non sono state rilevate chiare evidenze di fenomeni contraddistinti da maggiore estensione.
Comunque resta intesa la necessità di considerare i dissesti stabilizzati segnalati da IFFI nell'ambito delle verifiche geotecniche eseguite per le opere d'imbocco.

6. VERIFICA DEL GRADO DI INTERFERENZA TRA ELEMENTI DI PROGETTO E ELEMENTI DI DISSESTO

Le opere di imbocco si inseriscono in un'area ad alta suscettività al dissesto. Lateralmente all'imbocco sono presenti aree a franosità diffusa quiescente, non direttamente interferenti con le opere.

7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le indagini disponibili nell’intorno dell’area di imbocco sono riportate nel seguente stralcio planimetrico.



Le cassette con i risultati dei sondaggi e i risultati delle prospezioni geofisiche eseguite sono riportati nelle figure seguenti.

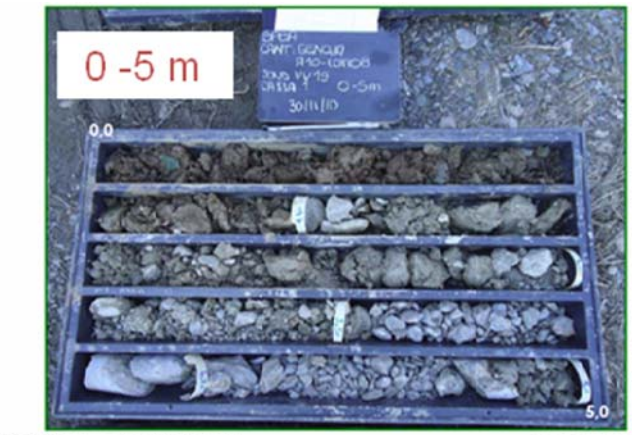


FOTO 1 (profondità 0,0-5,0 metri) Cassetta n°1

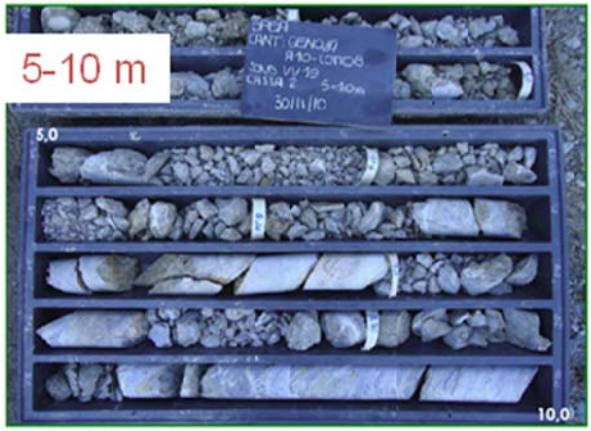


FOTO 2 (profondità 5,0-10,0 metri) Cassetta n°2



FOTO 3 (profondità 10,0-15,0 metri) Cassetta n°3



FOTO 4 (profondità 15,0-20,0 metri) Cassetta n°4

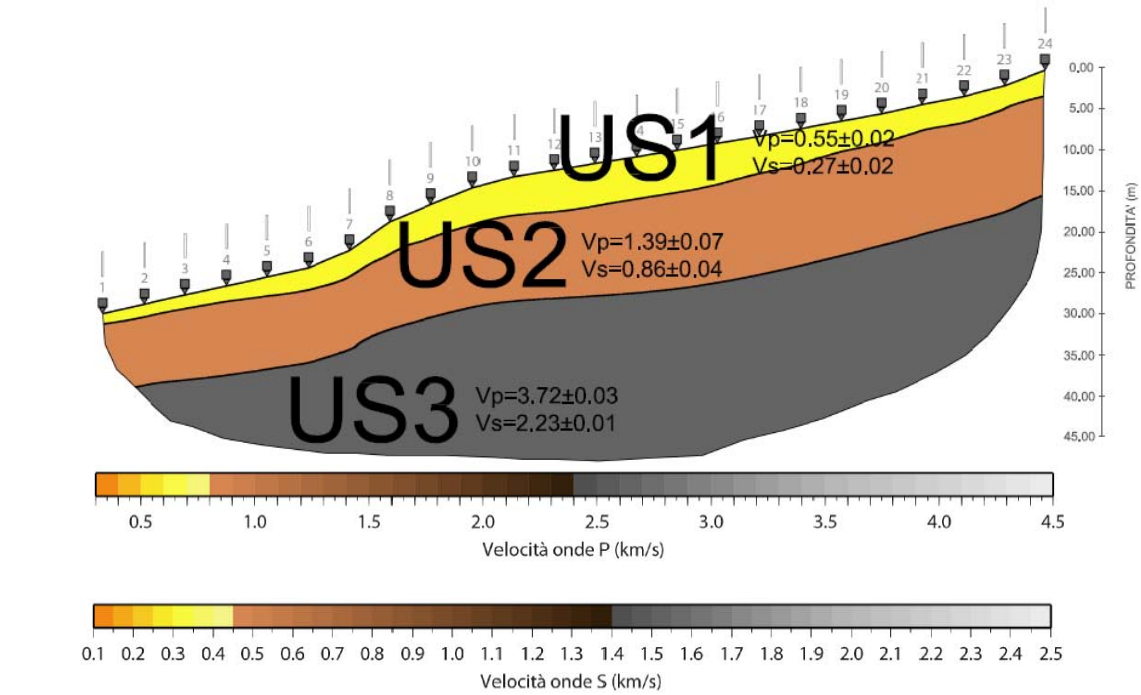


FOTO 5 (profondità 20,0-25,0 metri) Cassetta n°5

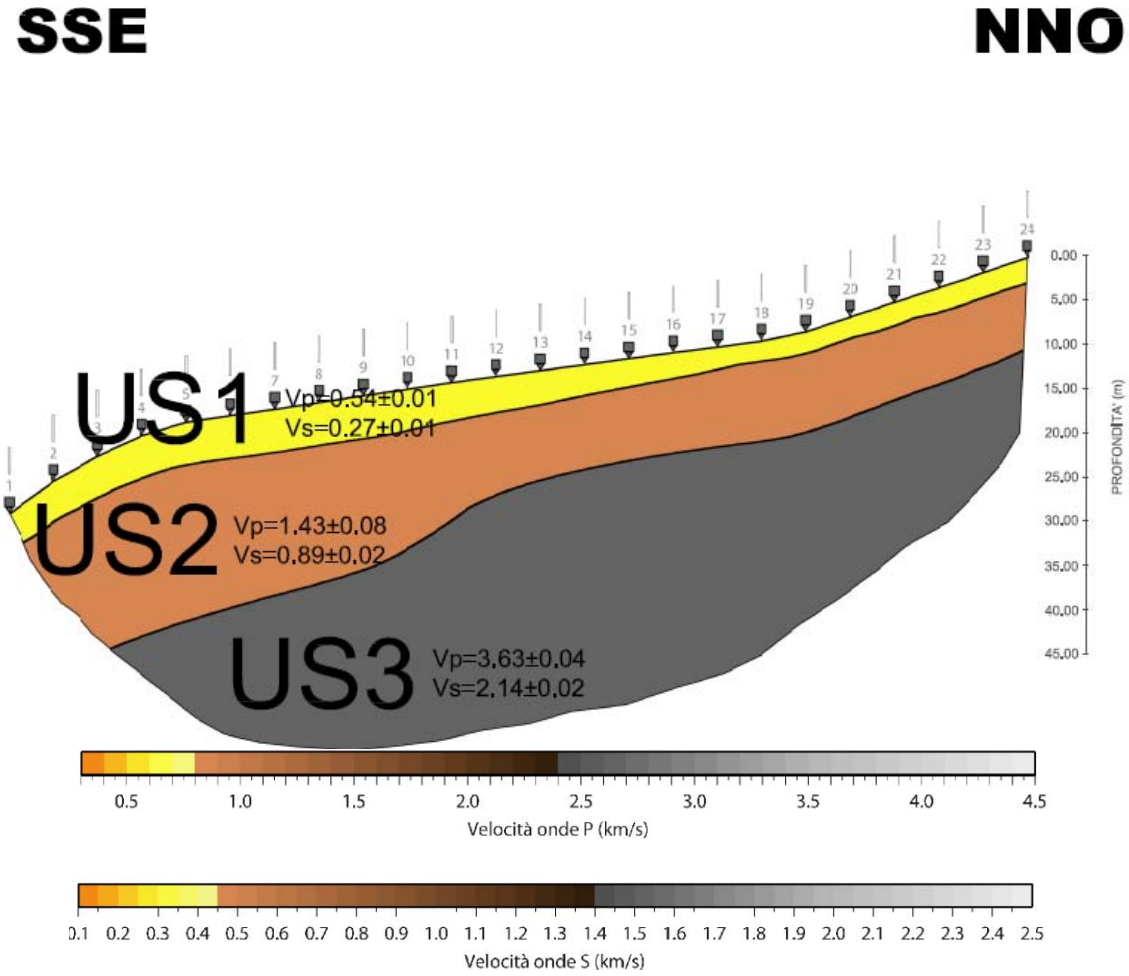


FOTO 6 (profondità 25,0-30,0 metri) Cassetta n°6

Sondaggio VV19



Profilo sismico L11



Profilo sismico L12

Cautelativamente, per il dimensionamento della paratia, è stata adottata la seguente sequenza stratigrafica:

- da p.c. a 10.0 m da p.c. – COLTRE di copertura dell'ammasso roccioso: depositi costituiti principalmente da sabbie limose con presenza di ciottoli.
- da 10.0 m a 25.0 m da p.c. – CAPPELLACCIO: livello di alterazione della formazione dei Calcescisti - Micascisti (CS-CAP), avente caratteristiche geomeccaniche più scadenti rispetto alla formazione di base.
- al di sotto di 25.0 m da p.c. – SUBSTRATO: formazione di base, Calcescisti (CS), suddiviso in due livelli.

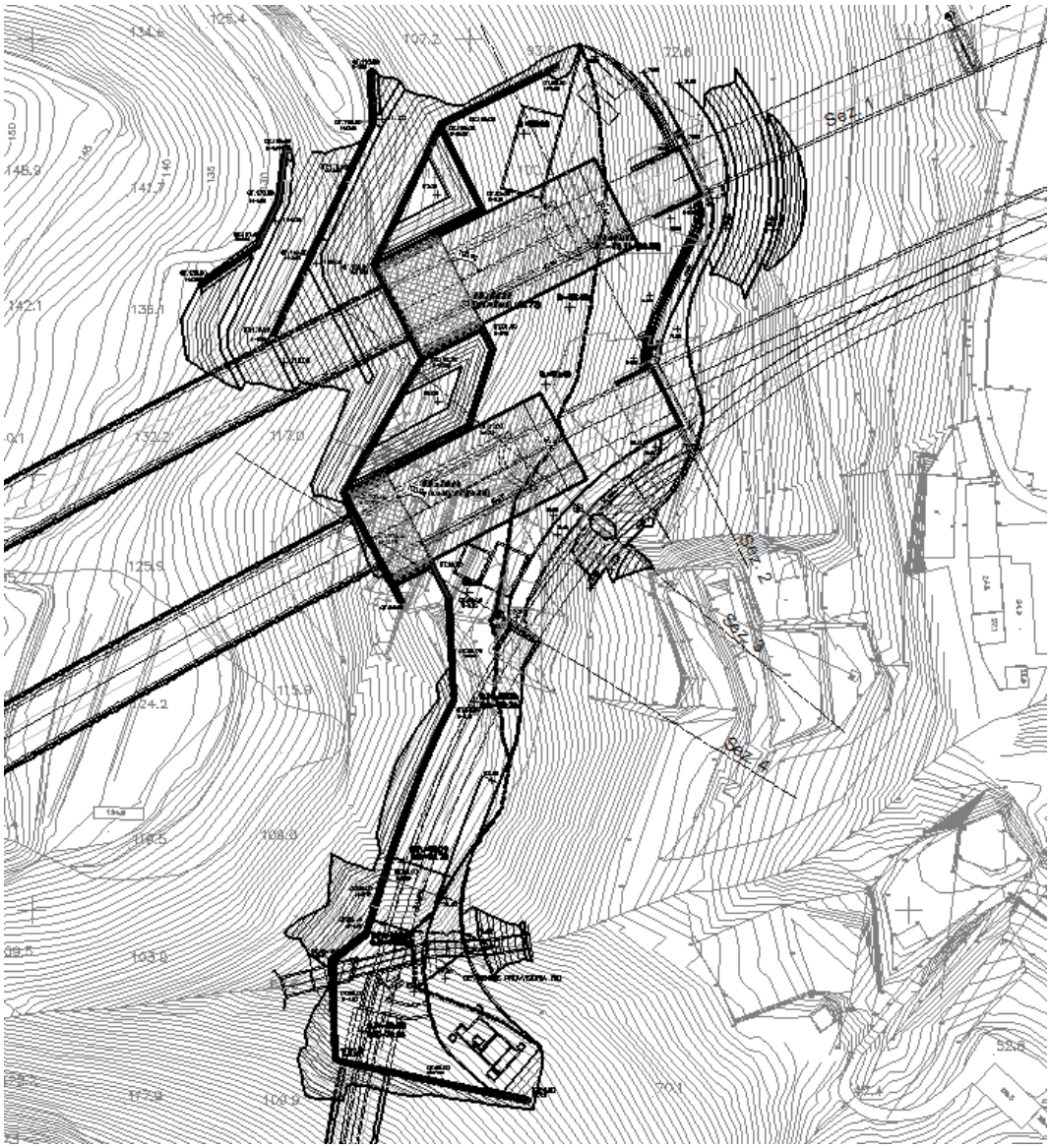
Si segnala che i parametri di resistenza e lo spessore della coltre sono stati determinati mediante back analysis (cfr. Allegato 4), mentre i parametri relativi al cappellaccio ed al substrato sono stati desunti dalla Relazione Geotecnica (cfr. elaborato APE-001).
La quota di falda di progetto è stata posizionata a circa 5.0 m di profondità da piano campagna.

8. DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI IMBOCCO

La presenza di un'area ad alta suscettività al dissesto in corrispondenza delle opere di imbocco ha portato alla necessità di prevedere opere di contenimento intese a evitare lo sviluppo di fenomeni deformativi rilevanti.
Il dimensionamento delle opere è stato condotto al fine di evitare l'innesco di fenomeni di instabilità in aree già classificate come critiche, contenendo il più possibile gli spostamenti indotti dagli scavi. La criticità è stata estesa a tutto lo sviluppo della paratia.
Si è inoltre posta particolare attenzione nel controllo degli scarichi delle acque meteoriche o di altra natura, presenti sui piazzali di imbocco, che sono convogliate in un sistema di gestione e controllo idraulico delle acque stesse (vedi Capitolo 9)
Resta ovviamente il problema ingegneristico di garantire la stabilità delle opere di imbocco in presenza di parametri di resistenza residui in corrispondenza delle superfici di scivolamento.
Le superfici di scivolamento critiche sono state definite facendo riferimento alle stratigrafie dei sondaggi e/o dei risultati dell'indagine geofisica e alla morfologia dei versanti. Tali superfici appaiono correre al letto delle coltri superficiali, al di sopra della formazione di substrato.
Al fine di verificare l'affidabilità del modello (geometria delle superfici di scivolamento e livelli di falda) si è poi verificato che i valori di ϕ'res ottenuti da back-analysis (in corrispondenza di fattori di sicurezza unitari) fossero prossimi ai valori ottenuti dalla caratterizzazione geotecnica generale delle formazioni coinvolte.
In relazione alle problematiche sopra individuate, si è cercato, per quanto possibile, di limitare le ampiezze dei fronti di scavo tenendo ovviamente presenti le necessità funzionali relative all'impiantistica e garantendo le ampiezze di piazzali antistanti gli imbocchi, dove sono necessari spazi di notevoli dimensioni per le operazioni di rimontaggio delle attrezzature e stoccaggio provvisorio dei pezzi. Si tratta dell'imbocco nel quale la fresa dovrà essere rimontata: infatti, dopo essere stata smontata nel piazzale d'imbocco della Galleria Amandola lato Savona, superati il viadotto Leiro, la galleria Voltri ed il viadotto Cerusa, la fresa sarà ivi rimontata per proseguire nello scavo della galleria Borgonuovo.
Inoltre, al fine di limitare le altezze dei fronti di scavo, ai lati degli imbocchi delle gallerie e

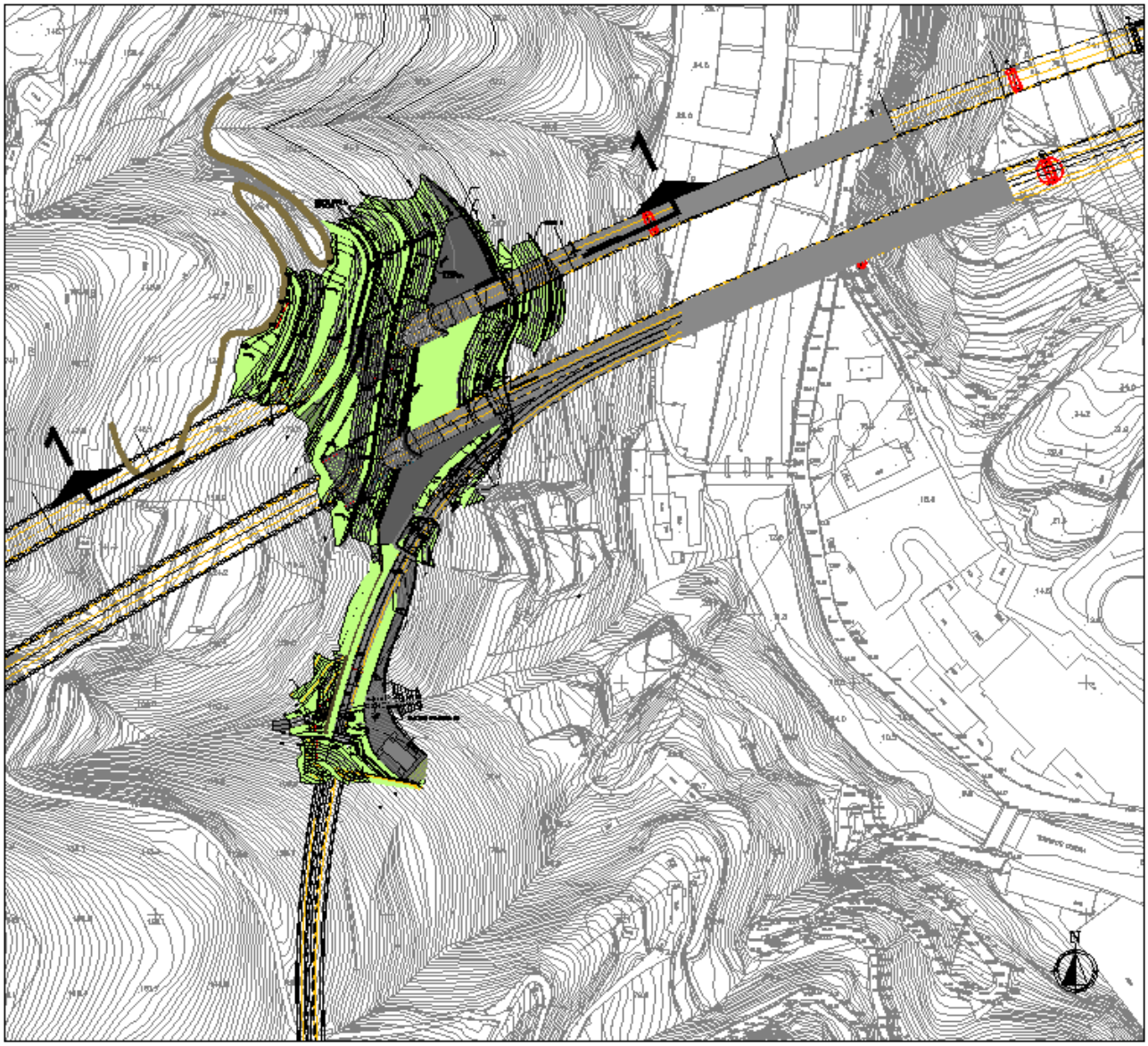
tra gli imbocchi delle due canne adiacenti, sono stati lasciati ampi contrafforti; i contrafforti, delimitati da opere di sostegno tirantate, hanno lo scopo non solo di ridurre le altezze complessive di scavo ma anche di contenere le deformazioni dei fronti stessi. Inoltre, per la canna ovest sono state previste berlinesi di alleggerimento della scarpata a monte dell'imbocco.
In ogni caso si è dovuta garantire la copertura minima, al di sopra della calotta della galleria. Le soluzioni progettuali previste ed il loro dimensionamento sono riportate negli specifici elaborati progettuali.
Le opere di contenimento degli scavi necessari alla realizzazione dell'imbocco lato Genova delle due Gallerie Borgonuovo, canna Est e canna Ovest, e dell'imbocco nord della Galleria Bric del Carmo, sono costituite da paratie di micropali multitirantate su più livelli. Nel seguito si riporta uno stralcio planimetrico di tali paratie. Per il dettaglio delle verifiche geotecniche di tali opere, condotte ai sensi della Normativa vigente, si rimanda all'elaborato APE-130.

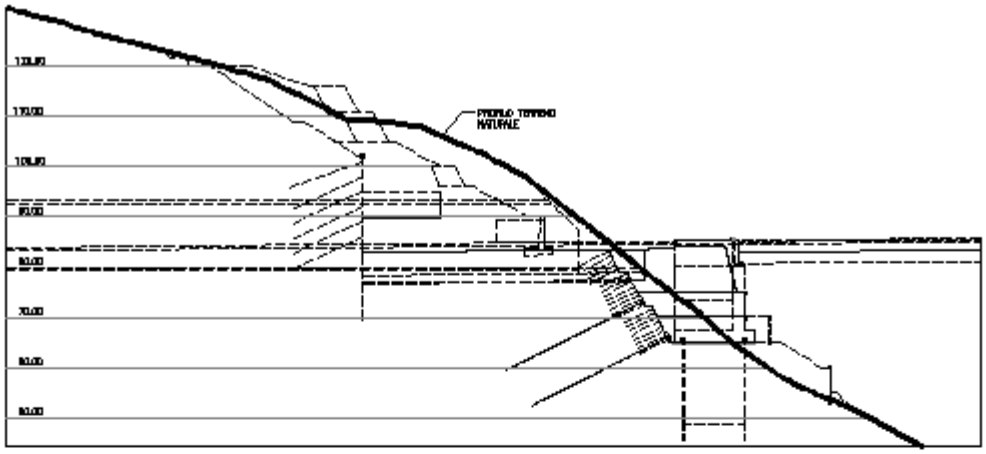
Imbocco lato GENOVA



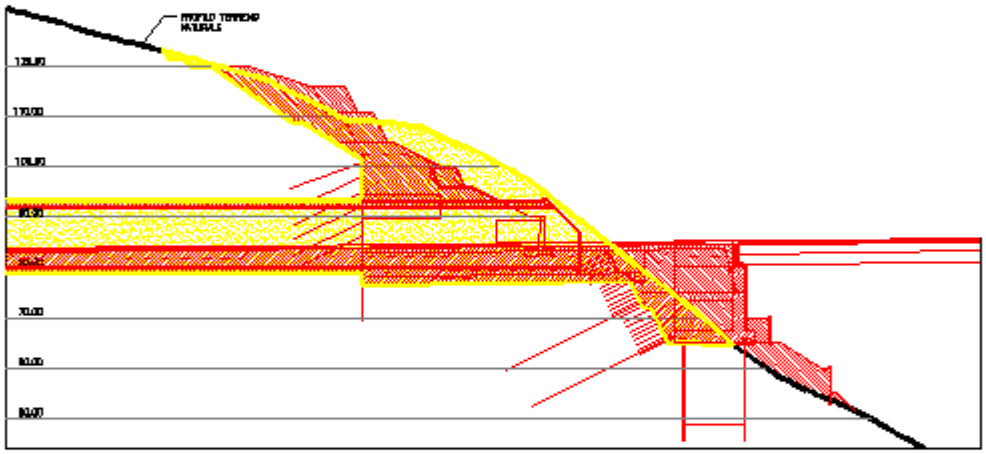
Nel seguito si riportano le sezioni di confronto tra lo stato attuale, le demolizioni/nuove costruzioni e lo stato di progetto (cfr. elaborato AUA-106). La sezione 1-1 è riportata nel seguente stralcio planimetrico.

GALLERIA BORGONUOVO

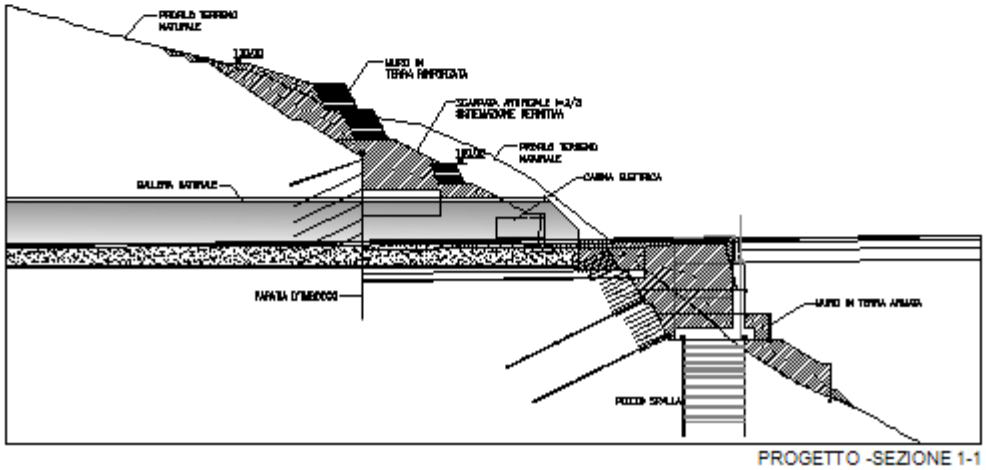




STATO DI FATTO -SEZIONE 1-1

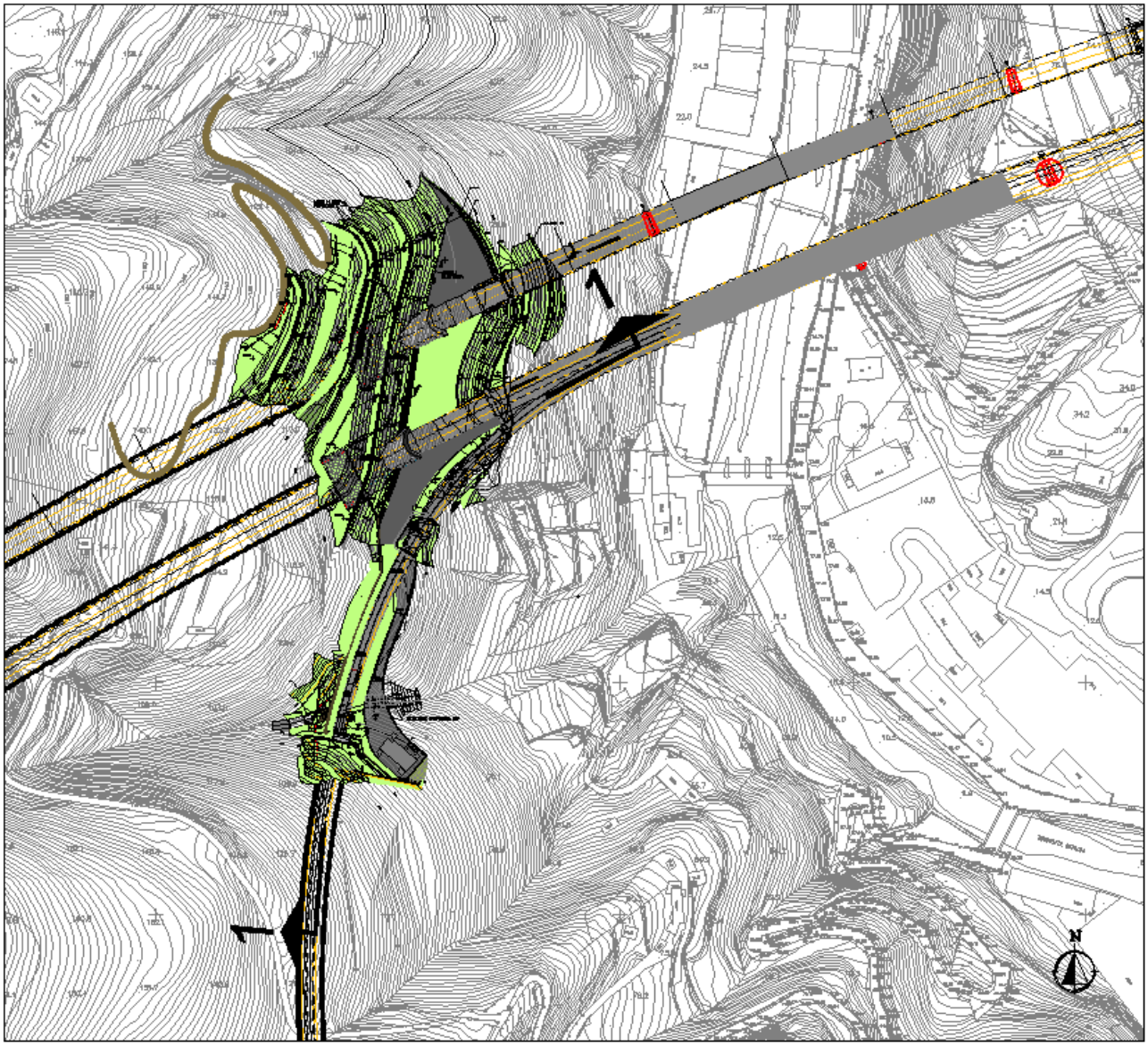


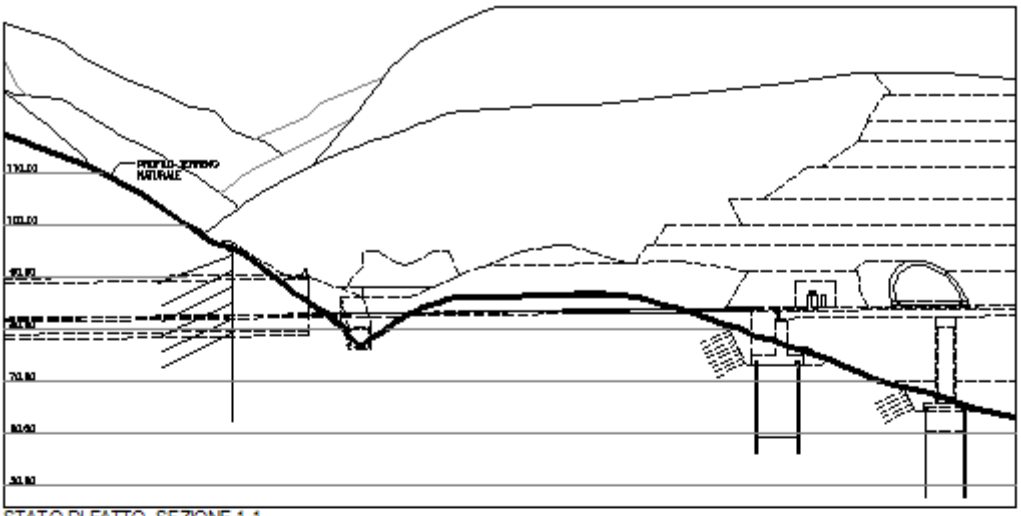
DEMOLIZIONE / NUOVE COSTRUZIONI -SEZIONE 1-1



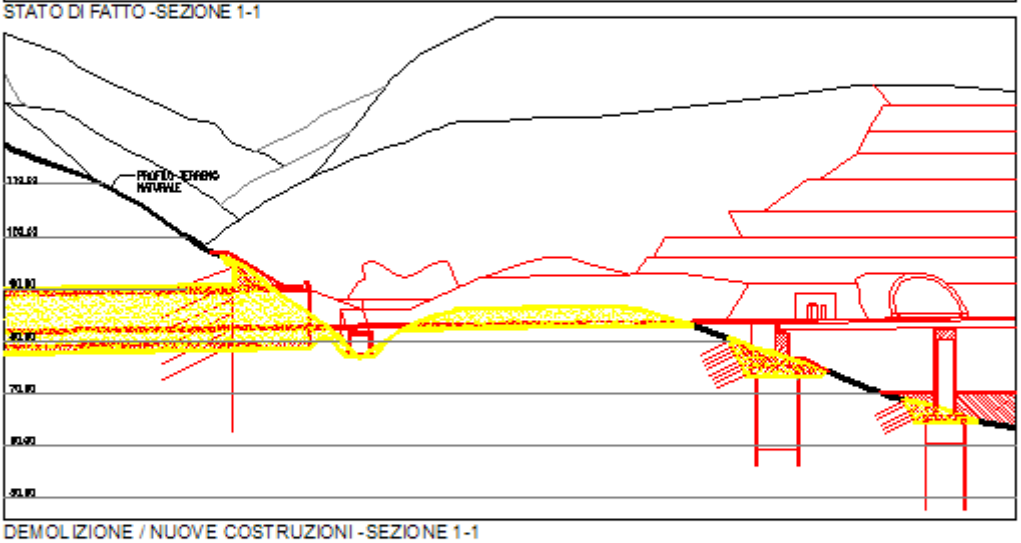
PROGETTO -SEZIONE 1-1

GALLERIA BRIC DEL CARMO

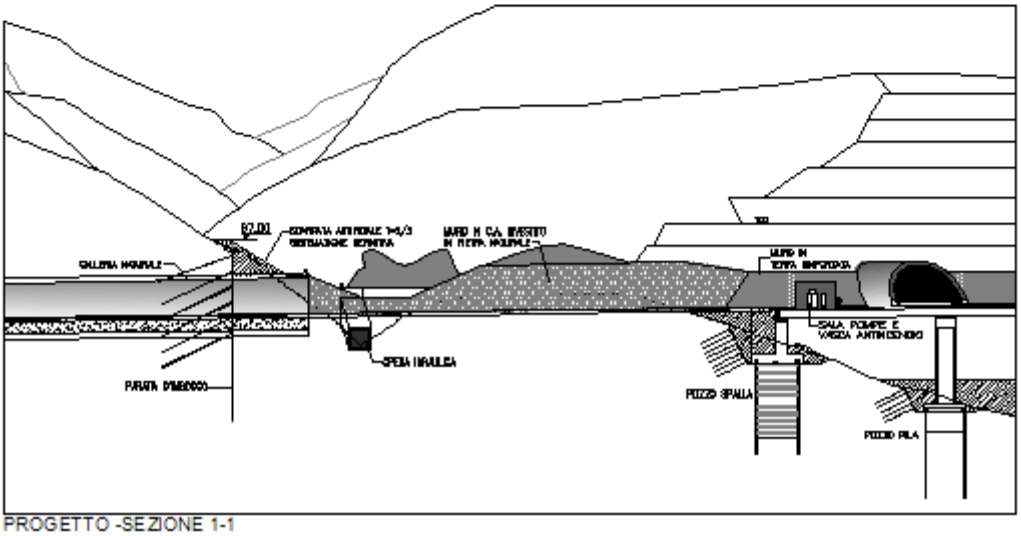




STATO DI FATTO -SEZIONE 1-1



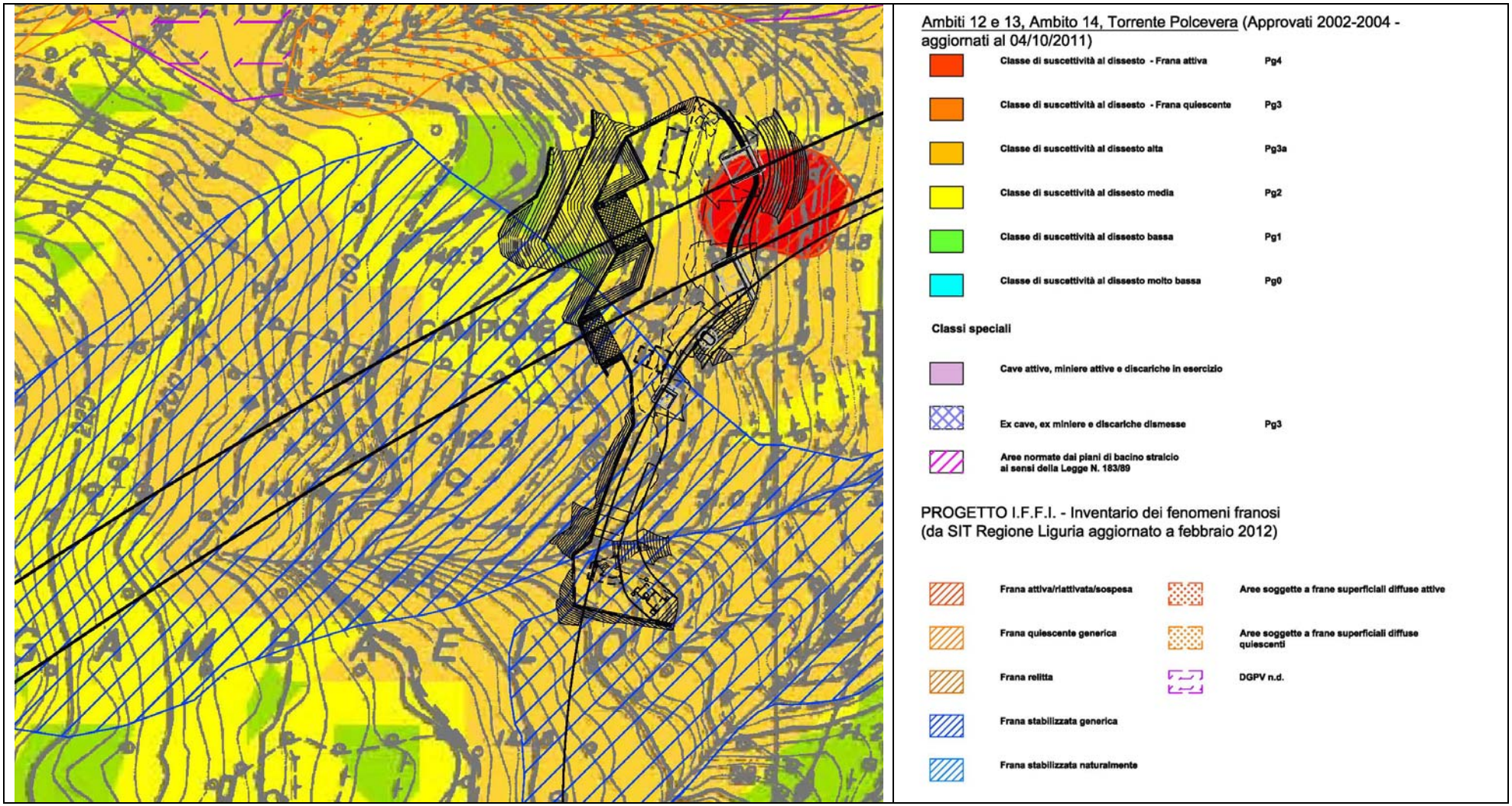
DEMOLIZIONE / NUOVE COSTRUZIONI -SEZIONE 1-1



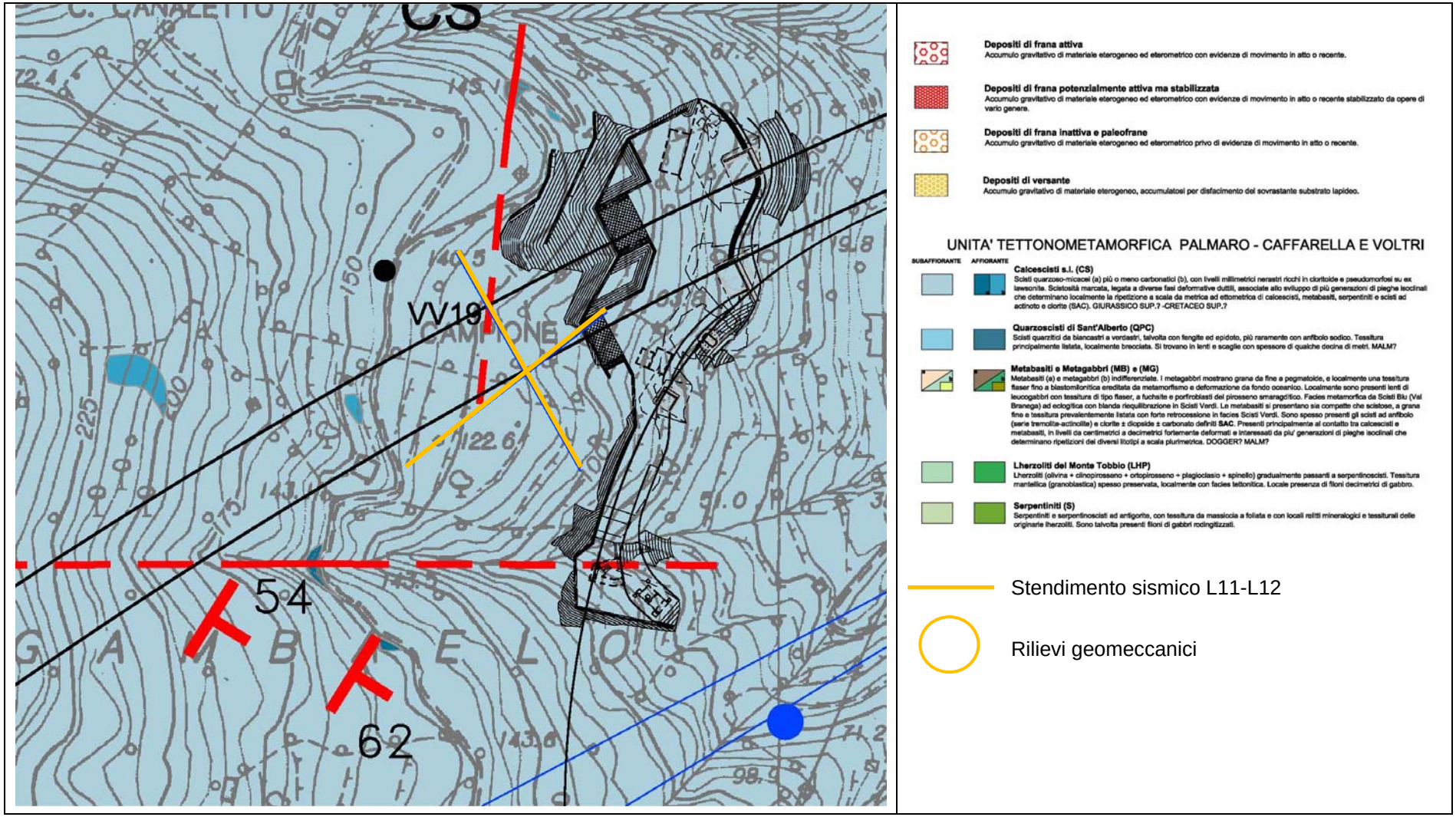
PROGETTO -SEZIONE 1-1

9. DRENAGGIO ACQUE DI VERSANTE

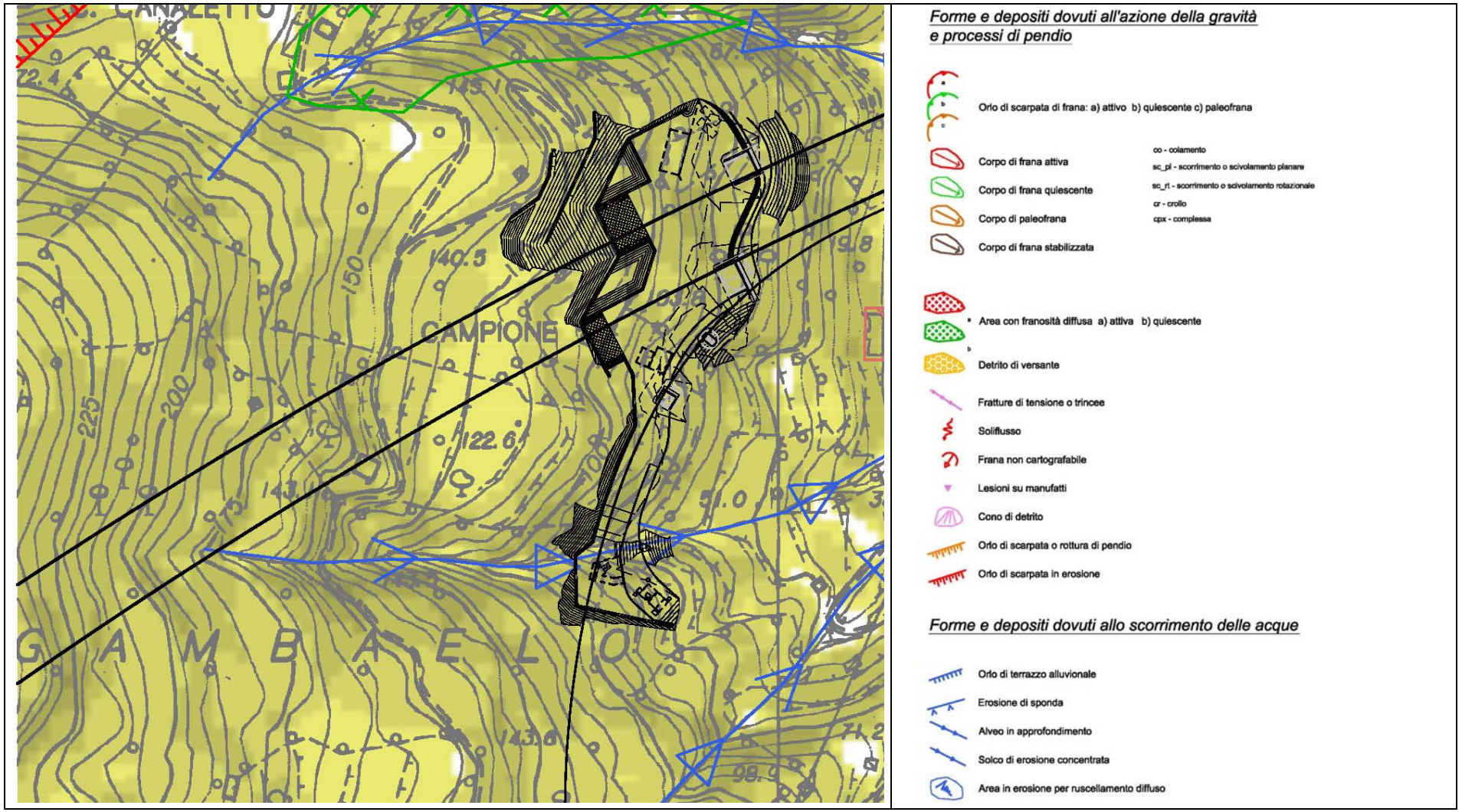
Come già anticipato nella parte generale introduttiva della presente controdeduzione (CDED 13), è stato previsto un sistema di drenaggio volto a garantire la regimentazione delle acque di versante e di piazzale (cfr. elaborato IDR-0249 del PD pubblicato), al fine della definitiva stabilizzazione del versante stesso.



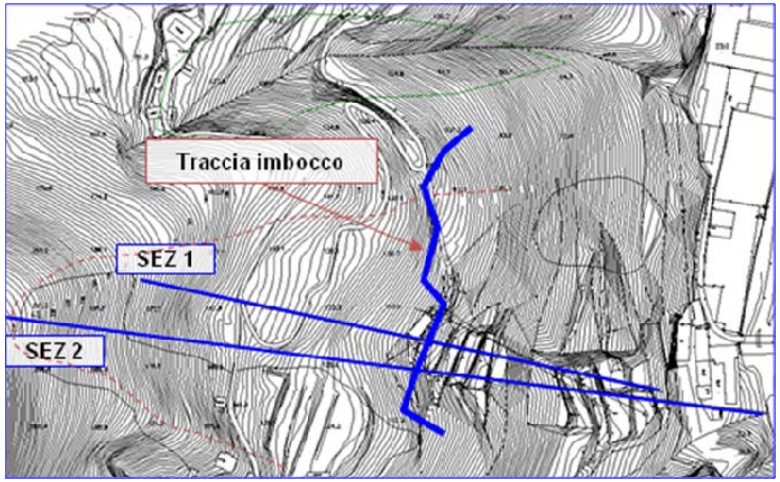
ALLEGATO 1 - Stralcio Carta dei vincoli

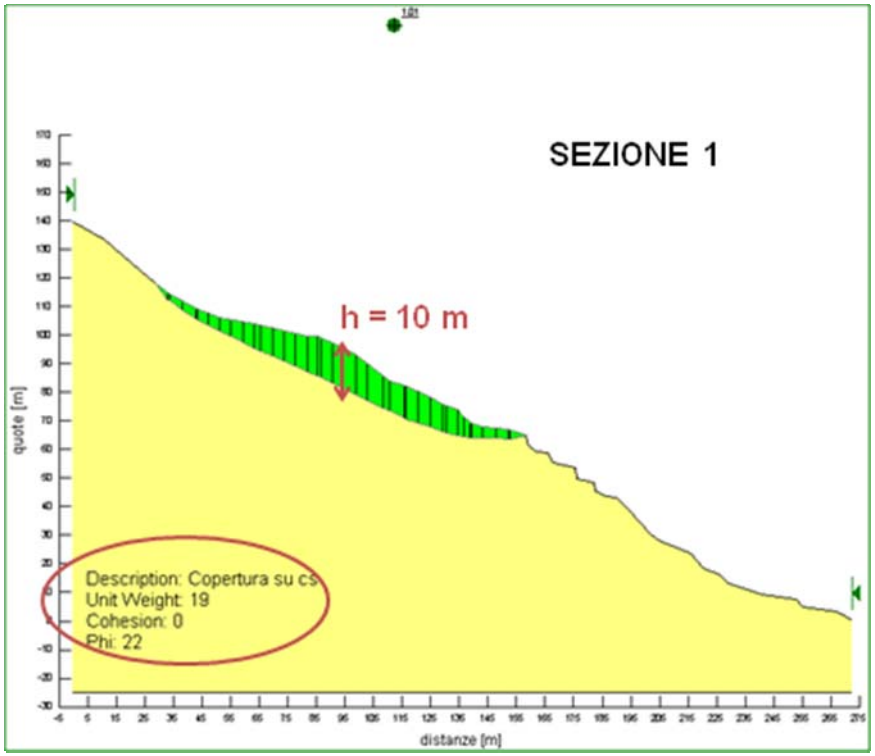


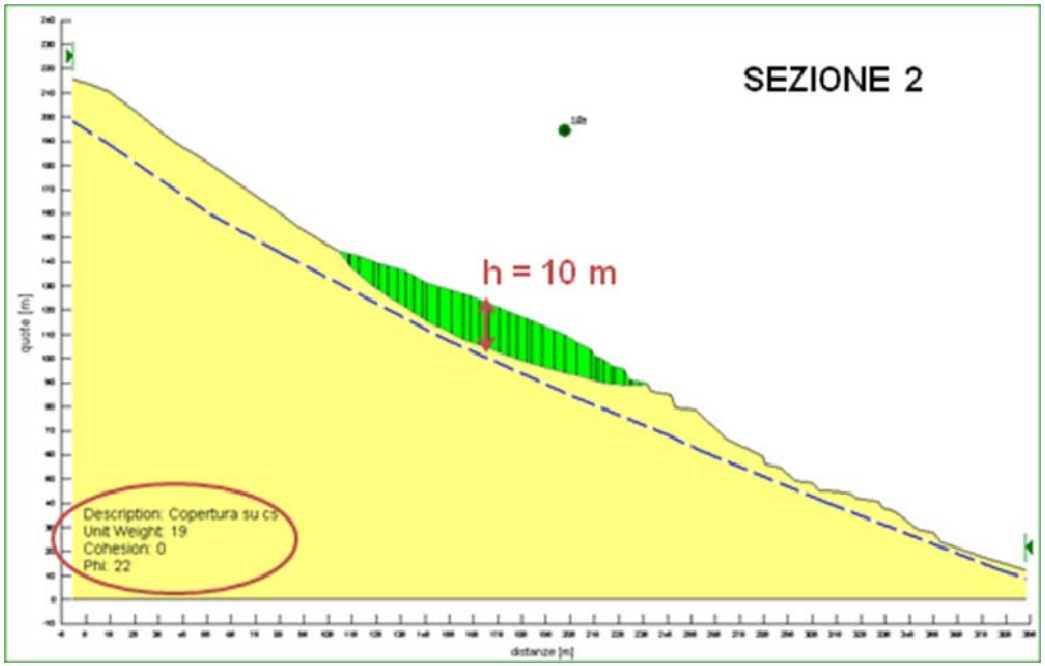
ALLEGATO 2 - Stralcio Carta geologica e indagini



ALLEGATO 3 - Stralcio Carta geomorfologica







ALLEGATO 4 – Back analysis

ALLEGATO 3

GALLERIA VOLTRI

IMBOCCO LATO SAVONA

Allegati alla Scheda:

- *Allegato n.1* - Stralcio Carta dei vincoli GEO0028
- *Allegato n.2* - Stralcio carta geologica e indagini GEO0002
- *Allegato n.3* - Stralcio carta geomorfologica GEO0020
- *Allegato n.4* – Risultati back-analysis

1. ELEMENTI IDENTIFICATIVI:
LOCALITA': VOLTRI
COMUNE: GENOVA
PROVINCIA: GENOVA
BACINO: AMBITI 12 e 13

2. CARTOGRAFIA
CTR 1:10.000: 213130

3. VINCOLI (Allegato 1 - Stralcio Carta dei vincoli GEO0028)
La carta è stata aggiornata recependo i seguenti documenti:
- Carta della suscettività al dissesto aggiornata al 04/10/11
- Inventario fenomeni franosi - Progetto I.F.F.I.(download da SIT Regione Liguria febbraio 2012)

3.1 Suscettività al dissesto (da Piano di Bacino)
Pg3a - Pg2 - Pg1

3.2 Inventario fenomeni franosi - Progetto I.F.F.I.
a) Tipo di frana
- Superficiale
- Colamento
- Scorrimento o scivolamento
- Scorrimento o scivolamento rotazionale
- Scorrimento o scivolamento planare
- Crollo o ribaltamento
- Complessa
- Area a franosità diffusa ☒

b) Stati di attività
- attiva
- quiescente ☒
- relitta

c) Deformazione gravitativa profonda di versante

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO (Allegato 2 - Stralcio carta geologica GEO0002)
L'area dell'imbocco si imposta nell'Unità Tettonometamorfica Palmaro Caffarella e Voltri, qui rappresentate da Calcescisti con lenti di Metabasiti.
Lungo il contatto tra i Calcescisti e le Metabasiti è presente una fascia di Scisti ad anfibolo e clorite (SAC) che sono stati osservati sia in affioramento - nel bosco sottostante via Superiore dei Giovi - sia nel sondaggio VV16.

Calcescisti (CS)
Con questo termine si indicano metasedimenti di varia composizione: si riconosce un'alternanza di scisti carbonatici più o meno filladici o marmorei e di scisti quarzoso micacei.
Sono caratterizzati da una scistosità marcata, legata a diverse generazioni di deformazioni. La foliazione principale riportata in carta, definita da minerali in facies scisti verdi, ha allineato, oltre alla superficie litologica originaria, anche altre superfici tettoniche che non risultano più differenziabili. La foliazione principale risulta piegata più o meno blandamente dalle successive fasi deformative.
I Calcescisti sono talvolta associati a bande trasposte di metabasiti (di spessore decametrico) disposte parallelamente rispetto alla foliazione pervasiva principale.
I calcescisti carbonatici appaiono di colore da marrone (superficie debolmente alterata) a grigio (frattura fresca), mentre se sono più profondamente alterati assumono colorazioni rossastre.

Metabasiti (MB)
Sono riportate in carta con questo termine rocce derivate da originari basalti o gabbri per le quali non è stato possibile riconoscere il protolito in maniera continua. Affiorano lungo via Superiore dei Giovi e sono presenti nei sondaggi eseguiti.

Scisti ad anfibolo e clorite (SAC)
Nell'ambito dello studio relativo alla presenza di amianto naturale è stata evidenziata la presenza di scisti ad anfibolo della serie tremolite-actinolite e clorite, ± diopside, ± carbonato (abbreviazione: SAC), tipicamente collocati al contatto tra calcescisti e metabasiti, in livelli da centimetrici a decimetrici, che hanno subito eventi multipli di deformazione e ricristallizzazione in facies metamorfica degli scisti verdi. Si tratta di rocce marcatamente foliate, ricche in anfibolo (comunemente con habitus aghiforme) e clorite.

La foliazione principale risulta immersa verso S-SSE con inclinazione variabile ma prevalentemente elevata, fino a subverticale.

Nell'area dell'imbocco sono stati realizzati tre sondaggi a carotaggio (VV16, SGG10 e RO3), due a distruzione per prove Cross Hole ed una stesa di geofisica a rifrazione (L2).
Dalla stratigrafia del sondaggio VV16, che è il più vicino all'imbocco, lo spessore dei depositi di copertura è pari a circa 2 m mentre la fascia ad intensa alterazione arriva fino a circa 11 m. La soggiacenza della falda - misurata il 19/01/11 - risultava essere -13.08 m da p.c..

5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO (Allegato 3 - Stralcio carta geomorfologica GEO0020)
L'area di interesse si sviluppa lungo il versante idrografico sinistro del Torrente Cerusa. Il versante si presenta con acclività abbastanza elevata e sono presenti diversi fenomeni di instabilità. Nella planimetria sono state distinte e rappresentate le forme ed i fenomeni che possono avere interesse pratico nei confronti della realizzazione delle opere previste.
In particolare nell'area dell'imbocco è stata segnalata un'area a franosità diffusa quiescente ma riattivabile, mentre lungo via Superiore dei Giovi è presente una piccola frana attiva di

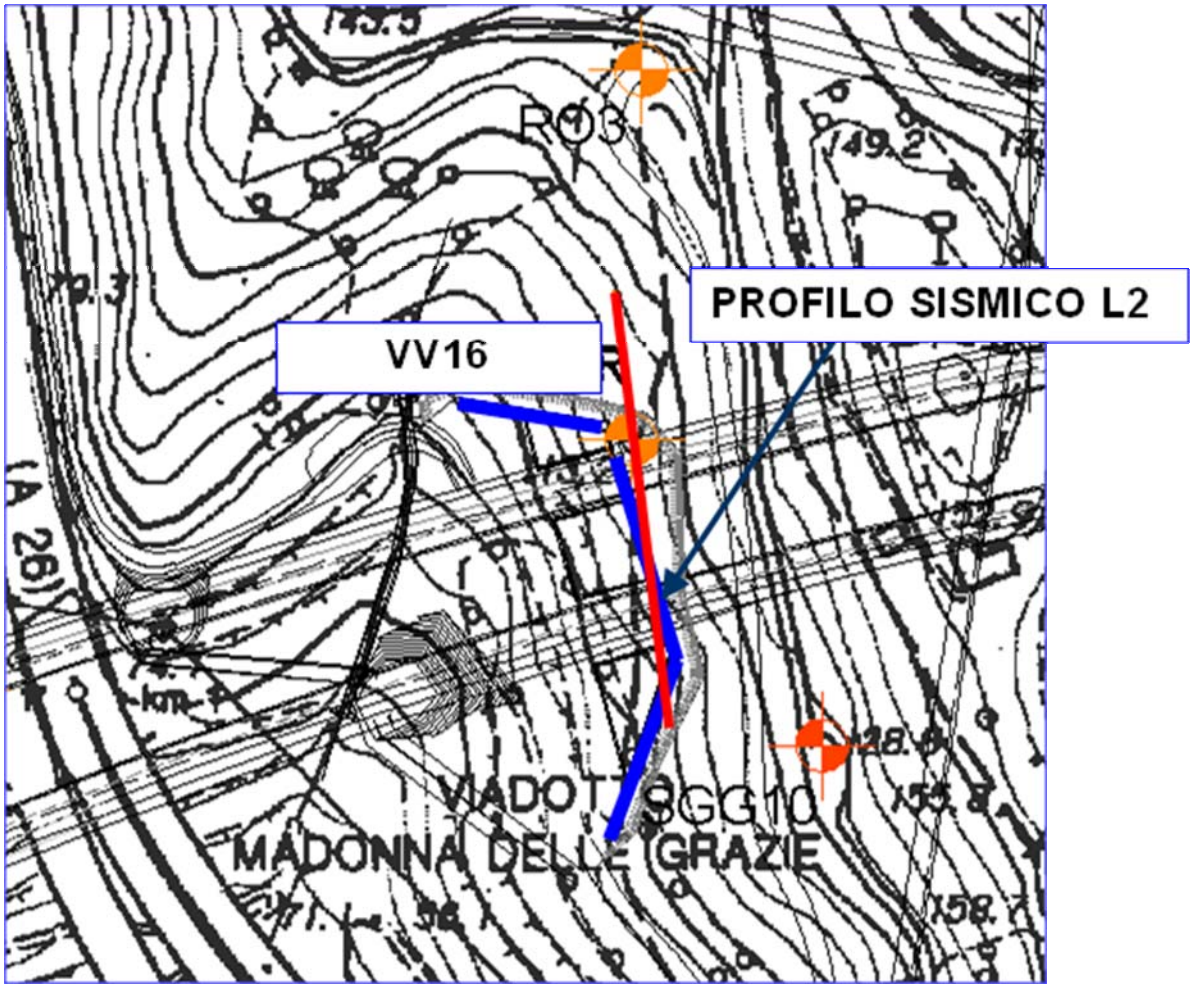
dimensioni non cartografabili.
Anche queste piccole evidenze sono da considerare come indice di versanti potenzialmente predisposti al dissesto.
Nella planimetria sono anche riportate le tracce degli orli di scarpata in erosione.

6. VERIFICA DEL GRADO DI INTERFERENZA TRA ELEMENTI DI PROGETTO E ELEMENTI DI DISSESTO

Le opere di imbocco interferiscono con un'ampia area interessata dalla presenza di una frana quiescente e un piccola frana attiva non cartografabile. La frana quiescente si estende dal piede del versante sino a poco al di sopra dell'area di imbocco e quindi interferisce direttamente con le opere.

7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le indagini disponibili nell'intorno dell'area di imbocco sono riportate nel seguente stralcio planimetrico.



Le cassette con i risultati dei sondaggi e i risultati delle prospezioni geofisiche eseguite sono riportati nelle figure seguenti:

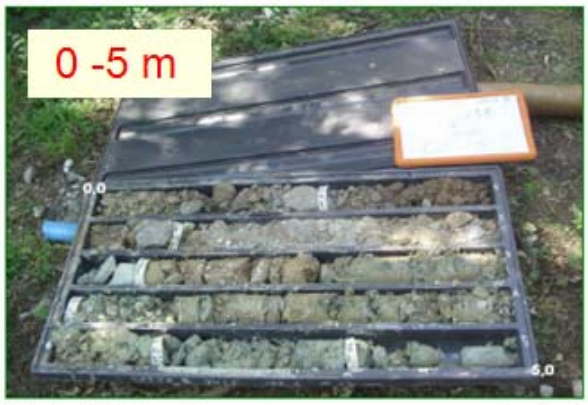


FOTO 1 (profondità 0,0-5,0 metri) Cassetta n°1



FOTO 2 (profondità 5,0-10,0 metri) Cassetta n°2

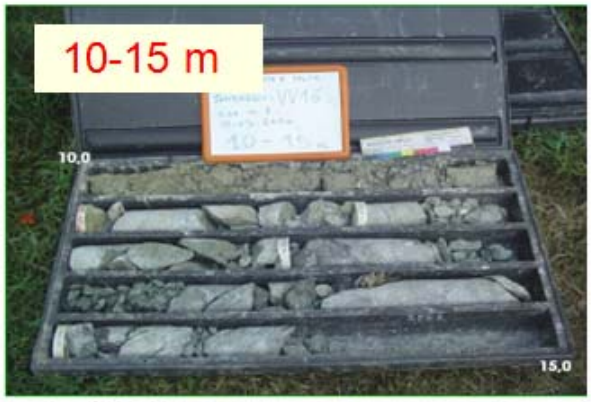
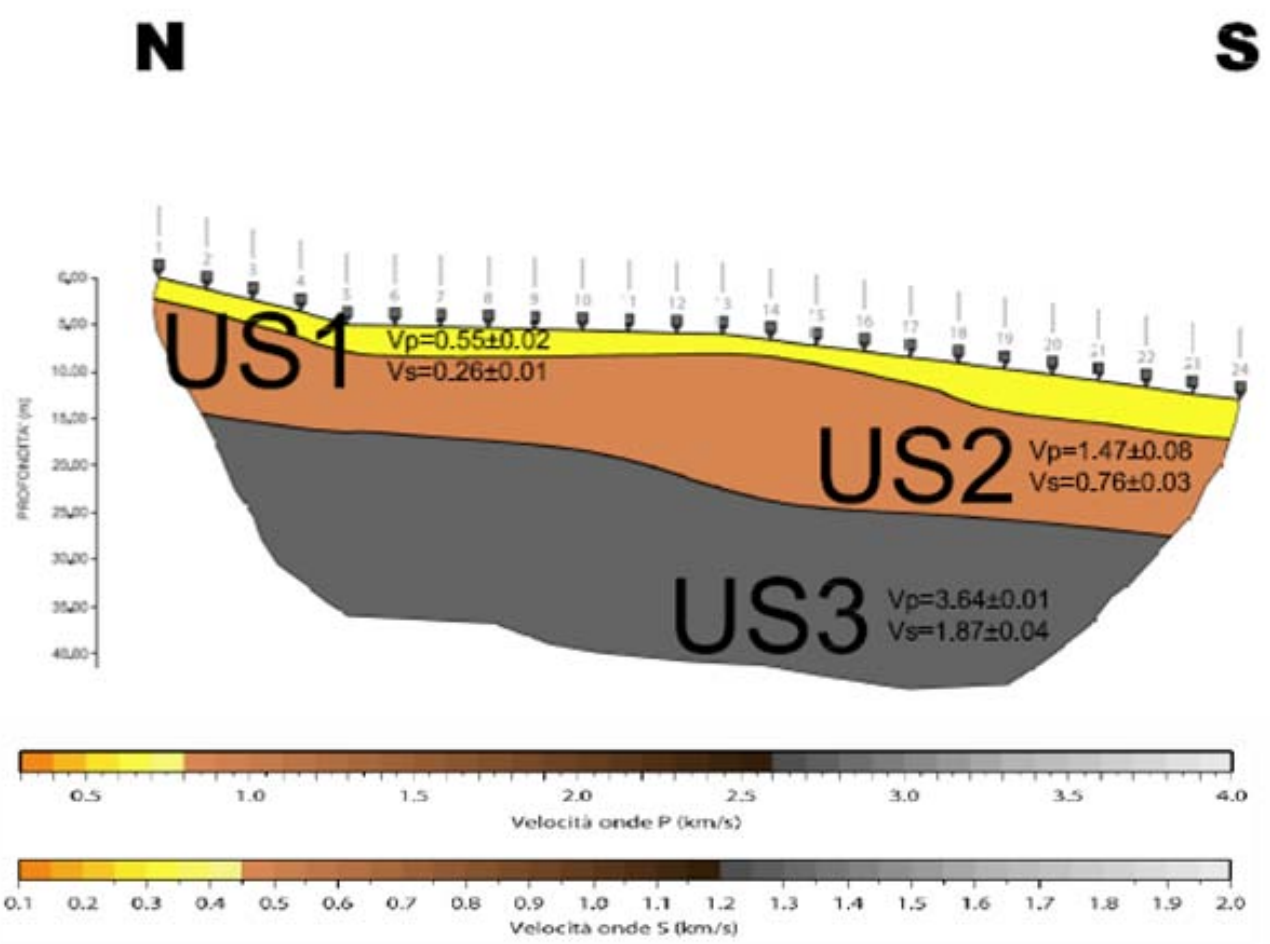


FOTO 3 (profondità 10,0-15,0 metri) Cassetta n°3



FOTO 4 (profondità 15,0-20,0 metri) Cassetta n°4

Sondaggio VV16



Profilo sismico L2

Facendo riferimento in particolare a quanto rilevato dal sondaggio VV16, effettuato nell'ambito della campagna d'indagini geognostiche 2010 ed ubicato in prossimità dell'opera d'imbocco in oggetto, è stata adottata la seguente sequenza stratigrafica:

- Da p.c. a 11.0 m da p.c. – COLTRE su CS - Materiali di copertura delle formazioni di base (copertura su Cs), ovvero sabbie limose e limi sabbiosi o materiali più grossolani all'interno di una matrice limosa o limoso - argillosa.
- Da 11.0 m a 15.0 m da p.c. – CAPPELLACCIO – Cappellaccio dei calcescisti (Cs cap), ovvero livello di alterazione della formazione di base dei calcescisti, avente caratteristiche geomeccaniche più scadenti rispetto alla formazione di base.
- Al di sotto di 15.0 m da p.c. – SUBSTRATO – Formazione lapidea di base dei calcescisti (Cs).

Si segnala che i parametri di resistenza e lo spessore della coltre sono stati determinati mediante back analysis (cfr. Allegato 4), mentre i parametri relativi al cappellaccio ed al substrato sono stati desunti dalla Relazione Geotecnica (cfr. elaborato APE-001).
La quota di falda di progetto è stata posizionata a circa 14.0 m di profondità da piano campagna.

8. DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI IMBOCCO

La considerazione che la frana quiescente si estende dal piede del versante sino a poco al di sopra dell'area di imbocco induce a ritenere che gli scavi previsti per la realizzazione dell'imbocco comportino un alleggerimento della parte sommitale della frana stessa e quindi condizioni di maggior stabilità. Tali condizioni di maggiore stabilità sono assicurate inoltre dalla particolare attenzione posta nel controllo degli scarichi delle acque meteoriche o di altra natura presenti sui piazzali di imbocco, che sono convogliate in un sistema di gestione e controllo idraulico delle acque stesse (vedi Capitolo 9).

Resta ovviamente il problema ingegneristico di garantire la stabilità delle opere di imbocco in presenza della frana quiescente, ovvero in presenza di parametri di resistenza residui in corrispondenza delle superfici di scivolamento.

Le superfici di scivolamento critiche sono state definite facendo riferimento alle stratigrafie dei sondaggi e/o dei risultati dell'indagine geofisica e alla morfologia dei versanti. Tali superfici appaiono correre al letto delle coltri superficiali, al di sopra della formazione di substrato.

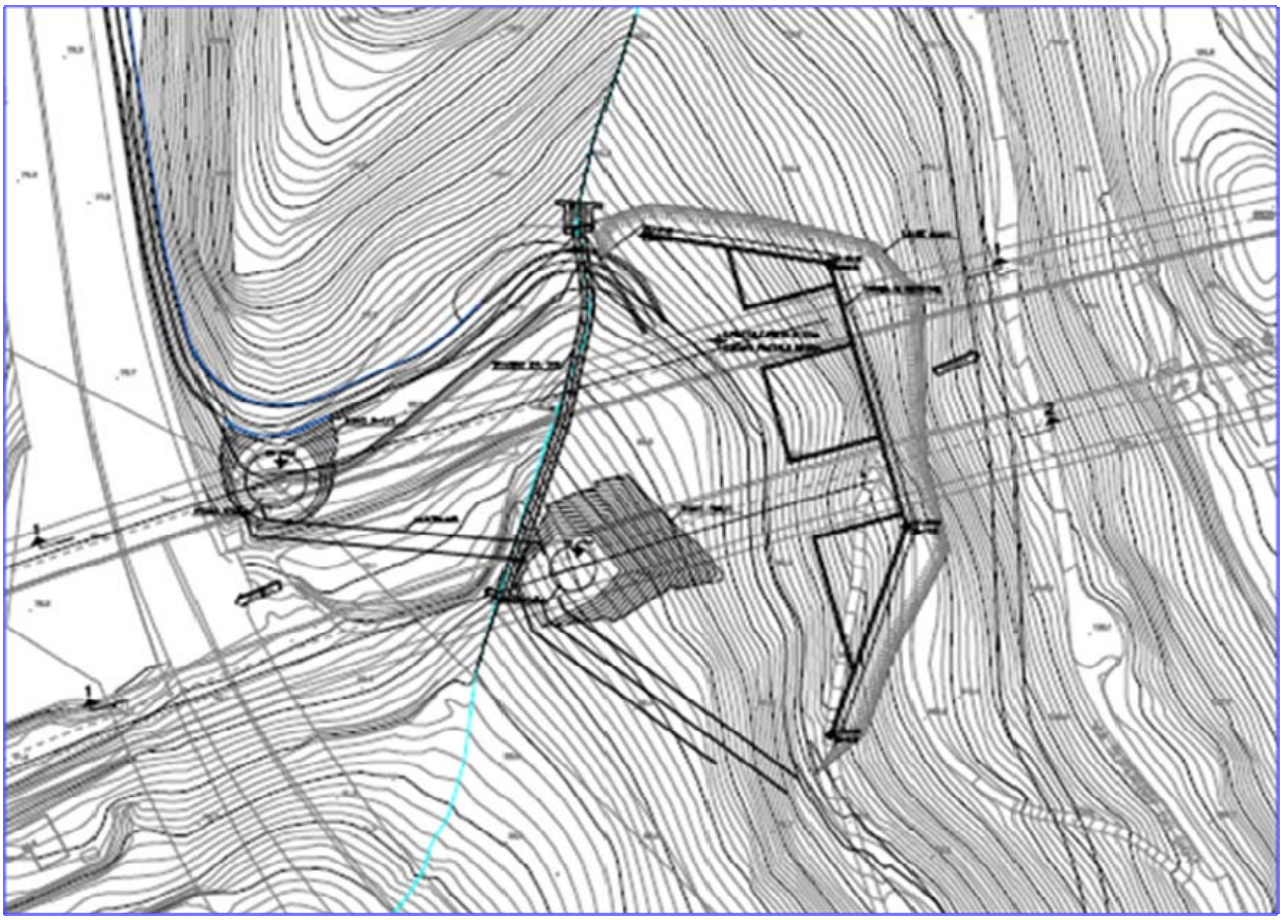
Al fine di verificare l'affidabilità del modello (geometria delle superfici di scivolamento e livelli di falda) si è poi verificato che i valori di ϕ'_{res} ottenuti da back-analysis (in corrispondenza di fattori di sicurezza unitari) fossero prossimi ai valori ottenuti dalla caratterizzazione geotecnica generale delle formazioni coinvolte.

In relazione alle problematiche sopra individuate, si è cercato, per quanto possibile, di limitare le ampiezze dei fronti di scavo tenendo ovviamente presenti le necessità funzionali relative all'impiantistica e garantendo le ampiezze di piazzali antistanti gli imbocchi nelle misure tali da garantire il transito della fresa. Inoltre, al fine di limitare le altezze dei fronti di scavo, ai lati degli imbocchi delle gallerie e tra gli imbocchi delle due canne adiacenti, sono stati lasciati ampi contrafforti; i contrafforti, delimitati da opere di sostegno tirantate, hanno lo scopo non solo di ridurre le altezze complessive di scavo ma anche di contenere le deformazioni dei fronti stessi.

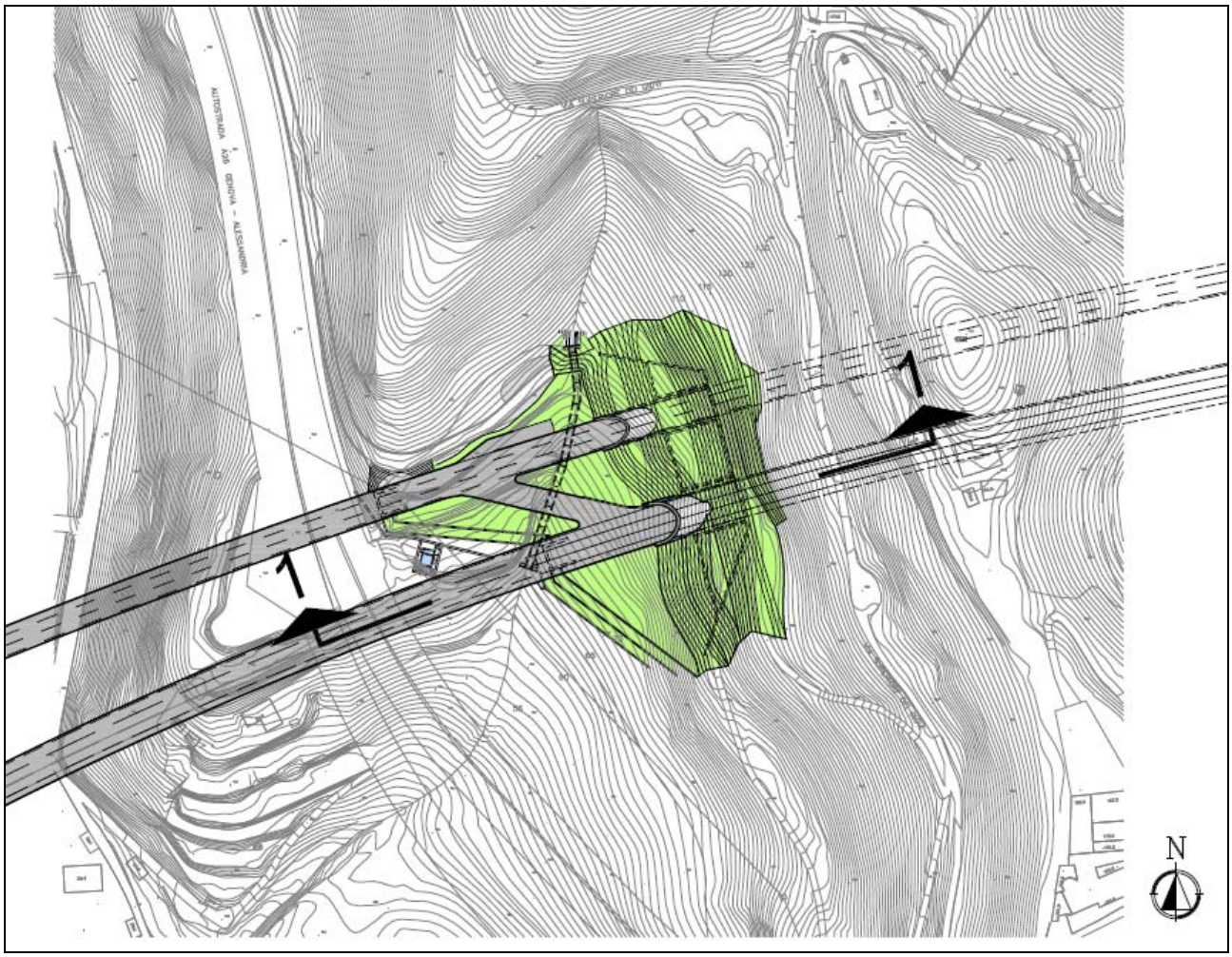
In ogni caso si è dovuta garantire la copertura minima, al di sopra della calotta della galleria. Le soluzioni progettuali previste ed il loro dimensionamento sono riportate negli specifici elaborati progettuali.

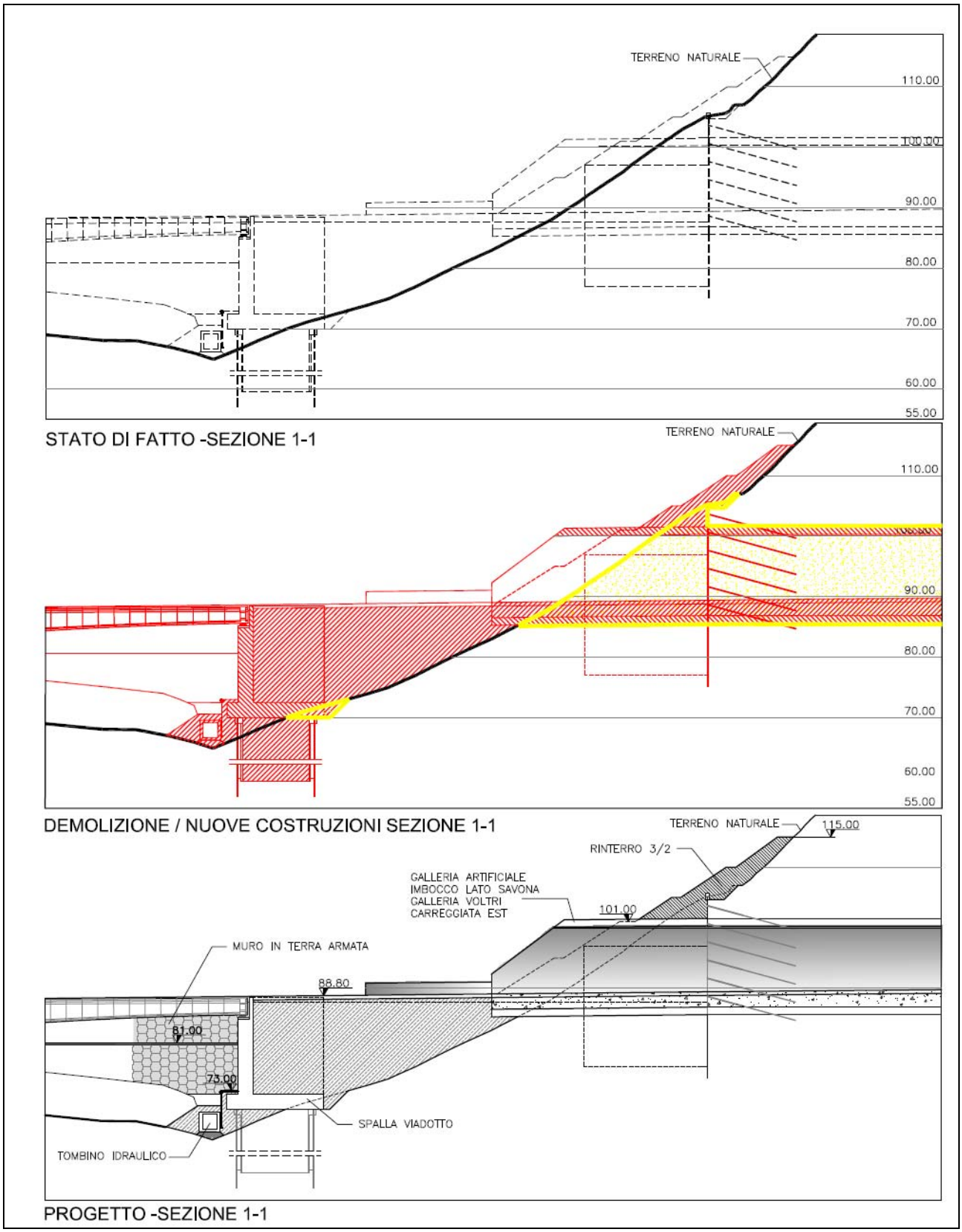
Le opere di contenimento degli scavi necessari alla realizzazione dell'imbocco lato Savona delle due Gallerie Voltri, canna Est e canna Ovest, sono costituite da paratie di micropali multitirantate. Nel seguito si riporta uno stralcio planimetrico di tali paratie. Per il dettaglio delle verifiche geotecniche di tali opere, condotte ai sensi della Normativa vigente, si rimanda all'elaborato APE-164.

Imbocco lato SAVONA



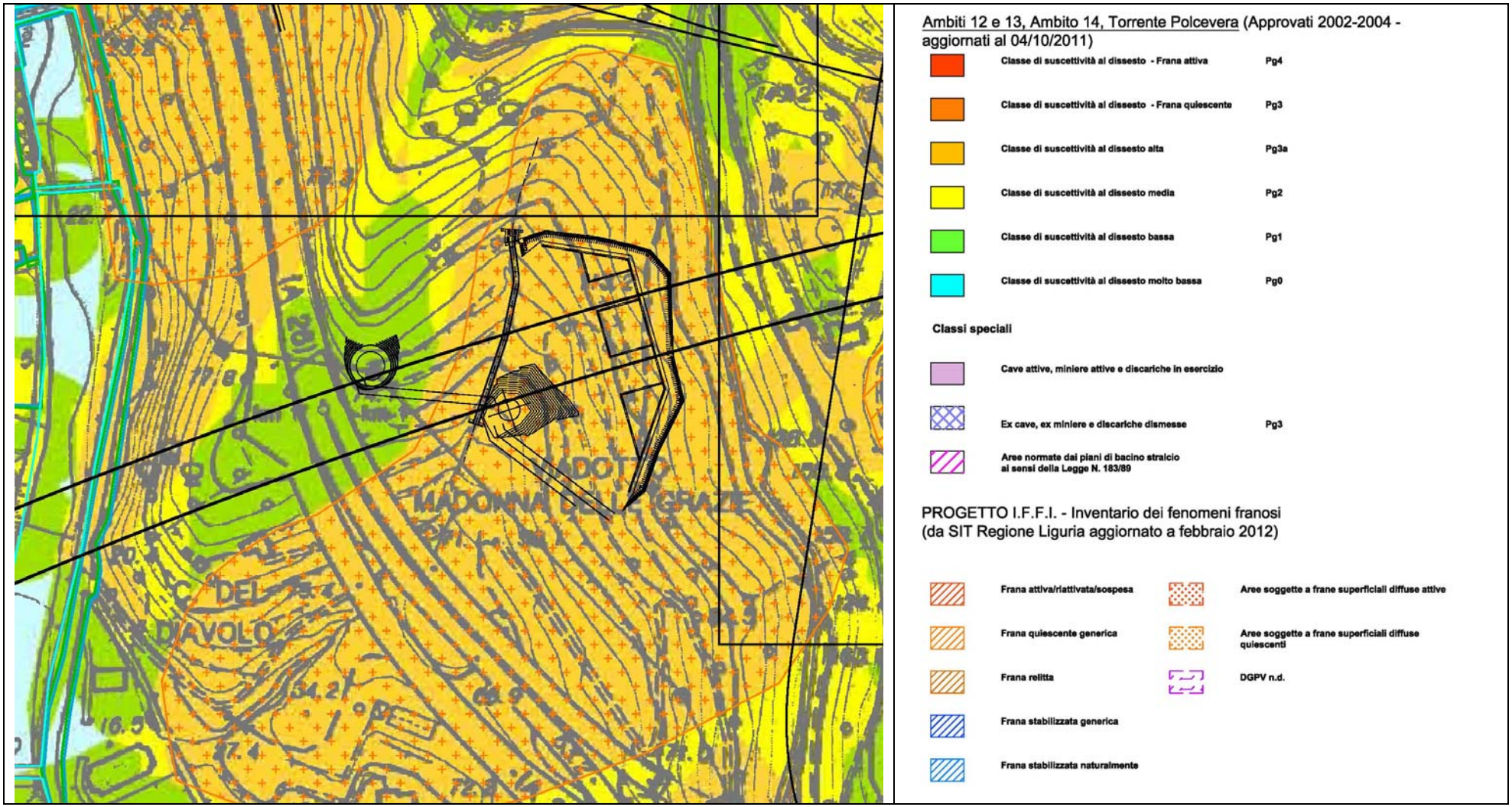
Nel seguito si riportano le sezioni di confronto tra lo stato attuale, le demolizioni/nuove costruzioni e lo stato di progetto (cfr. elaborato AUA-116). La sezione 1-1 è riportata nel seguente stralcio planimetrico.


AUTOSTRADA A26 GENOVA – ALESSANDRIA
1
1
N

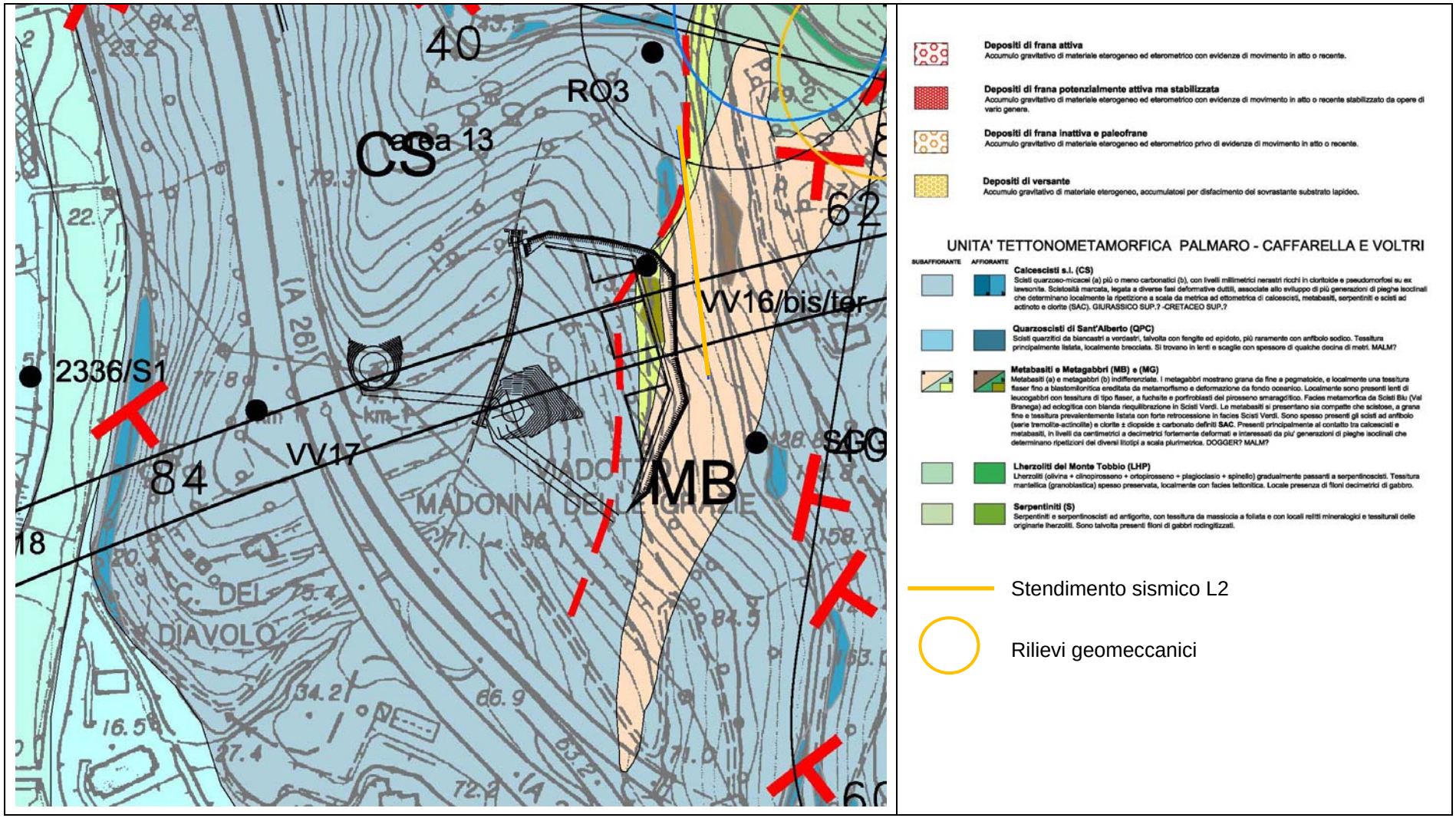

TERRENO NATURALE
110.00
100.00
90.00
80.00
70.00
60.00
55.00
STATO DI FATTO -SEZIONE 1-1
TERRENO NATURALE
110.00
90.00
80.00
70.00
60.00
55.00
DEMOLIZIONE / NUOVE COSTRUZIONI SEZIONE 1-1
TERRENO NATURALE
115.00
RINTERRO 3/2
GALLERIA ARTIFICIALE
IMBOCCO LATO SAVONA
GALLERIA VOLTRI
CARREGGIATA EST
101.00
MURO IN TERRA ARMATA
88.80
81.00
73.00
SPALLA VIADOTTO
TOMBINO IDRAULICO
PROGETTO -SEZIONE 1-1

9. DRENAGGIO ACQUE DI VERSANTE

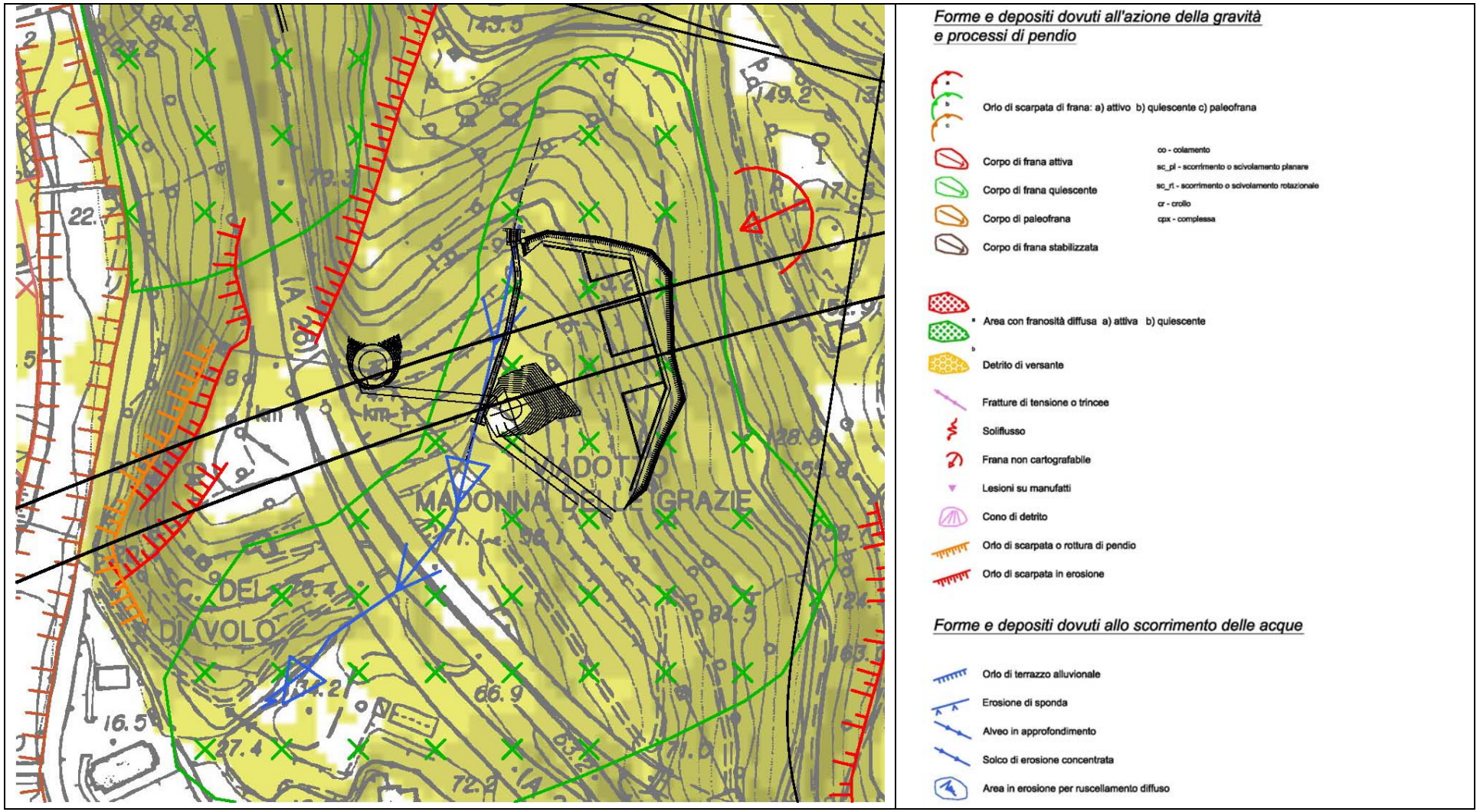
Come già anticipato nella parte generale introduttiva della presente controdeduzione (CDED 13), è stato previsto un sistema di drenaggio volto a garantire la regimentazione delle acque di versante e di piazzale (cfr. elaborato IDR-0252 del PD pubblicato), al fine della definitiva stabilizzazione del versante stesso.



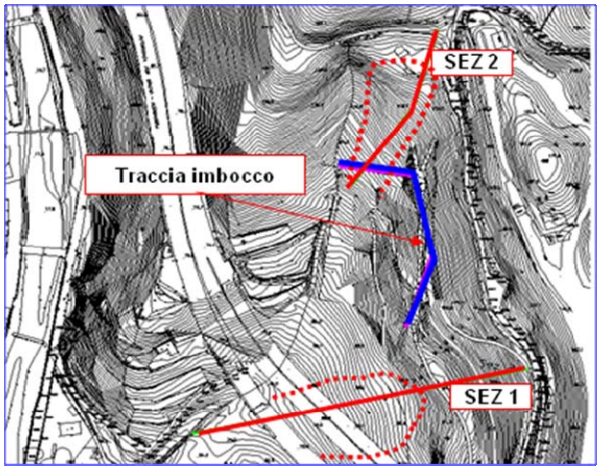
ALLEGATO 1 - Stralcio Carta dei vincoli

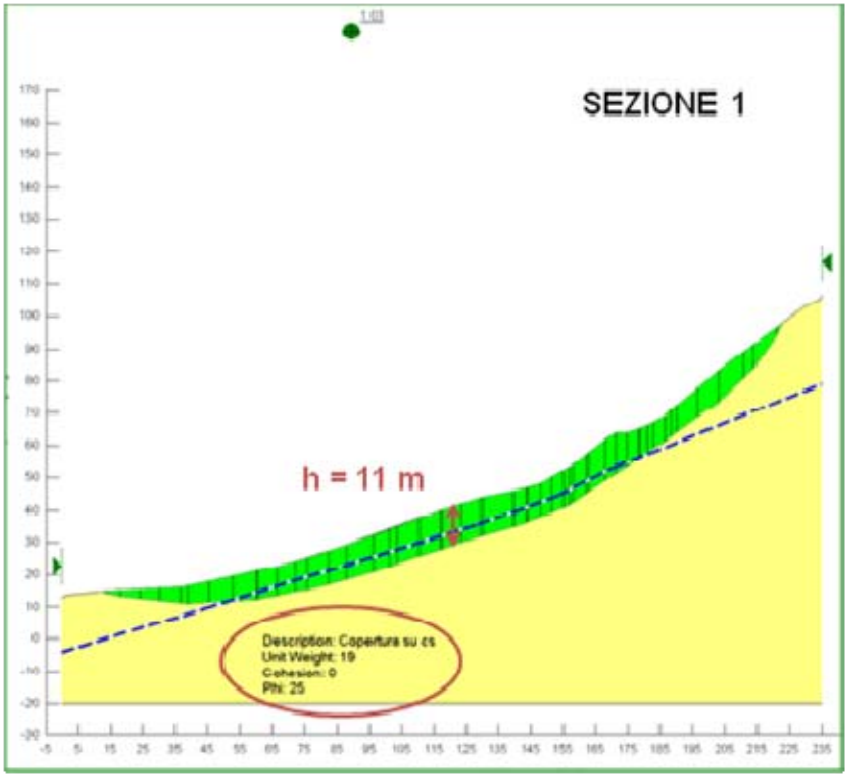


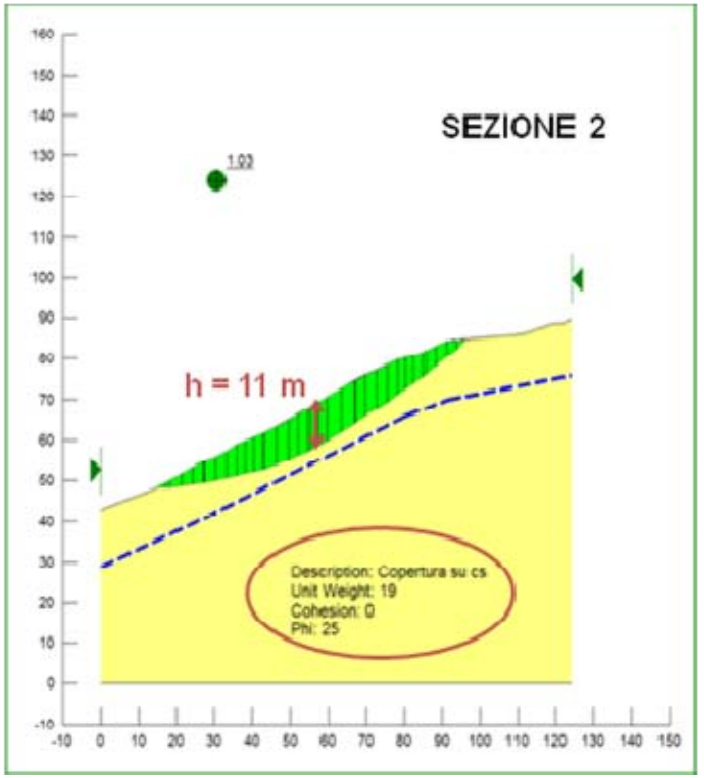
ALLEGATO 2 - Stralcio Carta geologica e indagini



ALLEGATO 3 - Stralcio Carta geomorfologica







ALLEGATO 4 – Back analysis

ALLEGATO 4

GALLERIE VOLTRI E CIOCIA

IMBOCCO LATO GENOVA

Allegati alla Scheda:

- *Allegato n.1* - Stralcio Carta dei vincoli GEO0028
- *Allegato n.2* - Stralcio carta geologica e indagini GEO0002
- *Allegato n.3* - Stralcio carta geomorfologica GEO0020
- *Allegato n.4* – Risultati back-analysis

1. ELEMENTI IDENTIFICATIVI:
LOCALITA': VOLTRI
COMUNE: GENOVA
PROVINCIA: GENOVA
BACINO: AMBITI 12 e 13

2. CARTOGRAFIA
CTR 1:10.000: 213130

3. VINCOLI (Allegato 1 - Stralcio Carta dei vincoli GEO0028)
La carta è stata aggiornata recependo i seguenti documenti:
- Carta della suscettività al dissesto aggiornata al 04/10/11
- Inventario fenomeni franosi - Progetto I.F.F.I.(download da SIT Regione Liguria febbraio 2012)

3.1 Suscettività al dissesto (da Piano di Bacino)
Pg3a - Pg2 - Pg1 (Pg3 interessata solo in modo marginale)

3.2 Inventario fenomeni franosi - Progetto I.F.F.I.
a) Tipo di frana
- Superficiale
- Colamento
- Scorrimento o scivolamento
- Scorrimento o scivolamento rotazionale
- Scorrimento o scivolamento planare
- Crollo o ribaltamento
- Complessa ☒
- Area a franosità diffusa

b) Stati di attività
- attiva
- quiescente ☒
- relitta

c) Deformazione gravitativa profonda di versante

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO (Allegato 2 - Stralcio carta geologica GEO0002)
L'area dell'imbocco si imposta nell'Unità Tettonometamorfica Palmaro Caffarella e Voltri, qui rappresentate da Calcescisti.

Calcescisti (CS)
Con questo termine si indicano metasedimenti di varia composizione: si riconosce un'alternanza di scisti carbonatici più o meno filladici o marmorei e di scisti quarzoso micacei.
Sono caratterizzati da una scistosità marcata, legata a diverse generazioni di deformazioni.

La foliazione principale riportata in carta, definita da minerali in facies scisti verdi, ha allineato, oltre alla superficie litologica originaria, anche altre superfici tettoniche che non risultano più differenziabili. La foliazione principale risulta piegata più o meno blandamente dalle successive fasi deformative.
I Calcescisti sono talvolta associati a bande trasposte di metabasiti (di spessore decametrico) disposte parallelamente rispetto alla foliazione pervasiva principale.
I calcescisti carbonatici appaiono di colore da marrone (superficie debolmente alterata) a grigio (frattura fresca), mentre se sono più profondamente alterati assumono colorazioni rossastre.

La foliazione principale risulta molto variabile ma per lo più immergente verso S-SE-E con inclinazione prevalentemente elevata fino a subverticale.

In questo ambito non è stato possibile realizzare nè i sondaggi nè le indagini geofisiche previste a causa dell'opposizione del proprietario. Lo stendimento sismico più prossimo all'area (L10) non è interessa l'imbocco ma il tratto in viadotto. E' stato invece realizzato un rilievo geomeccanico sugli affioramenti sovrastanti l'imbocco della Galleria Ciocia S (R60).

5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO (Allegato 3 - Stralcio carta geomorfologica GEO0020)

L’area di interesse si sviluppa lungo il versante idrografico destro del Torrente Leiro. Il versante si presenta con acclività abbastanza elevata e terrazzato. Nella planimetria sono state distinte e rappresentate le forme ed i fenomeni che possono avere interesse pratico nei confronti della realizzazione delle opere previste.
In particolare nell'area dell'imbocco della canna E della Galleria Voltri è segnalata un'area di frana attiva - la planimetria redatta dagli Enti limitano l'area di dissesto a quote più elevate rispetto alla planimetria di progetto che distingue la zona di scarpata rispetto a quella di accumulo, che viene prolungata fino al fondo dell'incisione torrentizia sottostante.
In generale la presenza di una frana attiva è da considerarsi indice di attenzione, pertanto l'intero versante dovrà essere considerato come predisposto al dissesto.

6. VERIFICA DEL GRADO DI INTERFERENZA TRA ELEMENTI DI PROGETTO E ELEMENTI DI DISSESTO

Le opere di imbocco interferiscono con il piede dell'area di frana attiva, anche se non perpendicolarmente ad essa. La frana si sviluppa nella parte di monte rispetto agli imbocchi, sino a poco al di sopra dell’area di piazzale e quindi è considerata interferente con le opere. Planimetricamente le opere sono interessate solo lateralmente, verso sud, dal corpo di frana.

7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Nell’intorno dell’area di imbocco non sono presenti indagini geognostiche.

Facendo riferimento a quanto risulta nelle zone limitrofe all'imbocco, caratterizzate dalle stesse formazioni, è stata adottata la seguente sequenza stratigrafica:

- da p.c. a 10.0 m da p.c. – COLTRE di copertura dell'ammasso roccioso: depositi costituiti principalmente da sabbie limose con presenza di ciottoli.
- da 10.0 m a 16.0 m da p.c. – CAPPELLACCIO, ovvero livello di alterazione della formazione degli Calcescisti, avente caratteristiche geomeccaniche più scadenti rispetto alla formazione di base (CS-CAP).
- al di sotto di 16.0 m da p.c. – SUBSTRATO: formazione di base, Calcescisti (CS).

Si segnala che i parametri di resistenza e lo spessore della coltre sono stati determinati mediante back analysis (cfr. Allegato 4), mentre i parametri relativi al cappellaccio ed al substrato sono stati desunti dalla Relazione Geotecnica (cfr. elaborato APE-001).
La quota di falda di progetto è stata posizionata a circa 3.0 m di profondità da piano campagna.

8. DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI IMBOCCO

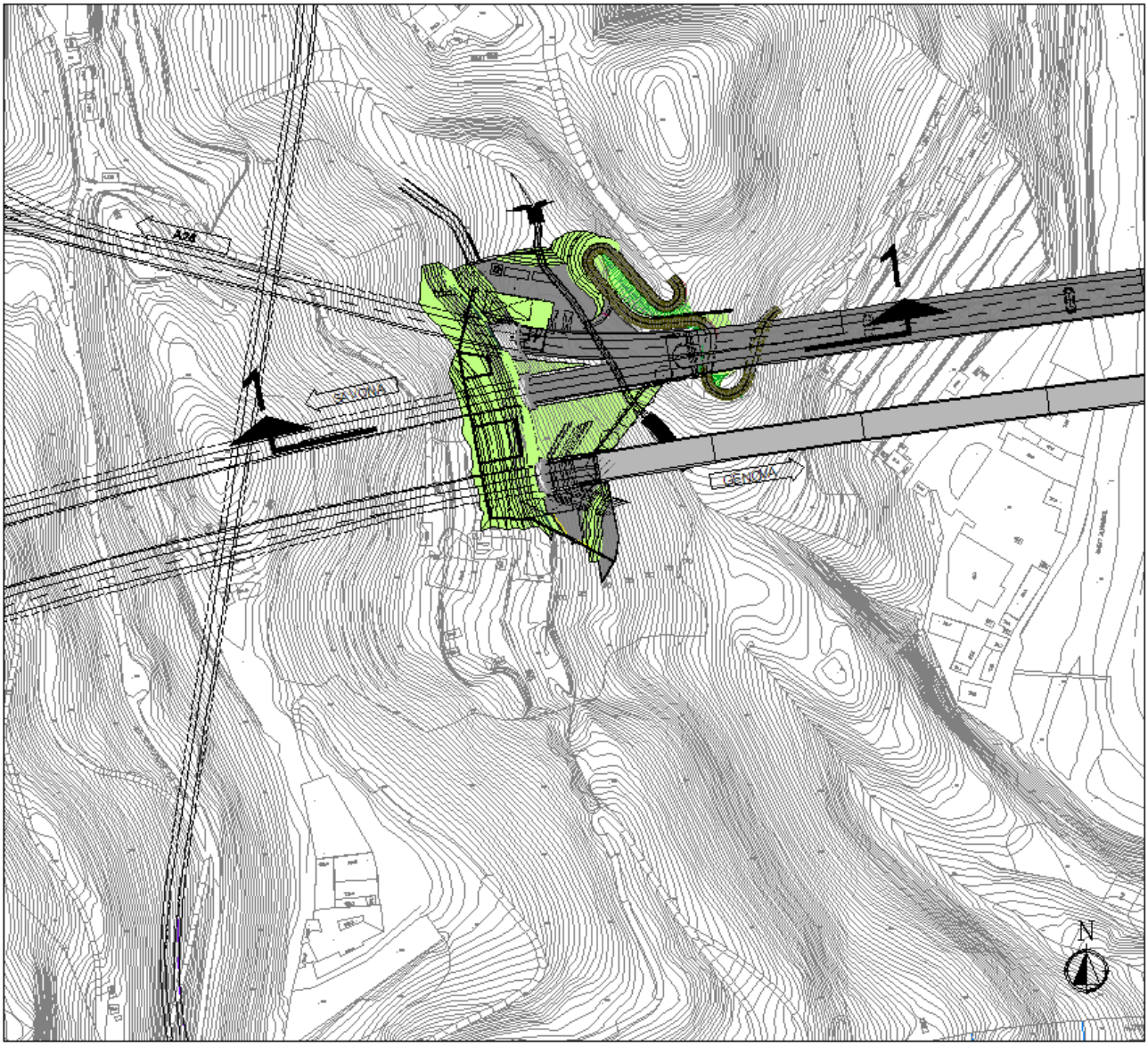
La presenza del corpo di frana in corrispondenza delle opere di imbocco ha portato alla necessità di prevedere opere di contenimento intese a evitare lo sviluppo di fenomeni deformativi rilevanti.
Il dimensionamento delle opere è stato condotto al fine di evitare l'innesco di fenomeni di instabilità in aree già classificate come critiche, contenendo il più possibile gli spostamenti indotti dagli scavi. La criticità è stata estesa a tutto lo sviluppo della paratia, e non solo alla zona interessata dalla frana.
Si è inoltre posta particolare attenzione nel controllo degli scarichi delle acque meteoriche o di altra natura, presenti sui piazzali di imbocco, che sono convogliate in un sistema di gestione e controllo idraulico delle acque stesse (vedi Capitolo 9).
Resta ovviamente il problema ingegneristico di garantire la stabilità delle opere di imbocco in presenza della frana, ovvero in presenza di parametri di resistenza residui in corrispondenza delle superfici di scivolamento.
Le superfici di scivolamento critiche sono state definite facendo riferimento alle indicazioni delle carte geomorfologiche e alla morfologia dei versanti. Tali superfici appaiono correre al letto delle coltri superficiali, al di sopra della formazione di substrato.
Al fine di verificare l'affidabilità del modello (geometria delle superfici di scivolamento e livelli di falda) si è poi verificato che i valori di ϕ'_{res} ottenuti da back-analysis (in corrispondenza di fattori di sicurezza unitari) fossero prossimi ai valori ottenuti dalla caratterizzazione geotecnica generale delle formazioni coinvolte.
In relazione alle problematiche sopra individuate, si è cercato, per quanto possibile, di limitare le ampiezze dei fronti di scavo tenendo ovviamente presenti le necessità funzionali relative all'impiantistica e garantendo le ampiezze di piazzali antistanti gli imbocchi nelle misure tali da garantire il transito della fresa. Inoltre, al fine di limitare le altezze dei fronti di scavo, ai lati degli imbocchi delle gallerie e tra gli imbocchi delle due canne adiacenti, sono stati lasciati ampi contrafforti; i contrafforti, delimitati da opere di sostegno tirantate, hanno lo scopo non solo di ridurre le altezze complessive di scavo ma anche di contenere le deformazioni dei fronti stessi.
In ogni caso si è dovuta garantire la copertura minima, al di sopra della calotta della galleria. Le soluzioni progettuali previste e il loro dimensionamento sono riportate negli specifici elaborati progettuali.
Le opere di contenimento degli scavi necessari alla realizzazione dell'imbocco lato Genova

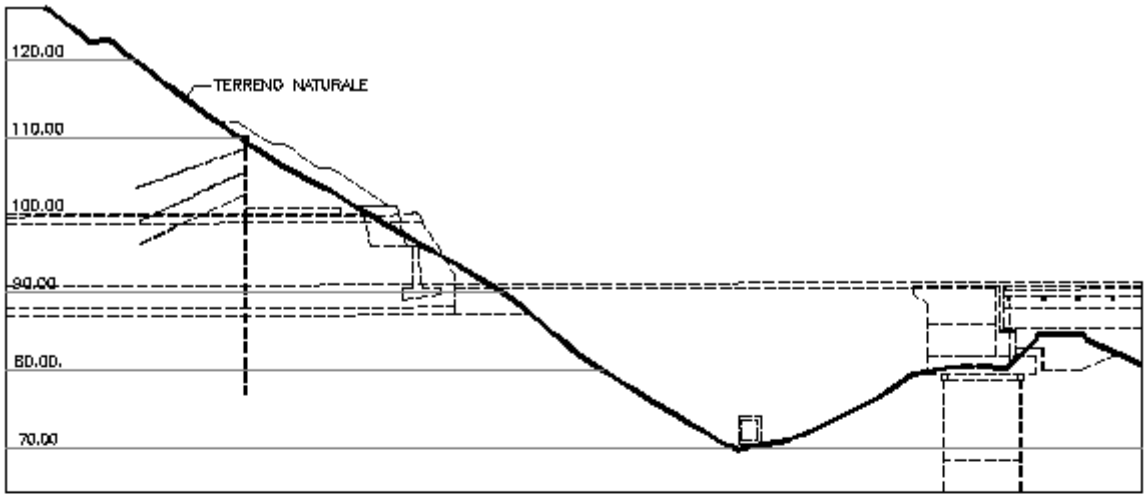
delle due Gallerie Voltri, canna Est e canna Ovest e dell'imbocco lato Genova della galleria Ciocia/Delle Grazie, sono costituite da paratie di micropali multitirantate. Nel seguito si riporta uno stralcio planimetrico di tali paratie. Per il dettaglio delle verifiche geotecniche di tali opere, condotte ai sensi della Normativa vigente, si rimanda all'elaborato APE-186.

Imbocco lato GENOVA

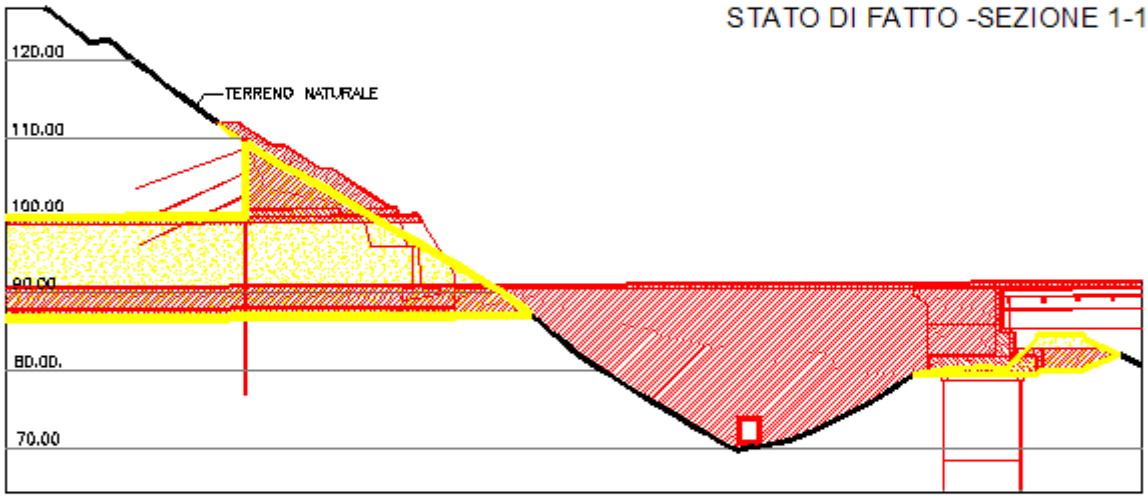


Nel seguito si riportano le sezioni di confronto tra lo stato attuale, le demolizioni/nuove costruzioni e lo stato di progetto (cfr. elaborato AUA-121). La sezione 1-1 è riportata nel seguente stralcio planimetrico.

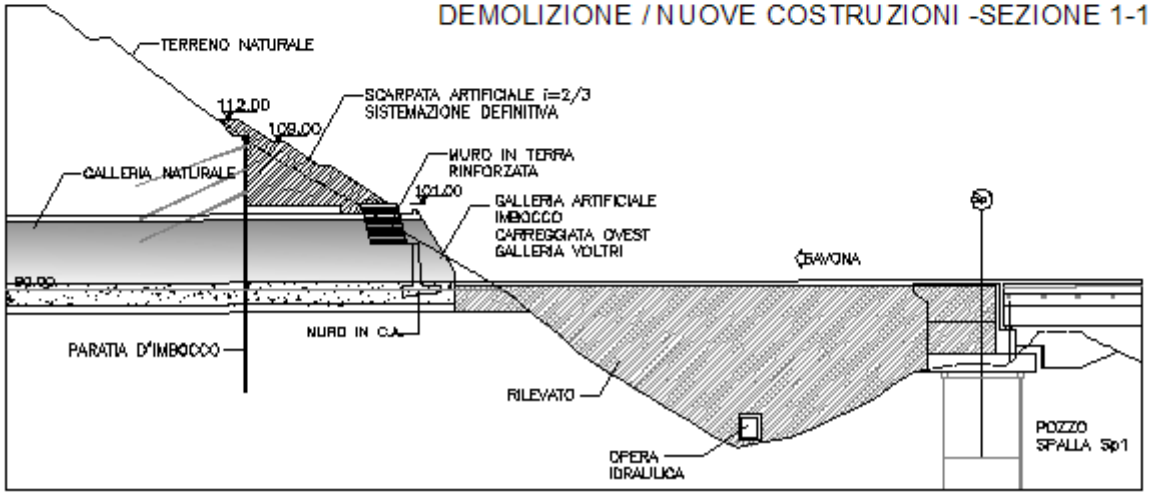

A26
SAVONA
GENOVA
N



STATO DI FATTO -SEZIONE 1-1



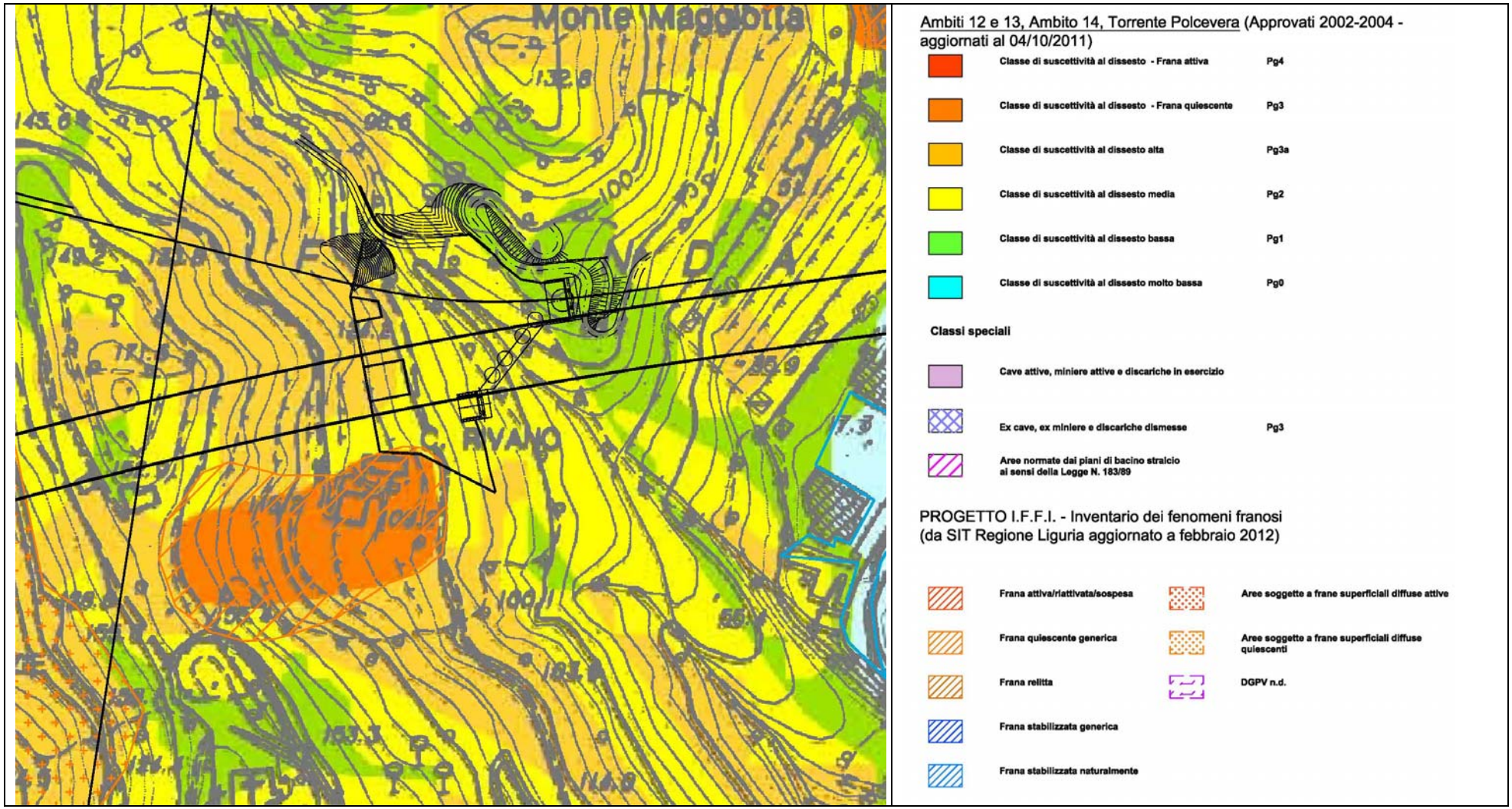
DEMOLIZIONE / NUOVE COSTRUZIONI -SEZIONE 1-1



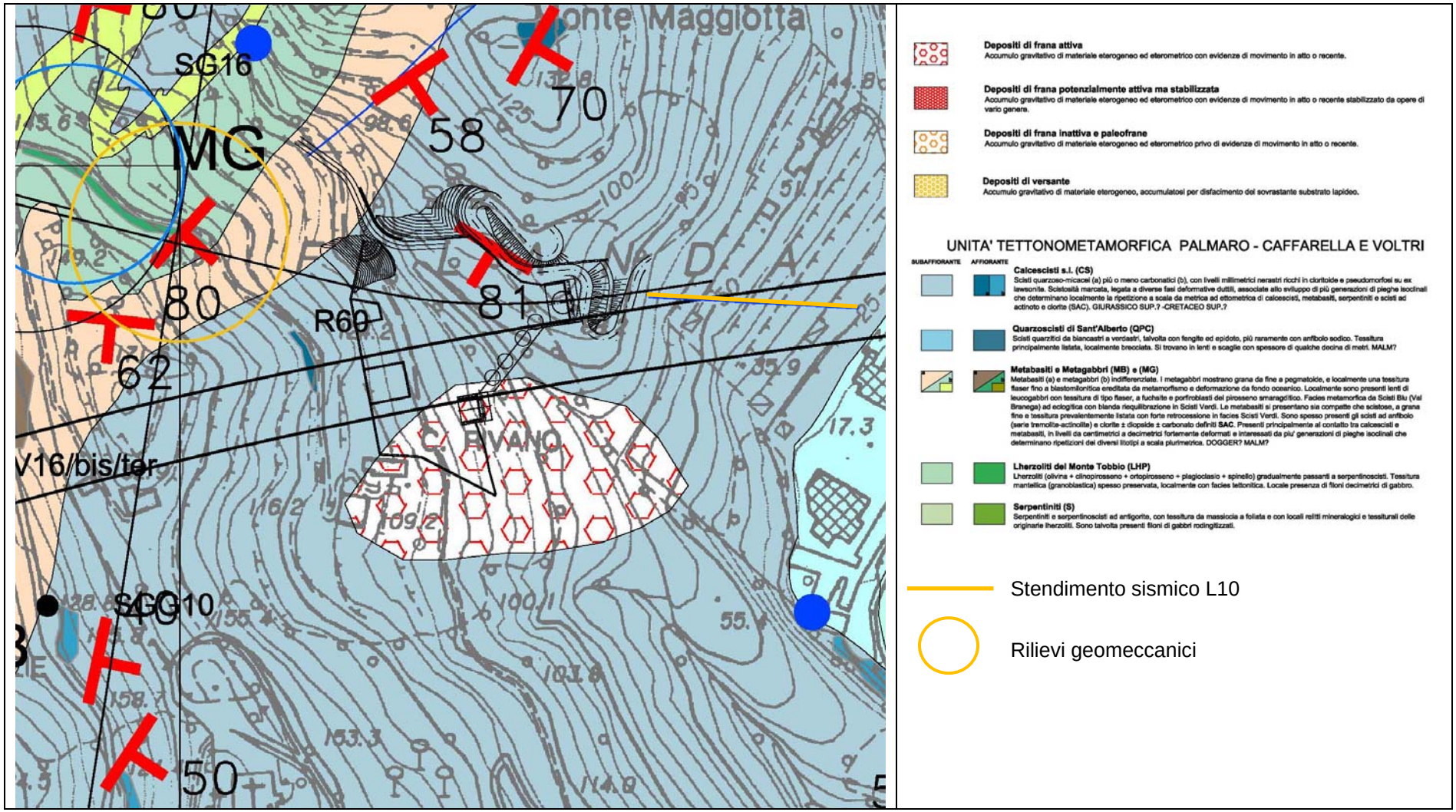
PROGETTO -SEZIONE 1-1

9. DRENAGGIO ACQUE DI VERSANTE

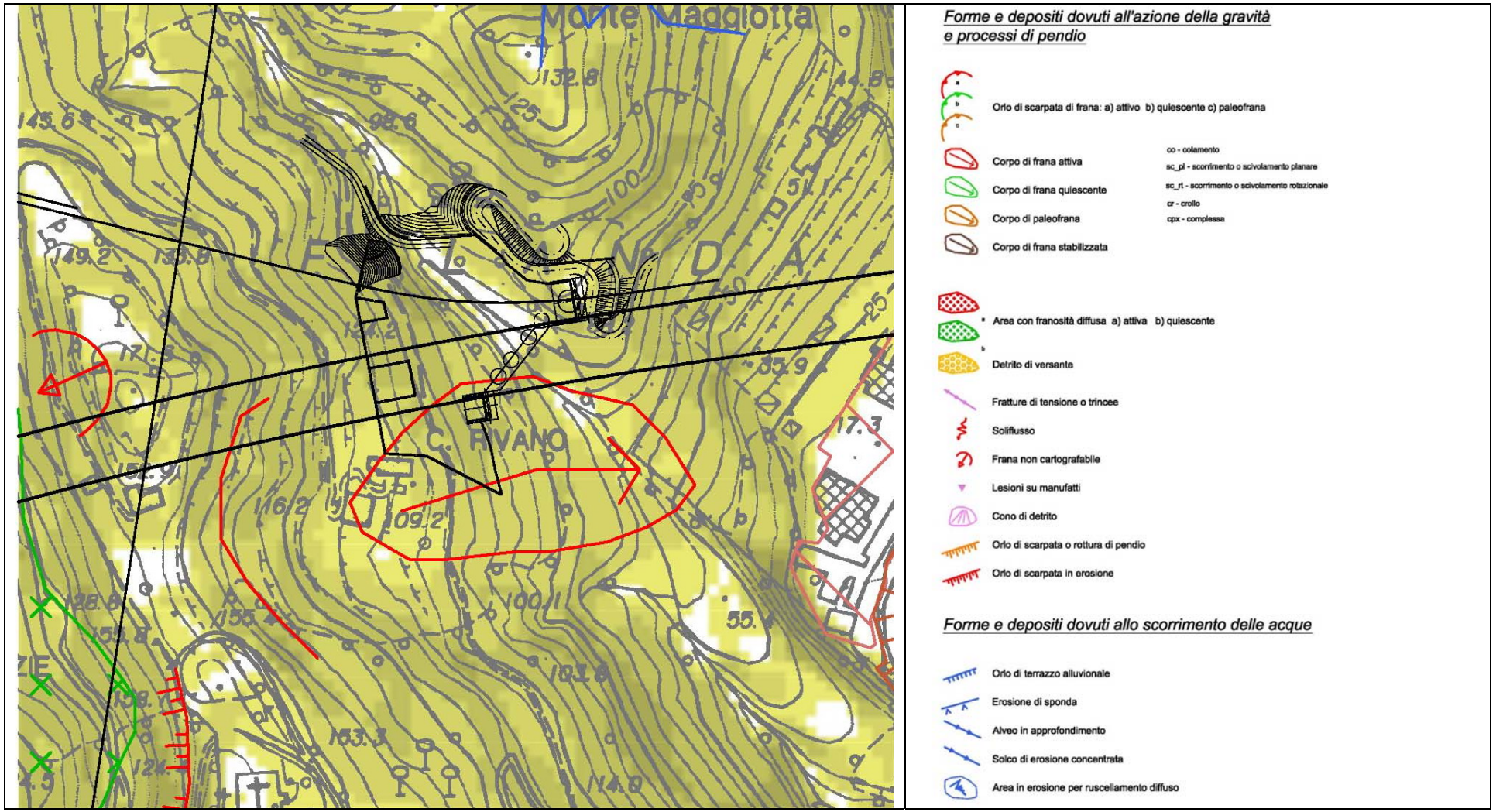
Come già anticipato nella parte generale introduttiva della presente controdeduzione (CDED 13), è stato previsto un sistema di drenaggio volto a garantire la regimentazione delle acque di versante e di piazzale (cfr. elaborato IDR-0253 del PD pubblicato), al fine della definitiva stabilizzazione del versante stesso.



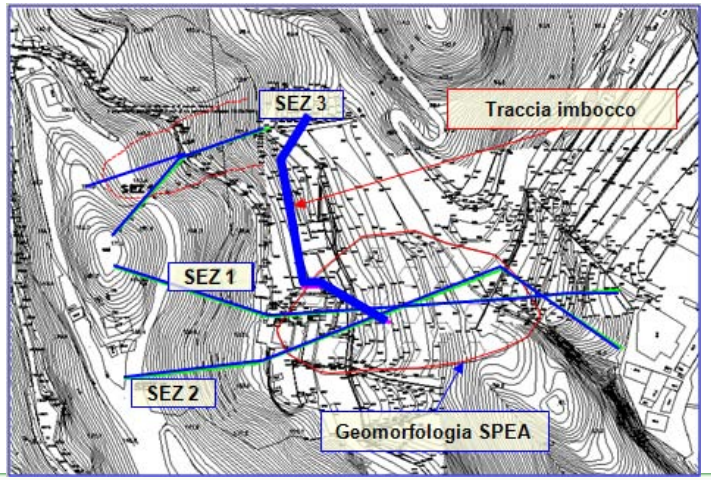
ALLEGATO 1 - Stralcio Carta dei vincoli

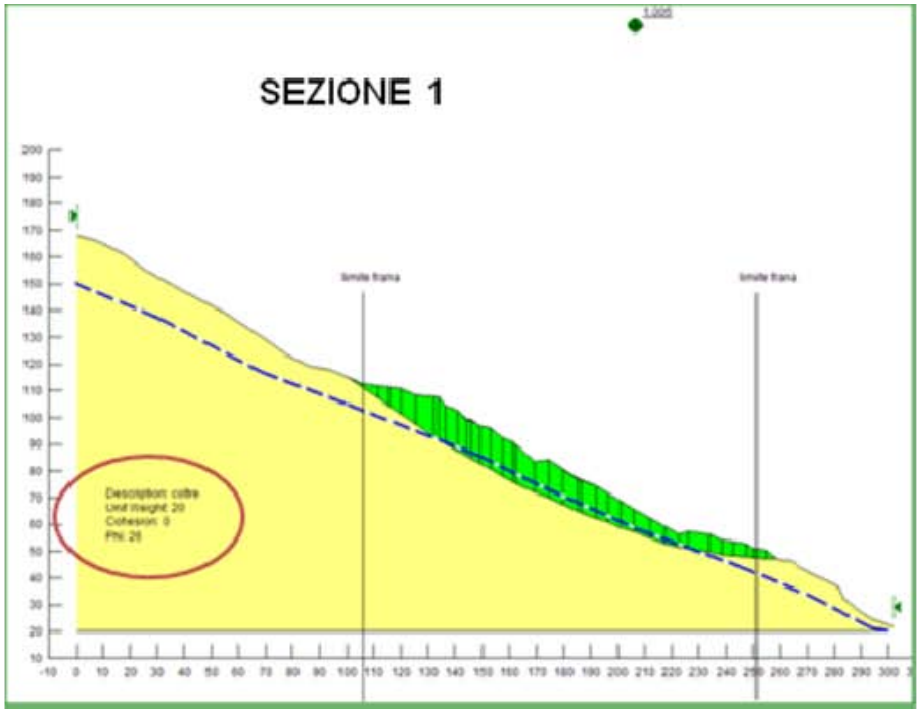


ALLEGATO 2 - Stralcio Carta geologica e indagini



ALLEGATO 3 - Stralcio Carta geomorfologica







ALLEGATO 4 – Back analysis

ALLEGATO 5

GALLERIA AMANDOLA

IMBOCCO LATO SAVONA

Allegati alla Scheda:

- *Allegato n.1* - Stralcio Carta dei vincoli GEO0028
- *Allegato n.2* - Stralcio carta geologica e indagini GEO0002
- *Allegato n.3* - Stralcio carta geomorfologica GEO0020
- *Allegato n.4* – Risultati back-analysis

1. ELEMENTI IDENTIFICATIVI:
LOCALITA': VOLTRI
COMUNE: GENOVA
PROVINCIA: GENOVA
BACINO: AMBITI 12 e 13

2. CARTOGRAFIA
CTR 1:10.000: 213130 - 213140

3. VINCOLI (Allegato 1 - Stralcio Carta dei vincoli GEO0028)
La carta è stata aggiornata recependo i seguenti documenti:
- Carta della suscettività al dissesto aggiornata al 04/10/11
- Inventario fenomeni franosi - Progetto I.F.F.I.(download da SIT Regione Liguria febbraio 2012)

3.1 Suscettività al dissesto (da Piano di Bacino)
Pg3a - Pg2 - Pg1 (Pg3 interessata solo in modo marginale)

3.2 Inventario fenomeni franosi - Progetto I.F.F.I.
a) Tipo di frana
- Superficiale
- Colamento
- Scorrimento o scivolamento
- Scorrimento o scivolamento rotazionale
- Scorrimento o scivolamento planare
- Crollo o ribaltamento
- Complessa ☒
- Area a franosità diffusa

b) Stati di attività
- attiva
- quiescente ☒
- relitta

c) Deformazione gravitativa profonda di versante

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO (Allegato 2 - Stralcio carta geologica GEO0002)
L'area dell'imbocco si imposta nell'Unità Tettonometamorfica Palmaro Caffarella e Voltri, qui rappresentate da Calcescisti con lenti di Metagabbri.

Calcescisti (CS)
Con questo termine si indicano metasedimenti di varia composizione: si riconosce un'alternanza di scisti carbonatici più o meno filladici o marmorei e di scisti quarzoso micacei.
Sono caratterizzati da una scistosità marcata, legata a diverse generazioni di deformazioni.

La foliazione principale riportata in carta, definita da minerali in facies scisti verdi, ha allineato, oltre alla superficie litologica originaria, anche altre superfici tettoniche che non risultano più differenziabili. La foliazione principale risulta piegata più o meno blandamente dalle successive fasi deformative.
I Calcescisti sono talvolta associati a bande trasposte di metabasiti (di spessore decametrico) disposte parallelamente rispetto alla foliazione pervasiva principale.
I calcescisti carbonatici appaiono di colore da marrone (superficie debolmente alterata) a grigio (frattura fresca), mentre se sono più profondamente alterati, come nell'area in oggetto, assumono colorazioni rossastre.

Metagabbri (MG)
I metagabbri si presentano in affioramento come molto compatti, resistenti e formano lenti di qualche centinaio di metri, distribuite all'interno sia dei Calcescisti, sia delle Serpentiniti. Sono stati distinti in affioramento due categorie di metagabbri: un tipo preserva minerali di paragenesi eclogitica, mentre l'altro mostra una spiccata retrocessione metamorfica in facies scisti verdi. Quando non è stato possibile definire a quale di queste categorie appartenessero alcuni metagabbri, li si è indicati con il termine litologico generico. I metagabbri affiorano in un'area prossima agli imbocchi (in facies indifferenziata) ma non sono stati riscontrati nei sondaggi.

La foliazione principale immerge verso S-SE con inclinazione variabile da blanda ad elevata.

Nell'area dell'imbocco sono stati realizzati due sondaggi a carotaggio (VV10 e VV11), due a distruzione per prove Cross Hole, quattro stese di geofisica a rifrazione (L6-L7-L8-L9) e un rilievo geomeccanico di dettaglio (R68). A valle dell'imbocco sono stati realizzati anche due sondaggi per il tratto in viadotto (VV11 e VV12).
Dalla stratigrafia del sondaggio VV11, lo spessore dei depositi di copertura è pari a circa 3 m mentre la fascia ad intensa alterazione arriva fino a circa 15 m. La soggiacenza della falda - misurata il 19/01/11 - risultava essere -13.51 m da p.c..
Nel sondaggio VV10 , lo spessore dei depositi di copertura è pari a circa 1-2 m mentre la fascia ad intensa alterazione arriva fino a circa 27 m. La soggiacenza della falda - misurata il 19/01/11 - risultava essere -35.28 m da p.c..

5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO (Allegato 3 - Stralcio carta geomorfologica GEO0020)
L'area di interesse si sviluppa lungo il versante idrografico sinistro del Torrente Leiro. Il versante si presenta con acclività medio-alta e terrazzato. Nella planimetria sono state distinte e rappresentate le forme ed i fenomeni che possono avere interesse pratico nei confronti della realizzazione delle opere previste.
In particolare nei pressi dell'imbocco della canna E è presente un'area di detrito di versante, privo di indizi di attività "recente". Nella planimetria è riportato sia l'accumulo sia la scarpata. Per la canna W non sono evidenti dissesti attivi o quiescenti.

La cartografia redatta dagli enti segnala un'area di frana complessa quiescente disposta in prossimità dell'estremo settentrionale dell'area d'imbocco; gli elementi geomorfologici di

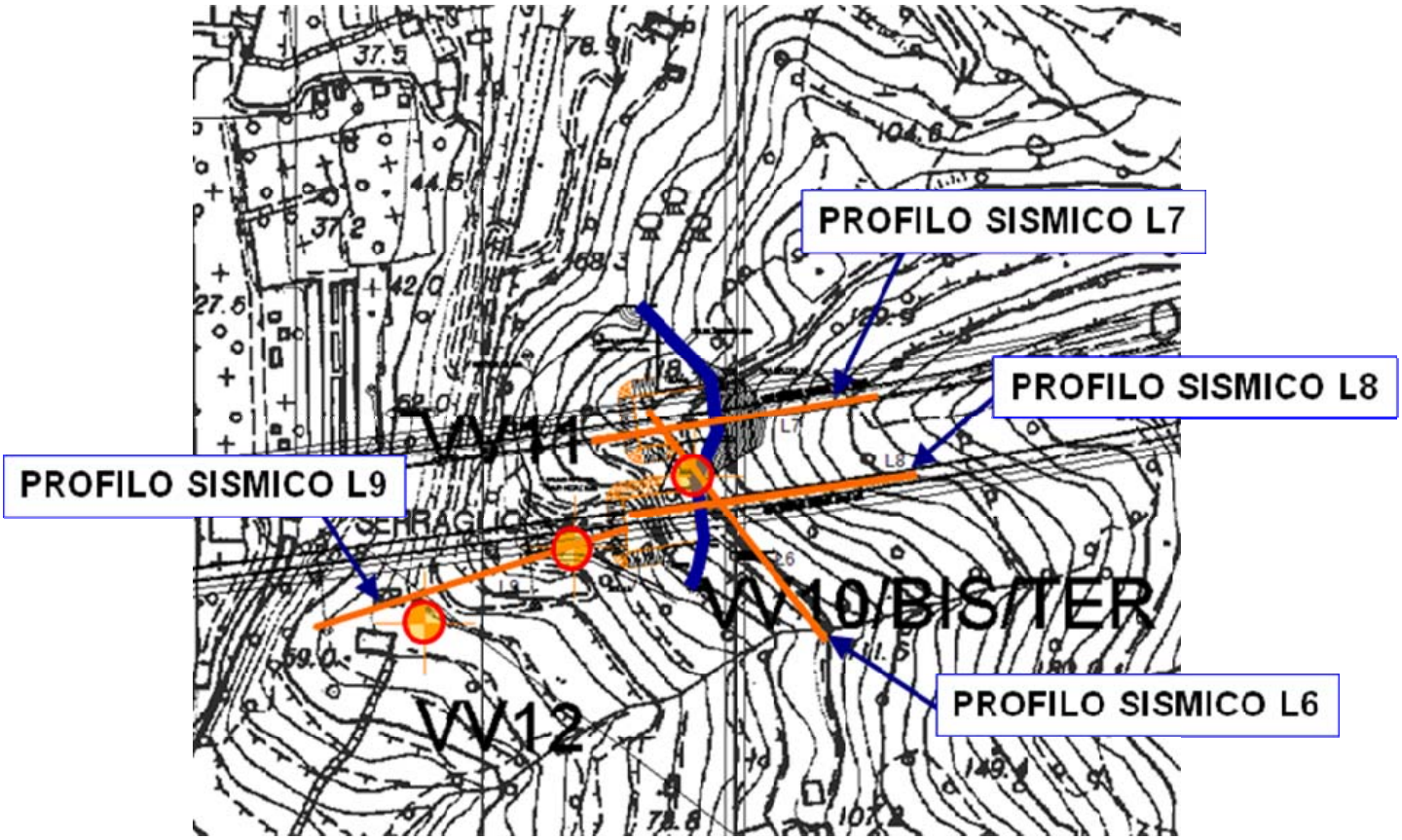
instabilità attualmente non risultano evidenti, ma l'elevato spessore elle coltri detritiche può essere indice di versanti predisposti al dissesto; pertanto resta intesa la necessità di considerare i dissesti segnalati da IFFI nell'ambito delle verifiche geotecniche eseguite per le opere d'imbocco.

6. VERIFICA DEL GRADO DI INTERFERENZA TRA ELEMENTI DI PROGETTO E ELEMENTI DI DISSESTO

Le opere di imbocco interferiscono con un’ampia area interessata dalla presenza detriti di versante, con una alta suscettività al dissesto. A valle dell'imbocco è presente una area di frana quiescente che non interferisce direttamente con le opere.

7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le indagini disponibili nell’intorno dell’area di imbocco sono riportate nel seguente stralcio planimetrico.



Le cassette con il materiale rinvenuto nei sondaggi e i risultati delle prospezioni geofisiche eseguite sono riportati nelle figure seguenti:

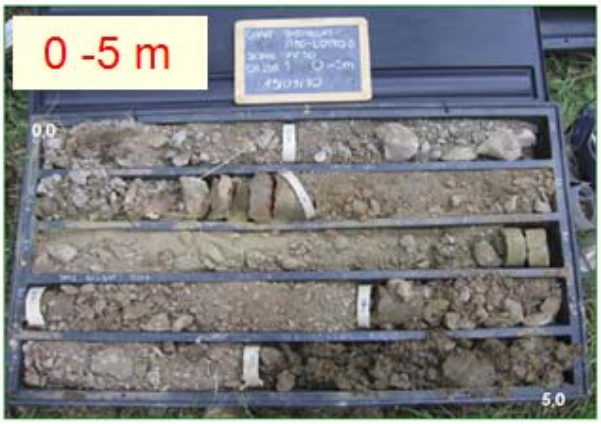


FOTO 1 (profondità 0,0-5,0 metri) Cassetta n°1

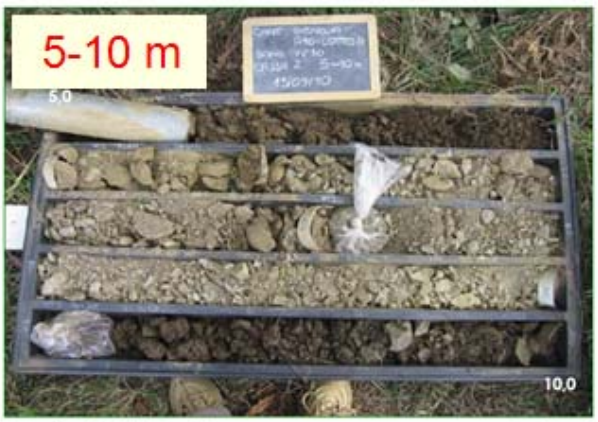


FOTO 2 (profondità 5,0-10,0 metri) Cassetta n°2



FOTO 3 (profondità 10,0-15,0 metri) Cassetta n°3

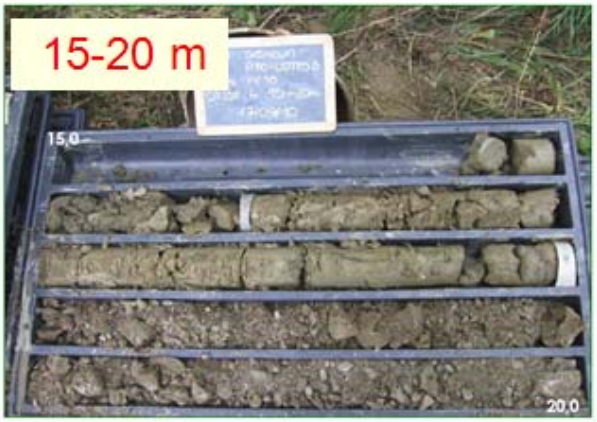


FOTO 4 (profondità 15,0-20,0 metri) Cassetta n°4

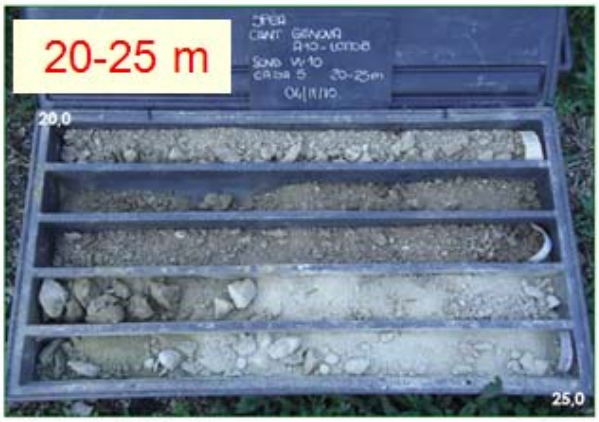


FOTO 5 (profondità 20,0-25,0 metri) Cassetta n°5

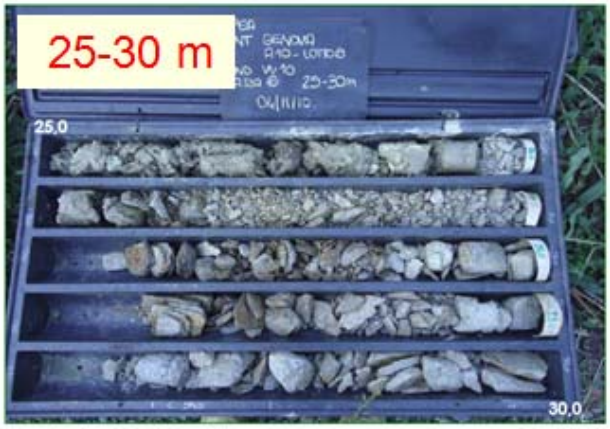


FOTO 6 (profondità 25,0-30,0 metri) Cassetta n°6



FOTO 7 (profondità 30,0-35,0 metri) Cassetta n°7



FOTO 8 (profondità 35,0-40,0 metri) Cassetta n°8

Sondaggio VV10



FOTO 1 (profondità 0,0-5,0 metri) Cassetta n°1

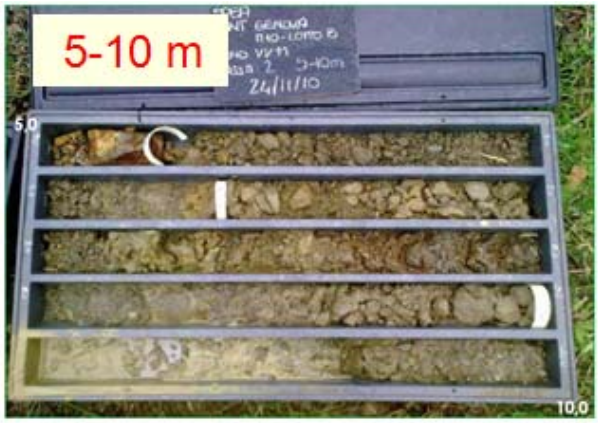


FOTO 2 (profondità 5,0-10,0 metri) Cassetta n°2



FOTO 3 (profondità 10,0-15,0 metri) Cassetta n°3



FOTO 4 (profondità 15,0-20,0 metri) Cassetta n°4



FOTO 5 (profondità 20,0-25,0 metri) Cassetta n°5



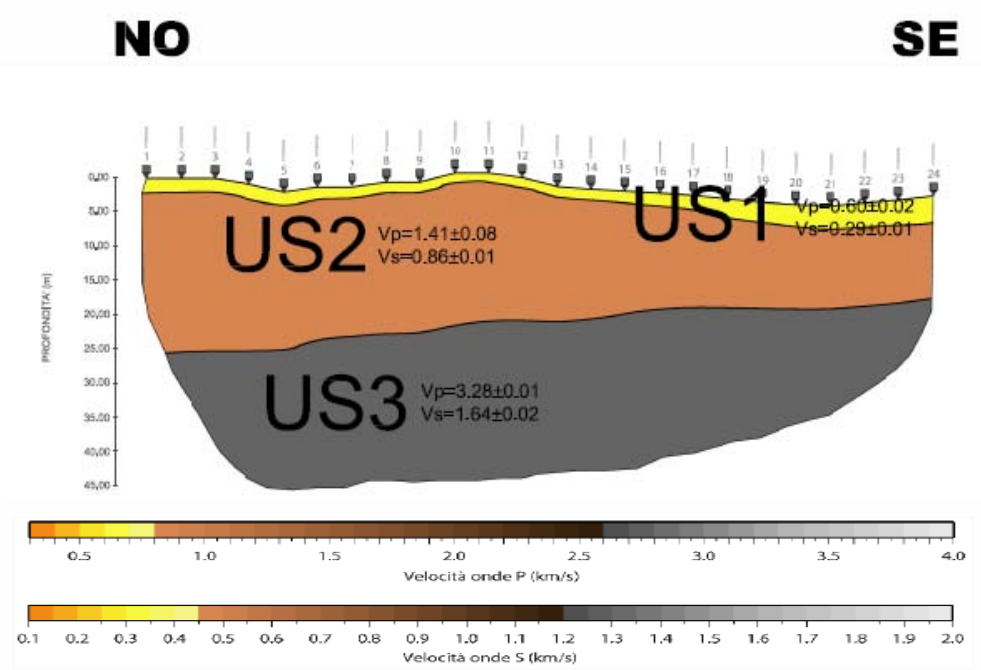
FOTO 6 (profondità 25,0-30,0 metri) Cassetta n°6



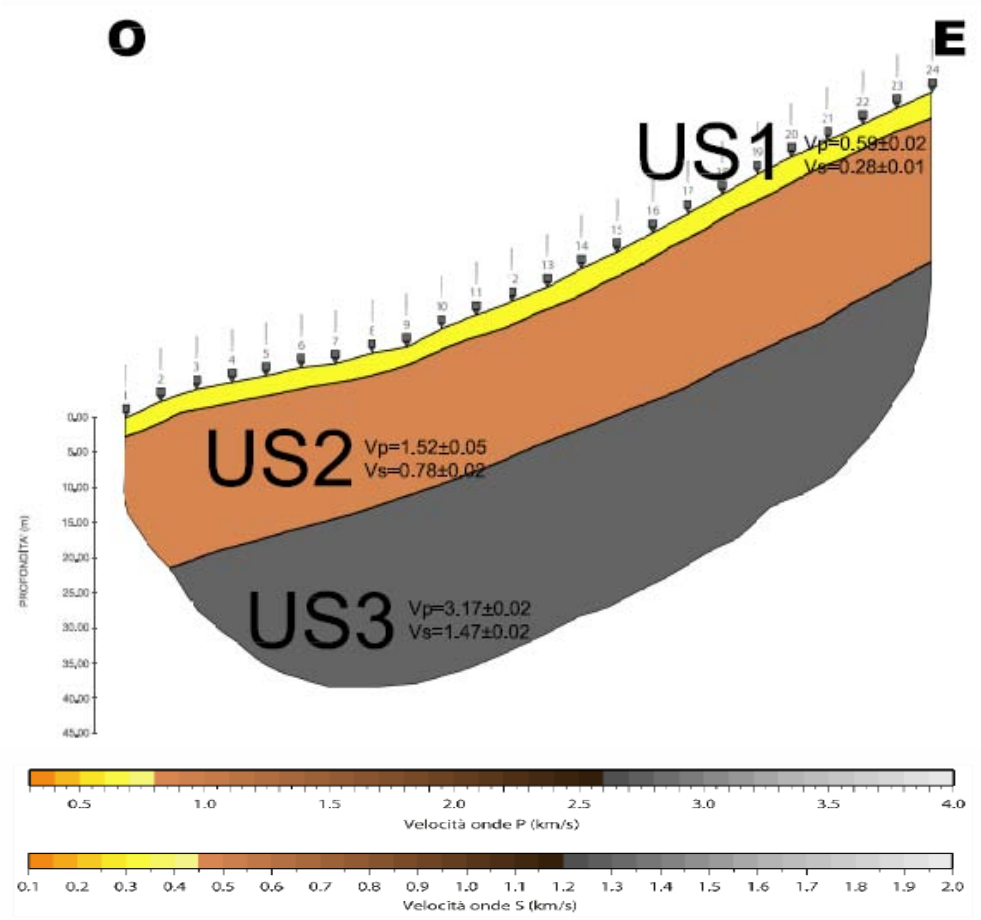
FOTO 7 (profondità 30,0-35,0 metri) Cassetta n°7



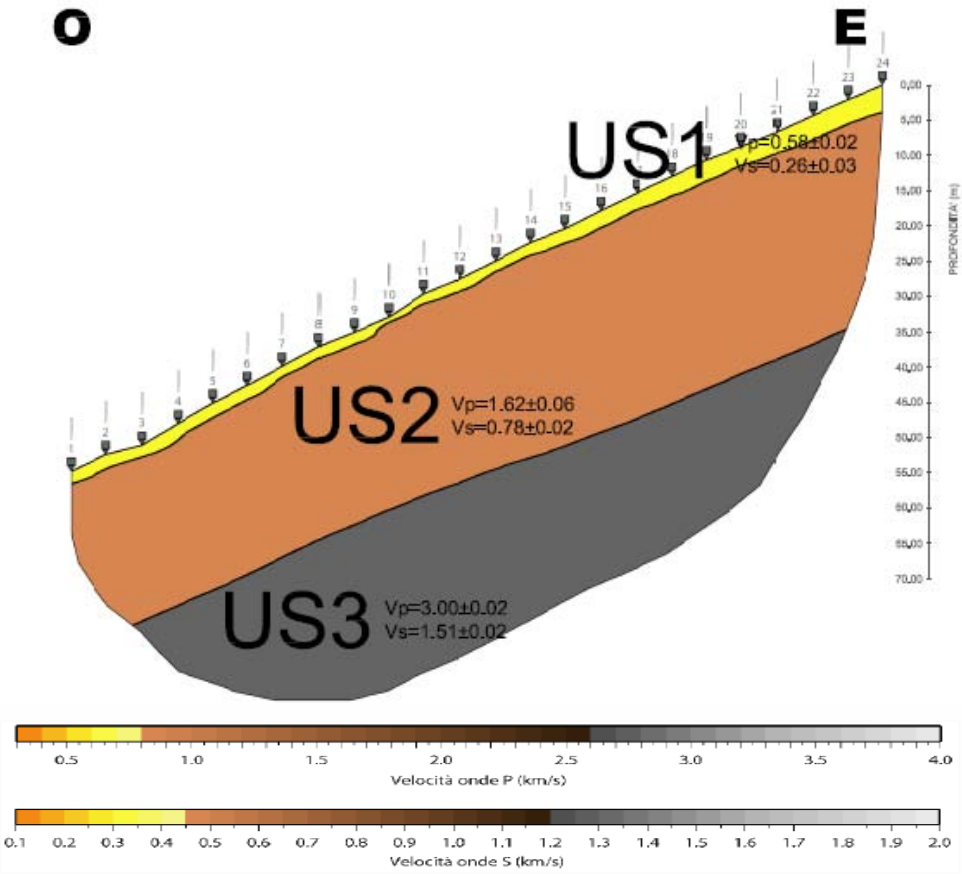
FOTO 8 (profondità 35,0-40,0 metri) Cassetta n°8



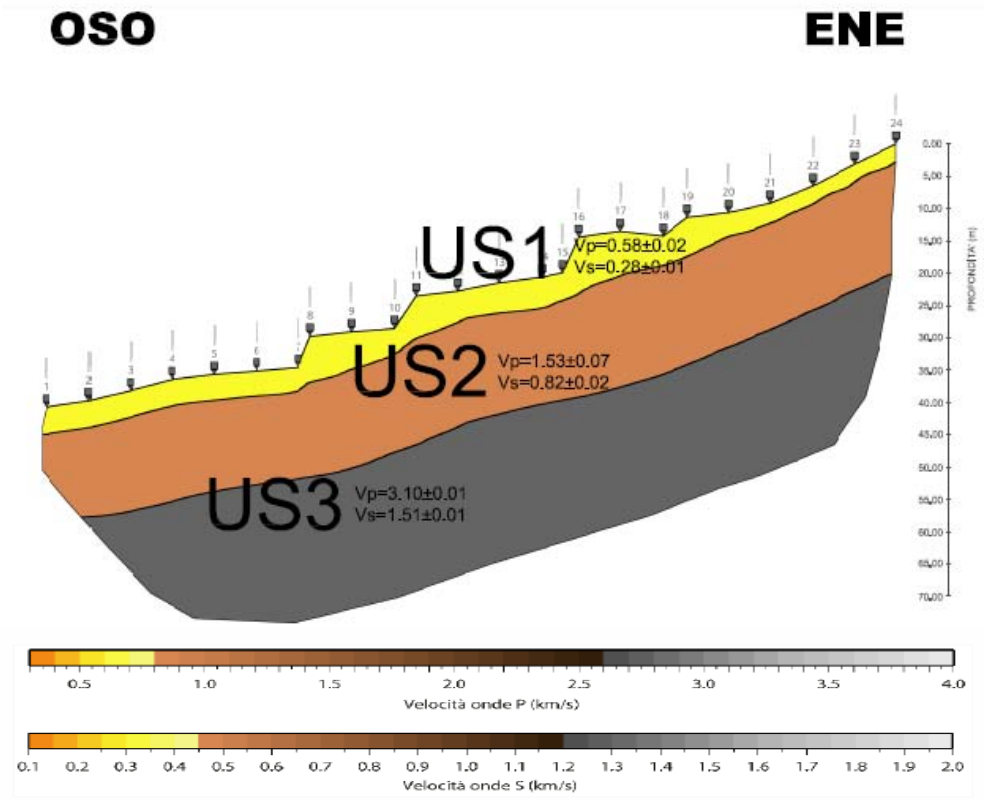
Profilo sismico L6



Profilo sismico L7



Profilo sismico L8



Profilo sismico L9

Facendo riferimento a quanto rilevato dai sondaggi VV10 e VV11, effettuati nell'ambito della campagna d'indagini geognostiche 2010 e ubicati in prossimità dell'opera d'imbocco in oggetto, è stata adottata la seguente sequenza stratigrafica:

- da p.c. a 10.0 m da p.c. – COLTRE su CS - copertura dell'ammasso roccioso: depositi costituiti principalmente da sabbie limose con presenza di ciottoli.
- da 10.0 m a 20.0 m da p.c. – CAPPELLACCIO ALTERATO - livello di alterazione della formazione dei Calcescisti - Micascisti (CS-CAP), avente caratteristiche geomeccaniche più scadenti rispetto alla formazione di base. In questo tratto la formazione risulta fortemente alterata
- da 20.0 m a 30.0 m da p.c. – CAPPELLACCIO - livello di alterazione della formazione dei Calcescisti - Micascisti (CS-CAP), avente caratteristiche geomeccaniche più scadenti rispetto alla formazione di base.
- al di sotto di 30.0 m da p.c. – SUBSTRATO - formazione di base, Calcescisti (CS).

Si segnala che i parametri di resistenza e lo spessore della coltre sono stati determinati mediante back analysis (cfr. Allegato 4), mentre i parametri relativi al cappellaccio ed al substrato sono stati desunti dalla Relazione Geotecnica (cfr. elaborato APE-001).
La quota di falda di progetto è stata posizionata a circa 3.0 m di profondità da piano campagna.

8. DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI IMBOCCO

La presenza di un'area caratterizzata da depositi di versante potenzialmente instabili, in corrispondenza delle opere di imbocco, ha portato alla necessità di prevedere opere di contenimento intese a evitare lo sviluppo di fenomeni deformativi rilevanti.

Il dimensionamento delle opere è stato condotto al fine di evitare l'innesco di fenomeni di instabilità in aree già classificate come critiche, contenendo il più possibile gli spostamenti indotti dagli scavi.

Si è inoltre posta particolare attenzione nel controllo degli scarichi delle acque meteoriche o di altra natura, presenti sui piazzali di imbocco, che sono convogliate in un sistema di gestione e controllo idraulico delle acque stesse (vedi Capitolo 9)

Resta ovviamente il problema ingegneristico di garantire la stabilità delle opere di imbocco in presenza di parametri di resistenza residui in corrispondenza delle superfici di scivolamento.

Le superfici di scivolamento critiche sono state definite facendo riferimento alle stratigrafie dei sondaggi e/o dei risultati dell'indagine geofisica e alla morfologia dei versanti. Tali superfici appaiono correre al letto delle coltri superficiali, al di sopra della formazione di substrato.

Al fine di verificare l'affidabilità del modello (geometria delle superfici di scivolamento e livelli di falda) si è poi verificato che i valori di ϕ'_{res} ottenuti da back-analysis (in corrispondenza di fattori di sicurezza unitari) fossero prossimi ai valori ottenuti dalla caratterizzazione geotecnica generale delle formazioni coinvolte.

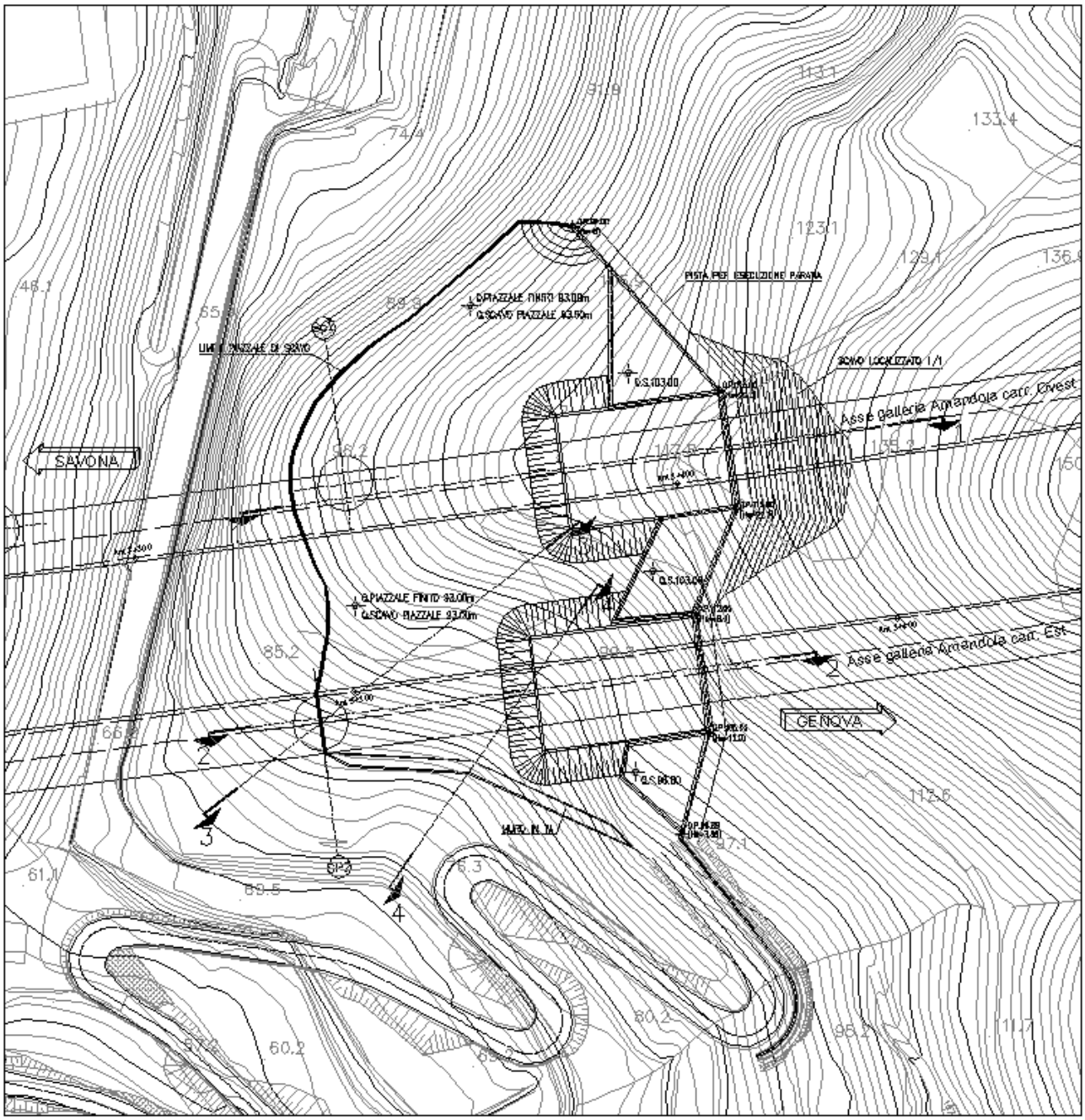
In relazione alle problematiche sopra individuate, si è cercato, per quanto possibile, di limitare le ampiezze dei fronti di scavo tenendo ovviamente presenti le necessità funzionali relative all'impiantistica e garantendo le ampiezze di piazzali antistanti gli imbocchi, dove sono necessari spazi di notevoli dimensioni per le operazioni di smontaggio delle attrezzature e stoccaggio provvisorio dei pezzi. Sul piazzale di imbocco, infatti, la testa della fresa deve essere smontata per poi essere trasportata sul piazzale dell'imbocco Genova della Galleria Borgonuovo, per essere di nuovo rimontata.

Inoltre, al fine di limitare le altezze dei fronti di scavo, ai lati degli imbocchi delle gallerie e tra gli imbocchi delle due canne adiacenti, sono stati lasciati ampi contrafforti; i contrafforti, delimitati da opere di sostegno tirantate, hanno lo scopo non solo di ridurre le altezze complessive di scavo ma anche di contenere le deformazioni dei fronti stessi.

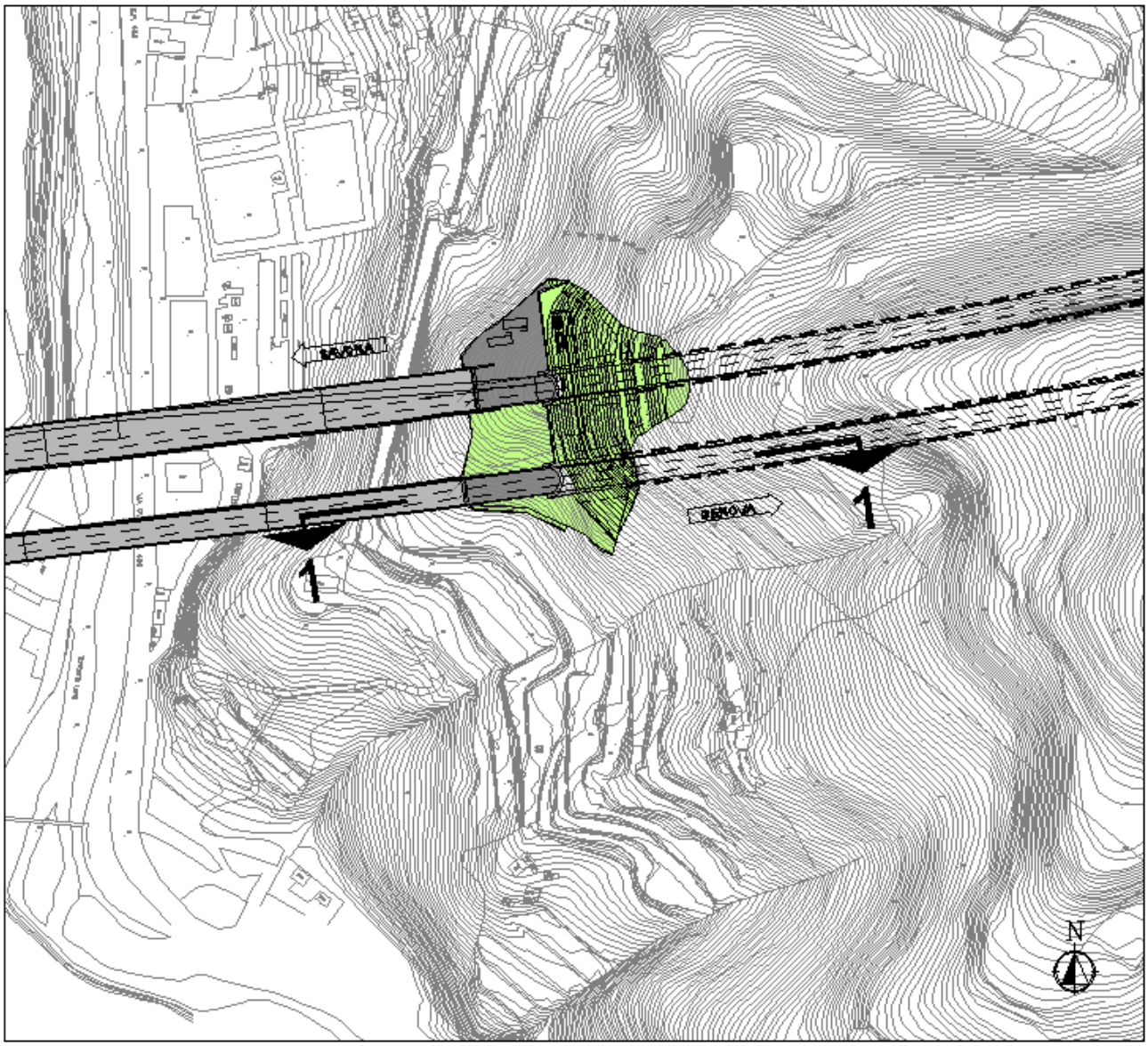
In ogni caso si è dovuta garantire la copertura minima, al di sopra della calotta della galleria. Le soluzioni progettuali previste ed il loro dimensionamento sono riportate negli specifici elaborati progettuali.

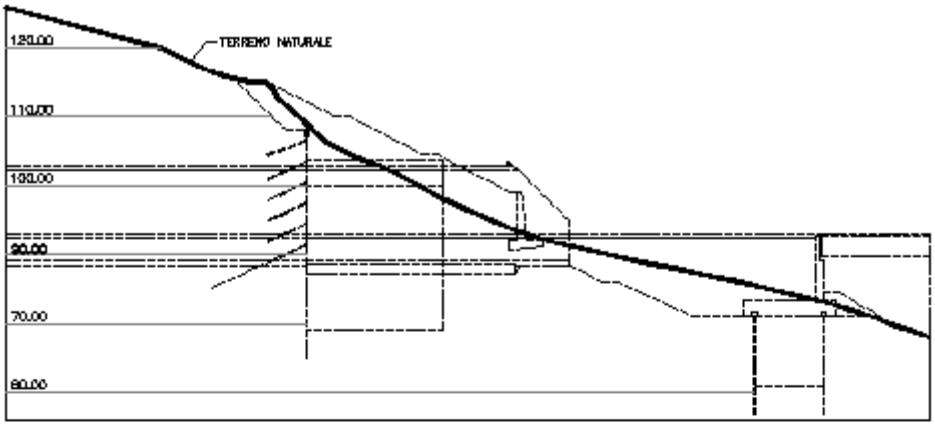
Le opere di contenimento degli scavi necessari alla realizzazione dell'imbocco lato Savona delle due Gallerie Amandola, canna Est e canna Ovest, sono costituite da paratie di micropali multitirantate. Nel seguito si riporta uno stralcio planimetrico di tali paratie. Per il dettaglio delle verifiche geotecniche di tali opere, condotte ai sensi della Normativa vigente, si rimanda all'elaborato APE-248.

Imbocco lato SAVONA

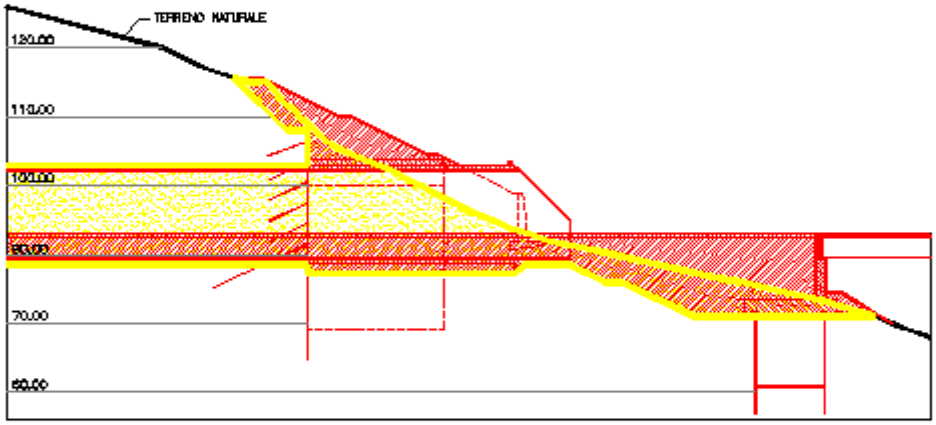


Nel seguito si riportano le sezioni di confronto tra lo stato attuale, le demolizioni/nuove costruzioni e lo stato di progetto (cfr. elaborato AUA-136). La sezione 1-1 è riportata nel seguente stralcio planimetrico.

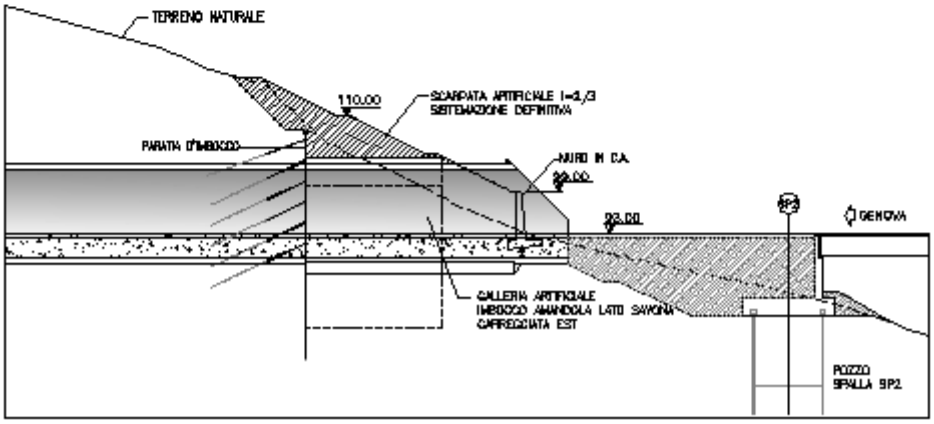

1
1
N



STATO DI FATTO -SEZIONE 1-1



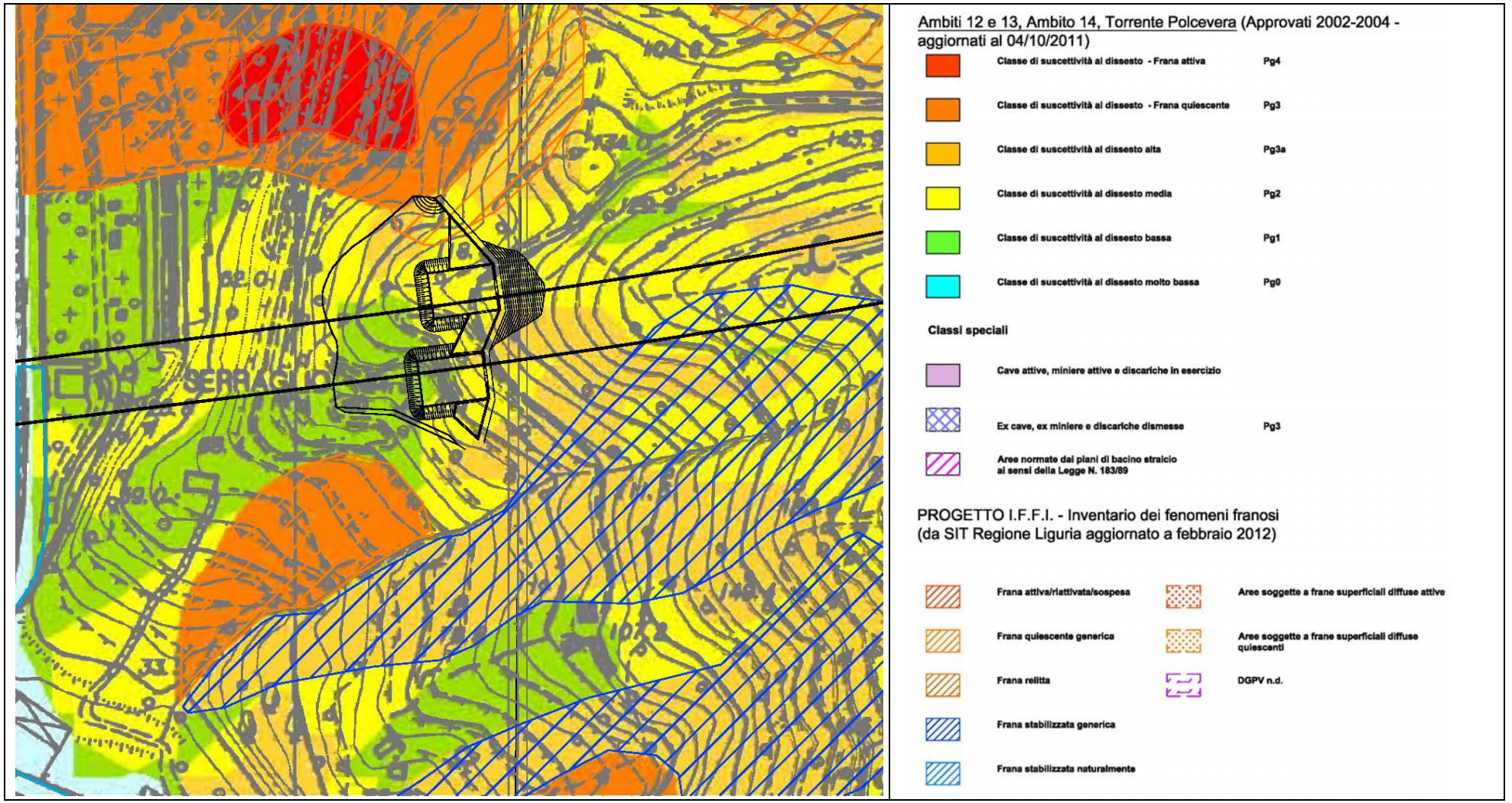
DEMOLIZIONE / NUOVE COSTRUZIONI -SEZIONE 1-1



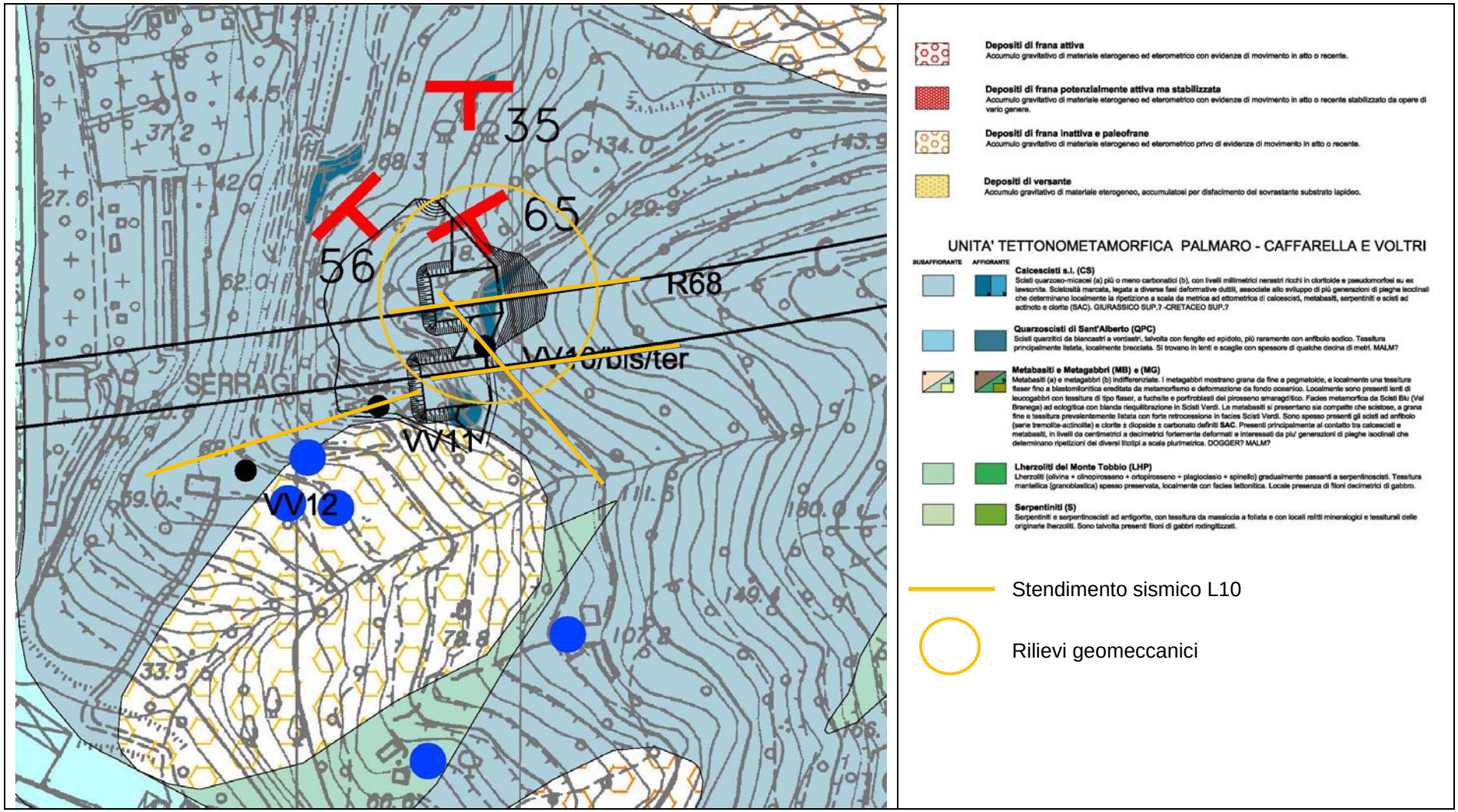
PROGETTO -SEZIONE 1-1

9. DRENAGGIO ACQUE DI VERSANTE

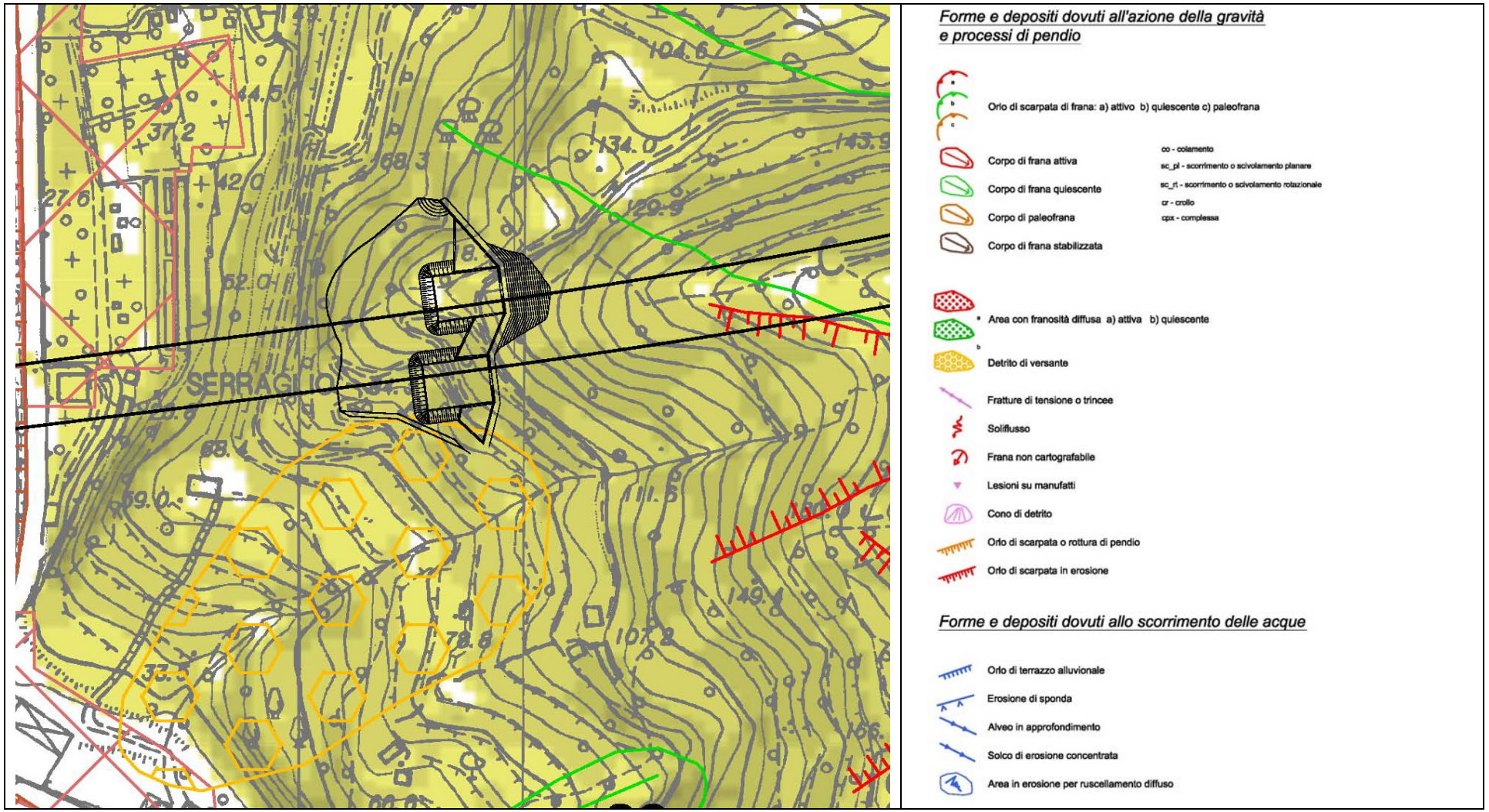
Come già anticipato nella parte generale introduttiva della presente controdeduzione (CDED 13), è stato previsto un sistema di drenaggio volto a garantire la regimentazione delle acque di versante e di piazzale (cfr. elaborato IDR-0255 del PD pubblicato), al fine della definitiva stabilizzazione del versante stesso.



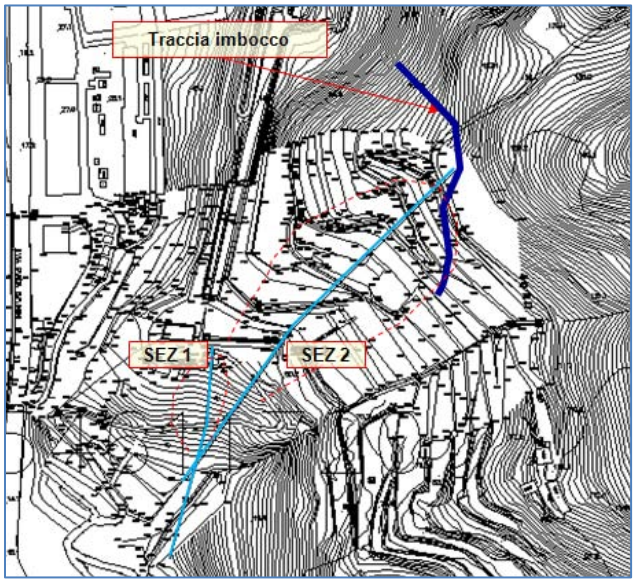
ALLEGATO 1 - Stralcio Carta dei vincoli

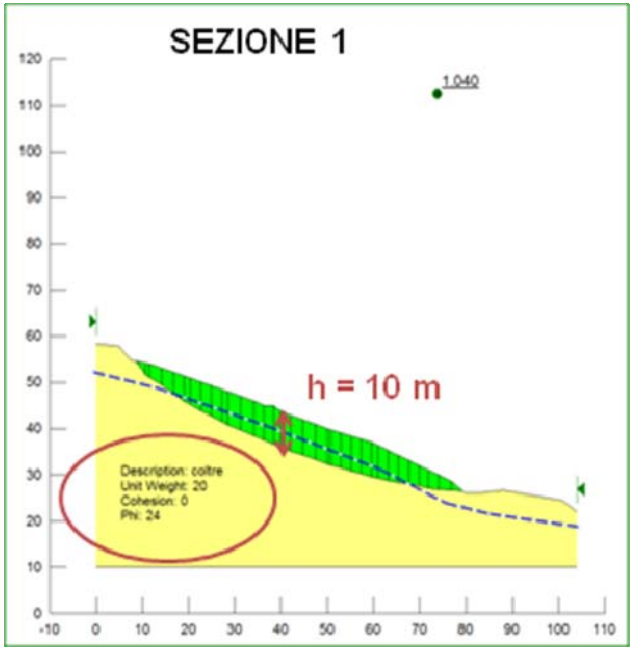


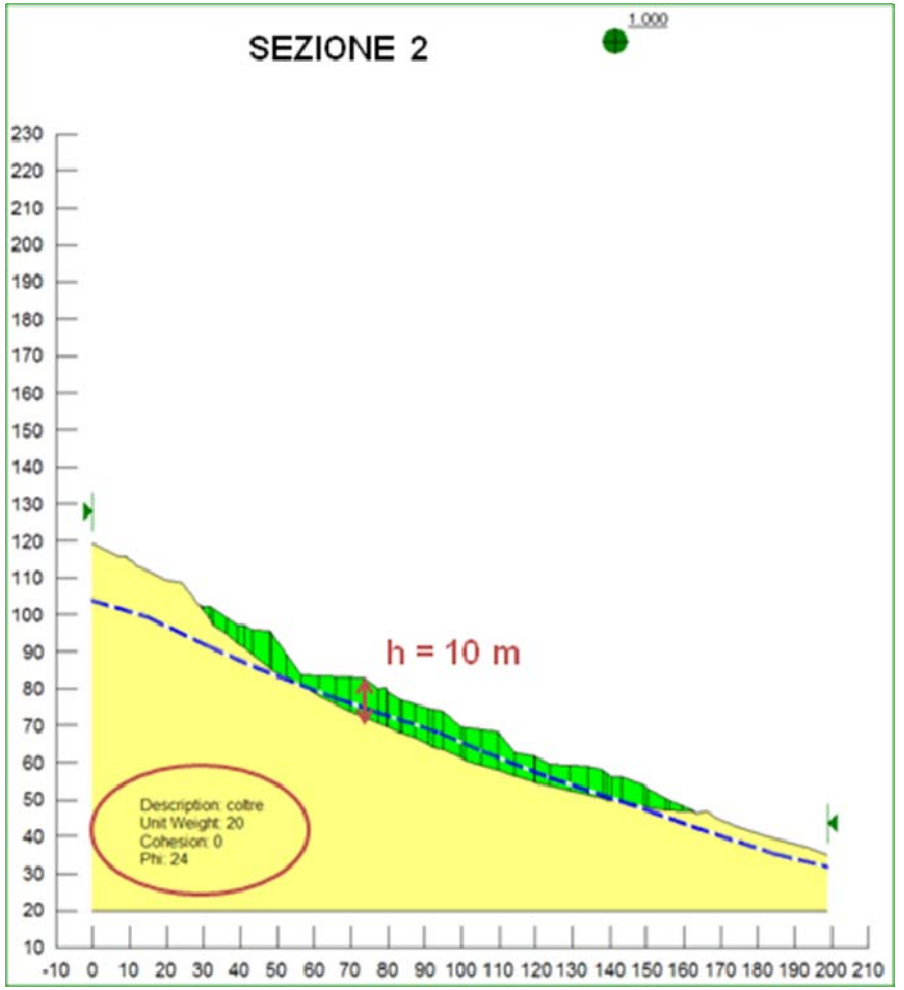
ALLEGATO 2 - Stralcio Carta geologica e indagini



ALLEGATO 3 - Stralcio Carta geomorfologica







ALLEGATO 4 – Back analysis

ALLEGATO 6

GALLERIA AMANDOLA

IMBOCCO LATO GENOVA

Allegati alla Scheda:

- *Allegato n.1* - Stralcio Carta dei vincoli GEO0030
- *Allegato n.2* - Stralcio carta geologica e indagini GEO0004
- *Allegato n.3* - Stralcio carta geomorfologica GEO0022

1. ELEMENTI IDENTIFICATIVI:
LOCALITA': VAL VARENNA
COMUNE: GENOVA
PROVINCIA: GENOVA
BACINO: TORRENTE VARENNA

2. CARTOGRAFIA
CTR 1:10.000: 213100

3. VINCOLI (Allegato 1 - Stralcio Carta dei vincoli GEO0030)
La carta è stata aggiornata recependo i seguenti documenti:
- Carta della suscettività al dissesto aggiornata al 05/10/99
- Inventario fenomeni franosi - Progetto I.F.F.I.(download da SIT Regione Liguria febbraio 2012)

3.1 Suscettività al dissesto (da Piano di Bacino)
Cava (Pg3)

3.2 Inventario fenomeni franosi - Progetto I.F.F.I.
a) Tipo di frana
- Superficiale
- Colamento
- Scorrimento o scivolamento
- Scorrimento o scivolamento rotazionale
- Scorrimento o scivolamento planare
- Crollo o ribaltamento
- Complessa
- Area a franosità diffusa

b) Stati di attività
- attiva
- quiescente
- relitta

c) Deformazione gravitativa profonda di versante

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO (Allegato 2 - Stralcio carta geologica GEO0004)
L'area dell'imbocco si imposta nell'Unità Tettonometamorfica Palmaro Caffarella e Voltri, qui rappresentate da ripetizioni di metabasiti, serpentiniti e calcescisti congiuntamente ripiegati e parzialmente scagliati. Talora nel sondaggio VV1 è stata riscontrata la presenza di livelli decimetrici-metrici di scisti a clorite al contatto tra metabasiti e calcescisti.

Calcescisti (CS)
Con questo termine si indicano metasedimenti di varia composizione: si riconosce un'alternanza di scisti carbonatici più o meno filladici o marmorei e di scisti quarzoso micacei.
Gli scisti quarzoso micacei, che prevalgono nell'area dell'imbocco, assumono delle tonalità più scure, con colorazioni solitamente da grigie chiare a grigie scure in frattura fresca; sono rocce che spesso si alterano, assumendo tonalità arancione - ocra e si disgregano fino a generare spesse coltri di disfacimento.
I Calcescisti sono caratterizzati da una scistosità marcata, legata a diverse generazioni di deformazioni. La foliazione principale riportata in carta, definita da minerali in facies scisti verdi, ha allineato, oltre alla superficie litologica originaria, anche altre superfici tettoniche che non risultano più differenziabili. La foliazione principale risulta piegata più o meno blandamente dalle successive fasi deformative.
I Calcescisti sono talvolta associati a bande trasposte di metabasiti (di spessore decametrico) disposte parallelamente rispetto alla foliazione pervasiva principale.

Metagabbri (MG)
I metagabbri si presentano in affioramento come molto compatti, resistenti e formano lenti di qualche centinaio di metri, distribuite all'interno sia dei Calcescisti, sia delle Serpentiniti. Sono stati distinti in affioramento due categorie di metagabbri: un tipo preserva minerali di paragenesi eclogitica, mentre l'altro mostra una spiccata retrocessione metamorfica in facies scisti verdi.

Metabasiti (MB)
Sono riportate in carta con questo termine rocce derivate da originari basalti o gabbri per le quali non è stato possibile riconoscere il protolito in maniera continua.
Le metabasiti affiorano estesamente lungo il fronte di cava in cui si inserisce l'imbocco; lungo la parete è possibile osservare una banda di calcescisti (marcata dal cambio di colorazione) all'interno delle metabasiti.Il continuo passaggio tra questi litotipi è stato rilevato anche nelle carote del sondaggio.

Scisti ad anfibolo e clorite (SAC)
Non sono stati rilevati in superficie nell'are in oggetto ma sono presenti all'interno dei sondaggi. Si tratta di scisti ad anfibolo della serie tremolite-actinolite e clorite, ± diopside, ± carbonato (abbreviazione: SAC), tipicamente collocati al contatto tra calcescisti e metabasiti, in livelli da centimetrici a decimetrici, che hanno subito eventi multipli di deformazione e ricristallizzazione in facies metamorfica degli scisti verdi. Si tratta di rocce marcatamente foliate, ricche in anfibolo (comunemente con habitus aghiforme) e clorite.

Serpentiniti (S)
Sotto questa voce sono comprese serpentiniti e serpentinoscisti derivanti dal materiale peridotitico di derivazione mantellica superiore, che mantengono talvolta relitti della tessitura lherzolitica originaria. Si presentano di colore verde, da chiaro a scuro, in frattura fresca; quando alterate, invece, assumono colorazioni più arancioni-rossicce, talvolta marroni.
In affioramento si presentano con caratteristiche tessiturali e strutturali estremamente

variabili in risposta alla deformazione subita.
Serpentiniti a tessitura massiccia: presentano un aspetto generalmente compatto, le foliazioni sono presenti ma prevale la componente massiva. Passano gradualmente a
Serpentiniti a tessitura foliata (che rappresentano il tipo più diffuso), caratterizzate dallo sviluppo di clivaggi e/o scistosità evidenti, riferibili a diverse generazioni di deformazione.
In generale, la foliazione è prevalentemente marcata dall'isoorientazione del serpentino, del talco e dei minerali fibrosi.

Nell'area sono presenti numerose faglie, associate a fasce cataclastiche; la foliazione principale ha immersioni molto varie a causa dell'estrema tettonizzazione.

In prossimità dell'imbocco è stato realizzato un sondaggio a carotaggio continuo suborizzontale, di lunghezza 350 m (VV1) ed un rilievo geomeccanico di dettaglio (R35). A valle dell'imbocco è stato realizzato anche un sondaggio verticale (VB16) ed una stesa di geofisica a rifrazione (A) per il tratto all'aperto.
Nel sondaggio VV1 - dopo una decina di metri di detrito - si assiste a molteplici passaggi da metabasiti (per lo più metagabbri) a calcescisti a serpentiniti. Nel corso del sondaggio è stata rilevata la presenza di acqua a partire da circa 170 m da testa foro, con portate (misurate a boccaforo) fino a 35 l/min.
Il sondaggio VB16, invece, ha solo 1.5 m di detrito per poi passare direttamente al substrato lapideo. La soggiacenza della falda - misurata il 19/01/11 - risultava essere -2.40 m da p.c..

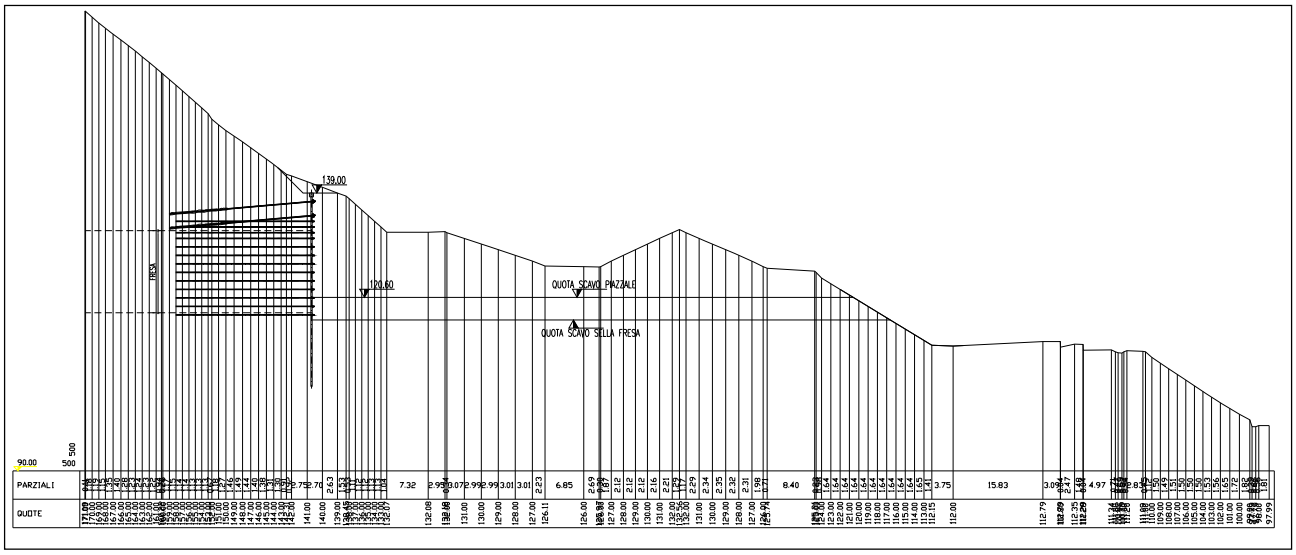
5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO (Allegato 3 - Stralcio carta geomorfologica GEO0022)

L'area di interesse si sviluppa lungo il versante idrografico destro del Torrente Varenna, all'interno di un'ex area di cava attualmente oggetto di riporto di materiale e conseguentemente in continua evoluzione morfologica.
Il versante dell'imbocco si presenta con acclività estremamente elevata fino a subverticale ed è caratterizzato da franosità diffusa attiva e materiali non stabilizzati.
In ogni caso, anche dove la roccia è affiorante, l'estrema tettonizzazione dell'area (associata ad importanti fasce cataclastiche) ed il "disordine morfologico" dell'area può determinare la presenza di materiali con caratteristiche geomeccaniche scadenti o di elementi disarticolati.

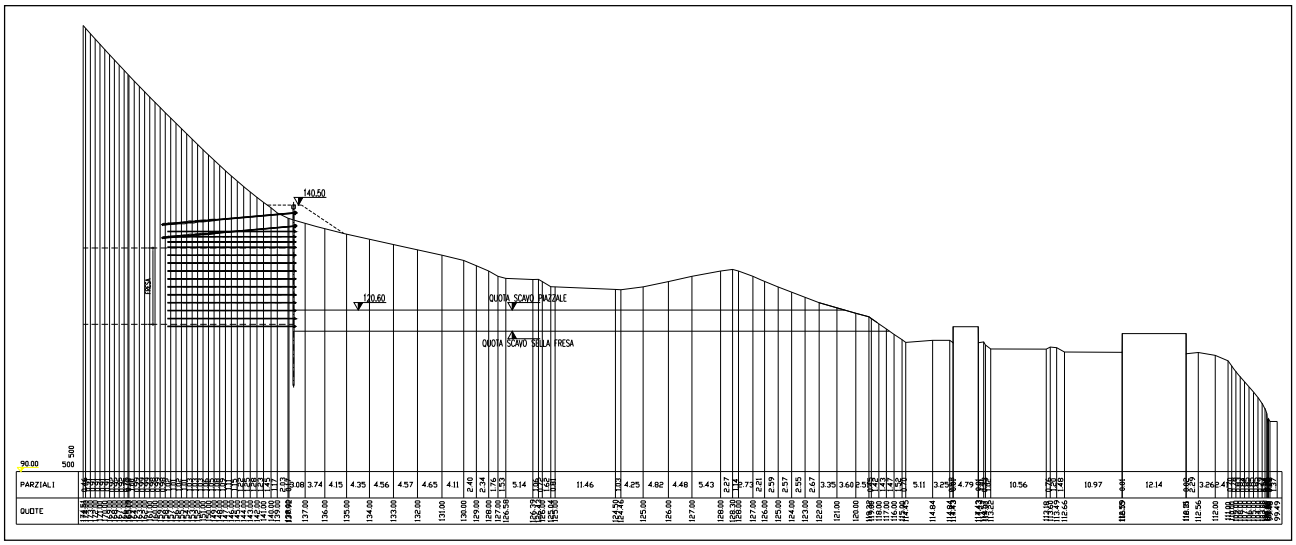
6. VERIFICA DEL GRADO DI INTERFERENZA TRA ELEMENTI DI PROGETTO E ELEMENTI DI DISSESTO

Nel sito di questo imbocco la suscettività al dissesto indicata nelle Carte dei Piani di Bacino è alta; anche nelle carte geomorfologiche SPEA è segnalata franosità diffusa attiva. L'area è stata oggetto di attività estrattiva (cava) ed è caratterizzata da scarpate molto ripide, costituite per lo più da breccia depositata in modo disordinato, al di sopra dei piani di scavo in roccia esposti a seguito della coltivazione della cava stessa.
Le presunte condizioni di instabilità segnalate sono pertanto riferite alla presenza di questo materiale e non al dissesto di una copertura naturale. Le pendenze molto acclivi, oltre a

non essere compatibili con fenomeni gravitativi importanti, testimoniano valori elevati dell'angolo d'attrito di questi materiali di cava, a supporto di questa interpretazione della morfologia, che è stata data in sede progettuale.
La Figura seguente mostra le sezioni in asse alle due gallerie (carreggiata Est e Ovest) . Il pendio al di sopra della parete di imbocco è molto ripido ed è compatibile con la presenza di roccia sub-affiorante o comunque di materiale di elevata resistenza al taglio.



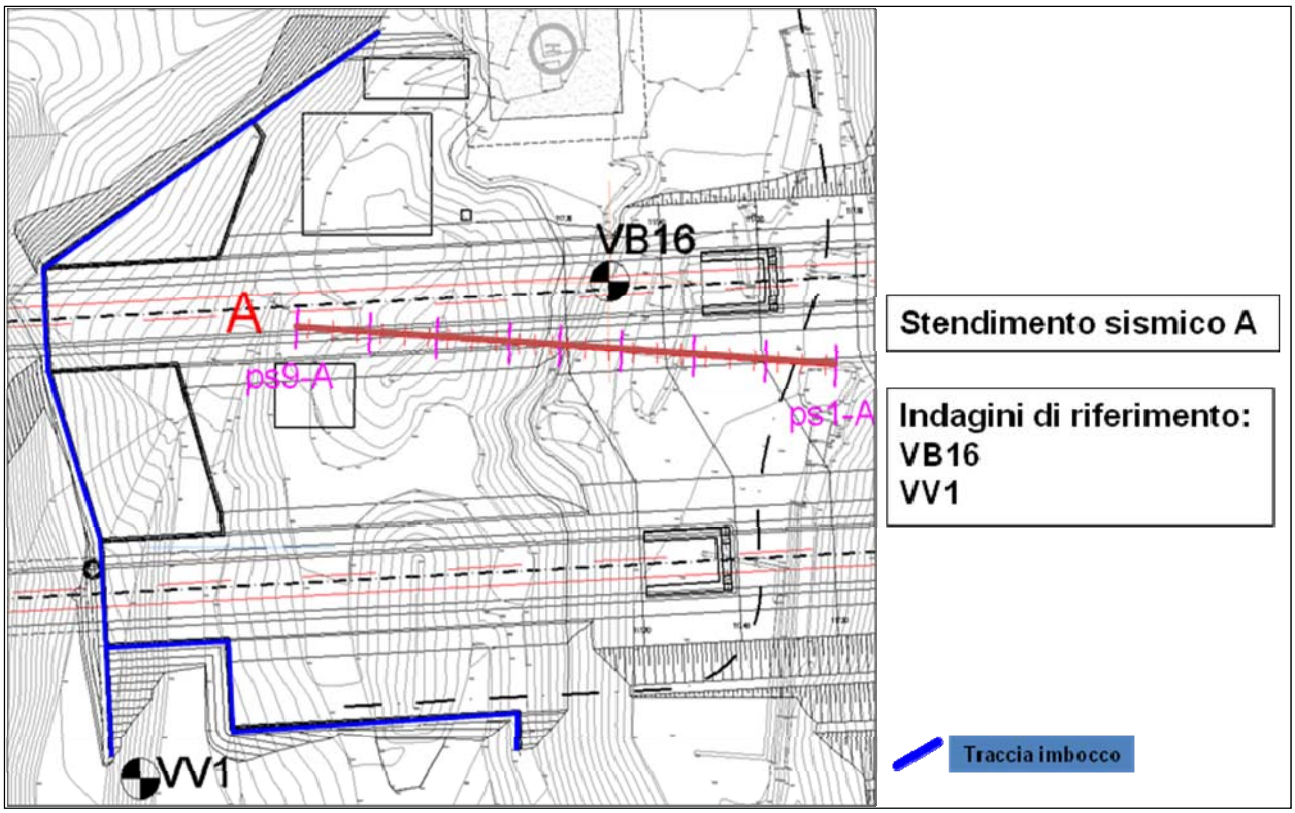
Sezione in asse galleria Amandola carreggiata Est



Sezione in asse galleria Amandola carreggiata Ovest

7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le indagini disponibili nell'intorno dell'area di imbocco sono riportate nel seguente stralcio planimetrico.



Planimetria con ubicazione delle indagini

Le immagini delle cassette con il materiale rinvenuto nei sondaggi sono riportate nelle Figure seguenti:




5.00-10.00 m
COMM. SPEA S.p.A.
CANT. GRONDA DI GENOVA
SOND. VB 16
CASSA 2
DA m 5 A m 10


10.00-15.00 m
COMM. SPEA S.p.A.
CANT. GRONDA DI GENOVA
SOND. VB 16
CASSA 3
DA m 10 A m 15

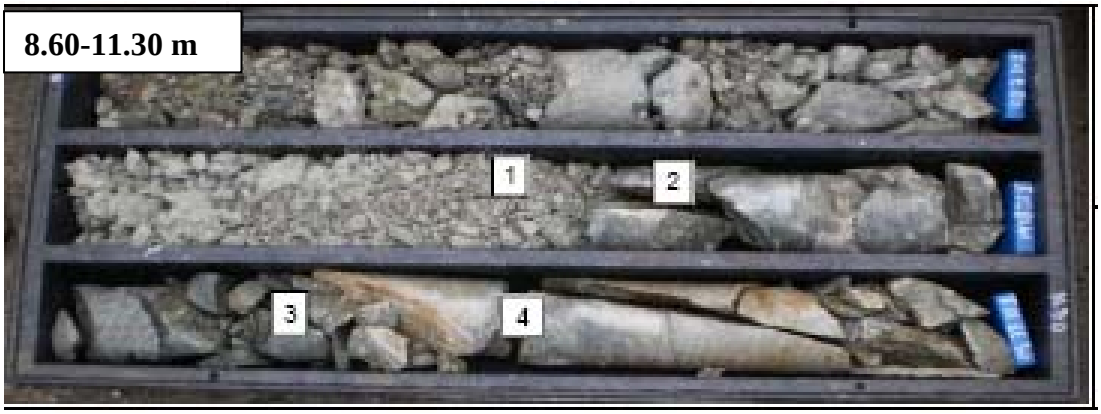

15.00-20.00 m
COMM. SPEA S.p.A.
CANT. GRONDA DI GENOVA
SOND. VB 16
CASSA 4
DA m 15 A m 20

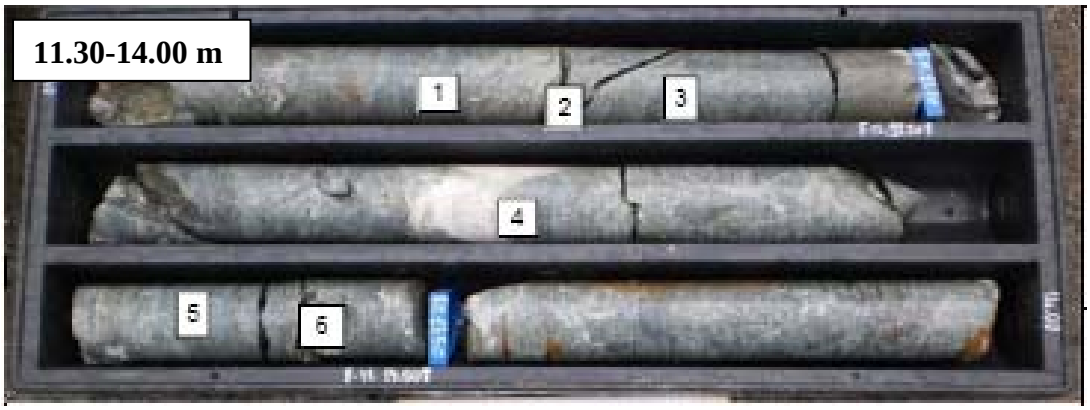




Fotografie cassette Sondaggio VB16

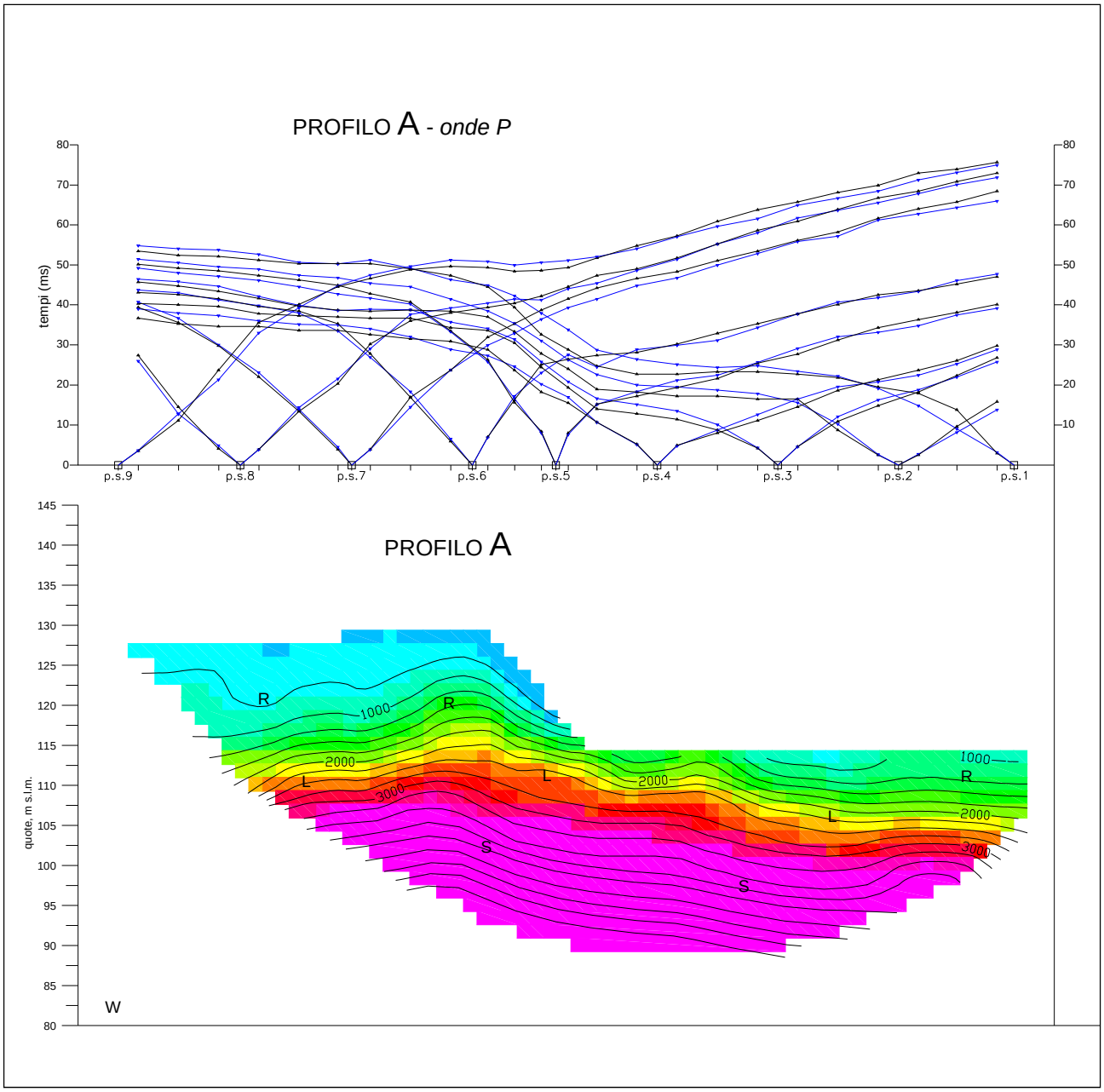


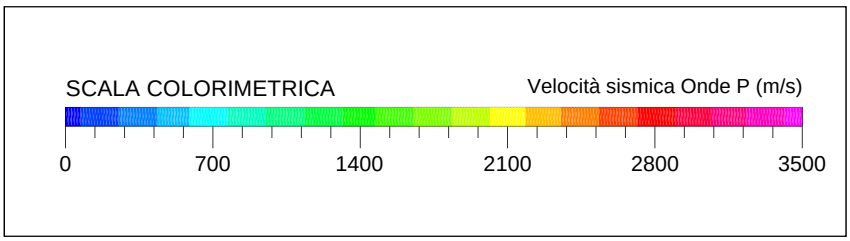






Fotografie cassette Sondaggio VV1





Risultati profilo sismico A (onde P)

I sondaggi eseguiti in zone prossime all'imbocco forniscono le seguenti informazioni: il sondaggio VV1 (orizzontale) incontra il substrato a circa 10 m da testa foro, mentre il sondaggio VB16 segnala la roccia praticamente a partire dal piano campagna, a conferma

della grande variabilità locale degli spessori di riporto legata all'attività di cava.
L'esame delle indagini geofisiche mostra spessori complessivi di riporto e materiale di alterazione dell'ordine dei 10.0-15.0 m, con grande variabilità lungo lo sviluppo dello stendimento.

Cautelativamente e forfettariamente si è tenuto conto in sede progettuale di uno spessore medio di copertura (riporto + coltre di alterazione) di circa 11 m, come segue:

- da p.c. a 6.0 m da p.c. – RIPORTO DI CAVA.
- da 6.0 m a 11.0 m da p.c. – CAPPELLACCIO – ovvero livello di alterazione della formazione delle Metabasiti (mb), avente caratteristiche geomeccaniche più scadenti rispetto alla formazione di base.
- al di sotto di 11.0 m da p.c. – SUBSTRATO - formazione di base, costituita dalle Metabasiti (mb).

I parametri relativi al cappellaccio ed al substrato sono stati desunti dalla Relazione Geotecnica Generale (cfr. elaborato APE-001).
Il riporto è stato caratterizzato con un valore dell'angolo d'attrito pari a 30°, che appare decisamente cautelativo considerando la natura di questo materiale (breccia di cava).

La quota di falda di progetto è stata cautelativamente posizionata a circa 2.0 m di profondità da piano campagna.

8. TIPOLOGIA E DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI IMBOCCO

Nell'area VARENNA la presenza di roccia sub-affiorante e di detrito di cava ha indirizzato le soluzioni progettuali verso perforazioni di piccolo diametro (berlinesi di micropali, tiranti e chiodature).

Dal punto di vista morfologico non sono presenti vere e proprie frane, ma piuttosto accumuli di breccia di cava depositati in maniera spesso caotica e senza un preciso piano di abbancamento. Tale condizione è più evidente lato Imbocco Amandola lato Genova, dove la cartografia tematica indica "area a franosità diffusa", a segnalare questa situazione, che tuttavia non è ascrivibile ad un fenomeno gravitativo vero e proprio a carico di una copertura naturale, ma piuttosto, come già descritto, ad una *condizione di disordine morfologico di natura antropica.*

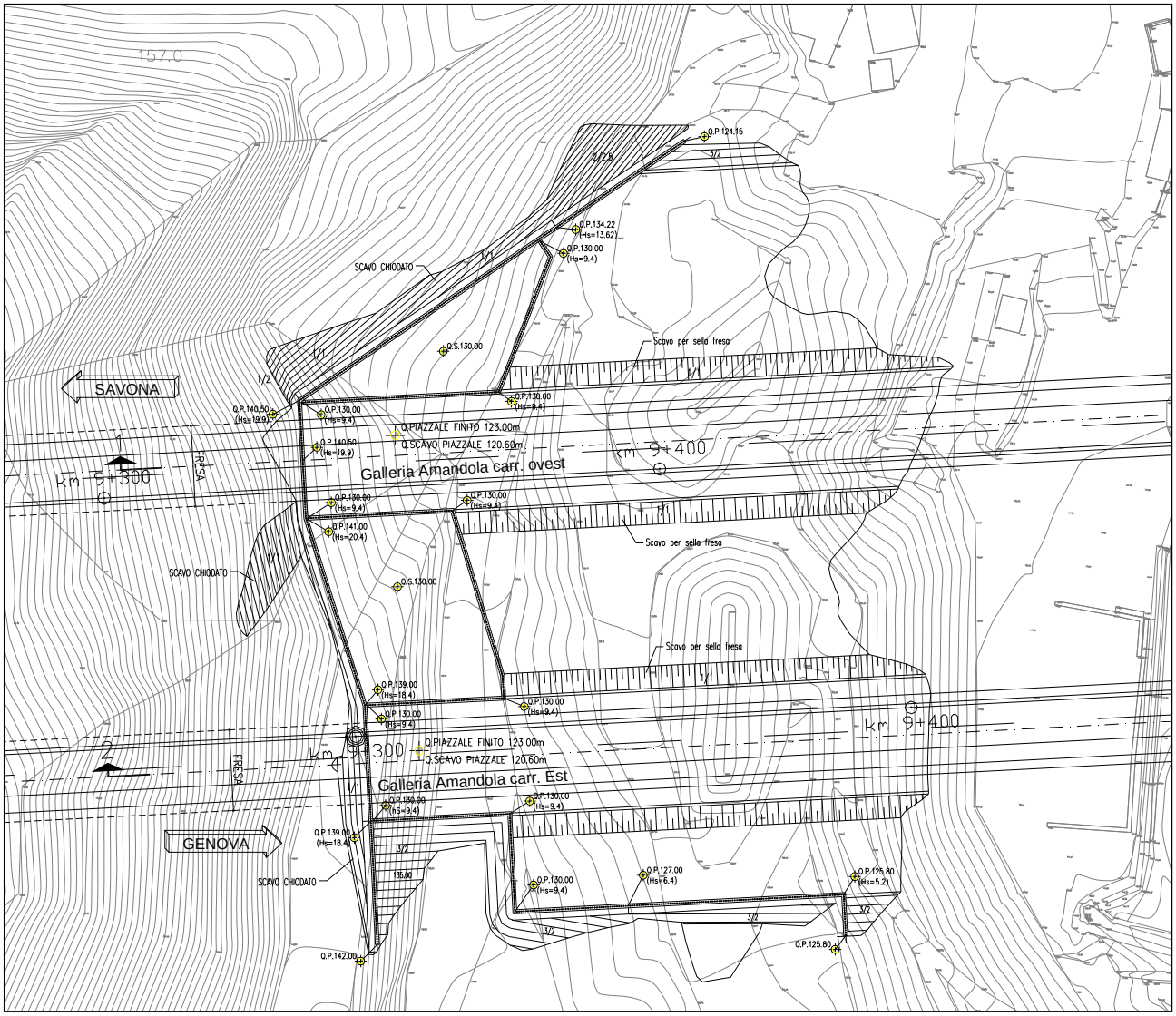
I materiali di cava (brecce, ciottoli, ecc. ….), diversamente stoccati, presentano comunque buone caratteristiche di resistenza, come testimoniano anche le scarpate molto acclivi.

Di tali condizioni si è tenuto conto mediante l'inserimento nella stratigrafia di progetto di spessori adeguati di materiale di riporto, posizionato al di sopra della coltre di alterazione del substrato. Questa ipotesi appare cautelativa, in quanto, trattandosi di cave, è molto probabile che i riporti siano stati posizionati direttamente sui piani di scavo in roccia, esposti a seguito della attività di coltivazione, pertanto in assenza della coltre di alterazione, viceversa considerata nel progetto.

Si segnala infine che, perdurando le attività all'interno del'area di cava. almeno sul

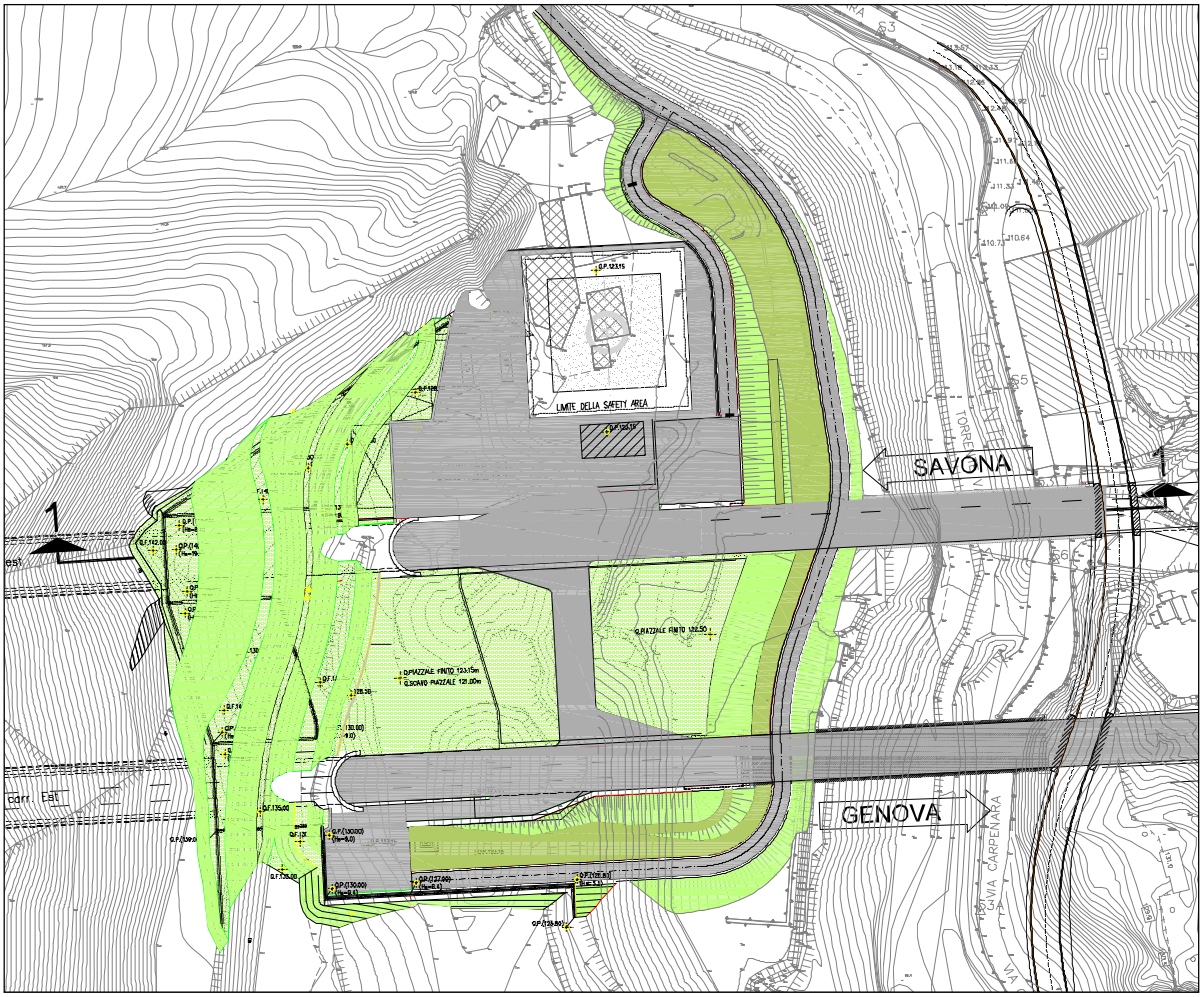
versante lato Amandola, è ad oggi difficile prevedere l'evoluzione della morfologia che si avrà nel lasso di tempo tra la redazione del P.D. e l'inizio della costruzione delle opere, allorché la situazione dovrà essere opportunamente verificata. In ogni caso, preliminarmente alle attività di realizzazione delle paratie di imbocco, dovranno essere condotte opportune attività di disgaggio e/o riprofilatura delle scarpate che insistono sugli scavi.

Le opere di contenimento degli scavi necessari alla realizzazione dell'imbocco lato Genova delle due Gallerie Amandola, canna Est e canna Ovest, sono costituite da paratie di micropali multitirantate. Nel seguito si riporta uno stralcio planimetrico di tali paratie. Per il dettaglio delle verifiche geotecniche di tali opere, condotte ai sensi della Normativa vigente, si rimanda all'elaborato APE-268.

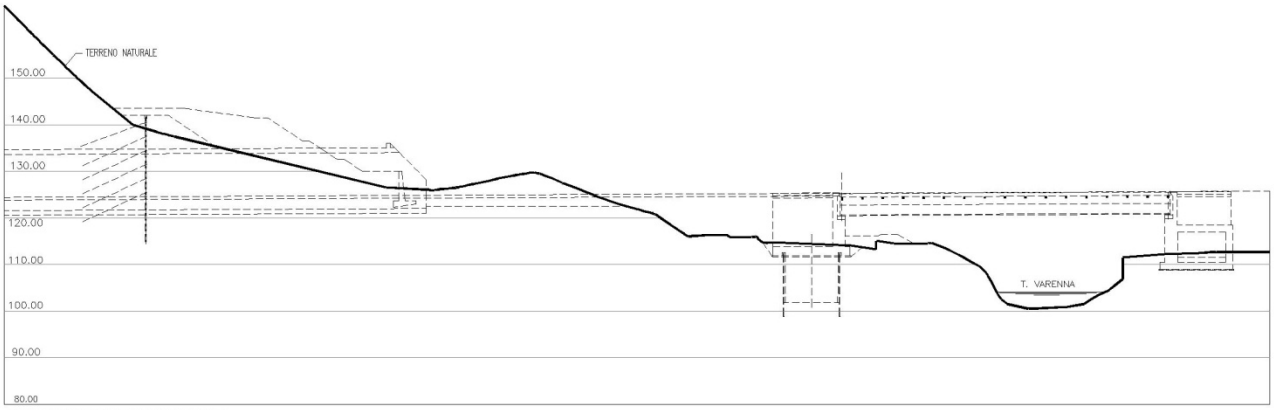


Planimetria generale di progetto

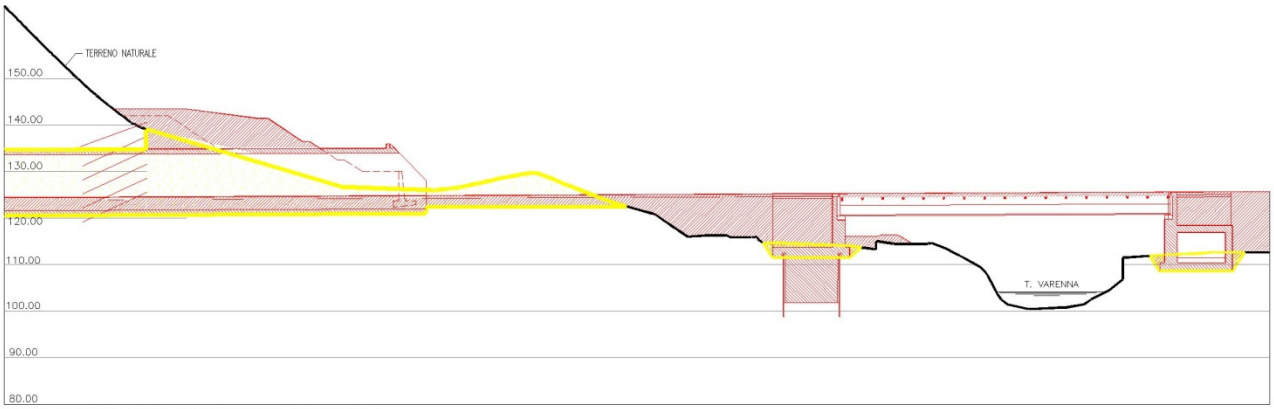
Nel seguito si riportano le sezioni di confronto tra lo stato attuale, le demolizioni/nuove costruzioni e lo stato di progetto (cfr. elaborato AUA-141). La sezione 1-1 è riportata nel seguente stralcio planimetrico.



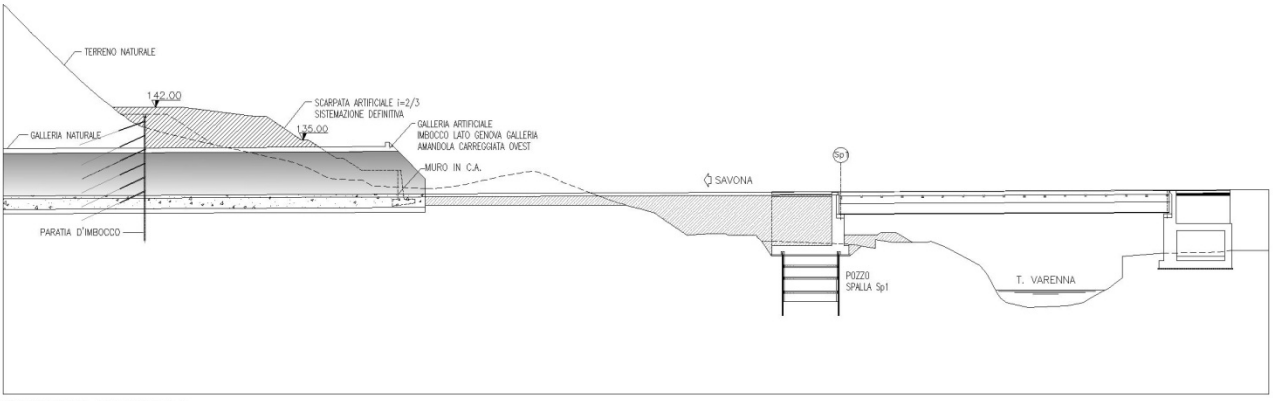
Planimetria di progetto della sistemazione finale



STATO DI FATTO -SEZIONE 1-1



DEMOLIZIONE / NUOVE COSTRUZIONI -SEZIONE 1-1

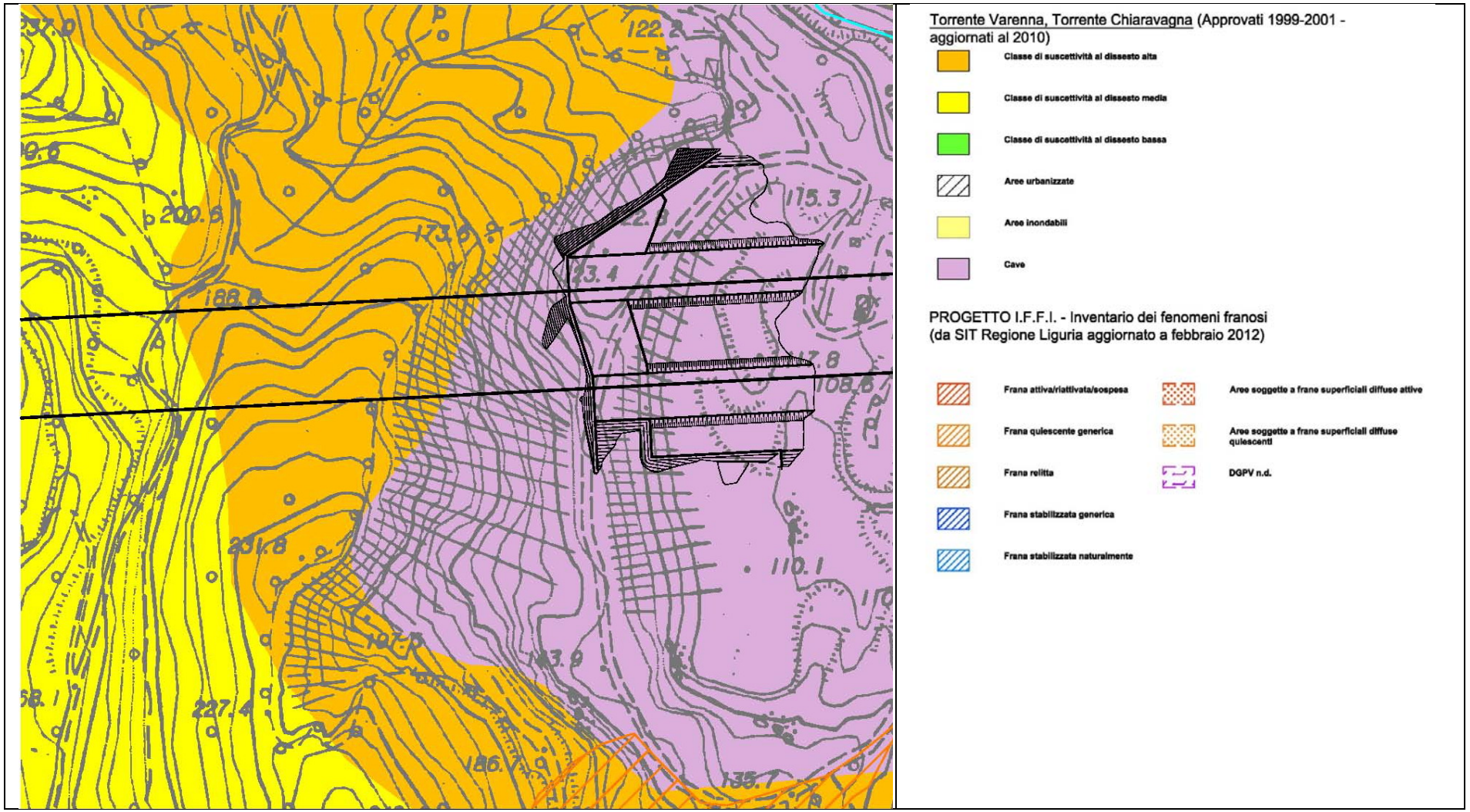


PROGETTO -SEZIONE 1-1

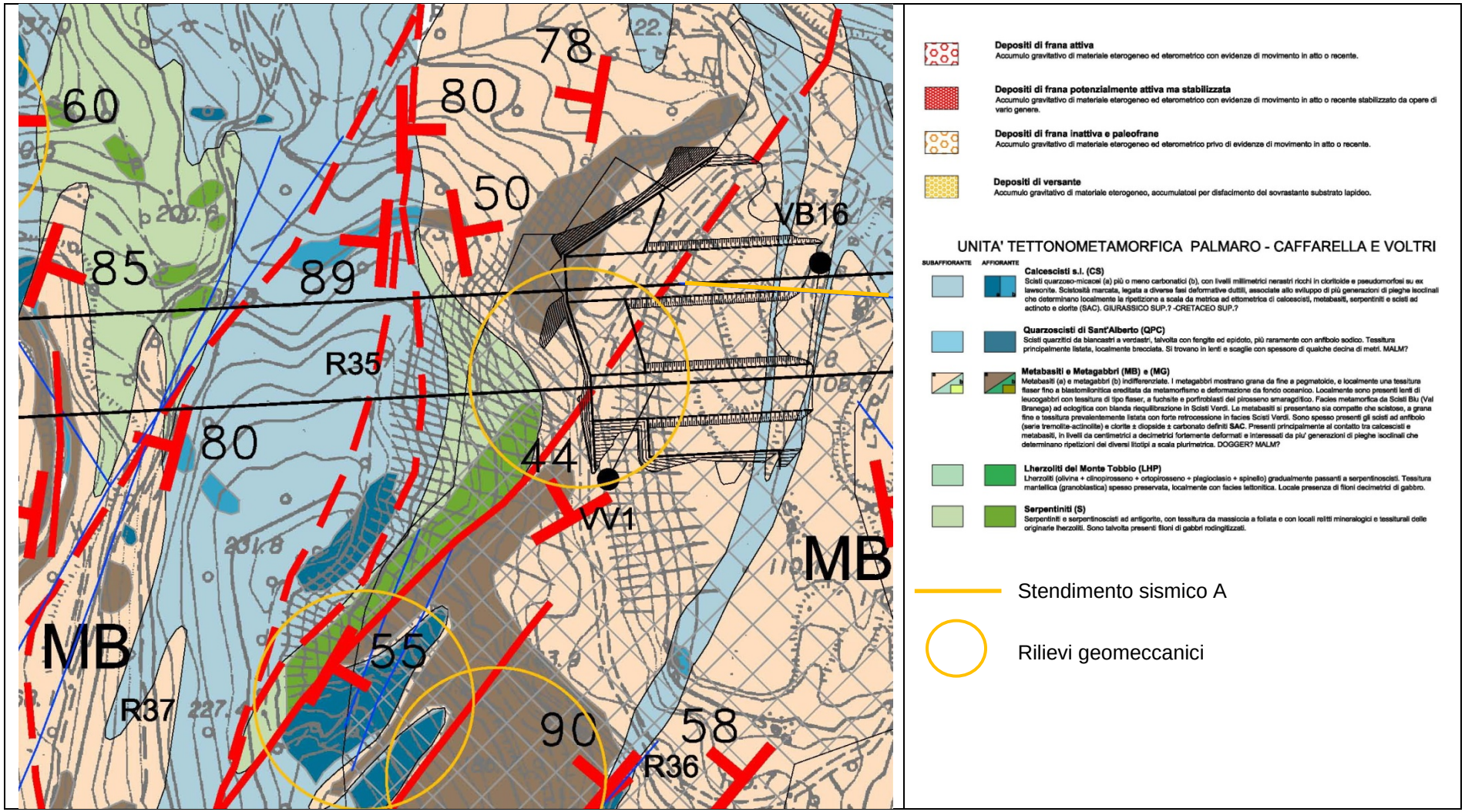
Sezioni di progetto della sistemazione finale

9. DRENAGGIO ACQUE DI VERSANTE

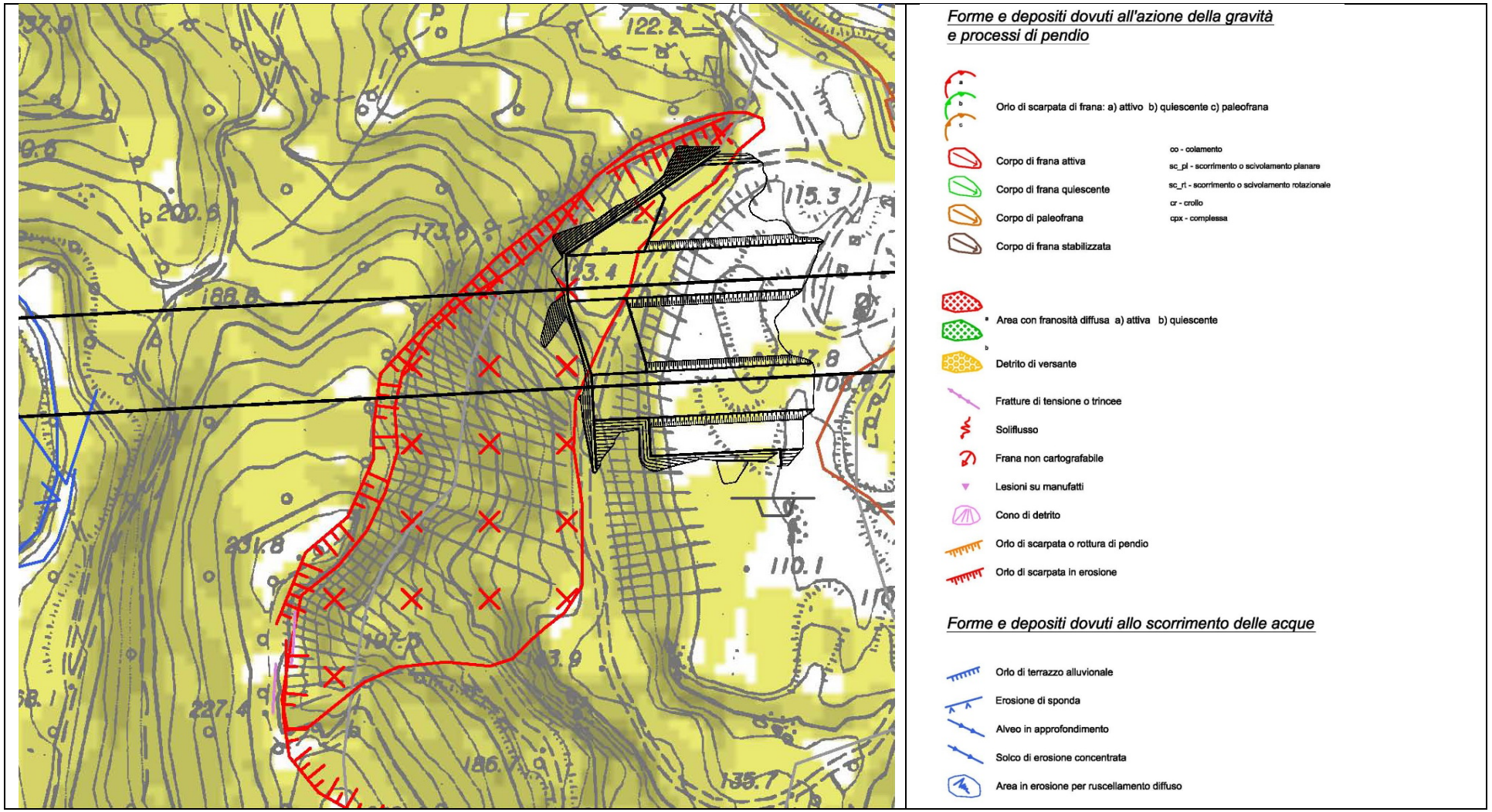
Come già anticipato nella parte generale introduttiva della presente controdeduzione (CDED 13), è stato previsto un sistema di drenaggio volto a garantire la regimentazione delle acque di versante e di piazzale (cfr. elaborato IDR-0256 del PD pubblicato), al fine della definitiva stabilizzazione del versante stesso.



ALLEGATO 1 - Stralcio Carta dei vincoli



ALLEGATO 2 - Stralcio Carta geologica e indagini



ALLEGATO 3 - Stralcio Carta geomorfologica

ALLEGATO 7

GALLERIA BRIC DEL CARMO

IMBOCCO LATO SUD

Allegati alla Scheda:

- *Allegato n.1* - Stralcio Carta dei vincoli GEO0028
- *Allegato n.2* - Stralcio carta geologica e indagini GEO0002
- *Allegato n.3* - Stralcio carta geomorfologica GEO0020
- *Allegato n.4* – Risultati back-analysis

1. ELEMENTI IDENTIFICATIVI:
LOCALITA': VOLTRI
COMUNE: GENOVA
PROVINCIA: GENOVA
BACINO: AMBITI 12 e 13

2. CARTOGRAFIA
CTR 1:10.000: 213130

3. VINCOLI (Allegato 1 - Stralcio Carta dei vincoli GEO0028)
La carta è stata aggiornata recependo i seguenti documenti:
- Carta della suscettività al dissesto aggiornata al 04/10/11
- Inventario fenomeni franosi - Progetto I.F.F.I.(download da SIT Regione Liguria febbraio 2012)

3.1 Suscettività al dissesto (da Piano di Bacino)
Pg3a - Pg2 - Pg1

3.2 Inventario fenomeni franosi - Progetto I.F.F.I.
a) Tipo di frana
- Superficiale
- Colamento
- Scorrimento o scivolamento
- Scorrimento o scivolamento rotazionale
- Scorrimento o scivolamento planare
- Crollo o ribaltamento
- Complessa
- Area a franosità diffusa ☒

b) Stati di attività
- attiva
- quiescente ☒
- relitta

c) Deformazione gravitativa profonda di versante

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO (Allegato 2 - Stralcio carta geologica GEO0002)
L'area dell'imbocco si imposta nell'Unità Tettonometamorfica Palmaro Caffarella e Voltri, qui rappresentate da Calcescisti.

Calcescisti (CS)
Con questo termine si indicano metasedimenti di varia composizione: si riconosce un'alternanza di scisti carbonatici più o meno filladici o marmorei e di scisti quarzoso micacei.
Sono caratterizzati da una scistosità marcata, legata a diverse generazioni di deformazioni.

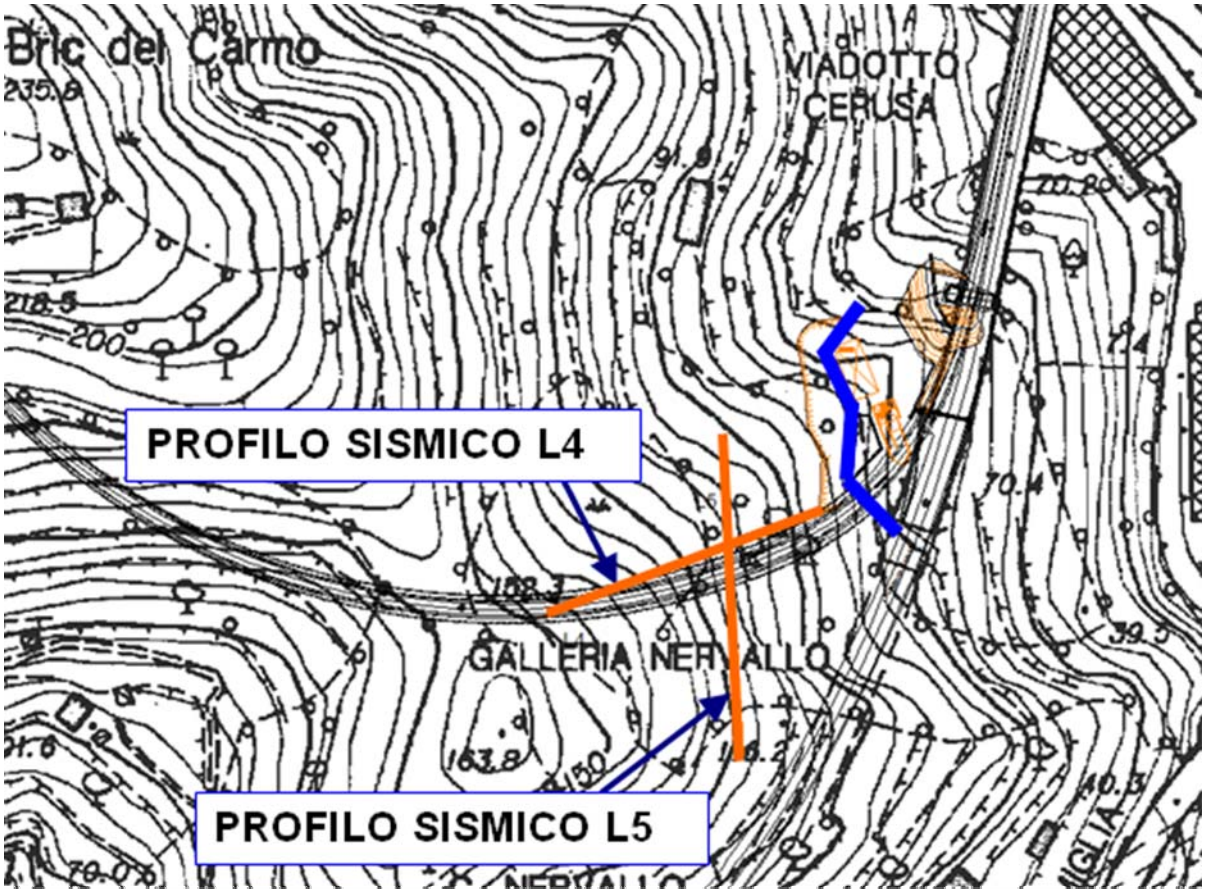
La foliazione principale riportata in carta, definita da minerali in facies scisti verdi, ha allineato, oltre alla superficie litologica originaria, anche altre superfici tettoniche che non risultano più differenziabili. La foliazione principale risulta piegata più o meno blandamente dalle successive fasi deformative.
I Calcescisti sono talvolta associati a bande trasposte di metabasiti (di spessore decametrico) disposte parallelamente rispetto alla foliazione pervasiva principale.
I calcescisti carbonatici appaiono di colore da marrone (superficie debolmente alterata) a grigio (frattura fresca), mentre se sono più profondamente alterati, come nell'area in oggetto, assumono colorazioni rossastre.

In corrispondenza dell'imbocco non è stato possibile realizzare sondaggi geognostici a causa delle condizioni logistiche proibitive; sono state invece eseguite due stese di geofisica a rifrazione (L4 e L5).

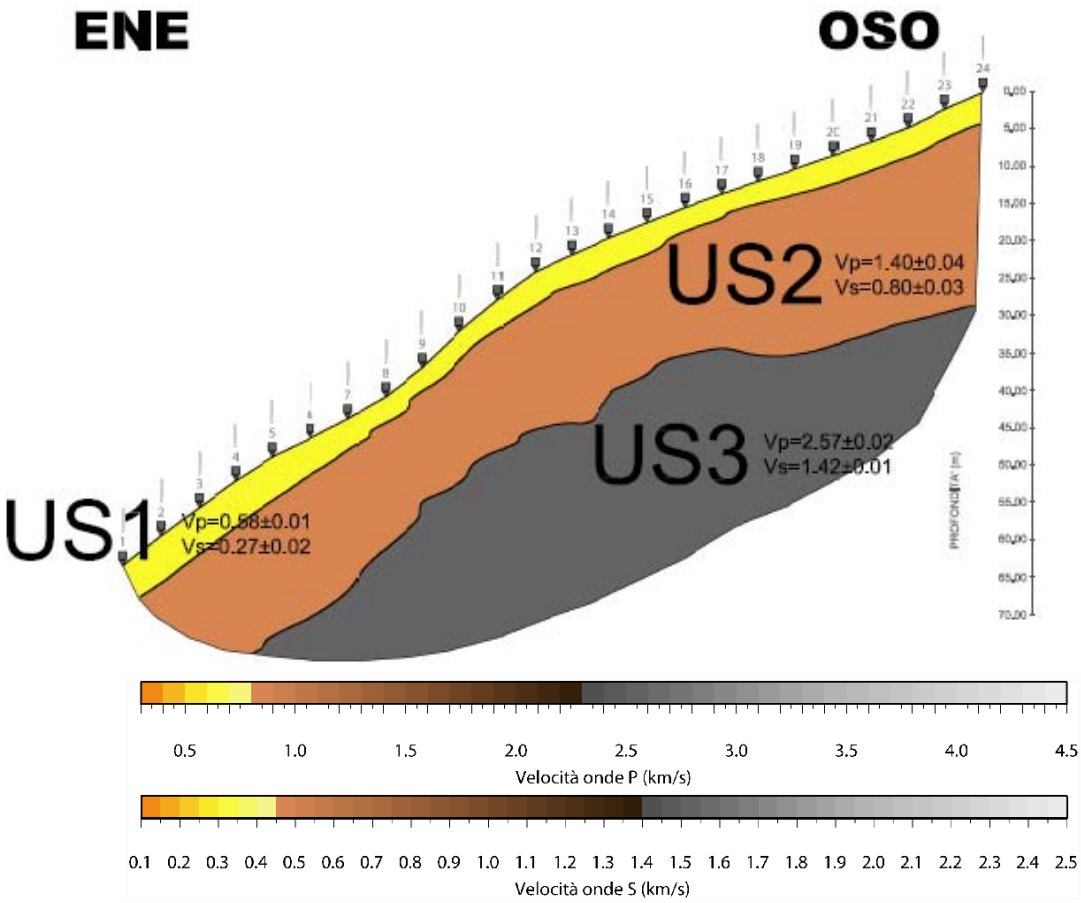
5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO (Allegato 3 - Stralcio carta geomorfologica GEO0020)
L’area di interesse si sviluppa lungo il versante idrografico destro del Torrente Cerusa. Il versante si presenta con acclività piuttosto elevata e con vegetazione molto fitta.
Non sono stati rilevati elementi di instabilità ad eccezione di un'area a franosità diffusa quiescente che interessa solo parzialmente l'imbocco (lato N) ma che comunque deve essere considerata come indice di versante predisposto al dissesto.

6. VERIFICA DEL GRADO DI INTERFERENZA TRA ELEMENTI DI PROGETTO E ELEMENTI DI DISSESTO
Le opere di imbocco interferiscono con un’area a franosità diffusa quiescente. L'area di frana quiescente si estende nella parte nord del piazzale e coinvolge il versante fino a sotto il viadotto Cerusa esistente.

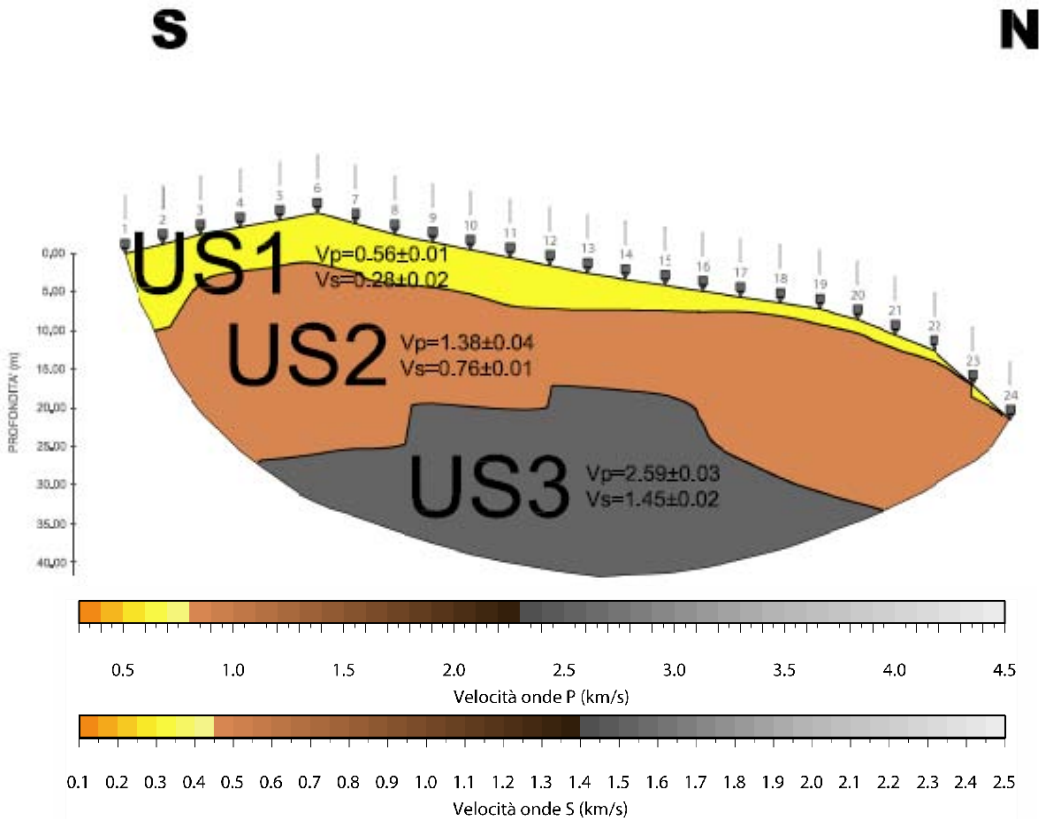
7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA
Le indagini disponibili nell’intorno dell’area di imbocco sono riportate nel seguente stralcio planimetrico.



I risultati delle prospezioni geofisiche eseguite sono riportati nelle figure seguenti:



Profilo sismico L4



Profilo sismico L5

Facendo riferimento ai profili sismici, effettuati nell'ambito della campagna d'indagini geognostiche 2010 e ubicati in prossimità dell'opera d'imbocco in oggetto, e in analogia a quanto previsto per situazioni analoghe, è stata adottata la seguente sequenza stratigrafica:

- Da p.c. a 13.0 m da p.c. – COLTRE su CS – Materiali di copertura delle formazioni di base (copertura su Cs), ovvero sabbie limose e limi sabbiosi o materiali più grossolani all'interno di una matrice limosa o limoso - argillosa.
- Da 13.0 m a 19.0 m da p.c. – CAPPELLACCIO – Cappellaccio dei calcescisti (Cs cap), ovvero livello di alterazione della formazione di base dei calcescisti, avente caratteristiche geomeccaniche più scadenti rispetto alla formazione di base.
- Al di sotto di 19.0 m da p.c. – SUBSTRATO – Formazione lapidea di base dei calcescisti (Cs).

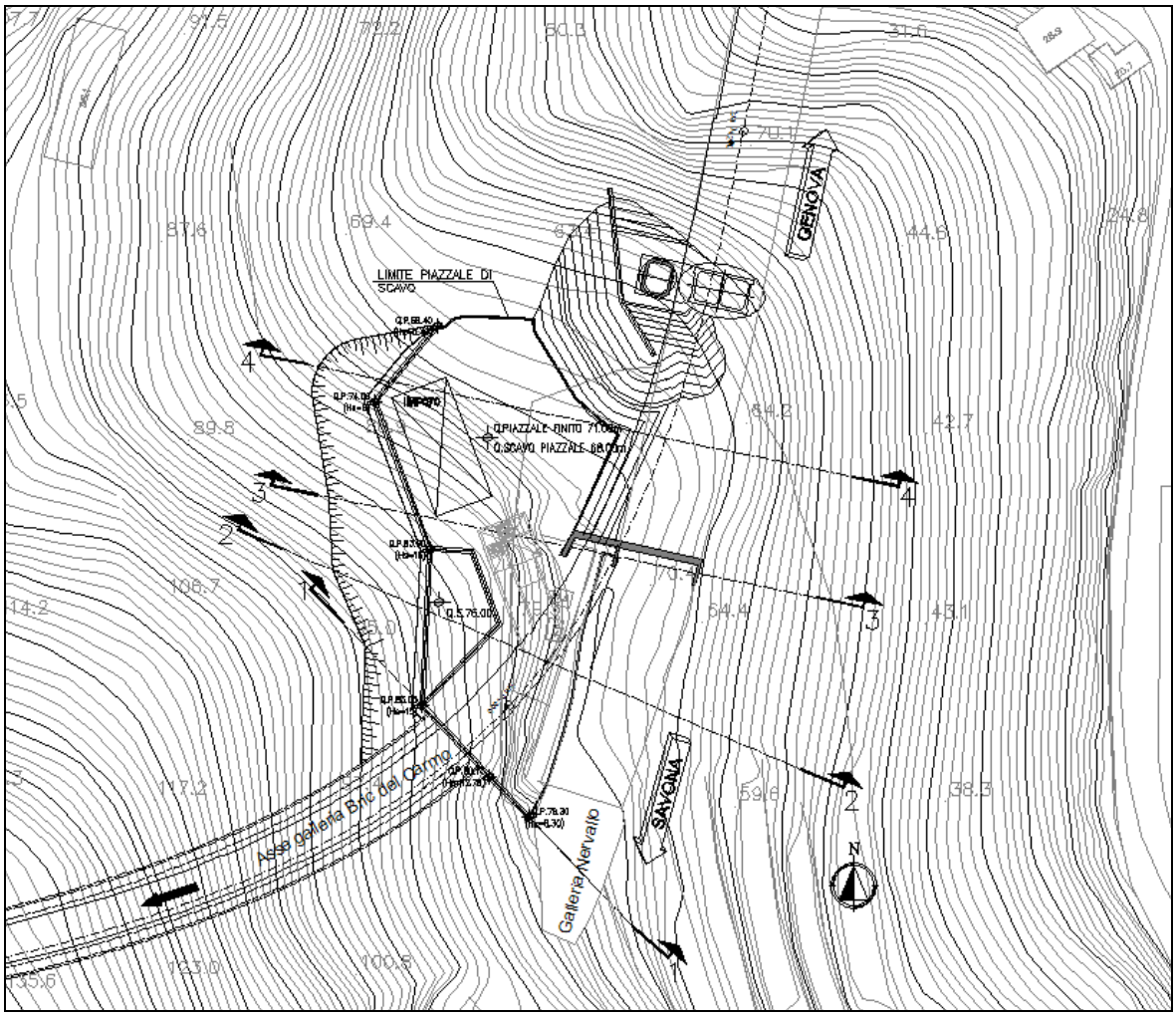
Si segnala che i parametri di resistenza e lo spessore della coltre sono stati determinati mediante back analysis (cfr. Allegato 4), mentre i parametri relativi al cappellaccio ed al substrato sono stati desunti dalla Relazione Geotecnica (cfr. elaborato APE-001).
La quota di falda di progetto è stata posizionata a circa 1.0 m di profondità da testa paratia.

8. DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI IMBOCCO

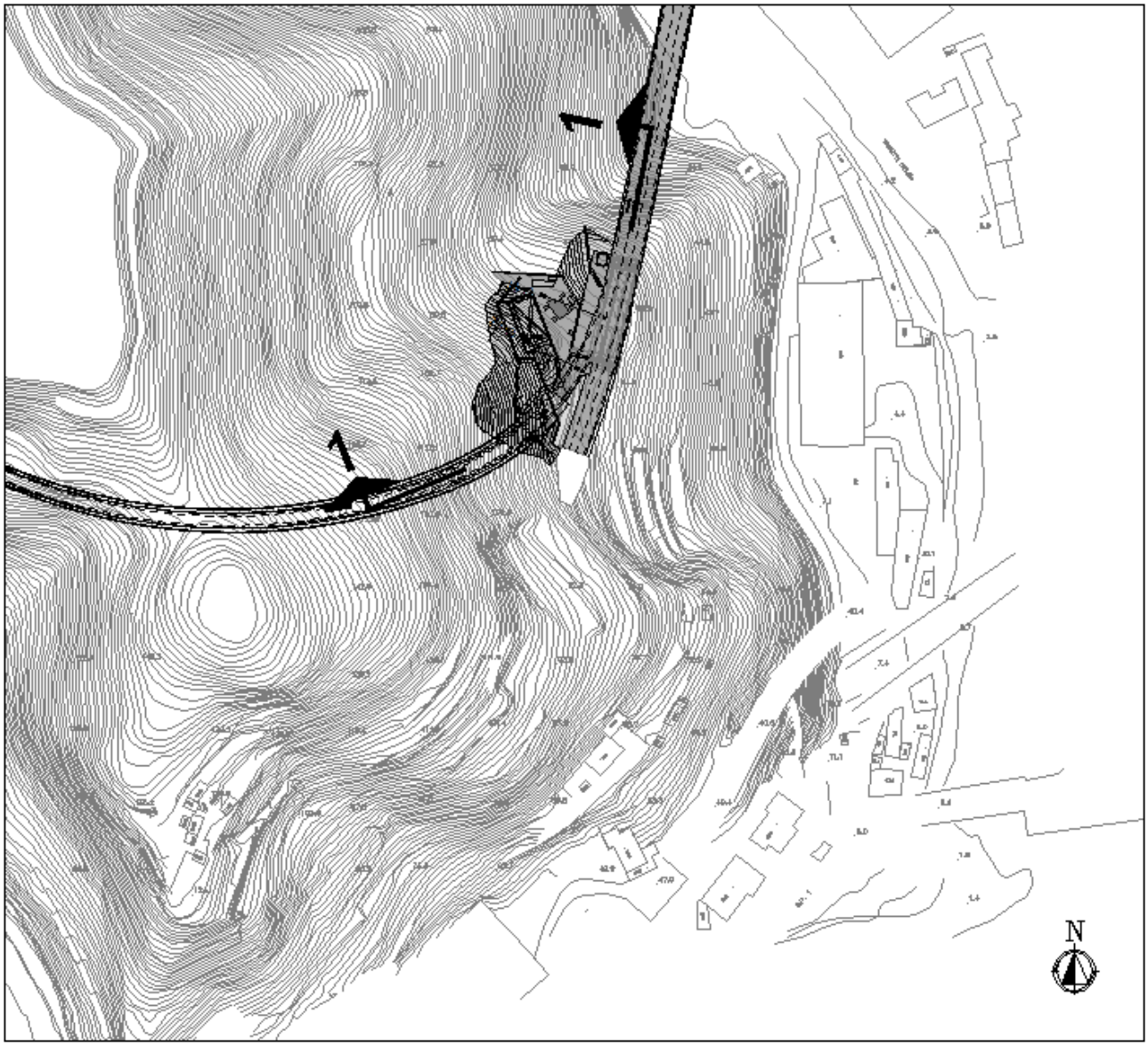
La presenza dei un'area a franosità diffusa quiescente in corrispondenza delle opere di imbocco ha portato alla necessità di prevedere opere di contenimento intese a evitare lo sviluppo di fenomeni deformativi rilevanti.
Il dimensionamento delle opere è stato condotto al fine di evitare l'innesco di fenomeni di instabilità in aree già classificate come critiche, contenendo il più possibile gli spostamenti indotti dagli scavi. La criticità è stata estesa a tutto lo sviluppo della paratia, e non solo alla zona interessata dalla frana.
Si è inoltre posta particolare attenzione nel controllo degli scarichi delle acque meteoriche o di altra natura, presenti sui piazzali di imbocco, che sono convogliate in un sistema di gestione e controllo idraulico delle acque stesse (vedi Capitolo 9).
Resta ovviamente il problema ingegneristico di garantire la stabilità delle opere di imbocco in presenza della frana quiescente, ovvero in presenza di parametri di resistenza residui in corrispondenza delle superfici di scivolamento.
Le superfici di scivolamento critiche sono state definite facendo riferimento alle stratigrafie dei sondaggi e/o dei risultati dell'indagine geofisica e alla morfologia dei versanti. Tali superfici appaiono correre al letto delle coltri superficiali, al di sopra della formazione di substrato.
Al fine di verificare l'affidabilità del modello (geometria delle superfici di scivolamento e livelli di falda) si è poi verificato che i valori di ϕ'_{res} ottenuti da back-analysis (in corrispondenza di fattori di sicurezza unitari) fossero prossimi ai valori ottenuti dalla caratterizzazione geotecnica generale delle formazioni coinvolte.
In relazione alle problematiche sopra individuate, si è cercato, per quanto possibile, di limitare le ampiezze dei fronti di scavo tenendo ovviamente presenti le necessità funzionali relative all'impiantistica e garantendo le ampiezze di piazzali antistanti gli imbocchi. Inoltre, al fine di limitare le altezze dei fronti di scavo, ai lati degli imbocchi delle gallerie e tra gli imbocchi delle due canne adiacenti, sono stati lasciati ampi contrafforti; i contrafforti, delimitati da opere di sostegno tirantate, hanno lo scopo non solo di ridurre le altezze

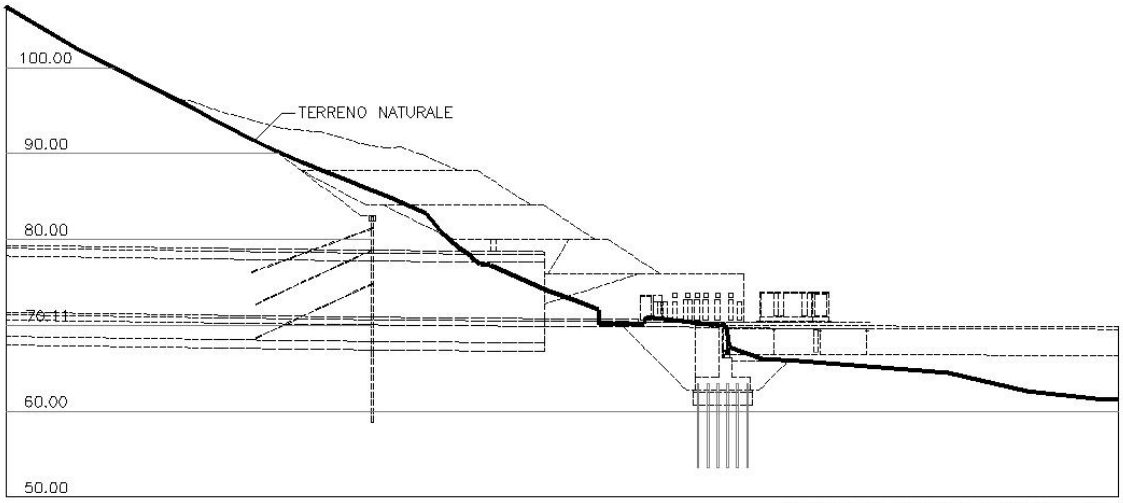
complessive di scavo ma anche di contenere le deformazioni dei fronti stessi.
In ogni caso si è dovuta garantire la copertura minima, al di sopra della calotta della galleria. Le soluzioni progettuali previste ed il loro dimensionamento sono riportate negli specifici elaborati progettuali.
Le opere di contenimento degli scavi necessari alla realizzazione dell'imbocco sud della Galleria Bric del Carmo, sono costituite da paratie di micropali multitirantate. Nel seguito si riporta uno stralcio planimetrico di tali paratie. Per il dettaglio delle verifiche geotecniche di tali opere, condotte ai sensi della Normativa vigente, si rimanda all'elaborato APE-144.

Imbocco SUD

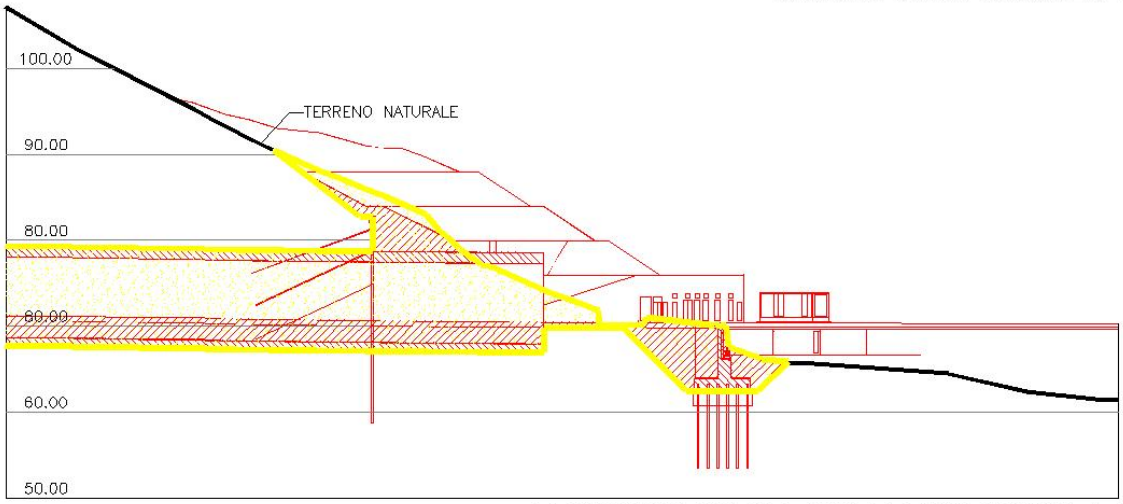


Nel seguito si riportano le sezioni di confronto tra lo stato attuale, le demolizioni/nuove costruzioni e lo stato di progetto (cfr. elaborato AUA-111). La sezione 1-1 è riportata nel seguente stralcio planimetrico.

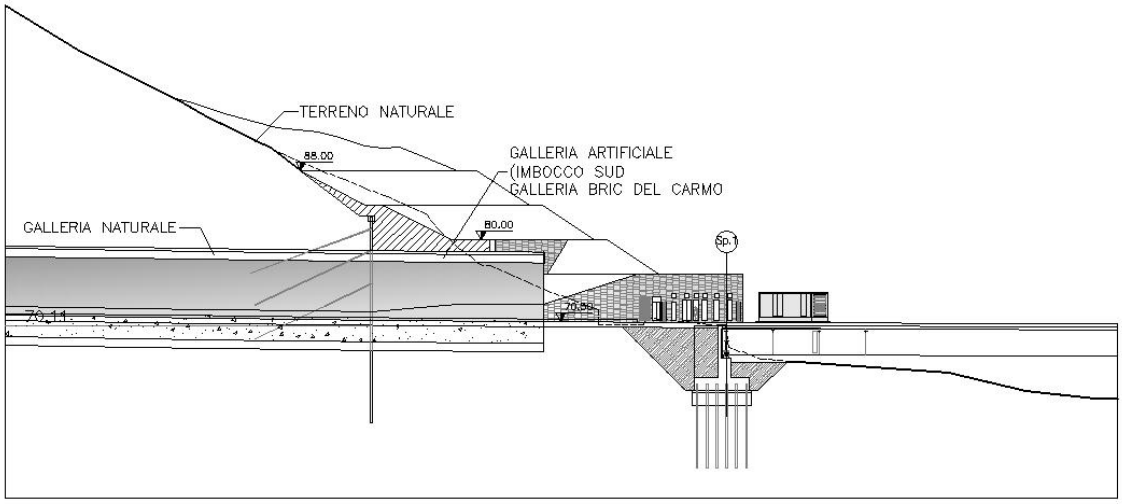

1
1
N



STATO DI FATTO -SEZIONE 1-1



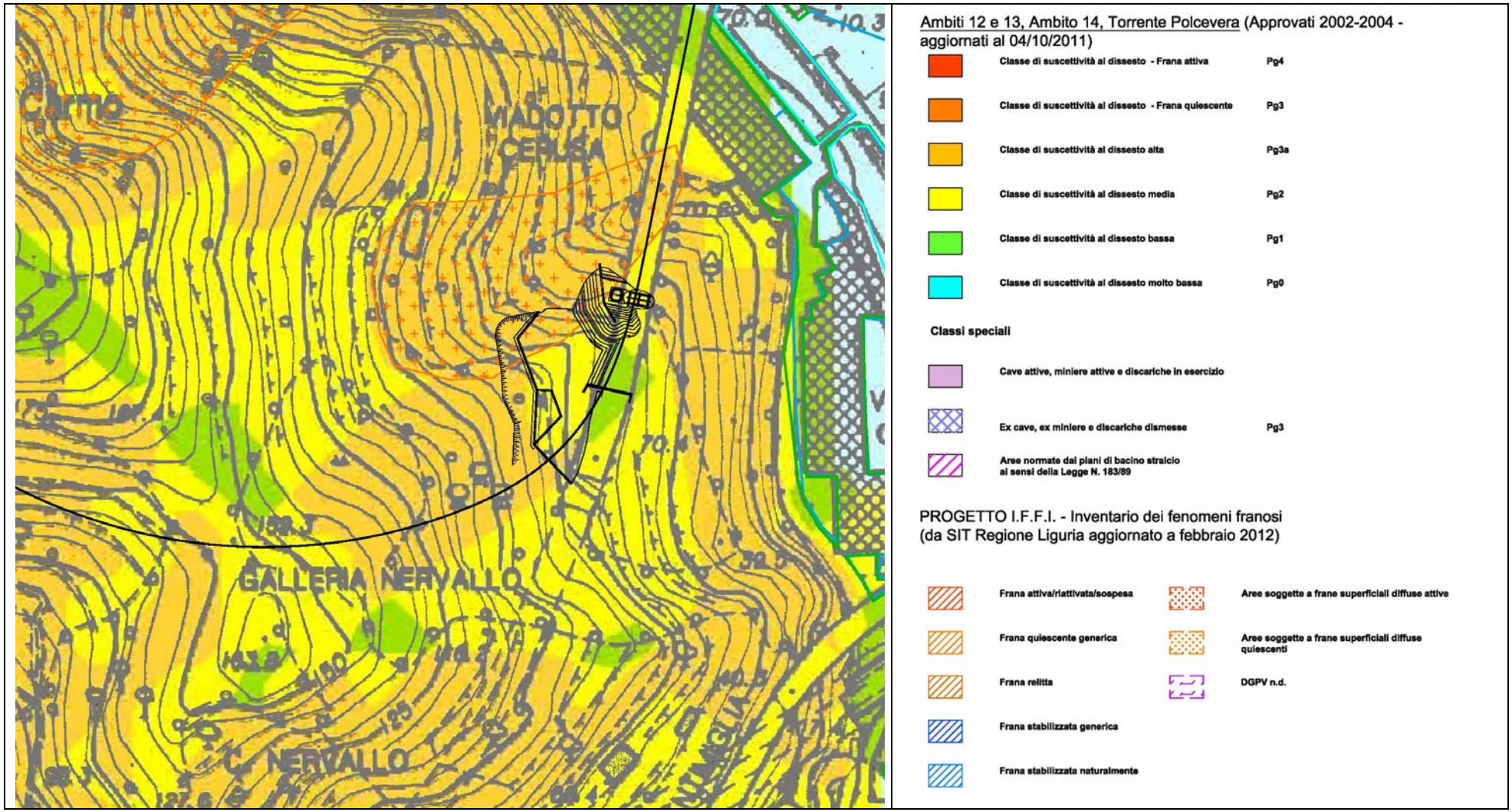
DEMOLIZIONE / NUOVE COSTRUZIONI -SEZIONE 1-1



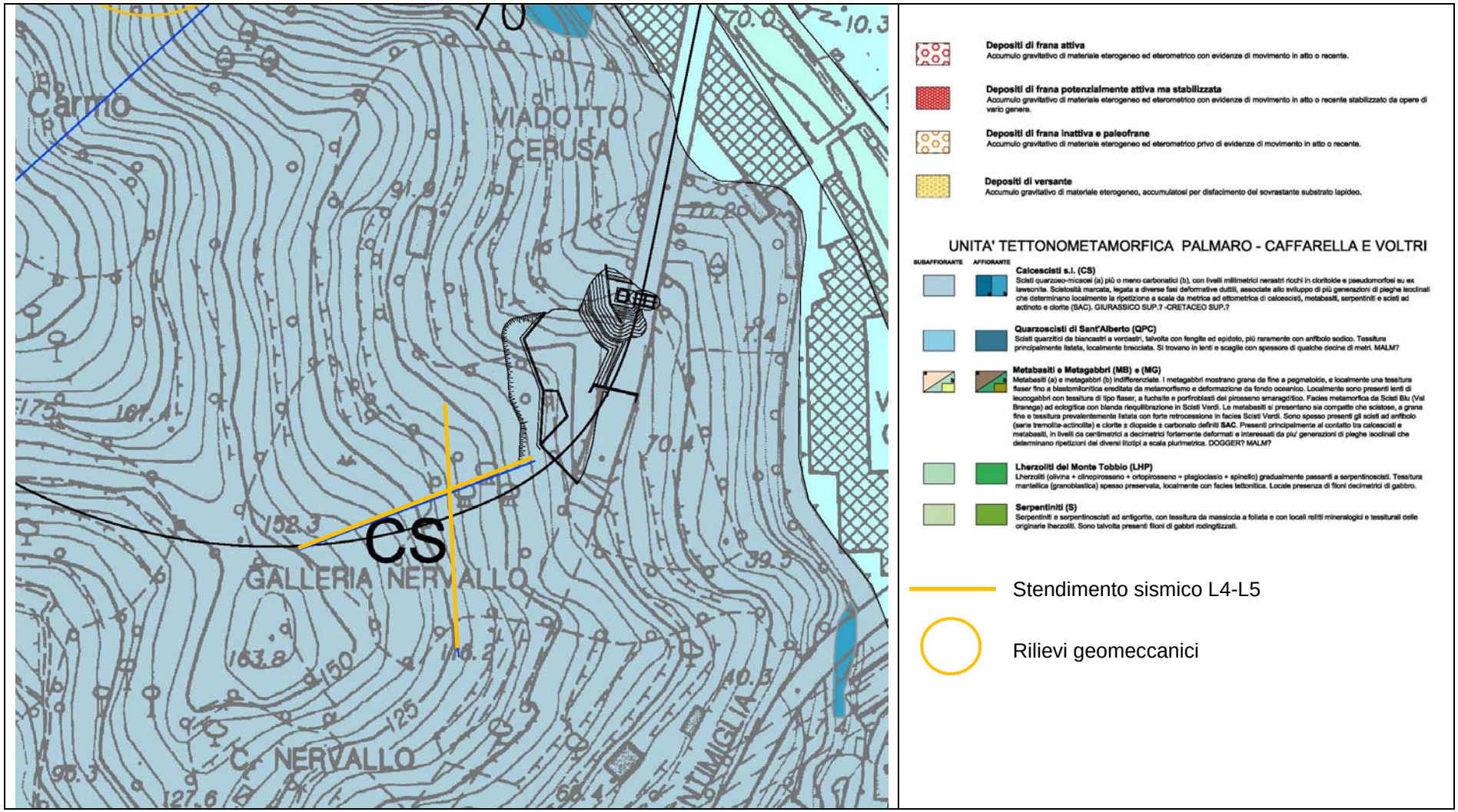
PROGETTO -SEZIONE 1-1

9. DRENAGGIO ACQUE DI VERSANTE

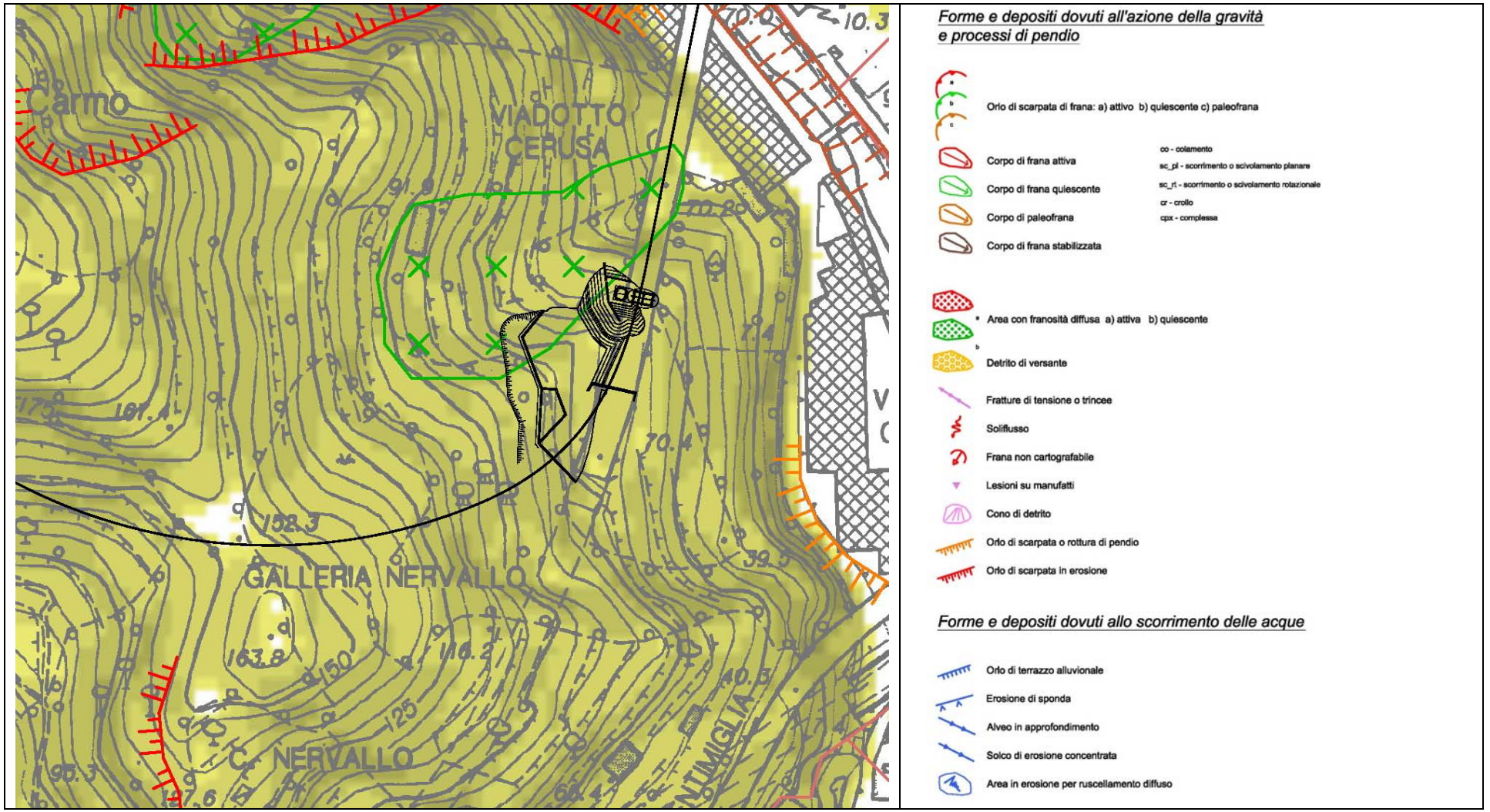
Come già anticipato nella parte generale introduttiva della presente controdeduzione (CDED 13), è stato previsto un sistema di drenaggio volto a garantire la regimentazione delle acque di versante e di piazzale (cfr. elaborato IDR-0250 del PD pubblicato), al fine della definitiva stabilizzazione del versante stesso.



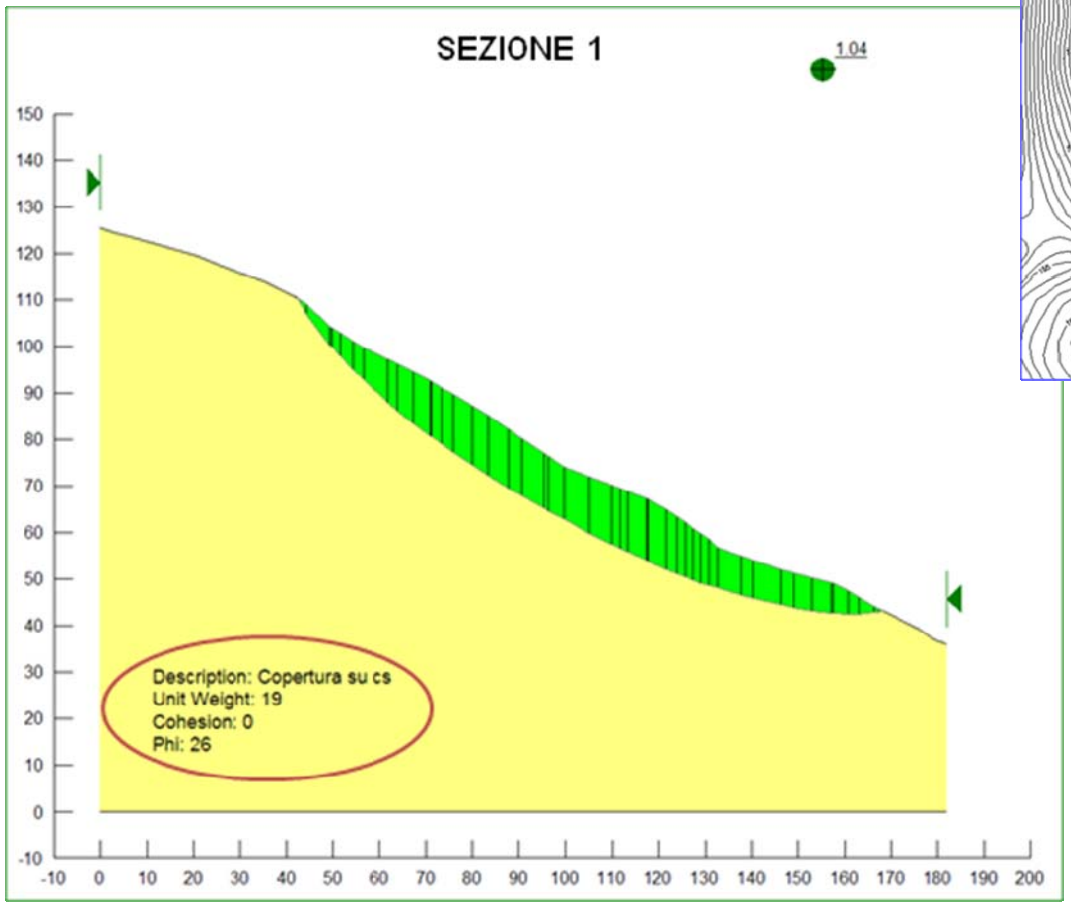
ALLEGATO 1 - Stralcio Carta dei vincoli

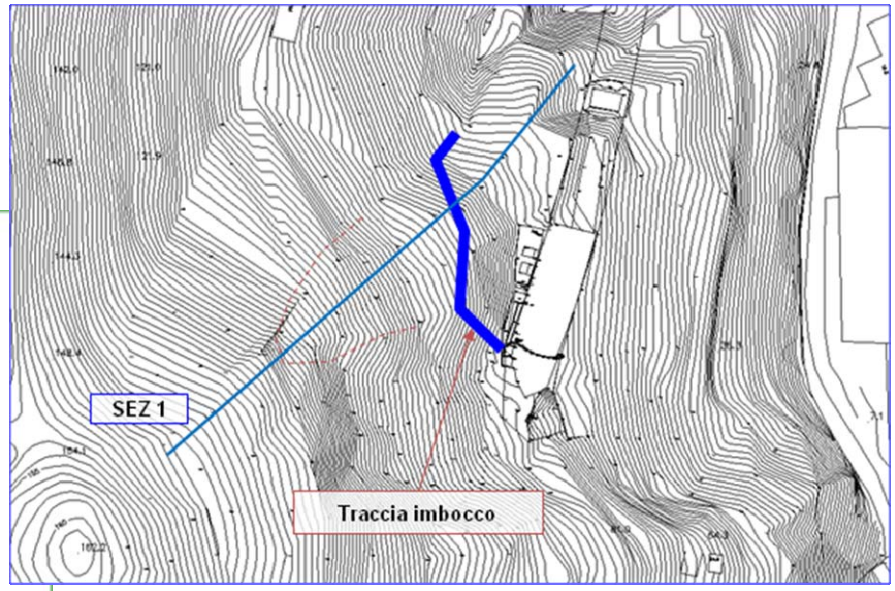


ALLEGATO 2 - Stralcio Carta geologica e indagini



ALLEGATO 3 - Stralcio Carta geomorfologica





ALLEGATO 4 – Back analysis

ALLEGATO 8

GALLERIA DELLE GRAZIE

IMBOCCO LATO GENOVA

Allegati alla Scheda:

- *Allegato n.1* - Stralcio Carta dei vincoli GEO0028
- *Allegato n.2* - Stralcio carta geologica e indagini GEO0002
- *Allegato n.3* - Stralcio carta geomorfologica GEO0020

1. ELEMENTI IDENTIFICATIVI:
LOCALITA': VOLTRI
COMUNE: GENOVA
PROVINCIA: GENOVA
BACINO: AMBITI 12 e 13

2. CARTOGRAFIA
CTR 1:10.000: 213130

3. VINCOLI (Allegato 1 - Stralcio Carta dei vincoli GEO0028)
La carta è stata aggiornata recependo i seguenti documenti:
- Carta della suscettività al dissesto aggiornata al 04/10/11
- Inventario fenomeni franosi - Progetto I.F.F.I.(download da SIT Regione Liguria febbraio 2012)

3.1 Suscettività al dissesto (da Piano di Bacino)
Pg2 - Pg1 (Pg3 interessata solo in modo marginale, Pg4 al di sopra della galleria esistente)

3.2 Inventario fenomeni franosi - Progetto I.F.F.I.
a) Tipo di frana
- Superficiale
- Colamento
- Scorrimento o scivolamento
- Scorrimento o scivolamento rotazionale
- Scorrimento o scivolamento planare
- Crollo o ribaltamento
- Complessa ☒ ☒
- Area a franosità diffusa

b) Stati di attività
- attiva ☒
- quiescente ☒
- relitta

c) Deformazione gravitativa profonda di versante

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO (Allegato 2 - Stralcio carta geologica GEO0002)
L'area dell'imbocco si imposta nell'Unità Tettonometamorfica Palmaro Caffarella e Voltri, qui rappresentate da Calcescisti.

Calcescisti (CS)
Con questo termine si indicano metasedimenti di varia composizione: si riconosce un'alternanza di scisti carbonatici più o meno filladici o marmorei e di scisti quarzoso micacei.
Sono caratterizzati da una scistosità marcata, legata a diverse generazioni di deformazioni.

La foliazione principale riportata in carta, definita da minerali in facies scisti verdi, ha allineato, oltre alla superficie litologica originaria, anche altre superfici tettoniche che non risultano più differenziabili. La foliazione principale risulta piegata più o meno blandamente dalle successive fasi deformative.
I Calcescisti sono talvolta associati a bande trasposte di metabasiti e metagabbri (di spessore decametrico) disposte parallelamente rispetto alla foliazione pervasiva principale.
I calcescisti carbonatici appaiono di colore da marrone (superficie debolmente alterata) a grigio (frattura fresca), mentre se sono più profondamente alterati assumono colorazioni rossastre.

Metagabbri (MG)
I metagabbri si presentano in affioramento come molto compatti, resistenti e formano lenti di qualche centinaio di metri, distribuite all'interno sia dei Calcescisti, sia delle Serpentiniti. Sono stati distinti in affioramento due categorie di metagabbri: un tipo preserva minerali di paragenesi eclogitica, mentre l'altro mostra una spiccata retrocessione metamorfica in facies scisti verdi.

Scisti ad anfibolo e clorite (SAC)
Nell'ambito dello studio relativo alla presenza di amianto naturale è stata evidenziata la presenza di scisti ad anfibolo della serie tremolite-actinolite e clorite, ± diopside, ± carbonato (abbreviazione: SAC), tipicamente collocati al contatto tra calcescisti e metabasiti, in livelli da centimetrici a decimetrici, che hanno subito eventi multipli di deformazione e ricristallizzazione in facies metamorfica degli scisti verdi. Si tratta di rocce marcatamente foliate, ricche in anfibolo (comunemente con habitus aghiforme) e clorite. Sono state riscontrate nel sondaggio geognostico realizzato in prossimità dell'imbocco (RO1) mentre non sono state rilevate in superficie ma sono riportate in carta con un andamento conforme alla struttura locale.

La foliazione principale risulta immersa per lo più verso SE con inclinazione variabile ma prevalentemente elevata, fino a subverticale.

Nell'area di imbocco è stato realizzato un sondaggio a carotaggio (RO1) e due a distruzione per l'esecuzione di Prove Cross Hole, e due stendimenti di geofisica (L3-L13). Tutte le indagini sono ubicate all'interno della frana quiescente posta al di sopra dell'imbocco.
Dalla stratigrafia del sondaggio RO1, lo spessore dei depositi di copertura è pari a circa 1.5 m mentre la fascia ad intensa alterazione arriva fino a circa 20 m.

5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO (Allegato 3 - Stralcio carta geomorfologica GEO0020)

L'area di interesse si sviluppa lungo il versante idrografico destro del Torrente Leiro. Il versante si presenta, nell'area limitrofa all'imbocco, con acclività abbastanza elevata e roccia affiorante/subaffiorante. Nella planimetria sono state distinte e rappresentate le forme ed i fenomeni che possono avere interesse pratico nei confronti della realizzazione delle opere previste.
In particolare le opere di imbocco della Galleria Delle Grazie non intercettano direttamente

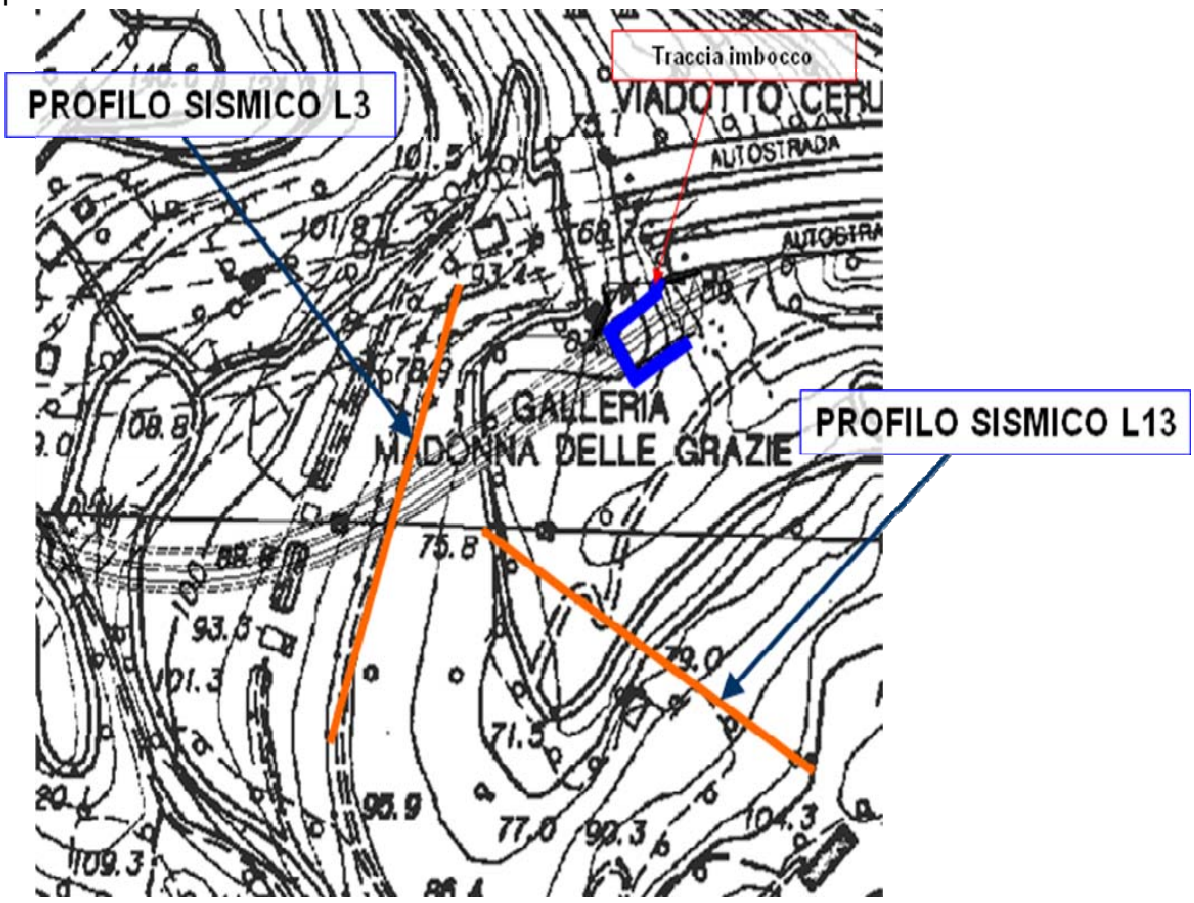
dei dissesti, ma immediatamente a monte elle opere sono presenti i dissesti:
- una frana quiescente ubicata che non insiste direttamente sull'imbocco, ma che viene sottopassata dalla galleria a profondità limitata;
- una frana attiva stabilizzata posta immediatamente sopra l'imbocco della galleria esistente lungo l'A10 e quindi laterale rispetto alla galleria in progetto.
Si rileva la presenza di opere di sistemazione naturalistica all'interno del Parco della Villa Duchessa.
In ogni caso la presenza di questi dissesti sono indice di un versante potenzialmente predisposto al dissesto, soprattutto a causa della giacitura subverticale degli strati che risulta predisponente nei confronti dei fenomeni di toppling.

6. VERIFICA DEL GRADO DI INTERFERENZA TRA ELEMENTI DI PROGETTO E ELEMENTI DI DISSESTO

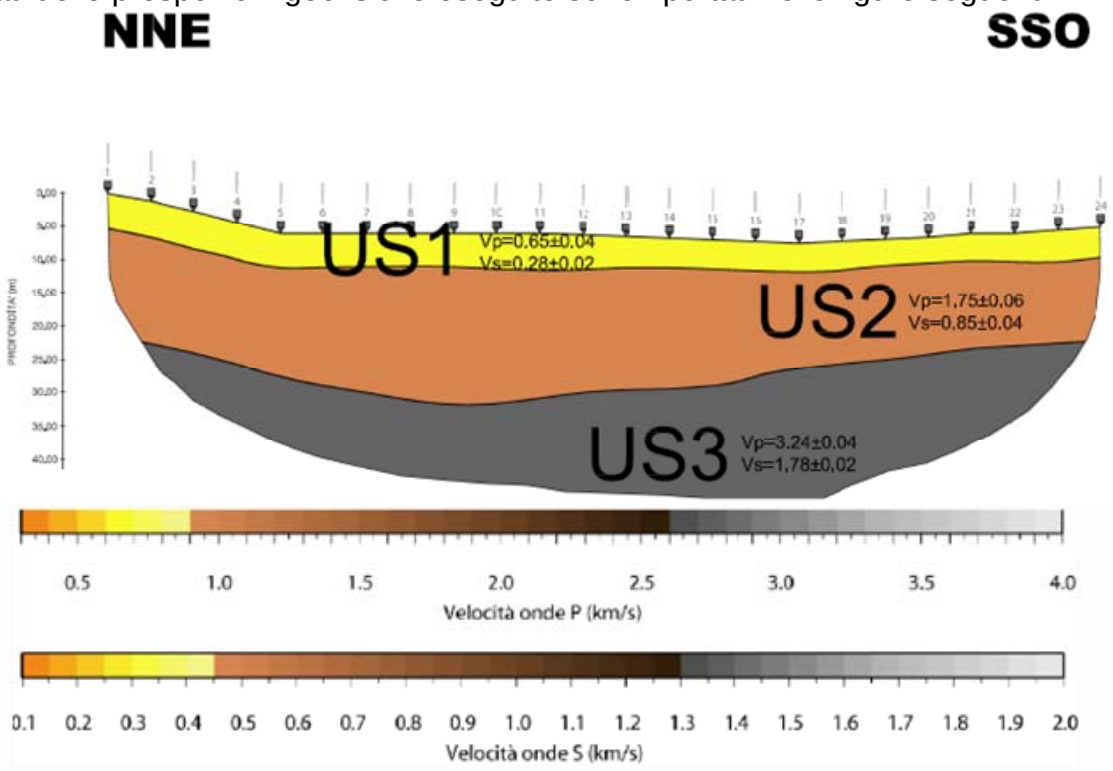
Le opere di imbocco sono posizionate esternamente a un'area di frana quiescente. In corrispondenza dell'imbocco in esame le Carte Regionali indicano una suscettività al dissesto media. Le pendenze molto acclivi, infatti, oltre a non essere compatibili con fenomeni gravitativi importanti, testimoniano valori elevati dell'angolo d'attrito, a supporto dell'interpretazione della morfologia data in sede progettuale.

7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

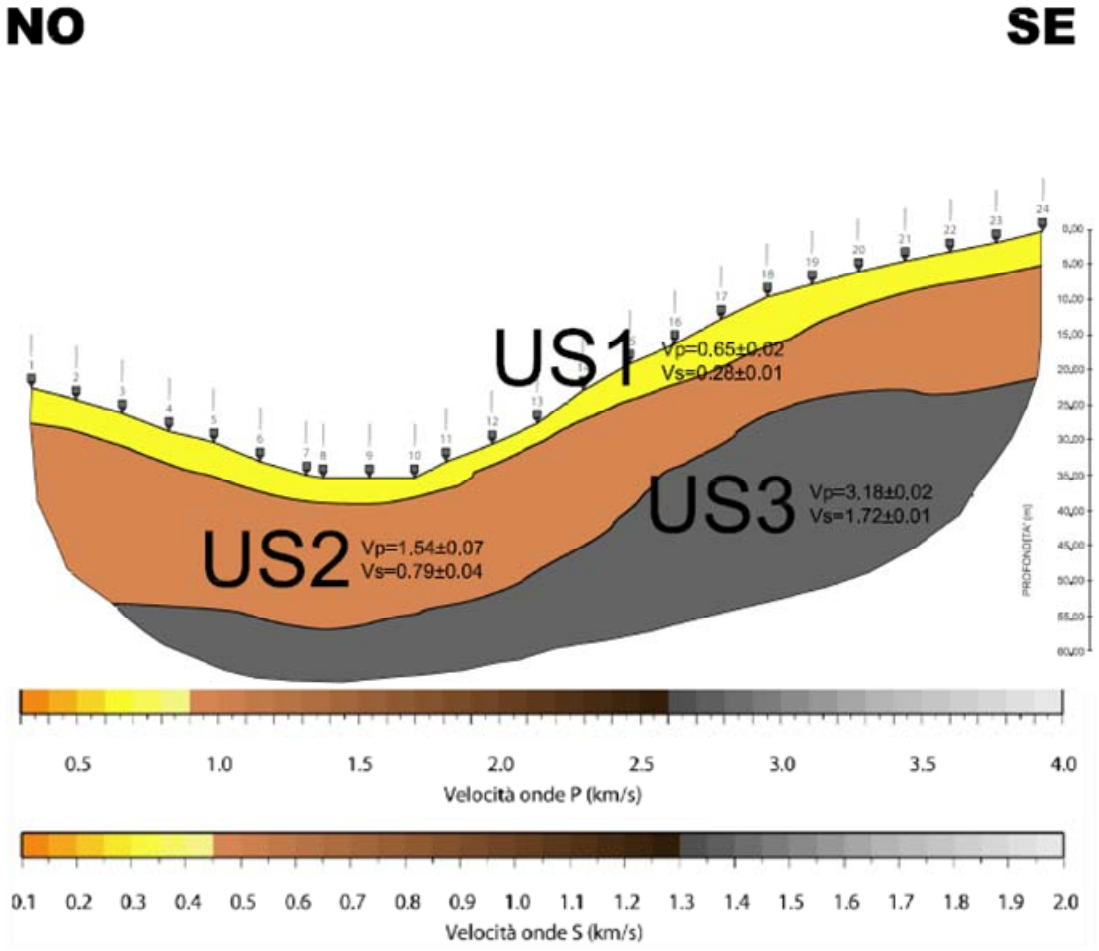
Le indagini disponibili nell'intorno dell'area di imbocco sono riportate nel seguente stralcio planimetrico.



I risultati delle prospezioni geofisiche eseguite sono riportati nelle figure seguenti:



Profilo sismico L3



Profilo sismico L13

Il pendio al di sopra dell'imbocco è molto ripido ed è compatibile con la presenza di roccia sub-affiorante o comunque di materiale di elevata resistenza al taglio. Inoltre, nell'area interessata dalla realizzazione dell'imbocco, nel corso dei numerosi sopralluoghi effettuati, è stata rilevata la presenza di materiale roccioso subaffiorante, come testimonia l'immagina fotografica seguente.



Facendo quindi riferimento alla morfologia dei luoghi, è stata adottata la seguente sequenza stratigrafica:

- Da p.c. a 3.0 m da p.c. - COLTRE su CS - Materiali di copertura delle formazioni di base (copertura su Cs), ovvero sabbie limose e limi sabbiosi o materiali più grossolani all'interno di una matrice limosa o limoso - argillosa.
- Da 3.0 m a 20.0 m da p.c. - CAPPELLACCIO - Cappellaccio dei calcescisti (Cs cap), ovvero livello di alterazione della formazione di base dei calcescisti, avente caratteristiche geomeccaniche più scadenti rispetto alla formazione di base.
- Al di sotto di 20.0 m da p.c. - SUBSTRATO - Formazione lapidea di base dei calcescisti (Cs).

Come si osserva, la scelta progettuale è stata comunque conservativa, avendo considerato la presenza di una coltre di copertura, con scadenti caratteristiche di resistenza, al di sopra

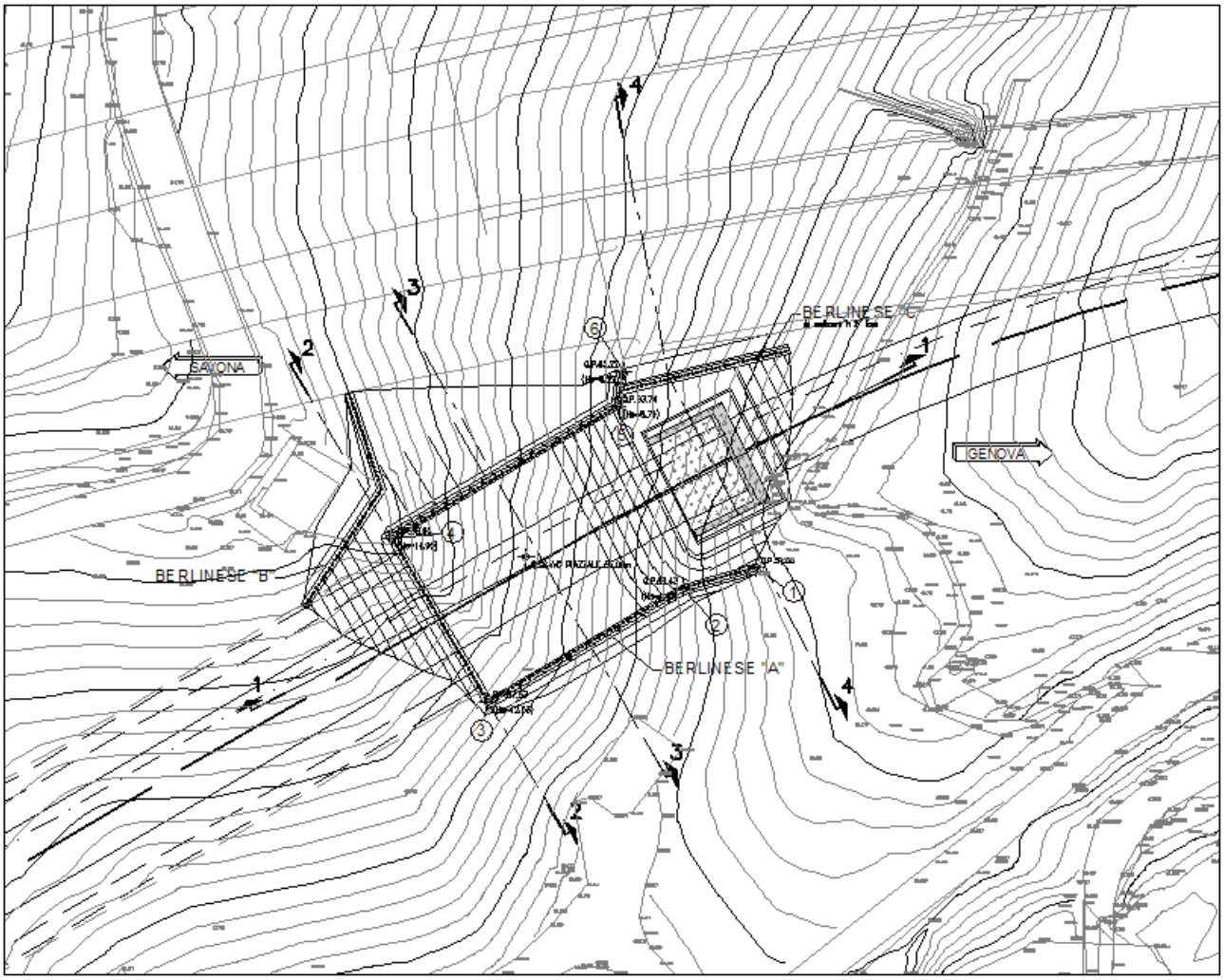
delle formazioni di base.

I parametri relativi alle formazioni coinvolte sono stati desunti dalla Relazione Geotecnica (cfr. elaborato APE-001).
La quota di falda di progetto è stata posizionata a circa 14.0 m di profondità da piano campagna.

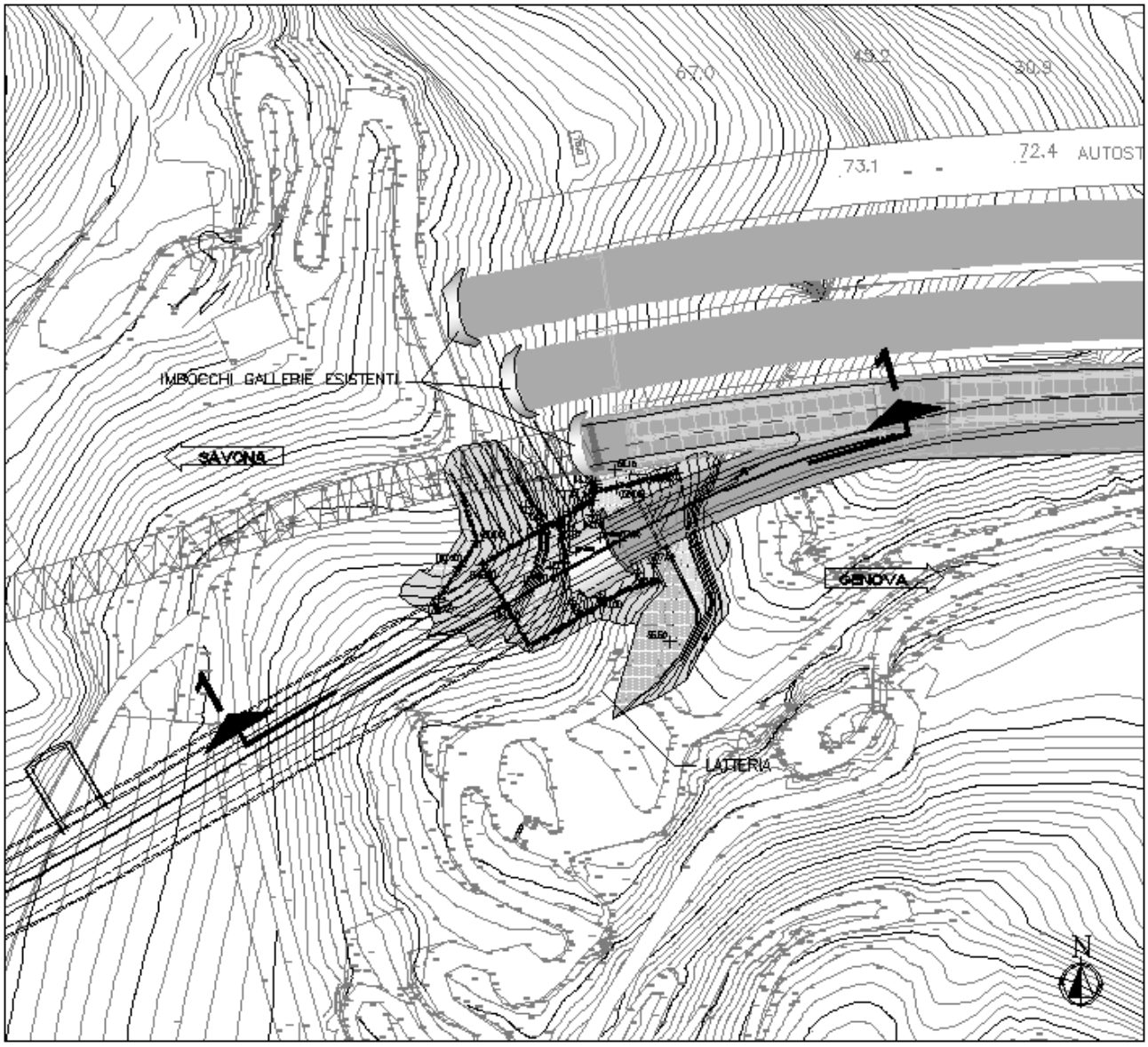
8. DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI IMBOCCO

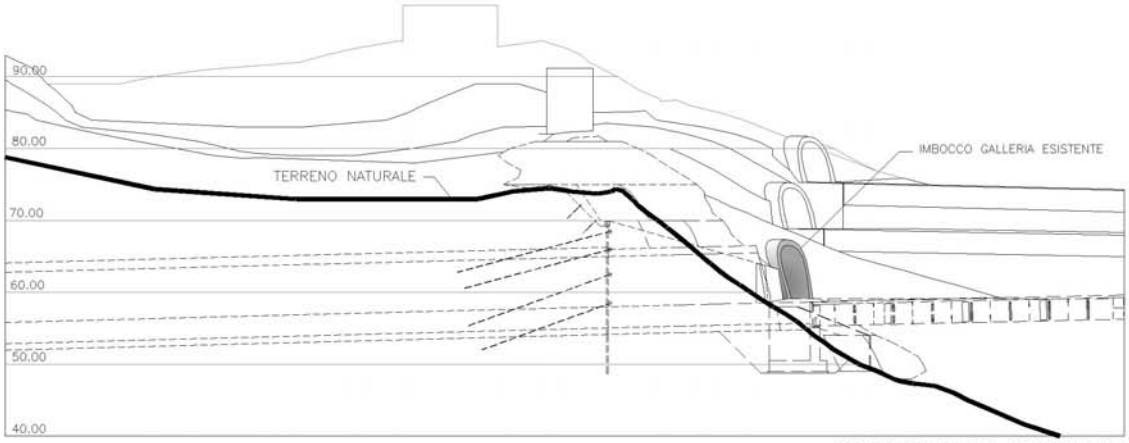
Il dimensionamento delle opere è stato condotto al fine di evitare lo sviluppo di fenomeni deformativi rilevanti, contenendo il più possibile gli spostamenti indotti dagli scavi. Nonostante la posizione dell'imbocco sia tale da escludere l'interferenza con fenomeni gravitativi importanti, si è comunque posta particolare attenzione vista la vicinanza con la sede autostradale esistente e con il parco Villa della Duchessa.
La vicinanza con un'area di particolare pregio e con opere di interesse storico, ha inoltre portato alla necessità di ridurre il più possibile il disturbo causato dagli scavi e gli ingombri del piazzale di lavoro.
Si è inoltre posta particolare attenzione nel controllo degli scarichi delle acque meteoriche o di altra natura, presenti sui piazzali di imbocco, che sono convogliate in un sistema di gestione e controllo idraulico delle acque stesse (vedi Capitolo 9)
Resta ovviamente il problema ingegneristico di garantire la stabilità delle opere di imbocco in presenza di parametri di resistenza residui in corrispondenza delle superfici di scivolamento.
Le superfici di scivolamento critiche sono state definite facendo riferimento alle stratigrafie dei sondaggi e/o dei risultati dell’indagine geofisica e alla morfologia dei versanti. Tali superfici appaiono correre al letto delle coltri superficiali, al di sopra della formazione di substrato.
In relazione alle problematiche sopra individuate, si è cercato, per quanto possibile, di limitare le ampiezze dei fronti di scavo tenendo ovviamente presenti le necessità funzionali relative all'impiantistica e garantendo le ampiezze di piazzali antistanti gli imbocchi.
In ogni caso si è dovuta garantire la copertura minima, al di sopra della calotta della galleria. Le soluzioni progettuali previste ed il loro dimensionamento sono riportate negli specifici elaborati progettuali.
Le opere di contenimento degli scavi necessari alla realizzazione dell'imbocco sud della Galleria Delle Grazie, sono costituite da paratie di micropali multitirantate. Nel seguito si riporta uno stralcio planimetrico di tali paratie. Per il dettaglio delle verifiche geotecniche di tali opere, condotte ai sensi della Normativa vigente, si rimanda all’elaborato APE-224.

Imbocco Sud

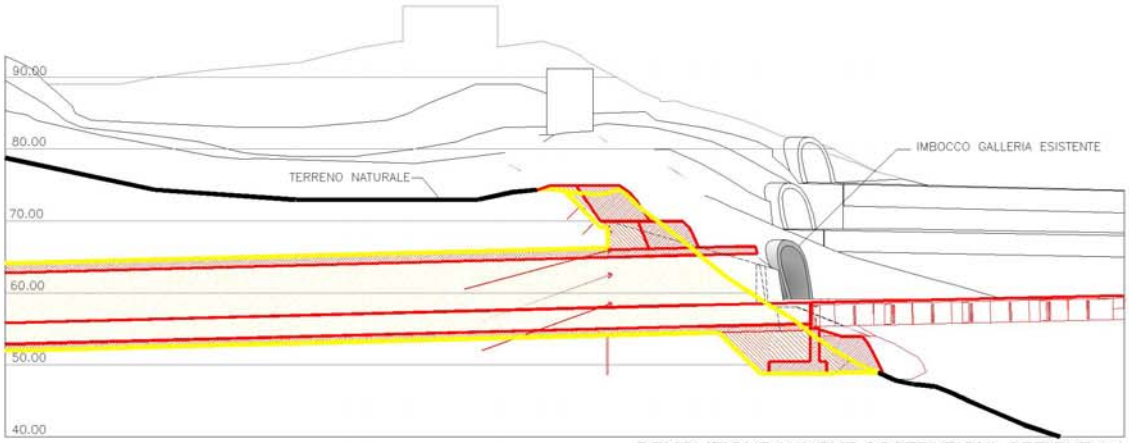


Nel seguito si riportano le sezioni di confronto tra lo stato attuale, le demolizioni/nuove costruzioni e lo stato di progetto (cfr. elaborato AUA-131). La sezione 1-1 è riportata nel seguente stralcio planimetrico.

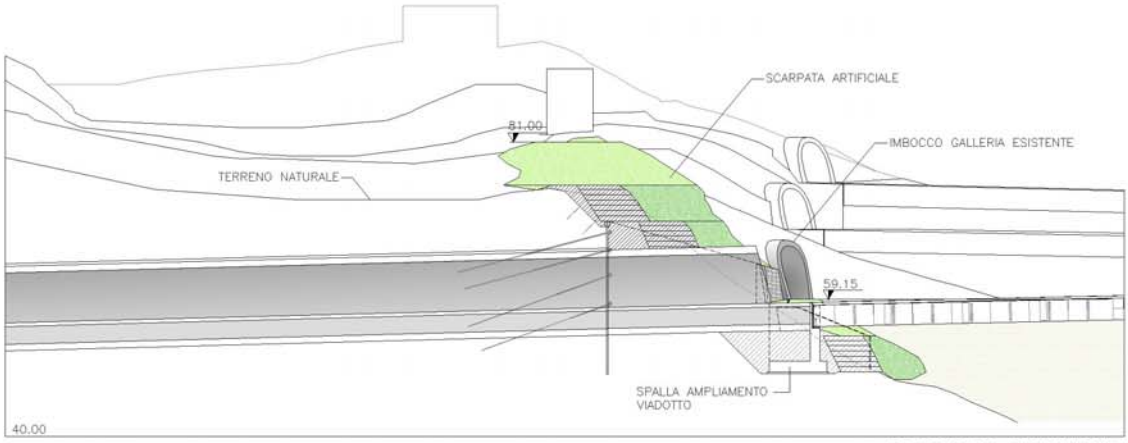

67.0
49.2
30.9
73.1
72.4
AUTOST
IMBOCCHI GALLERIE ESISTENTI
SAVONA
GENOVA
LATTERIA
N



STATO DI FATTO -SEZIONE 1-1



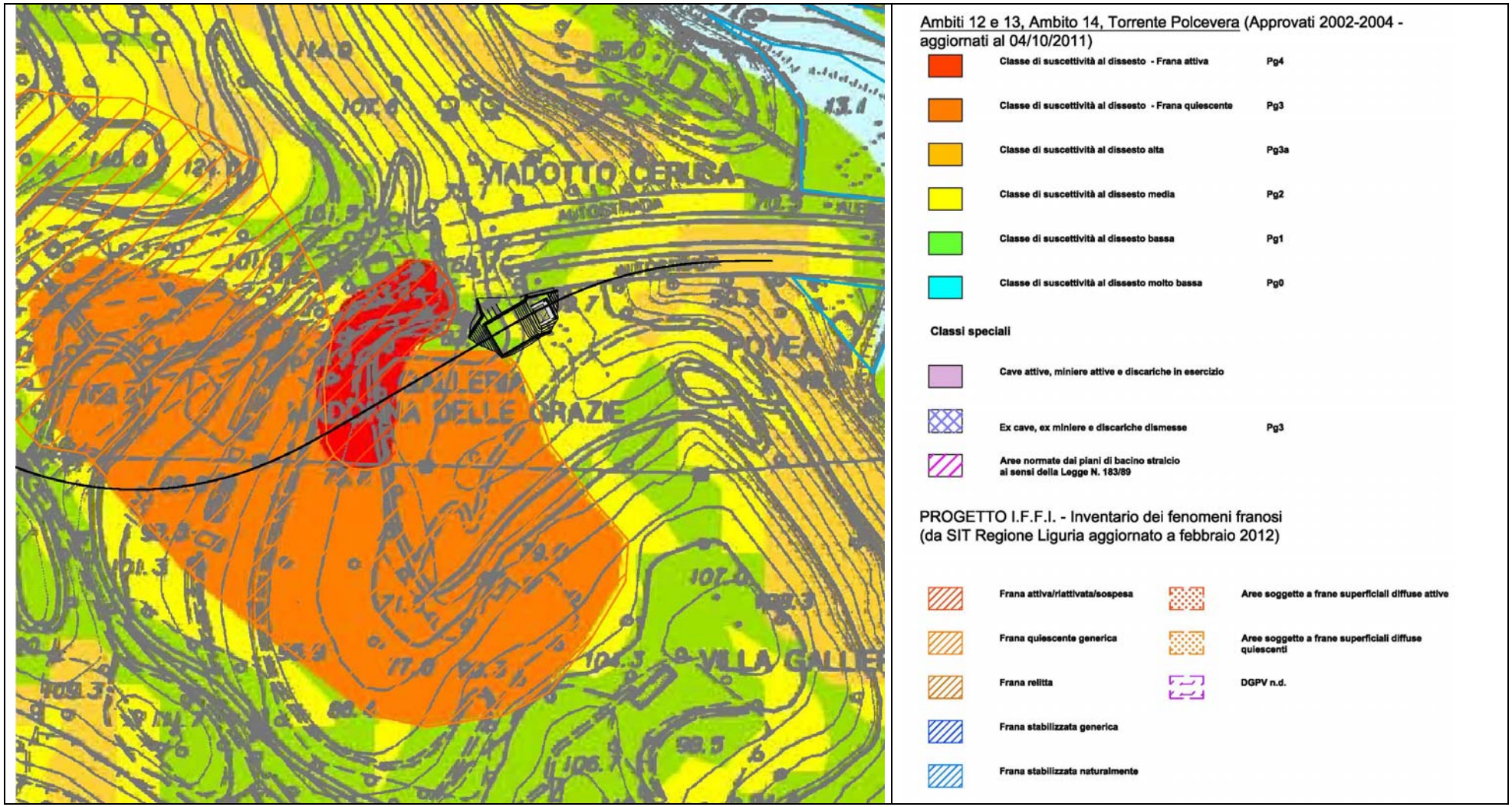
DEMOLIZIONE / NUOVE COSTRUZIONI -SEZIONE 1-1



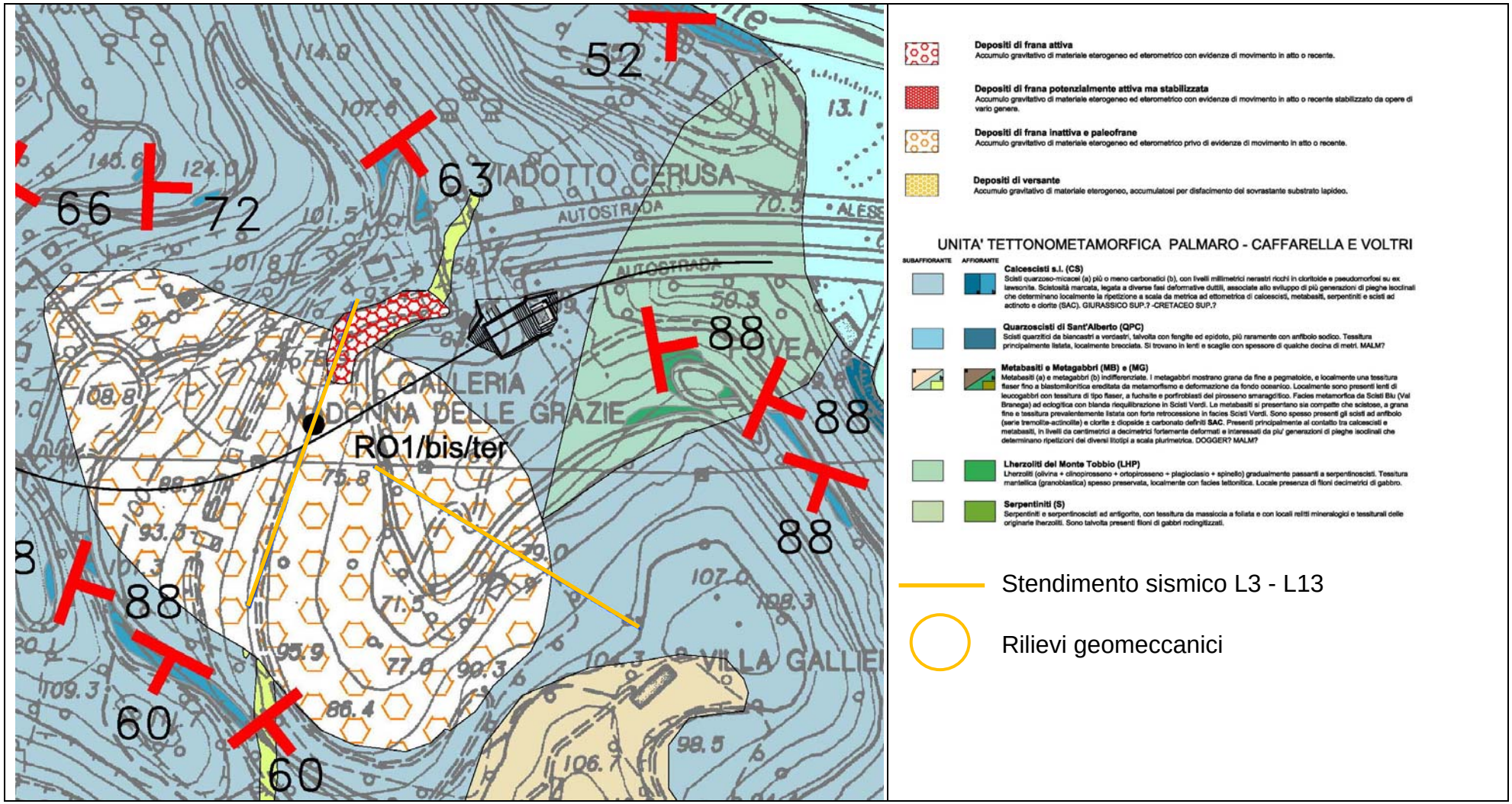
PROGETTO -SEZIONE 1-1

9. DRENAGGIO ACQUE DI VERSANTE

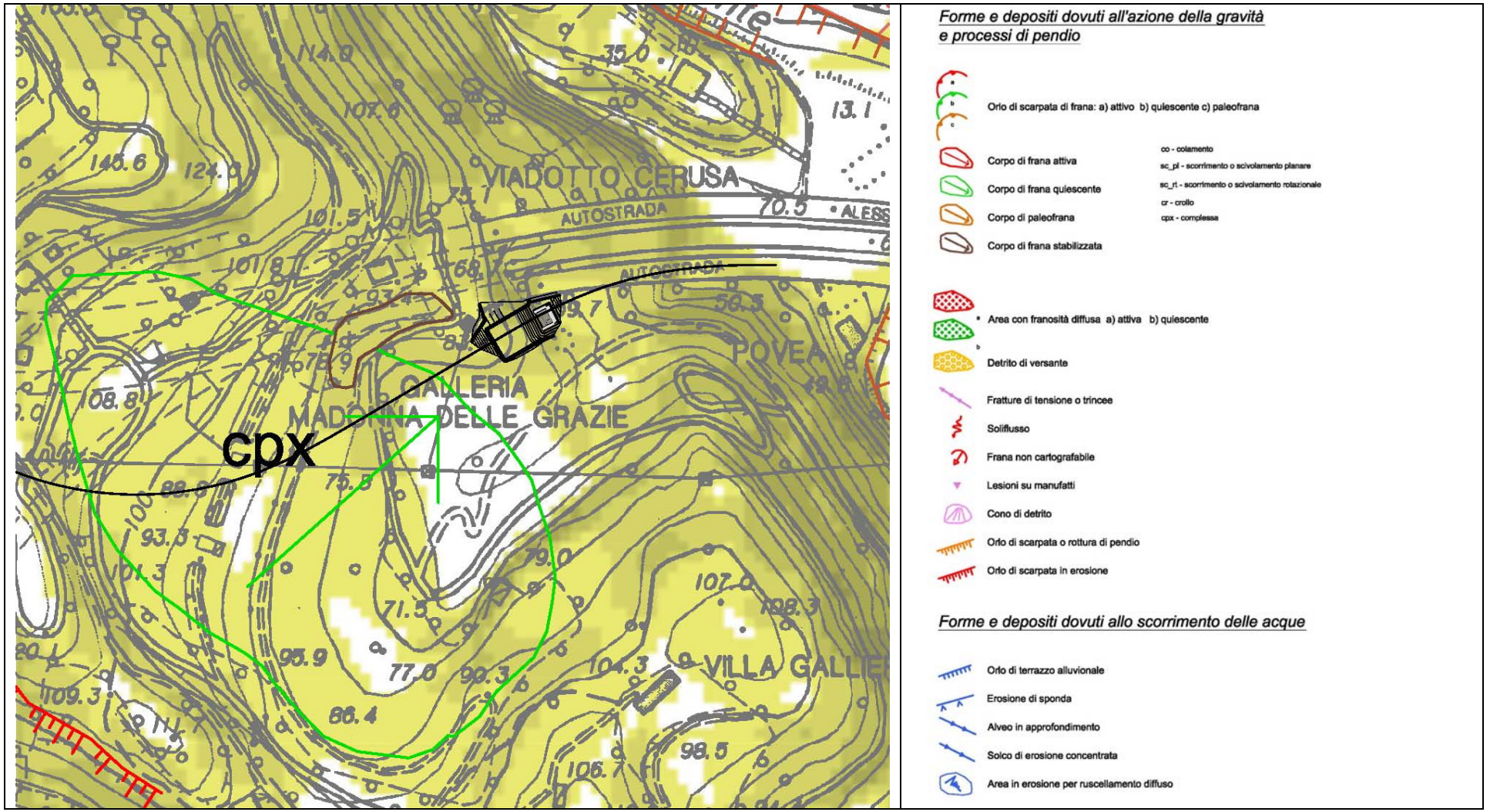
Come già anticipato nella parte generale introduttiva della presente controdeduzione (CDED 13), è stato previsto un sistema di drenaggio volto a garantire la regimentazione delle acque di versante e di piazzale (cfr. elaborato IDR-0254 del PD pubblicato), al fine della definitiva stabilizzazione del versante stesso.



ALLEGATO 1 - Stralcio Carta dei vincoli



ALLEGATO 2 - Stralcio Carta geologica e indagini



ALLEGATO 3 - Stralcio Carta geomorfologica

ALLEGATO 9

GALLERIA CIOCIA

IMBOCCO LATO NORD

Allegati alla Scheda:

- *Allegato n.1* - Stralcio Carta dei vincoli GEO0028
- *Allegato n.2* - Stralcio carta geologica e indagini GEO0002
- *Allegato n.3* - Stralcio carta geomorfologica GEO0020
- *Allegato n.4* – Risultati back-analysis

1. ELEMENTI IDENTIFICATIVI:
LOCALITA': VOLTRI
COMUNE: GENOVA
PROVINCIA: GENOVA
BACINO: AMBITI 12 e 13

2. CARTOGRAFIA
CTR 1:10.000: 213130

3. VINCOLI (Allegato 1 - Stralcio Carta dei vincoli GEO0028)
La carta è stata aggiornata recependo i seguenti documenti:
- Carta della suscettività al dissesto aggiornata al 04/10/11
- Inventario fenomeni franosi - Progetto I.F.F.I.(download da SIT Regione Liguria febbraio 2012)

3.1 Suscettività al dissesto (da Piano di Bacino)
Pg3a - Pg2

3.2 Inventario fenomeni franosi - Progetto I.F.F.I.
a) Tipo di frana
- Superficiale
- Colamento
- Scorrimento o scivolamento
- Scorrimento o scivolamento rotazionale
- Scorrimento o scivolamento planare
- Crollo o ribaltamento
- Complessa
- Area a franosità diffusa ☒

b) Stati di attività
- attiva
- quiescente ☒
- relitta

c) Deformazione gravitativa profonda di versante

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO (Allegato 2 - Stralcio carta geologica GEO0002)
L'area dell'imbocco si imposta nell'Unità Tettonometamorfica Palmaro Caffarella e Voltri, qui rappresentate da Calcescisti.

Calcescisti (CS)
Con questo termine si indicano metasedimenti di varia composizione: si riconosce un'alternanza di scisti carbonatici più o meno filladici o marmorei e di scisti quarzoso micacei.
Sono caratterizzati da una scistosità marcata, legata a diverse generazioni di deformazioni.

La foliazione principale riportata in carta, definita da minerali in facies scisti verdi, ha allineato, oltre alla superficie litologica originaria, anche altre superfici tettoniche che non risultano più differenziabili. La foliazione principale risulta piegata più o meno blandamente dalle successive fasi deformative.
I Calcescisti sono talvolta associati a bande trasposte di metabasiti (di spessore decametrico) disposte parallelamente rispetto alla foliazione pervasiva principale.
I calcescisti carbonatici appaiono di colore da marrone (superficie debolmente alterata) a grigio (frattura fresca), mentre se sono più profondamente alterati, come nell'area in oggetto, assumono colorazioni rossastre.

La foliazione principale risulta immersa verso SE con inclinazione molto variabile ma prevalentemente variabile da 40 a 50°.

In corrispondenza dell'imbocco non è stato possibile realizzare sondaggi geognostici a causa delle difficili condizioni logistiche dell'area.

5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO (Allegato 3 - Stralcio carta geomorfologica GEO0020)

L’area di interesse si sviluppa lungo il versante idrografico sinistro del Torrente Cerusa. Il versante si presenta con acclività piuttosto elevata ed intensamente boscato, immediatamente a ridosso dell'autostrada A26 esistente.
E' stata rilevata la presenza di un'area a franosità diffusa quiescente che interessa tutta l'area dell'imbocco e che è indice di versante predisposto al dissesto, anche se lungo la stradina che borda superiormente l'area e al di sopra dei muri dell'A26 sono presenti numerosi affioramenti di calcescisti.

6. VERIFICA DEL GRADO DI INTERFERENZA TRA ELEMENTI DI PROGETTO E ELEMENTI DI DISSESTO

Le opere di imbocco interferiscono con un'area con franosità diffusa quiescente In generale tutto il versante interessato dagli scavi è classificato come ad alta suscettività al dissesto.

7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

In prossimità dell’imbocco in esame non è stato possibile eseguire indagini geognostiche a causa dell’inaccessibilità dei luoghi.

Facendo riferimento a quanto risulta nelle zone limitrofe all'imbocco, caratterizzate dalle stesse formazioni, è stata adottata la seguente sequenza stratigrafica:

- Da p.c. a 2.0 m da p.c. – COLTRE su CS - copertura dell’ammasso roccioso: depositi costituiti principalmente da sabbie limose con presenza di ciottoli.
- Da 2.0 m a 12.0 m da p.c. – CAPPELLACCIO 1- livello di alterazione della formazione dei Calcescisti - Micascisti (CS-CAP), avente caratteristiche geomeccaniche più scadenti rispetto alla formazione di base.

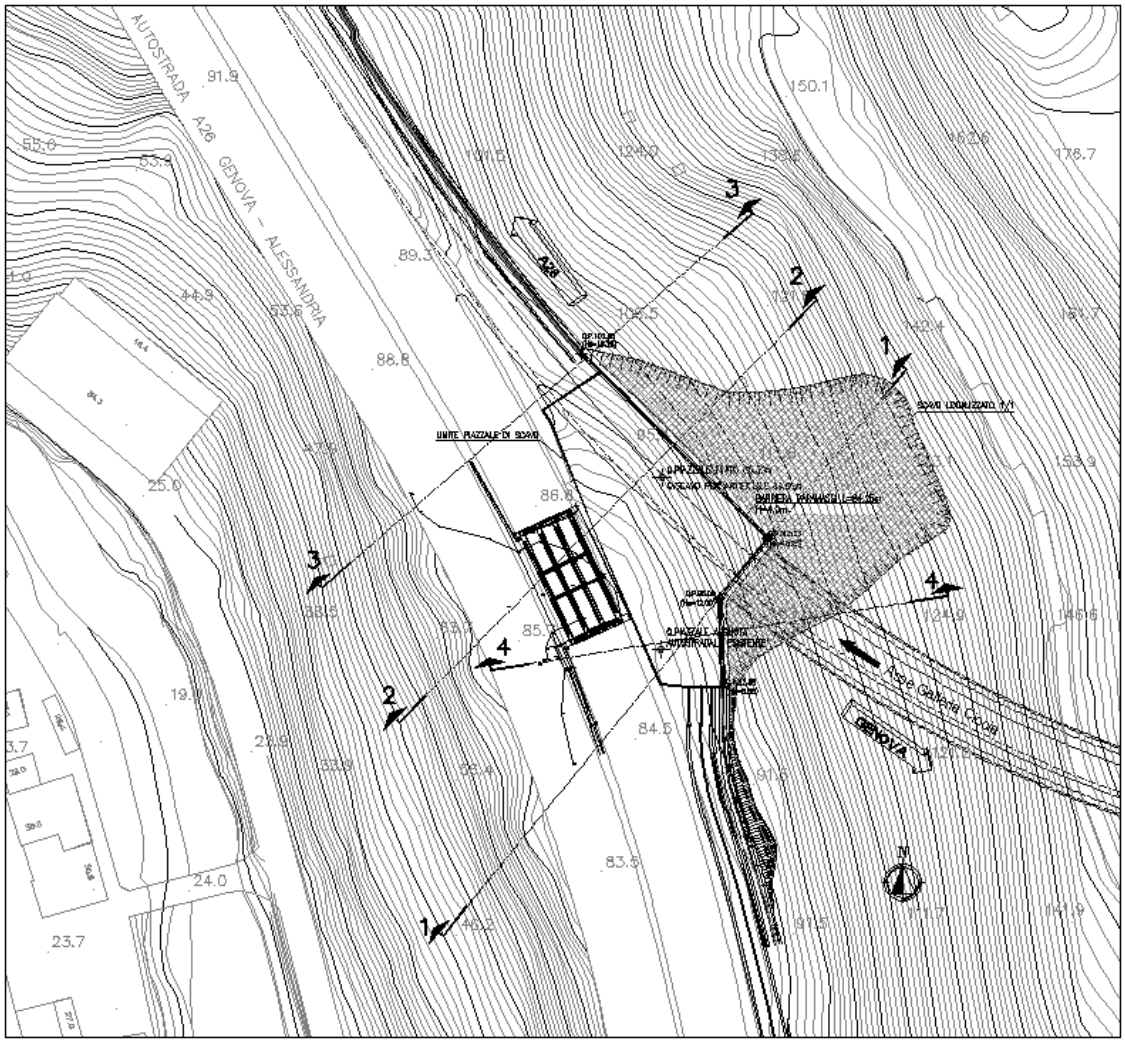
- Al di sotto di 12.0 m da p.c. – CAPPELLACCIO 2 - livello di alterazione della formazione dei Calcescisti - Micascisti (CS-CAP), avente caratteristiche geomeccaniche più scadenti rispetto alla formazione di base.

Si segnala che i parametri di resistenza e lo spessore della coltre sono stati determinati mediante back analysis (cfr. Allegato 4), mentre i parametri relativi al cappellaccio ed al substrato sono stati desunti dalla Relazione Geotecnica (cfr. elaborato APE-001).
Nel caso specifico le pendenze del pendio sono molto elevate e i risultati delle back analysis fornirebbero valori di angolo di attrito per le coltri più elevati rispetto a quanto invece deducibile dalla Relazione Geotecnica. Nelle verifiche della paratia si è quindi adottato il valore di angolo di attrito più cautelativo.
Quota di falda di progetto è stata assunta a testa paratia, tenendo conto anche del prescavo eseguito per la realizzazione dei micropali.

8. DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI IMBOCCO

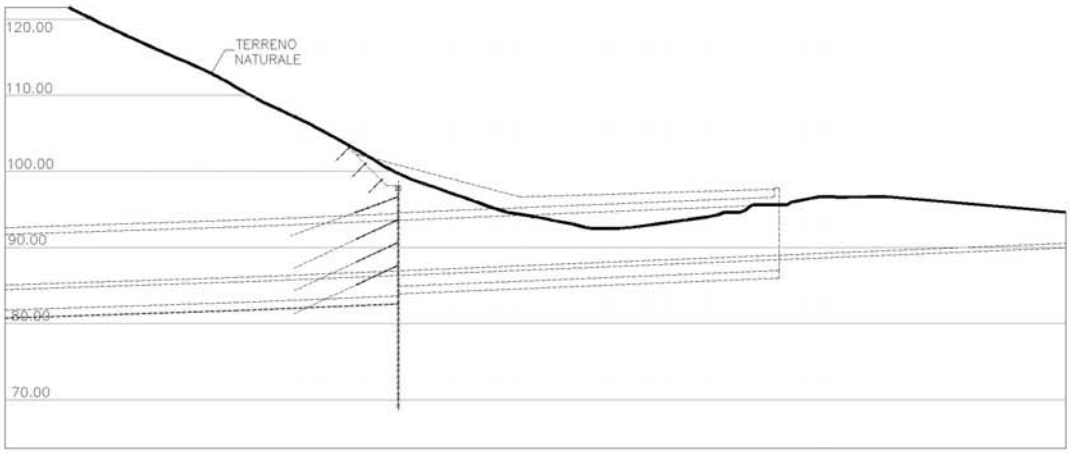
La presenza di un'area a franosità diffusa in corrispondenza delle opere di imbocco ha portato alla necessità di prevedere opere di contenimento intese a evitare lo sviluppo di fenomeni deformativi rilevanti.
Il dimensionamento delle opere è stato condotto al fine di evitare l'innesco di fenomeni di instabilità in aree già classificate come critiche, contenendo il più possibile gli spostamenti indotti dagli scavi. La criticità è stata estesa a tutto lo sviluppo della paratia.
Si è inoltre posta particolare attenzione nel controllo degli scarichi delle acque meteoriche o di altra natura, presenti sui piazzali di imbocco, che sono convogliate in un sistema di gestione e controllo idraulico delle acque stesse (vedi Capitolo 9)
Resta ovviamente il problema ingegneristico di garantire la stabilità delle opere di imbocco in presenza di parametri di resistenza residui in corrispondenza delle superfici di scivolamento.
Le superfici di scivolamento critiche sono state definite facendo riferimento alle indicazioni delle carte geomorfologiche e alla morfologia dei versanti. Tali superfici appaiono correre al letto delle coltri superficiali, al di sopra della formazione di substrato.
Al fine di verificare l'affidabilità del modello (geometria delle superfici di scivolamento e livelli di falda) si è poi verificato che i valori di ϕ'_{res} ottenuti da back-analysis (in corrispondenza di fattori di sicurezza unitari) fossero prossimi ai valori ottenuti dalla caratterizzazione geotecnica generale delle formazioni coinvolte.
In relazione alle problematiche sopra individuate, si è cercato, per quanto possibile, di limitare le ampiezze dei fronti di scavo tenendo ovviamente presenti le necessità funzionali relative all'impiantistica e garantendo le ampiezze di piazzali antistanti gli imbocchi.
In ogni caso si è dovuta garantire la copertura minima, al di sopra della calotta della galleria. Le soluzioni progettuali previste e il loro dimensionamento sono riportate negli specifici elaborati progettuali.
Le opere di contenimento degli scavi necessari alla realizzazione dell'imbocco lato Nord della galleria Ciocia, sono costituite da paratie di micropali multitirantate. Nel seguito si riporta uno stralcio planimetrico di tali paratie. Per il dettaglio delle verifiche geotecniche di tali opere, condotte ai sensi della Normativa vigente, si rimanda all'elaborato APE-204.

Imbocco NORD

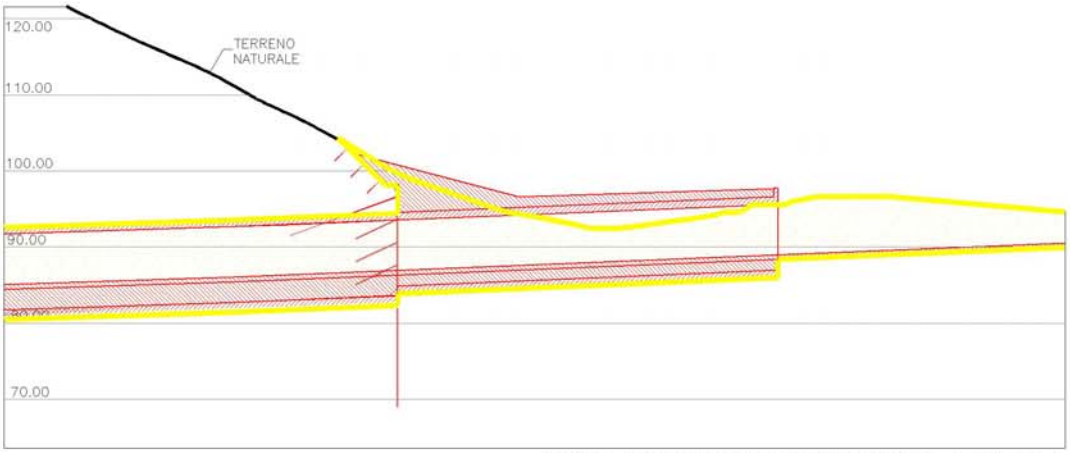


Nel seguito si riportano le sezioni di confronto tra lo stato attuale, le demolizioni/nuove costruzioni e lo stato di progetto (cfr. elaborato AUA-126). La sezione 1-1 è riportata nel seguente stralcio planimetrico.

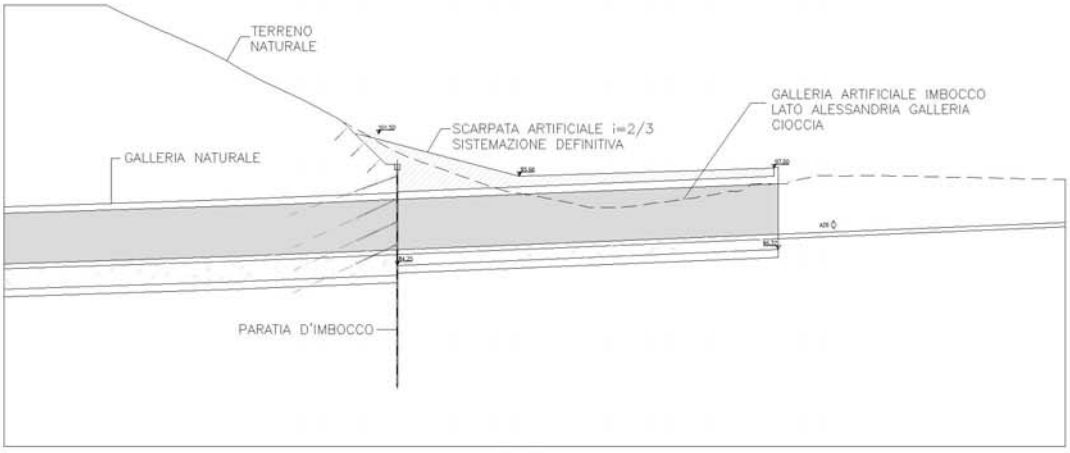

AUTOSTRADA A26 GENOVA – ALESSANDRIA
A26
7
7
GENOVA
N



STATO DI FATTO -SEZIONE 1-1



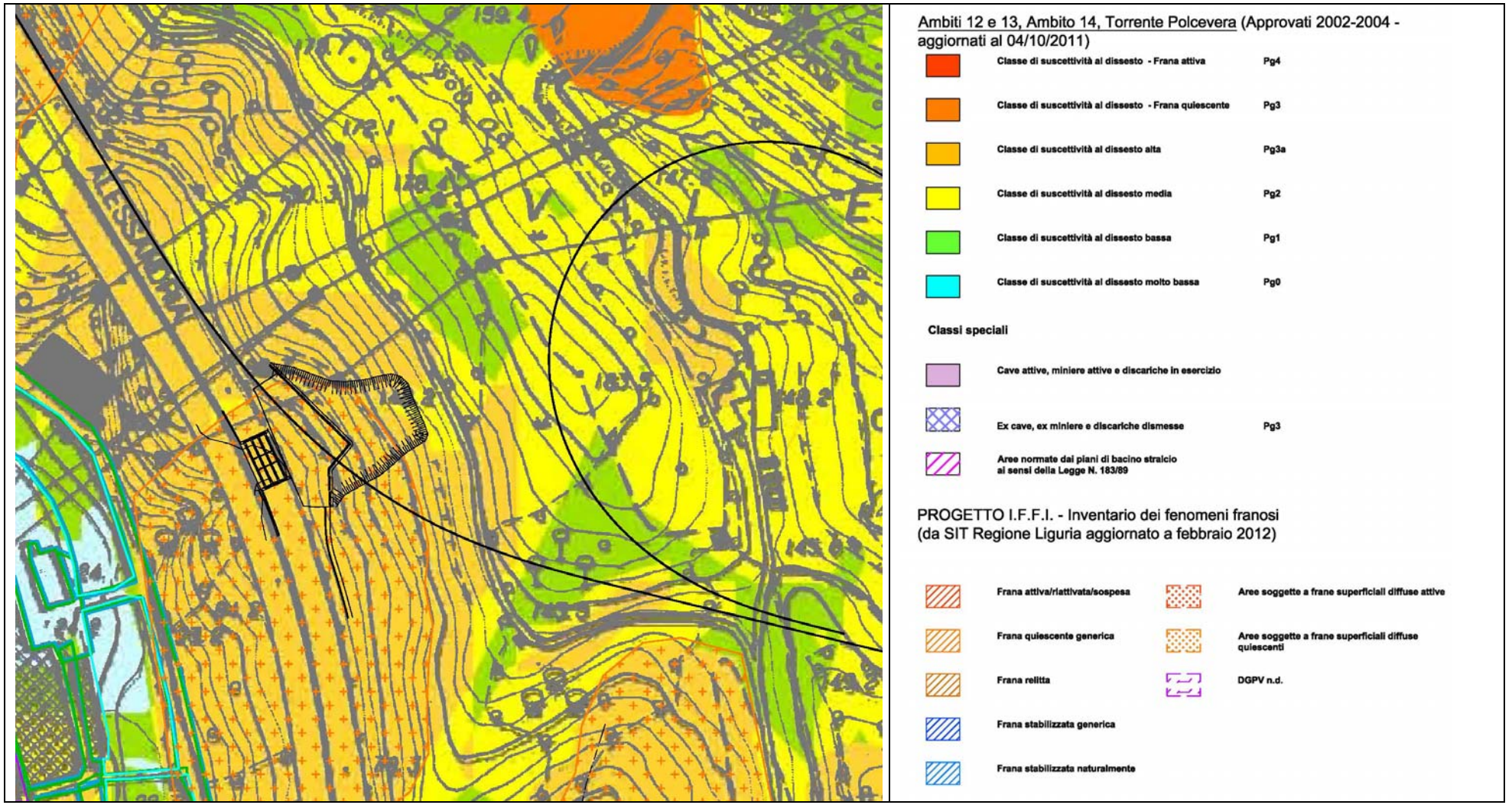
DEMOLIZIONE / NUOVE COSTRUZIONI -SEZIONE 1-1



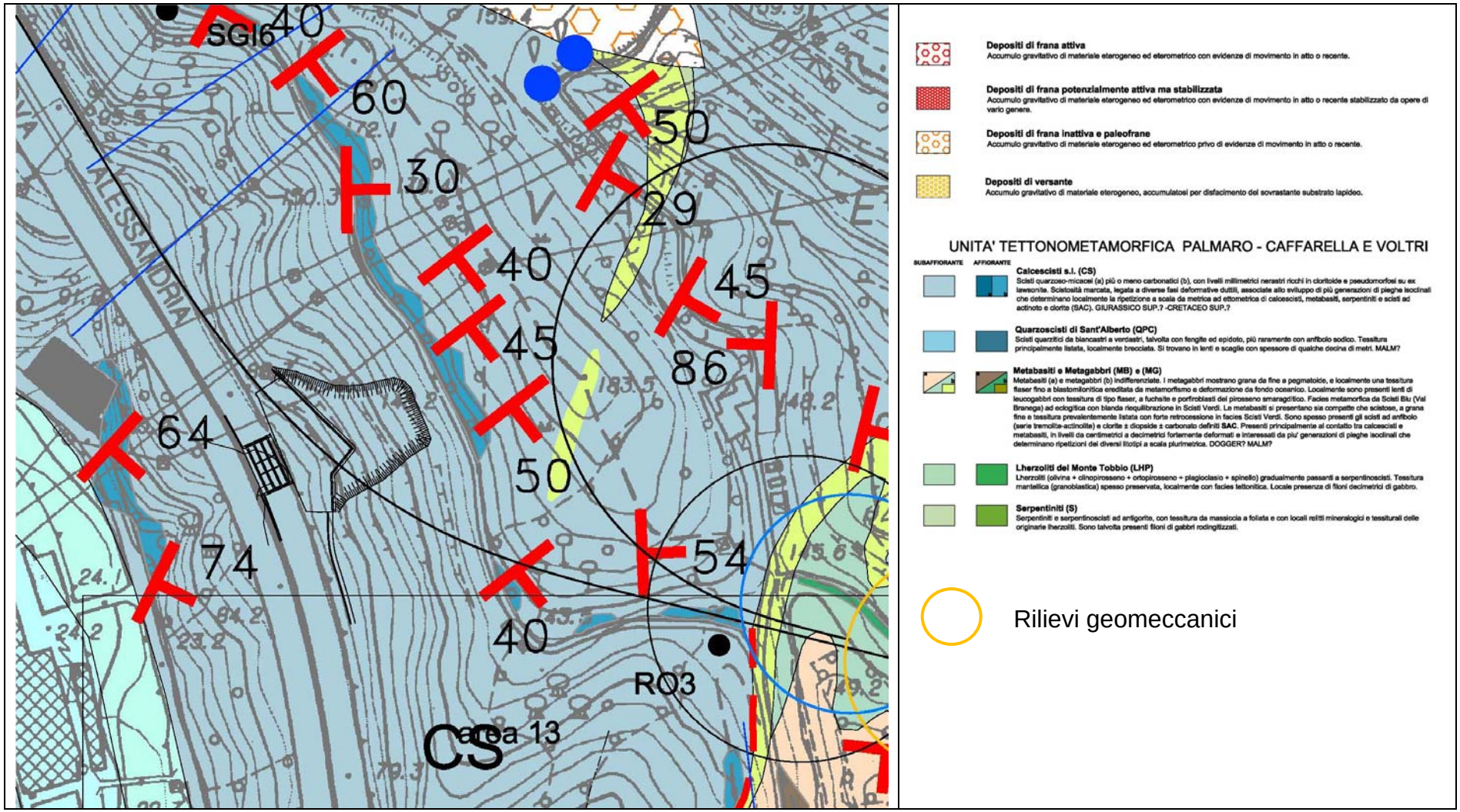
PROGETTO -SEZIONE 1-1

9. DRENAGGIO ACQUE DI VERSANTE

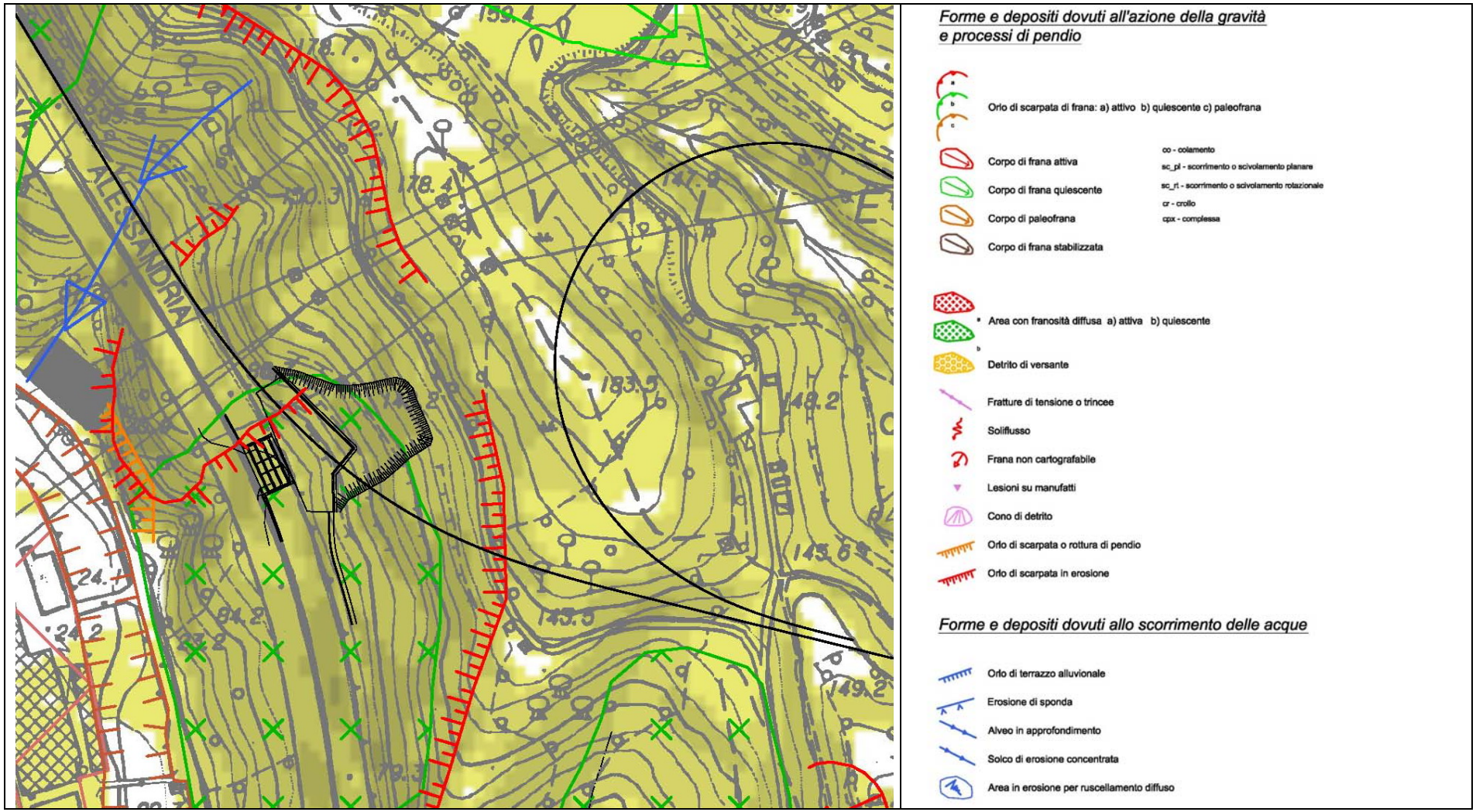
Come già anticipato nella parte generale introduttiva della presente controdeduzione (CDED 13), è stato previsto un sistema di drenaggio volto a garantire la regimentazione delle acque di versante e di piazzale (cfr. elaborato IDR-0251 del PD pubblicato), al fine della definitiva stabilizzazione del versante stesso.



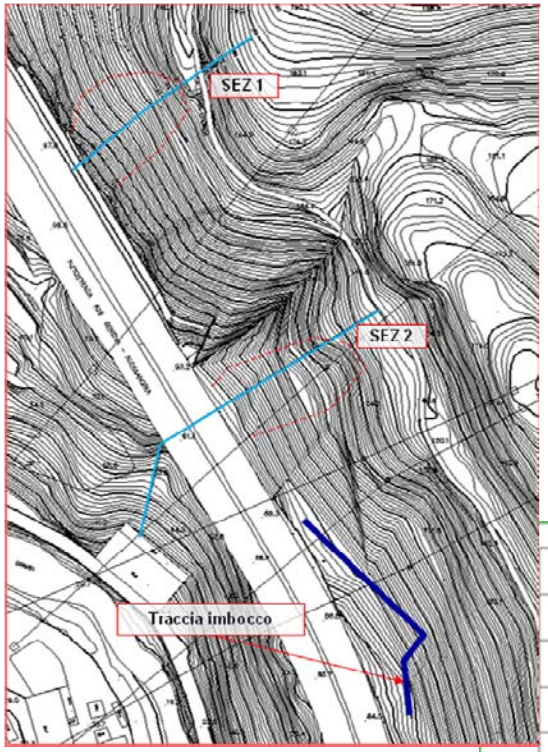
ALLEGATO 1 - Stralcio Carta dei vincoli

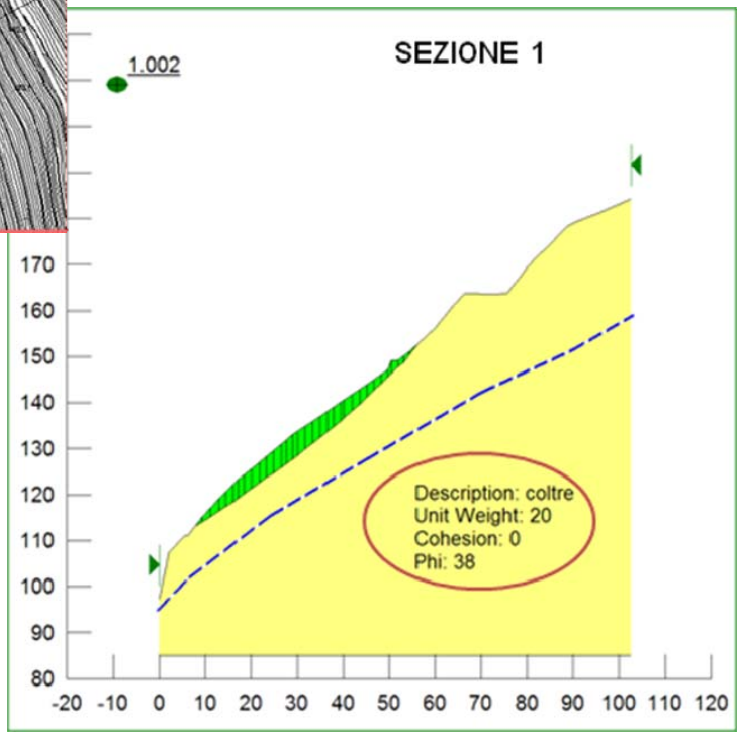


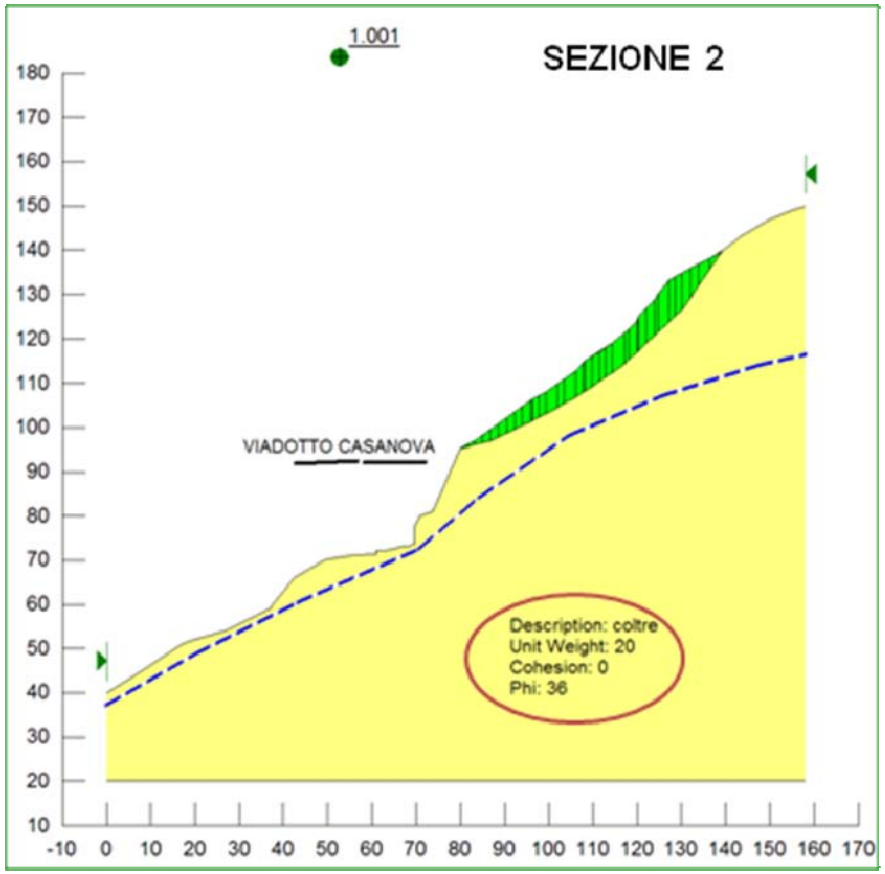
ALLEGATO 2 - Stralcio Carta geologica e indagini



ALLEGATO 3 - Stralcio Carta geomorfologica







ALLEGATO 4 – Back analysis

ALLEGATO 10

GALLERIE BRIC DU VENTO, BACCAN E POLCEVERA

IMBOCCO LATO MILANO

Allegati alla Scheda:

- *Allegato n.1* - Stralcio Carta dei vincoli GEO0032
- *Allegato n.2* - Stralcio carta geologica e indagini GEO0006
- *Allegato n.3* - Stralcio carta geomorfologica GEO0024
- *Allegato n.4* – Risultati back-analysis

1. ELEMENTI IDENTIFICATIVI:
LOCALITA': BOLZANETO
COMUNE: GENOVA
PROVINCIA: GENOVA
BACINO: TORRENTE POLCEVERA

2. CARTOGRAFIA
CTR 1:10.000: 213110

3. VINCOLI (Allegato 1 - Stralcio Carta dei vincoli GEO0032)
La carta è stata aggiornata recependo i seguenti documenti:
- Carta della suscettività al dissesto aggiornata al 10/04/07
- Inventario fenomeni franosi - Progetto I.F.F.I.(download da SIT Regione Liguria febbraio 2012)

3.1 Suscettività al dissesto (da Piano di Bacino)
Pg2

3.2 Inventario fenomeni franosi - Progetto I.F.F.I.
a) Tipo di frana
- Superficiale
- Colamento
- Scorrimento o scivolamento
- Scorrimento o scivolamento rotazionale
- Scorrimento o scivolamento planare
- Crollo o ribaltamento
- Complessa
- Area a franosità diffusa

b) Stati di attività
- attiva
- quiescente
- relitta

c) Deformazione gravitativa profonda di versante

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO (Allegato 2 - Stralcio carta geologica GEO0006)
L'area dell'imbocco si imposta nell'Unità Tettonica Montanesi, che include la sola Formazione di Montanesi.

Formazione di Montanesi (MTE)
Argilliti e argilliti siltose fittamente laminate, di colore da grigio nerastro a nero, solo raramente policrome, nocciola in alterazione; superfici di laminazione planari da lisce a molto lisce, leggermente alterate con patine argillose, localmente riempite. Talora si rinvengono intercalazioni di arenarie quarzose fini laminate, grigie, nocciola in alterazione,

in straterelli da millimetrici a decimetrici. Il rapporto arenaria/pelite è mediamente pari a 1:10. Sono presenti numerose vene di quarzo di spessore centimetrico. Le superfici di laminazione risultano lisce, con ossidazione superficiale e sviluppo di patine limoso - argillose.
La stratificazione raramente appare poco disturbata e dove questo si verifica le giaciture sono vergenti mediamente verso E. Localmente si osserva una pseudo stratificazione indotta da pieghe isoclinali strizzate a piccolo raggio con interruzione della continuità degli strati arenacei, sempre con immersione verso i quadranti orientali e vergenza mediamente verso W; tali strutture potrebbero essere indotte da fenomeni di trascinamento legati a piani di thrust sub - paralleli alla stratificazione. La foliazione suddivide l'ammasso in lithons di aspetto scaglioso, che sono interessati da fenomeni di pedogenesi fino a 5-6 m di profondità.

Il contatto tra la Formazione di Montanesi e la sovrastante l'Unità Tettonica Ronco è di tipo tettonico con. Il limite superiore non è mai direttamente osservabile ma si assiste ad un progressivo incremento del grado di disturbo (scompaginazione degli strati e clastesi). Il limite inferiore, con la Formazione Mignanego, è anch'esso tettonico ma non visibile poiché coperto dalle alluvioni di fondovalle del Torrente Polcevera.
Negli affioramenti prossimi all'area degli imbocchi la giacitura è per lo più immergente verso SE con inclinazioni blande (10-36°).

In prossimità dell'imbocco non è stato possibile realizzare sondaggi a causa delle difficili condizioni logistiche; sono state eseguite invece quattro stese di geofisica a rifrazione (SISM01-SISM02- SISM03-SISM04) ed un rilievo geomeccanico (RG9).

5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO (Allegato 3 - Stralcio carta geomorfologica GEO0024)

L'area di interesse si sviluppa lungo il versante idrografico sinistro del Torrente Polcevera, in prossimità dello svincolo di Bolzaneto dell'A7.
Il versante dell'imbocco si presenta con acclività elevata e coperto da fitta vegetazione; sono segnalati due frane quiescenti di limitata estensione (non riportate nella cartografia degli Enti) immediatamente a N dell'area in esame. Una delle due interferisce con le opere di imbocco.
La presenza di queste zone di dissesto lungo l'autostrada è connessa alle caratteristiche geomeccaniche scadenti dei materiali ed è indice di un versante potenzialmente predisposto al dissesto.

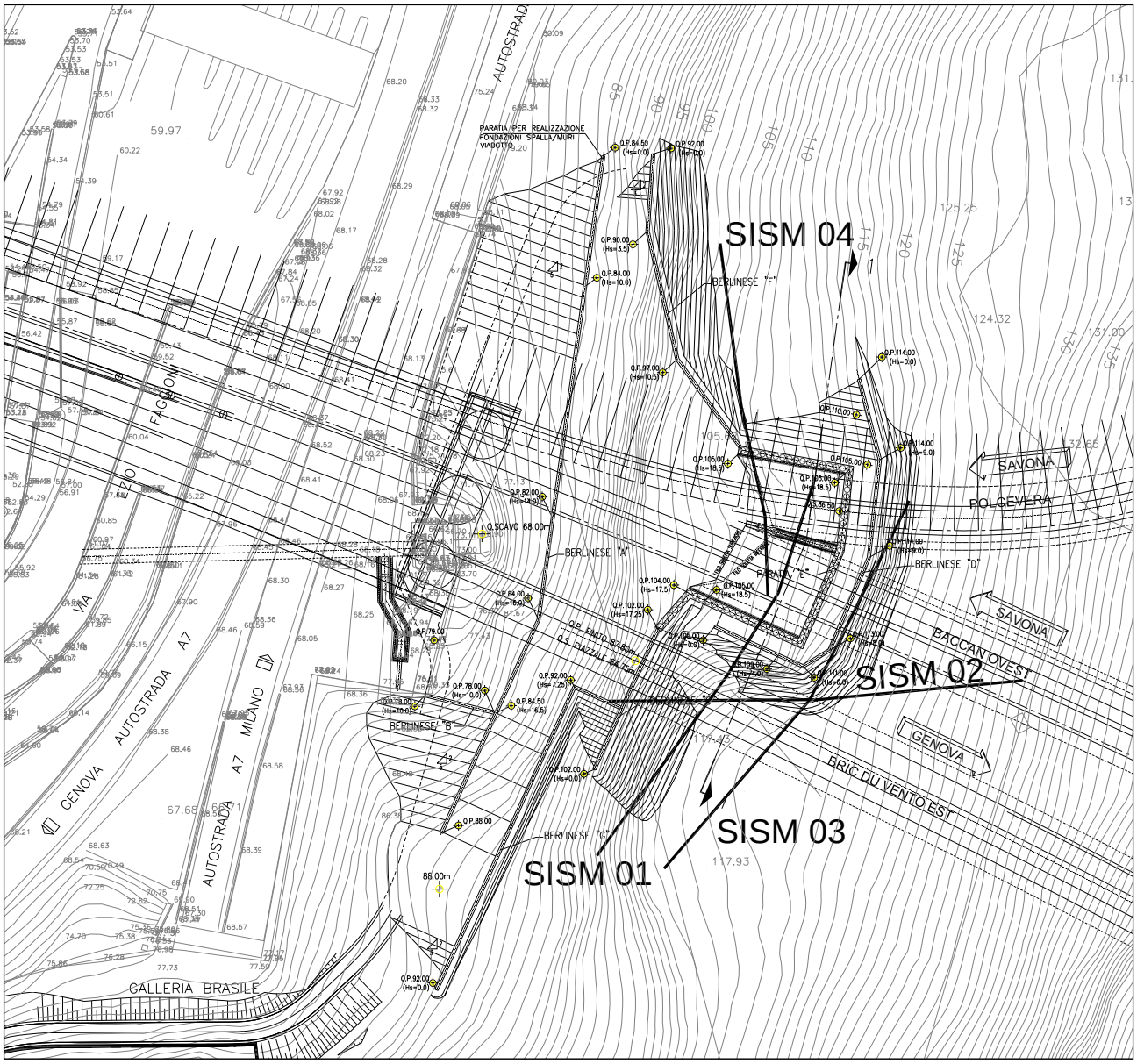
6. VERIFICA DEL GRADO DI INTERFERENZA TRA ELEMENTI DI PROGETTO E ELEMENTI DI DISSESTO

Nella zona in esame le carte tematiche degli Enti segnalano la presenza di frane attive e quiescenti in aree localizzate a monte e lateralmente alla posizione degli imbocchi, senza che vi sia un'interferenza diretta di questi corpi instabili di un certo rilievo con le opere. Sul lato Nord c'è una sovrapposizione marginale tra una piccola instabilità evidenziata nella carta geomorfologica Spea e gli scavi, di valenza trascurabile. Il sito in generale è caratterizzato da una suscettività al dissesto media, che indica una tendenza all'instabilità

superficiale di tutta l'area, di cui occorre tenere conto, senza che vi siano tuttavia fenomeni localizzati di entità significativa che interessino direttamente gli scavi da realizzare.

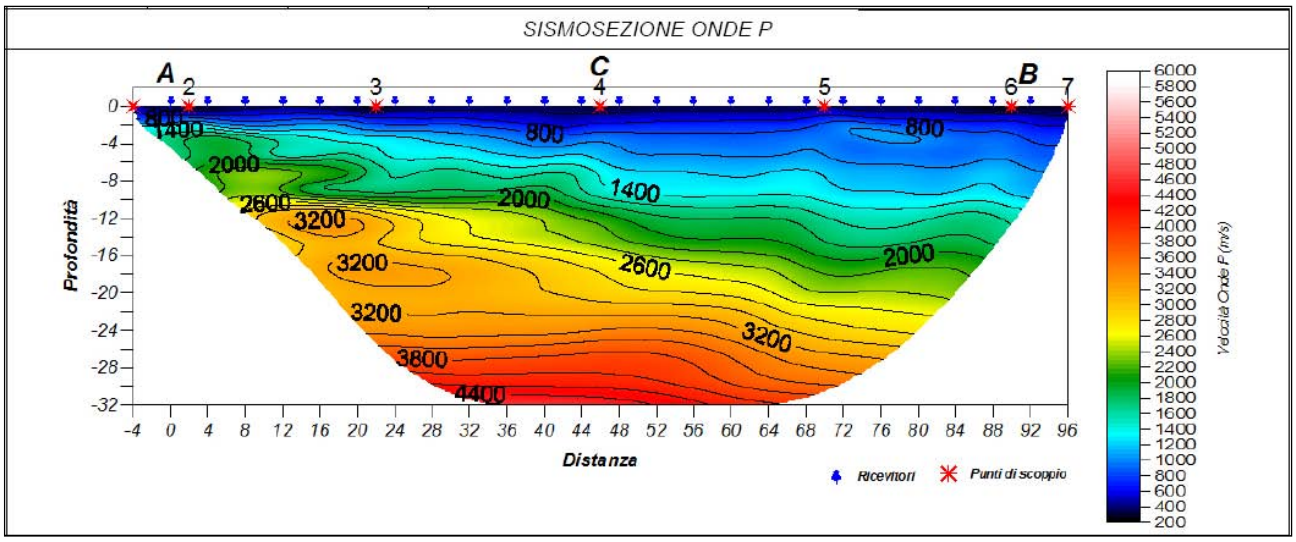
7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le indagini disponibili nell'intorno dell'area degli imbocchi sono riportate nel seguente stralcio planimetrico.

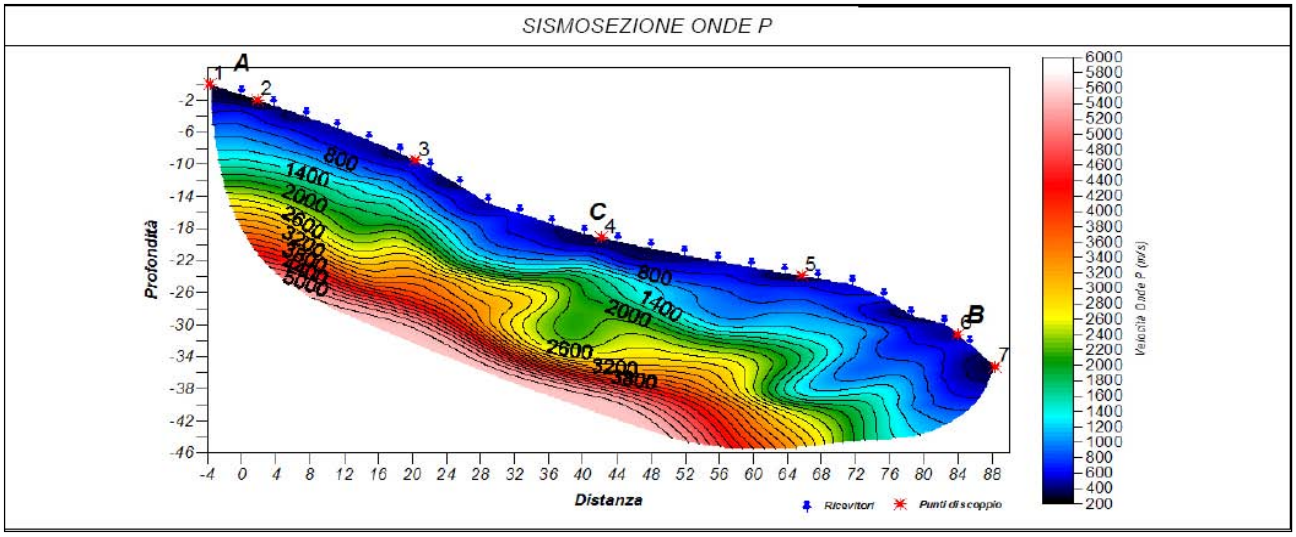


Planimetria generale con ubicazione delle indagini disponibili

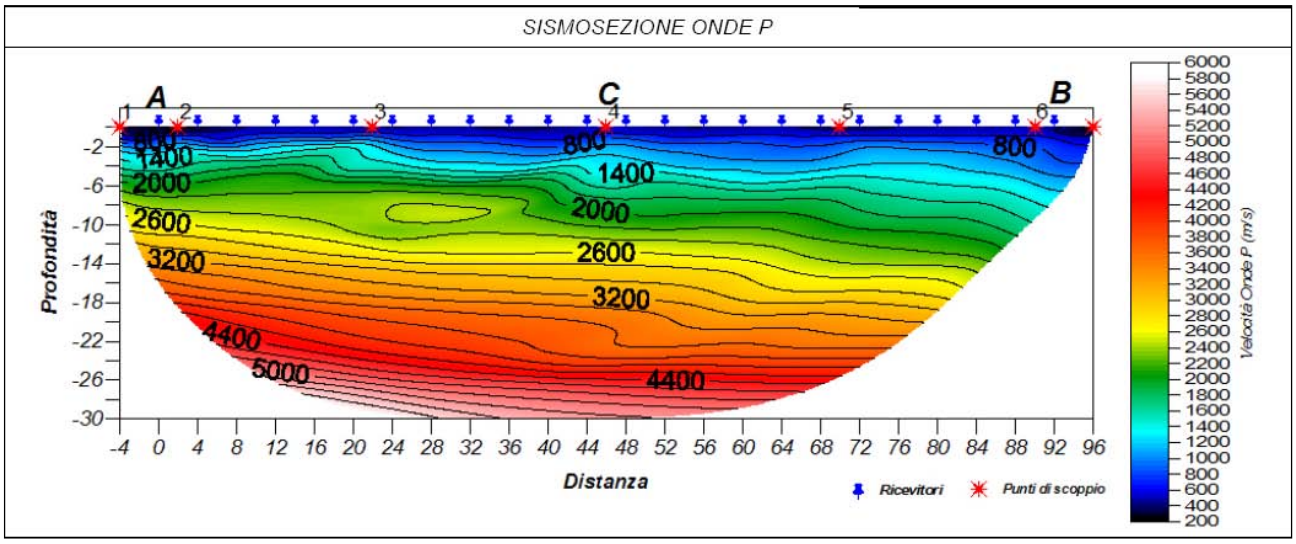
I risultati delle prospezioni geofisiche eseguite sono riportati nelle Figure seguenti:



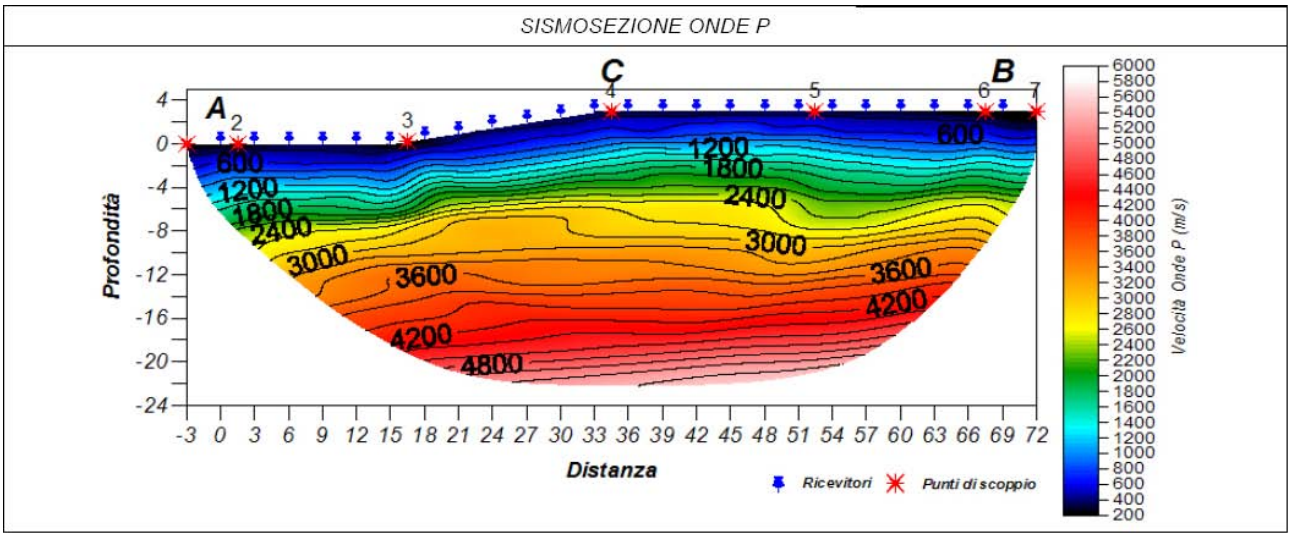
Profilo sismico SISM01



Profilo sismico SISM02



Profilo sismico SISM03



Profilo sismico SISM04

Dall'esame dei risultati degli stendimenti geofisici risulta la presenza di materiale di coltre allentato, caratterizzato da valori di V_p inferiori a 600-800 m/s, fino a profondità variabili da 2.0 a 6.0 m. Al di sotto c'è, per uno spessore variabile da 6.0 a 10.0 m, terreno con V_p compresa fra 800 e 2600 m/s, rappresentativo del cappellaccio di alterazione del substrato. Per profondità maggiori le velocità sono superiori a 2600 m/s, a significare la presenza della formazione di base sana (Argilloscisti di Montanesi - MTE).

A supporto della definizione della stratigrafia di progetto sono state eseguite delle back-analysis, le cui superfici di scivolamento critiche sono state definite tenendo conto anche dei risultati delle indagini geofisiche e della morfologia dei versanti. Tali superfici appaiono correre al letto delle coltri superficiali, al di sopra della formazione di substrato e forniscono pertanto delle indicazioni sullo spessore delle coltri stesse. In particolare da back-analysis si ottengono spessori del materiale di copertura pari a circa 8.0-10.0 m (cfr. a titolo di esempio la sezione riportata in Allegato 4).

Facendo riferimento a questi dati, è stata pertanto adottata la seguente sequenza stratigrafica:

- da p.c. a 8.5 m da p.c. – COLTRE di copertura delle formazioni di base (copertura su MTE), ovvero sabbie limose e limi sabbiosi o materiali più grossolani all'interno di una matrice limosa o limoso - argillosa.
- Da 8.5 m a 14.0 m da p.c. – CAPPELLACCIO – Cappellaccio (MTE cap), ovvero livello di alterazione della formazione di base degli argilloscisti, avente caratteristiche geomeccaniche più scadenti rispetto al substrato.
- Al di sotto di 14.0 m da p.c. – SUBSTRATO – Formazione di base, costituita dagli Argilloscisti di Montanesi (MTE).

Questa stratigrafia di progetto è compatibile con le informazioni disponibili:

- stendimenti geofisici, che indicano la posizione della base della coltre a profondità variabili da 2.0 a 6.0 m ed il tetto della roccia sana a profondità fra 8.0 e 16.0 m, in

funzione delle diverse zone dell'area;
- risultati della back-analysis, che individua la superficie di scivolamento a circa 8.0-10.0 m di profondità.

Per quanto riguarda il substrato, che è costituito dalla formazione delle Argilliti di Montanesi (MTE) - argilliti e argilliti siltose fittamente laminate - si è debitamente tenuto conto di spessori elevati dello strato di alterazione nella definizione del modello stratigrafico, elemento che rappresenta l'aspetto di maggiore criticità del substrato stesso nell'ambito dei problemi di stabilità.

I parametri di resistenza della coltre sono stati determinati mediante back-analysis (cfr. Allegato 4). Al fine di verificare l'affidabilità del modello (geometria delle superfici di scivolamento e livelli di falda) i risultati ottenuti sono stati confrontati con quelli della caratterizzazione geotecnica generale - Relazione Geotecnica (cfr. elaborato APE-001). In questo caso il valore dell'angolo d'attrito ottenuto da back-analysis, pari a 26°, si pone al limite inferiore del campo di variazione stimato per il materiale coltre in sede di caratterizzazione geotecnica (26°-30°).

Viceversa i parametri relativi al cappellaccio ed al substrato sono stati desunti direttamente dai risultati della caratterizzazione geotecnica generale (cfr. elaborato APE-001).

La quota di falda di progetto è stata posizionata a profondità variabile fra 6.0 e 10.0 m circa da piano campagna, in funzione delle diverse sezioni di calcolo delle opere considerate.

8. TIPOLOGIA E DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI IMBOCCO

L'area d'intervento è stata analizzata sia dal punto di vista geomorfologico, esaminando tutti i dati disponibili (carte geomorfologiche, esame dettagliato delle evidenze puntuali e delle condizioni topografiche locali, ecc.), sia dal punto di vista degli aspetti stratigrafici e geotecnici.

Tenendo conto della tendenza generale all'instabilità superficiale, evidenziata anche dalla cartografia tematica disponibile, si è ritenuto necessario prevedere, per l'esecuzione degli scavi degli imbocchi, opere di sostegno in grado di contrastare le spinte e limitare il più possibile il detensionamento dei materiali.

In questo contesto la soluzione progettuale adottata per l'esecuzione degli scavi è consistita in opere di sostegno realizzate mediante paratie tirantate oppure contrastate da solette, per garantire un confinamento efficace dei materiali superficiali ed evitare fenomeni di eccessivo rilascio tensionale del substrato. Quest'ultimo infatti possiede resistenze mediamente elevate in condizioni di carico confinate, mentre in condizioni di scarico può presentare fenomeni di decadimento delle sue proprietà di insieme. Inoltre, in funzione degli orientamenti delle discontinuità (principalmente dei piani di scistosità), possono innescarsi meccanismi di scivolamento.

Questi imbocchi presentano delle criticità geometriche importanti, come segue:

- la particolare vicinanza delle due gallerie Polcevera e Baccan, al fine di garantire la

presenza di un pilastro di roccia di dimensioni adeguate tra le due canne sul fronte di attacco, ha richiesto l'arretramento verso monte delle due pareti di imbocco, con conseguente aumento significativo dell'altezza di scavo - in questo caso la posizione della parete di attacco non è dettata dalla necessità di una copertura adeguata, ma proprio dall'esigenza di disporre di un setto di larghezza sufficiente tra le due gallerie;

- la presenza della spalla Est del viadotto Genova, che richiede ulteriori sbancamenti, unitamente alla necessità di arretramento degli imbocchi descritto, fa sì che l'altezza di scavo complessiva diventi molto elevata, in quanto si passa dalla quota di realizzazione dei pozzi di fondazione della spalla (68.00 m s.l.m., pari a circa la quota dell'autostrada) alla quota di sommità della berlinese più a monte (114.00 m s.l.m.), per un'altezza complessiva di scavo di 46.0 m;
- la necessità di garantire una copertura minima al di sopra della calotta della galleria Bric du Vento sulla sezione di attacco dello scavo (elemento meno vincolante in questo contesto).

Questa situazione geometrica molto critica, unitamente alle condizioni geotecniche sensibili, hanno imposto la necessità di prevedere dei vincoli esecutivi e delle fasi costruttive, da seguire scrupolosamente nella costruzione delle opere, come segue:

- Bisognerà procedere alla costruzione delle fondazioni della spalla est del viadotto Genova, dei muri in terra armata previsti al piede e del rinterro a tergo, prima delle operazioni di apertura degli scavi delle paratie degli imbocchi. Questo consentirà di evitare la contemporaneità dei due scavi (per piazzale e per fondazioni viadotto), che comporterebbe un'altezza totale troppo elevata. Inoltre questa procedura migliorerà le condizioni si stabilità generale del versante all'atto delle operazioni di apertura degli scavi delle paratie degli imbocchi (avendo preliminarmente operato un appesantimento della parte bassa del versante).
- Nell'ambito degli scavi degli imbocchi vengono prima costruite delle paratie di micropali (berlinesi multitirantate), che consentono la creazione di un piano di lavoro da cui realizzare successivamente delle paratie di pali che, nella zona di attacco delle gallerie Polcevera e Baccan, faranno da contrasto ad una soletta superiore e ad una soletta intermedia, garantendo la creazione di una struttura di sostegno particolarmente rigida, al di sotto della quale sarà possibile attaccare lo scavo delle due gallerie.
- Gli scavi delle gallerie avvengono in sequenza, limitando le estensioni dei fronti di scavo aperti:
    - prima la galleria Polcevera (attacco sotto soletta di contrasto), mentre in corrispondenza degli altri due fronti (Baccan e Bric du Vento) è ancora presente una scarpata di terreno naturale;
    - in un secondo tempo la galleria Baccan (attacco sotto soletta di contrasto), mentre lato Polcevera sarà già costruito il tratto in artificiale e lato Bric du Vento sarà ancora presente il terreno in posto;
    - infine la galleria Bric du Vento, solo dopo che saranno stati completati i tratti in artificiale delle altre due gallerie.

Anche la tipologia delle opere adottate è in funzione delle condizioni presenti:

- sono previste berlinesi di micropali multitirantate (paratie C, D, F e G), che

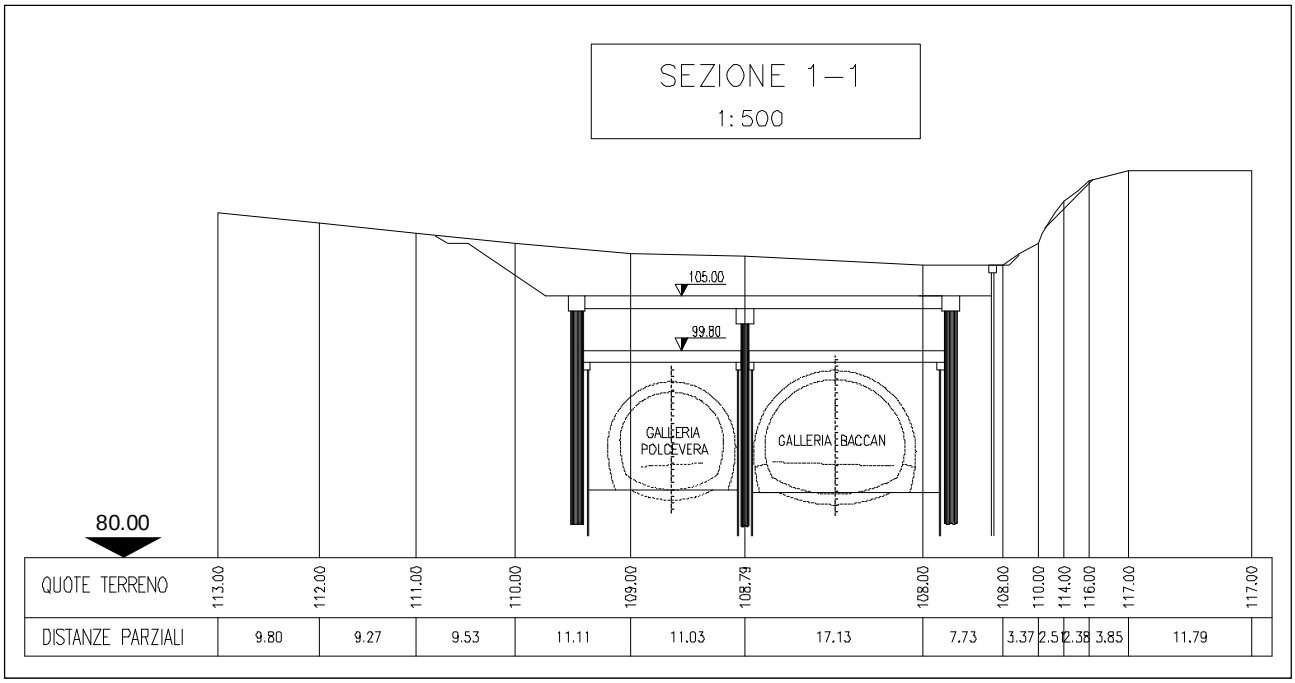
consentono di creare i piani di lavoro per le lavorazioni successive;

- una paratia di pali di rigidezza maggiore (paratia E) sosterrà gli scavi di altezza più elevata mediante solette di contrasto.

Per maggiori dettagli si riporta lo stralcio planimetrico con indicazione delle opere e la sezione 1-1 rappresentativa della struttura di sostegno con solette di contrasto (la cui traccia è indicata in planimetria) - Figure desunte dall'elaborato di progetto APE 361-1.



Planimetria generale area di imbocco



Sezione rappresentativa dell'intervento

Per il dettaglio delle verifiche geotecniche di tali opere, condotte ai sensi della Normativa vigente, si rimanda agli specifici elaborati di progetto.

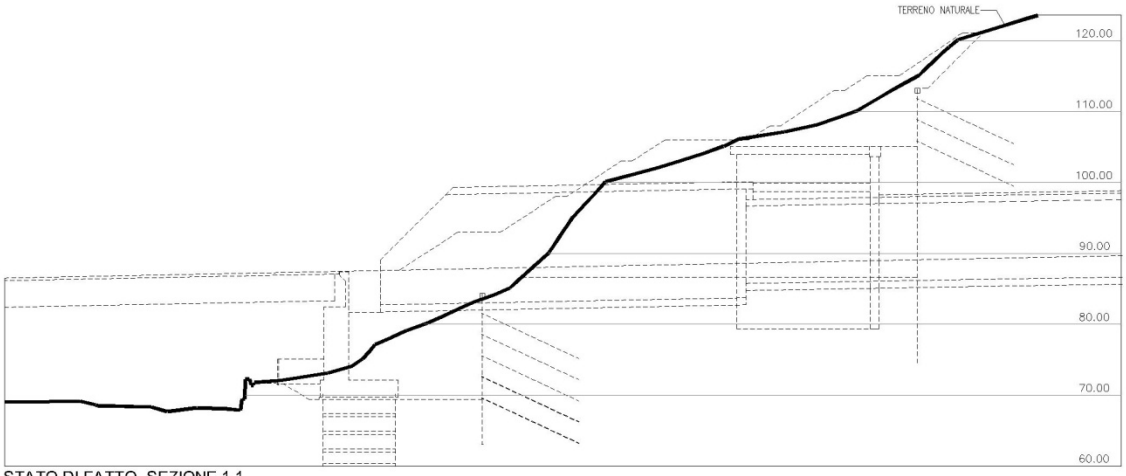
Come già descritto, la progettazione ha tenuto conto, attraverso l'attribuzione alla coltre di parametri di resistenza residui derivati da back-analysis, della possibile presenza di fenomeni di instabilità superficiali. Ci si è inoltre avvalsi della rilevante esperienza pregressa acquisita durante la progettazione, la costruzione e la gestione dei tratti autostradali esistenti posti nelle immediate vicinanze delle opere in oggetto (si ricordano a titolo di esempio tutte le berlinesi realizzate a presidio degli scavi per la costruzione della galleria Brasile).

Le condizioni di stabilità sono assicurate inoltre dalla particolare attenzione posta nel controllo degli scarichi delle acque meteoriche o di altra natura presenti sui piazzali di imbocco, che sono convogliate in un sistema di gestione e controllo idraulico delle acque stesse (vedi Capitolo 9).

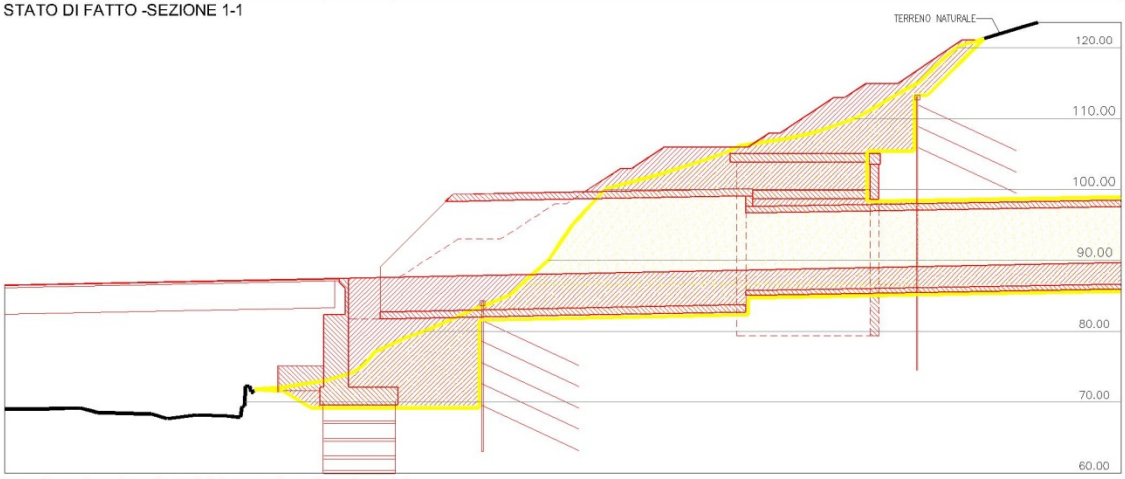
Nel seguito si riportano le sezioni di confronto tra lo stato attuale, le demolizioni/nuove costruzioni e lo stato di progetto (cfr. elaborato AUA-166). La traccia delle sezioni 1-1 (e 2-2 è riportata nel seguente stralcio planimetrico.



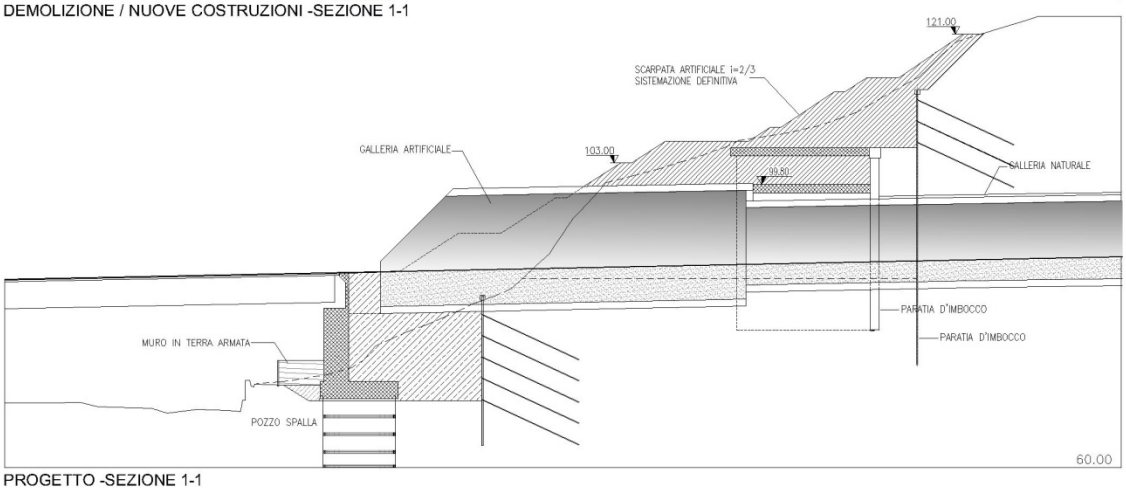
Planimetria di progetto della sistemazione finale



STATO DI FATTO -SEZIONE 1-1

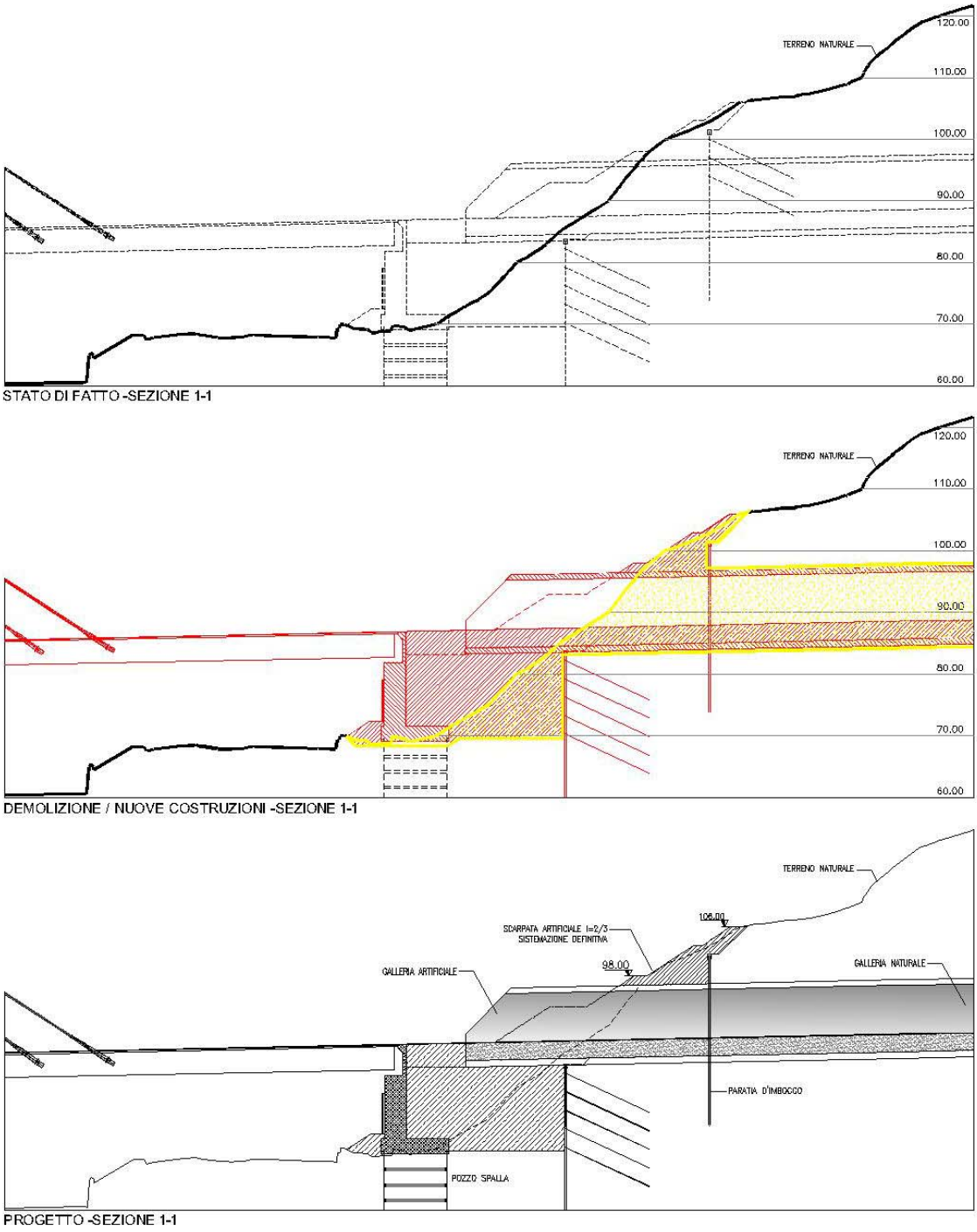


DEMOLIZIONE / NUOVE COSTRUZIONI -SEZIONE 1-1



PROGETTO -SEZIONE 1-1

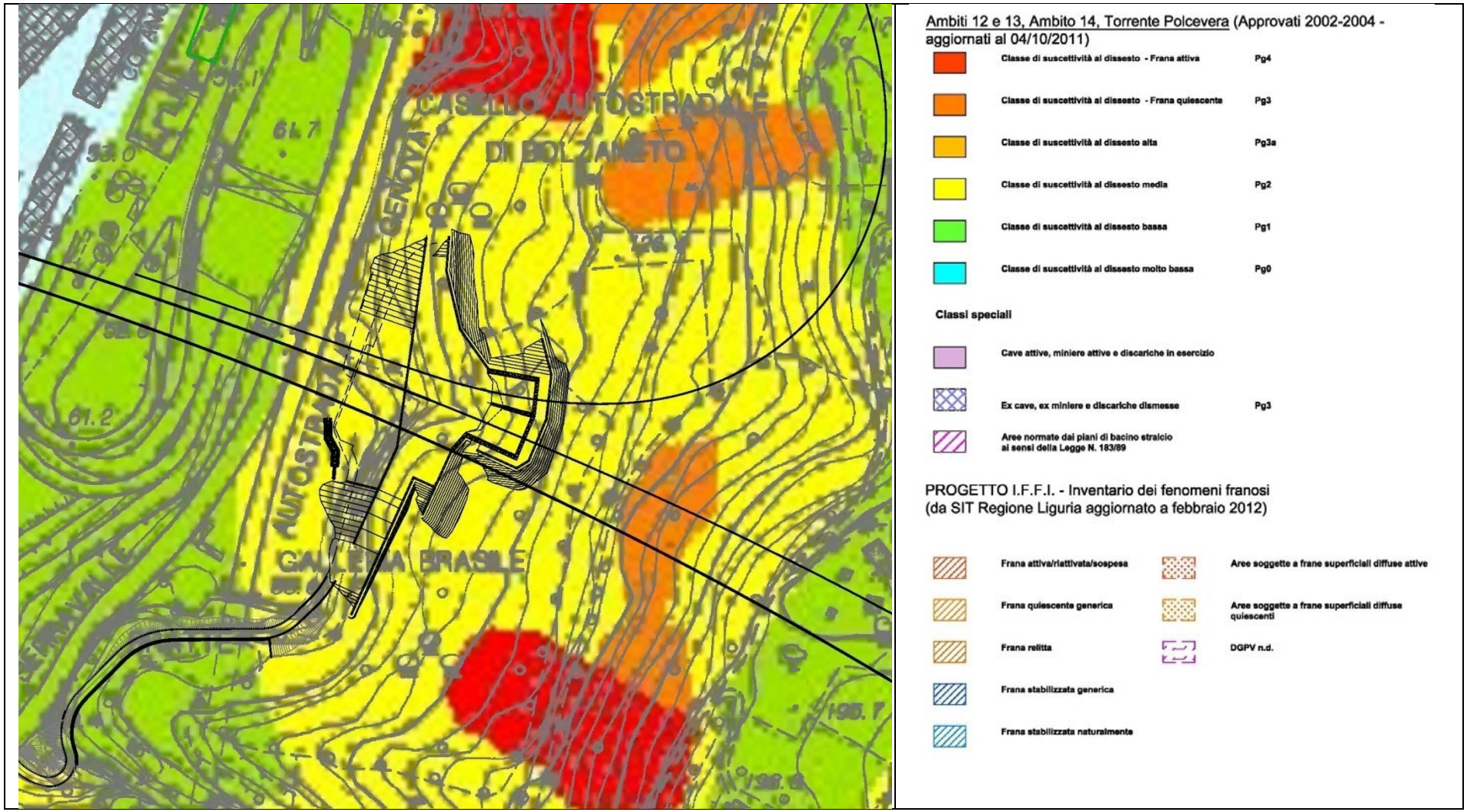
Sezioni di progetto della sistemazione finale galleria Baccan Ovest



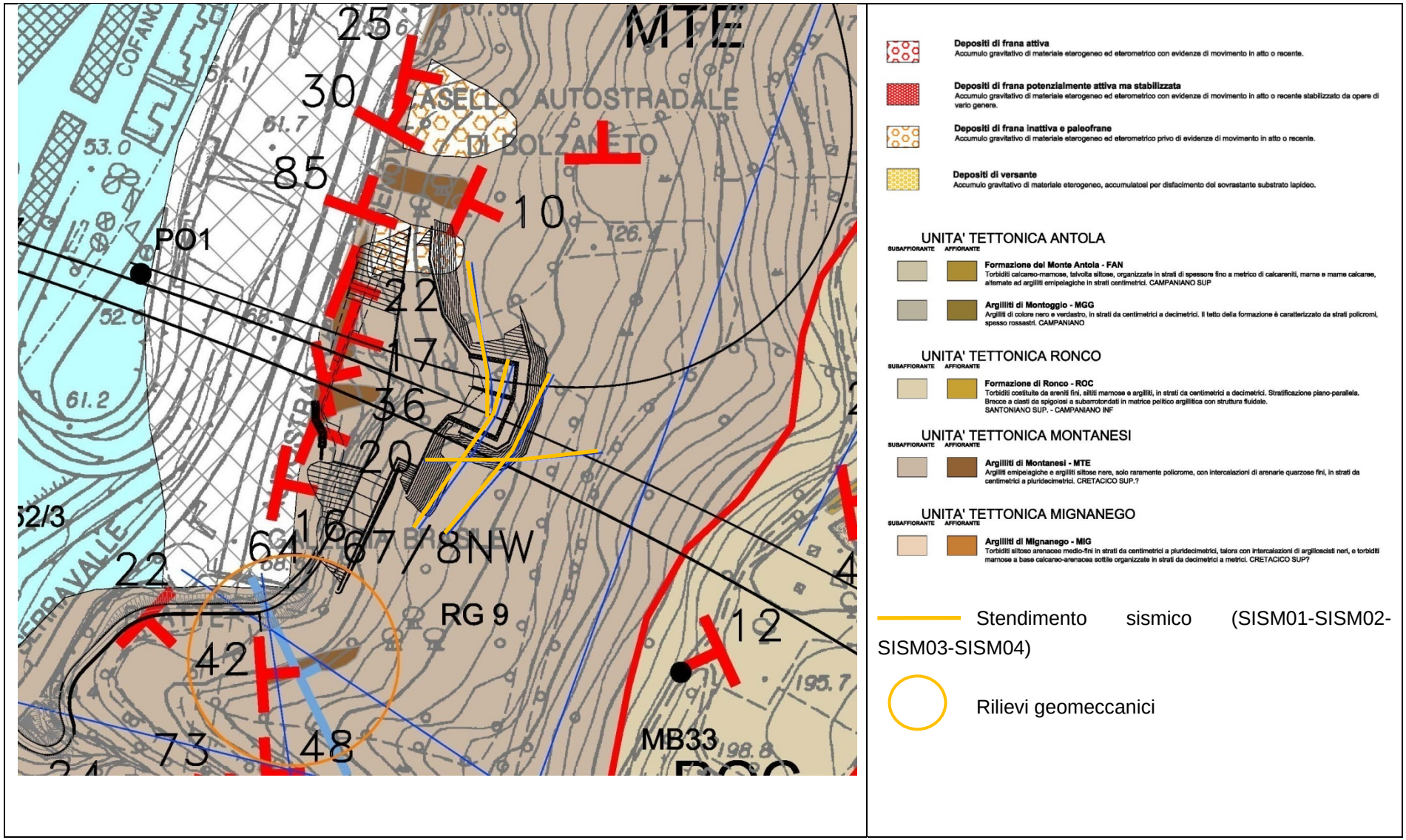
Sezioni di progetto della sistemazione finale galleria Bric du Vento

9. DRENAGGIO ACQUE DI VERSANTE

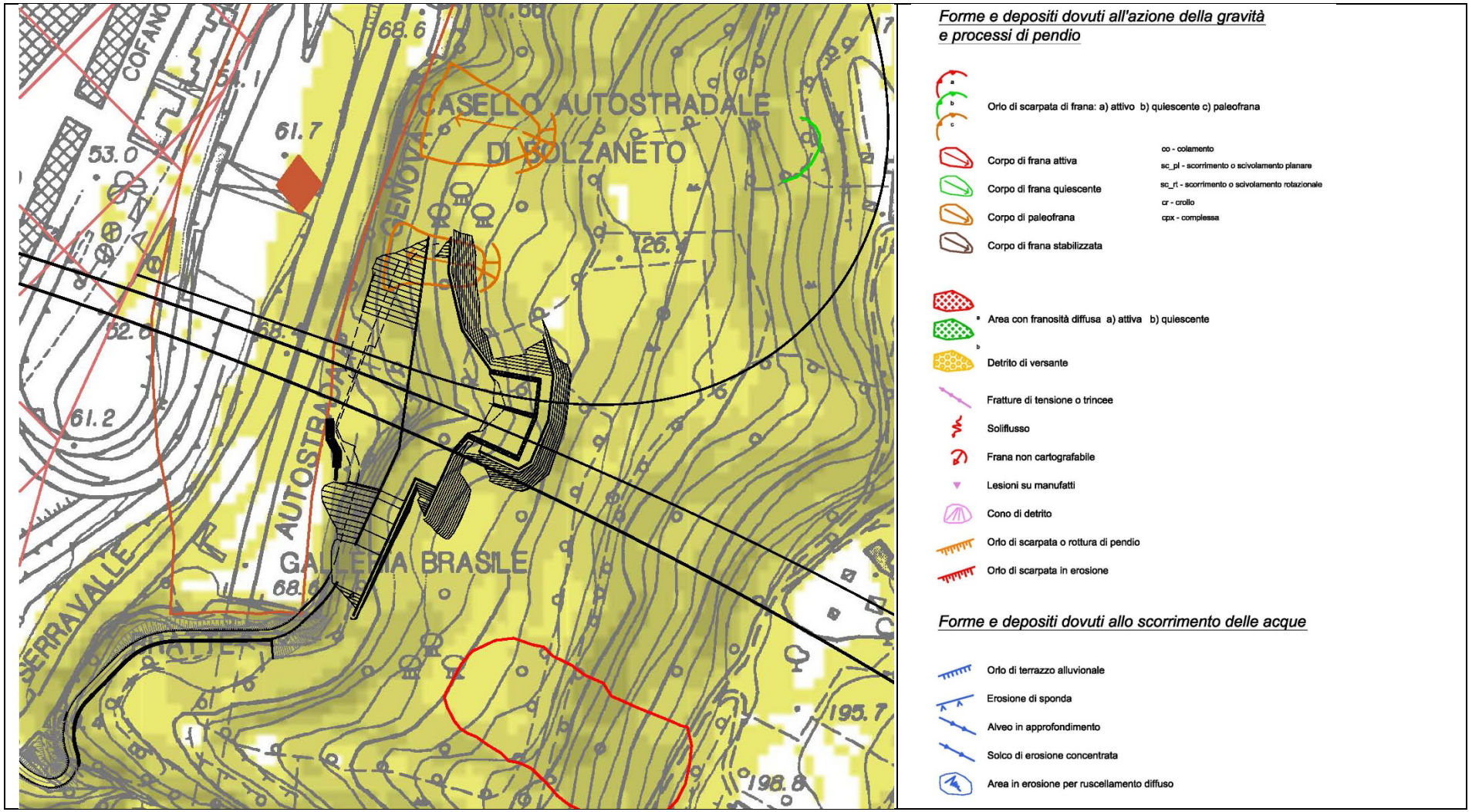
Come già anticipato nella parte generale introduttiva della presente controdeduzione (CDED 13), è stato previsto un sistema di drenaggio volto a garantire la regimentazione delle acque di versante e di piazzale (cfr. elaborato IDR-0261 del PD pubblicato), al fine della definitiva stabilizzazione del versante stesso.



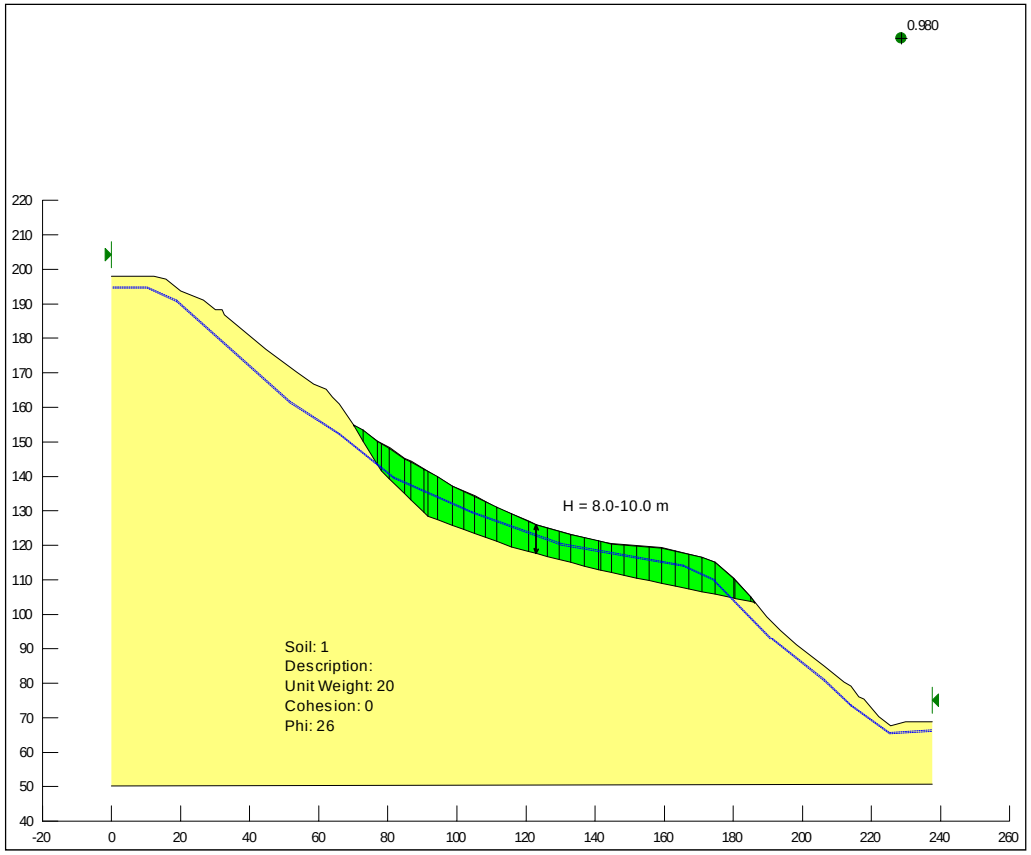
ALLEGATO 1 - Stralcio Carta dei vincoli



ALLEGATO 2 - Stralcio Carta geologica e indagini



ALLEGATO 3 - Stralcio Carta geomorfologica





ALLEGATO 4 – Back analysis

ALLEGATO 11

GALLERIE GRANAROLO E MORO 1

IMBOCCO LATO GENOVA

Allegati alla Scheda:

- *Allegato n.1* - Stralcio Carta dei vincoli GEO0034
- *Allegato n.2* - Stralcio carta geologica e indagini GEO0008
- *Allegato n.3* - Stralcio carta geomorfologica GEO0026
- *Allegato n.4* – Risultati back-analysis

1. ELEMENTI IDENTIFICATIVI:
LOCALITA': BARRIERA GENOVA OVEST
COMUNE: GENOVA
PROVINCIA: GENOVA
BACINO: AMBITO14

2. CARTOGRAFIA
CTR 1:10.000: 213150

3. VINCOLI (Allegato 1 - Stralcio Carta dei vincoli GEO0034)
La carta è stata aggiornata recependo i seguenti documenti:
- Carta della suscettività al dissesto aggiornata al 14/03/07
- Inventario fenomeni franosi - Progetto I.F.F.I.(download da SIT Regione Liguria febbraio 2012)

3.1 Suscettività al dissesto (da Piano di Bacino)
Pg3a - Pg2 - Pg1

3.2 Inventario fenomeni franosi - Progetto I.F.F.I.
a) Tipo di frana
- Superficiale
- Colamento
- Scorrimento o scivolamento
- Scorrimento o scivolamento rotazionale
- Scorrimento o scivolamento planare
- Crollo o ribaltamento
- Complessa
- Area a franosità diffusa

b) Stati di attività
- attiva
- quiescente
- relitta

c) Deformazione gravitativa profonda di versante

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO (Allegato 2 - Stralcio carta geologica GEO0008)
L'area dell'imbocco si imposta nell'Unità Tettonica Ronco, che include la sola Formazione di Ronco, in prossimità del contatto con l'Unità Tettonica Antola.

Formazione di Ronco (ROC)
Torbiditi costituite da areniti fini grigiastre, a laminazione piano-parallela, localmente convoluta, siltiti marnose e argilliti, in strati da centimetrici a decimetrici con interstrati siltitici di spessore da millimetrico a centimetrico. Verso il tetto sono presenti strati di 70-80 cm di spessore. La stratificazione è sempre piano-parallela a scala dell'affioramento.

L’unità non presenta tracce significative di metamorfismo ed il contenuto paleontologico è limitato a nannoplancton. A causa delle estese coperture la Formazione di Ronco affiora diffusamente ma per piccole estensioni. I disturbi sono maggiori nella porzione medio - bassa dell’unità, dove il rapporto tra gli stati arenitici e le intercalazioni pelitiche può oscillare tra 1:1 ed 1:2. Nella parte medio - alta della formazione, caratterizzata da strati decisamente più massicci con interstrati pelitici sottili, i disturbi sono meno evidenti e la clastesi è concentrata in fasce più ristrette.

L'unità Ronco è delimitata da contatti tettonici (thrust) a tetto ed a letto ed ha geometria complessivamente tabulare con immersione verso E. Le giaciture sono mediamente orientate verso E ma si evidenziano pieghe di ampiezza compresa tra decine e centinaia di metri, con assi orientati grossomodo NE-SW e orizzonti fortemente disturbati da pieghe metriche e decimetriche. Oltre alle pieghe ad ampio raggio, si osservano in vicinanza di faglie e del thrust dell’Unità Antola pieghe strizzate, generalmente con nucleo siltitico od argillitico. Nell'area degli imbocchi la giacitura negli affioramenti è per lo più immergente verso S-SE con inclinazioni da blande a medie (10-40°); nel sondaggio S1 gli strati sono talora verticalizzati.

In prossimità dell'imbocco non è stato possibile, durante la campagna d'indagine 2010-2011, realizzare sondaggi a causa delle difficili condizioni logistiche e del vincolo paesaggistico; sono comunque state recuperate le stratigrafie di alcuni sondaggi bibliografici e di un sondaggio a carotaggio (S1) e due stese di geofisica a rifrazione (1 e 2) realizzati nella campagna 2003
Il sondaggi S1, che purtroppo non raggiunge il piano scavo, mostra la presenza di circa 3.5 m di depositi di copertura mentre la fascia ad intensa alterazione arriva fino a circa 10 m. La stratificazione, al'interno del sondaggio, è da mediamente inclinata a verticalizzata.

5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO (Allegato 3 - Stralcio carta geomorfologica GEO0026)

L’area di interesse si sviluppa lungo il versante idrografico sinistro del Torrente Polcevera, in prossimità della barriera di Genova Ovest dell'A7.
Il versante dell'imbocco si presenta con acclività elevata, coperto da vegetazione e terrazzato; non sono stati rilevati dissesti evidenti.
Comunque la presenza di una fascia di alterazione rilevante e di strati verticalizzati nel sondaggio S1 e l'esistenza a limitata distanza dall'imbocco di un punto sensibile (Cimitero Degli Angeli), suggerisce di prestare particolare attenzione nella realizzazione delle opere di imbocco.

6. VERIFICA DEL GRADO DI INTERFERENZA TRA ELEMENTI DI PROGETTO E ELEMENTI DI DISSESTO

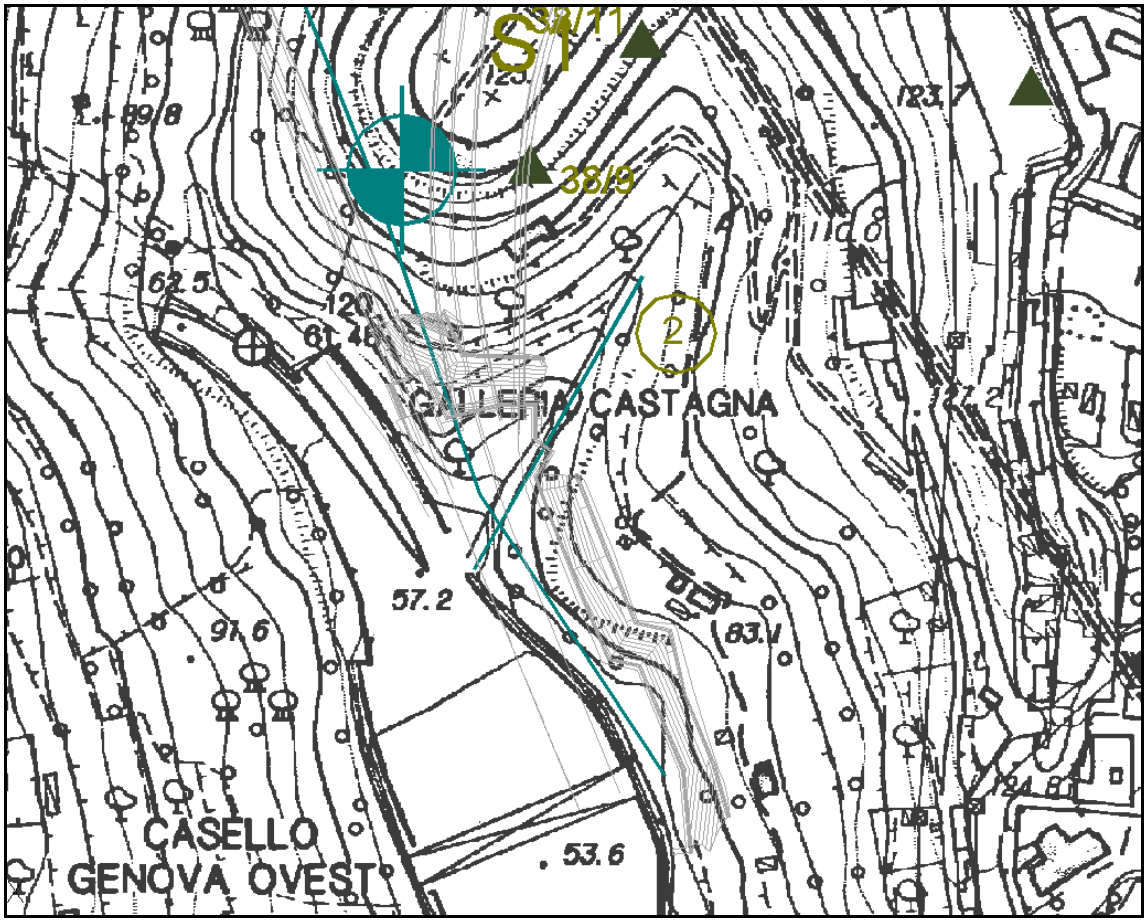
Nell’area in esame non sono segnalati in modo esplicito fenomeni d’instabilità; tuttavia:

- data la presenza in sommità degli scavi di progetto del Cimitero comunale della città;
- data l’attuale presenza - al limite del piazzale esattoriale, a valle di nuclei abitativi, ancorché distanti - del muro di controripa di altezza considerevole (valori massimi 12-14 m di altezza), che in fase di progetto deve ulteriormente arretrare a monte;

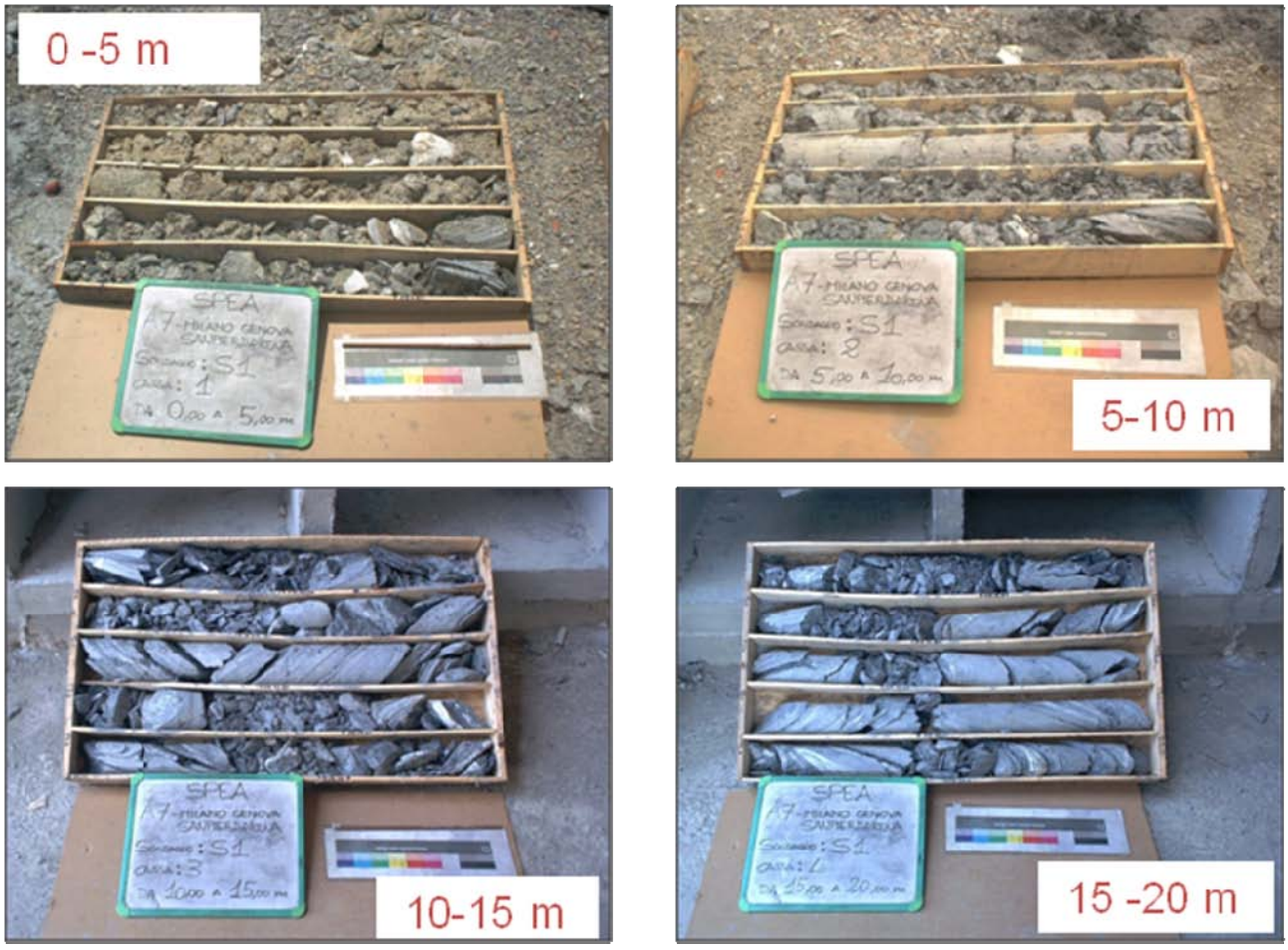
si ritiene utile approfondire il livello/grado di stabilità del versante coinvolto dalle opere d'imbocco previste.

7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

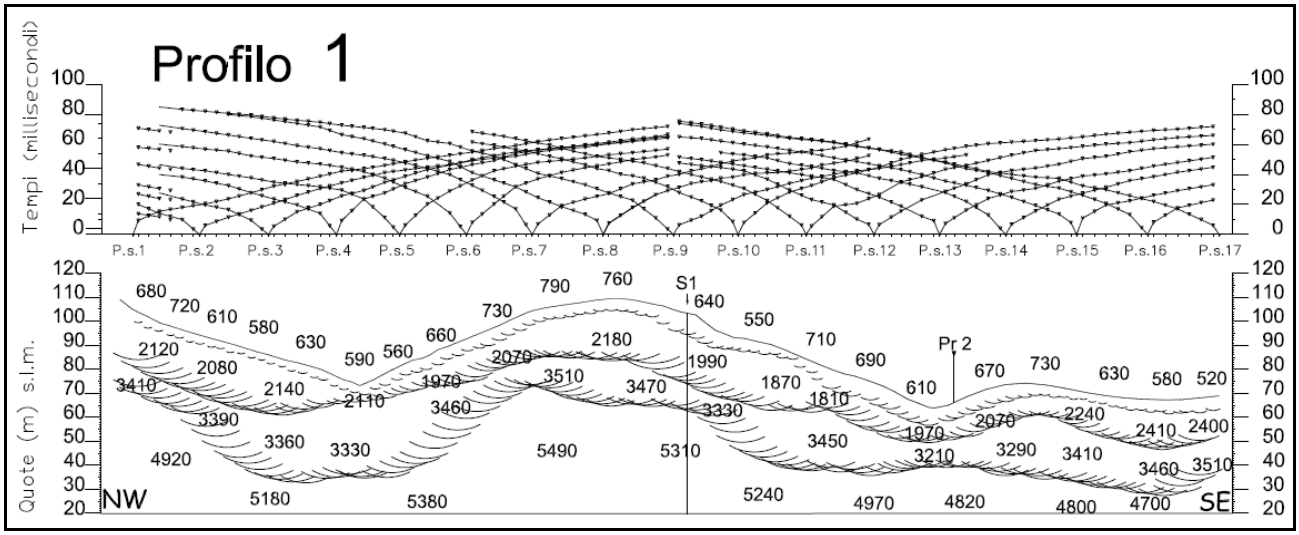
Le indagini disponibili nell'intorno dell'area di imbocco sono riportate nel seguente stralcio planimetrico.



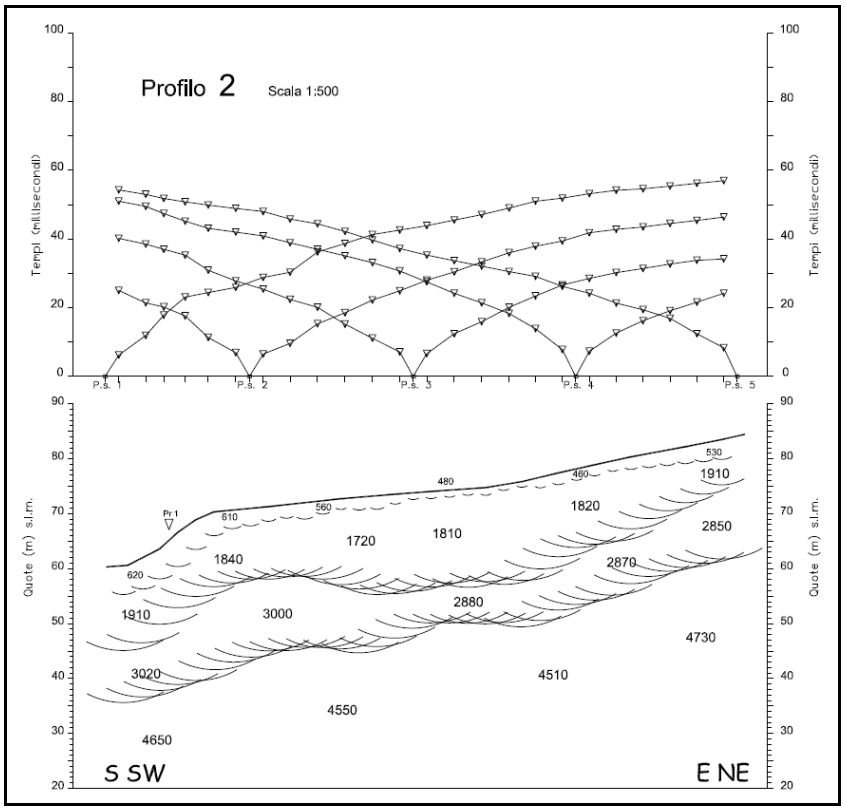
Le cassette con le restituzioni stratigrafiche e i risultati delle prospezioni geofisiche eseguite sono riportati nelle figure seguenti:



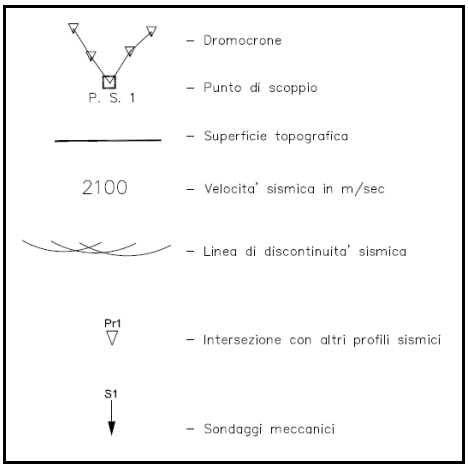
Sondaggio S01



Profilo sismico Pr1



Profilo sismico Pr2



LEGENDA

Facendo riferimento a quanto rilevato dal sondaggio S01, effettuato nell'ambito della campagna d'indagini geognostiche pregressa del 2003, ed ubicato lungo il tracciato di progetto in prossimità dell'area d'imbocchi in oggetto, è stata adottata la seguente sequenza stratigrafica:

- Da p.c. a 10.0 m da p.c. - COLTRE su ROC - Materiali di copertura dell'ammasso roccioso: depositi costituiti principalmente da sabbie limose con presenza di ciottoli.
- Da 11.0 m a 14.0 m da p.c. - CAPPELLACCIO - Cappellaccio, ovvero livello di alterazione delle argilliti con interstrati siltitici della formazione di Ronco.
- Al di sotto di 14.0 m da p.c. - SUBSTRATO - Formazione lapidea di base, argilliti con interstrati siltitici della formazione di Ronco (ROC).

Si segnala che i parametri di resistenza e lo spessore della coltre sono stati adeguatamente definiti mediante back analysis (cfr. Allegato 4), mentre i parametri relativi al cappellaccio ed al substrato sono stati desunti dalla Relazione Geotecnica (cfr. elaborato APE-001).

La quota di falda di progetto è stata posizionata a circa 5.0 m di profondità da piano campagna.

8. DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI IMBOCCO

In adiacenza al piazzale esattoriale esistente di Genova Ovest dell'Autostrada A7, nel progetto di ampliamento sono previste due nuove gallerie, la Moro I e la Granarolo – più il cunicolo di Emergenza corredato alla Granarolo.

La realizzazione di queste gallerie interessa un'unica area di cantiere, come l'opera di imbocco: unica e articolata nel suo sviluppo per più gallerie.

Il contesto urbano dell'area di imbocco, la presenza della barriera esattoriale in esercizio, la collocazione territoriale del cimitero comunale di Genova, inducono a prevedere delle opere di contenimento intese a evitare lo sviluppo di fenomeni deformativi rilevanti.

Il dimensionamento delle opere è stato condotto al fine di evitare l'innesco di fenomeni di instabilità, in aree con suscettività medio-alta, contenendo il più possibile gli spostamenti indotti dagli scavi. La criticità è stata estesa lungo tutto lo sviluppo della paratia.

Nella scelta dello sviluppo geometrico delle opere di sostegno, degli scavi e delle sezioni di attacco alle gallerie, si è posta particolare attenzione nel controllo degli scarichi delle acque meteoriche, o di altra natura, già presenti e regolati. L'imbocco è stato studiato in modo da non modificare il sistema di base attuale (vedi Capitolo 9).

Rimane il problema ingegneristico di garantire la stabilità delle opere di imbocco nell'eventuale presenza di instabilità, ovvero in presenza di terreni spingenti con parametri di resistenza residui, a valle delle potenziali superfici di scivolamento.

Le superfici di scivolamento critiche sono state definite facendo riferimento alle indicazioni delle carte geomorfologiche e alla morfologia dei versanti. Tali superfici coinvolgono sempre le coltri superficiali, al di sopra della formazione di substrato.

Al fine di verificare l'affidabilità del modello (geometria delle superfici di scivolamento e livelli di falda) si è poi verificato che i valori di ϕ'_{res} ottenuti da back-analysis (in corrispondenza di fattori di sicurezza unitari) fossero prossimi ai valori ottenuti dalla caratterizzazione geotecnica generale delle formazioni coinvolte.

In relazione alle problematiche sopra individuate, si è cercato, per quanto possibile, di limitare l'estensione dei fronti di scavo tenendo ovviamente presenti le necessità funzionali definitive relative all'impiantistica e alla sicurezza e garantendo le ampiezze dei piazzali di cantiere sufficienti al transito dei mezzi di lavoro, allo stoccaggio dei materiali e alle manovre della fresa - per la realizzazione del cunicolo di emergenza, ecc.

Nel dettaglio le soluzioni progettuali previste, quali la copertura minima da garantire in calotta nella sezione d'imbocco delle gallerie e/o le scelte tipologiche di tirantatura attiva o passiva, i materiali e …, e il loro dimensionamento, sono indicate negli elaborati progettuali specifici.

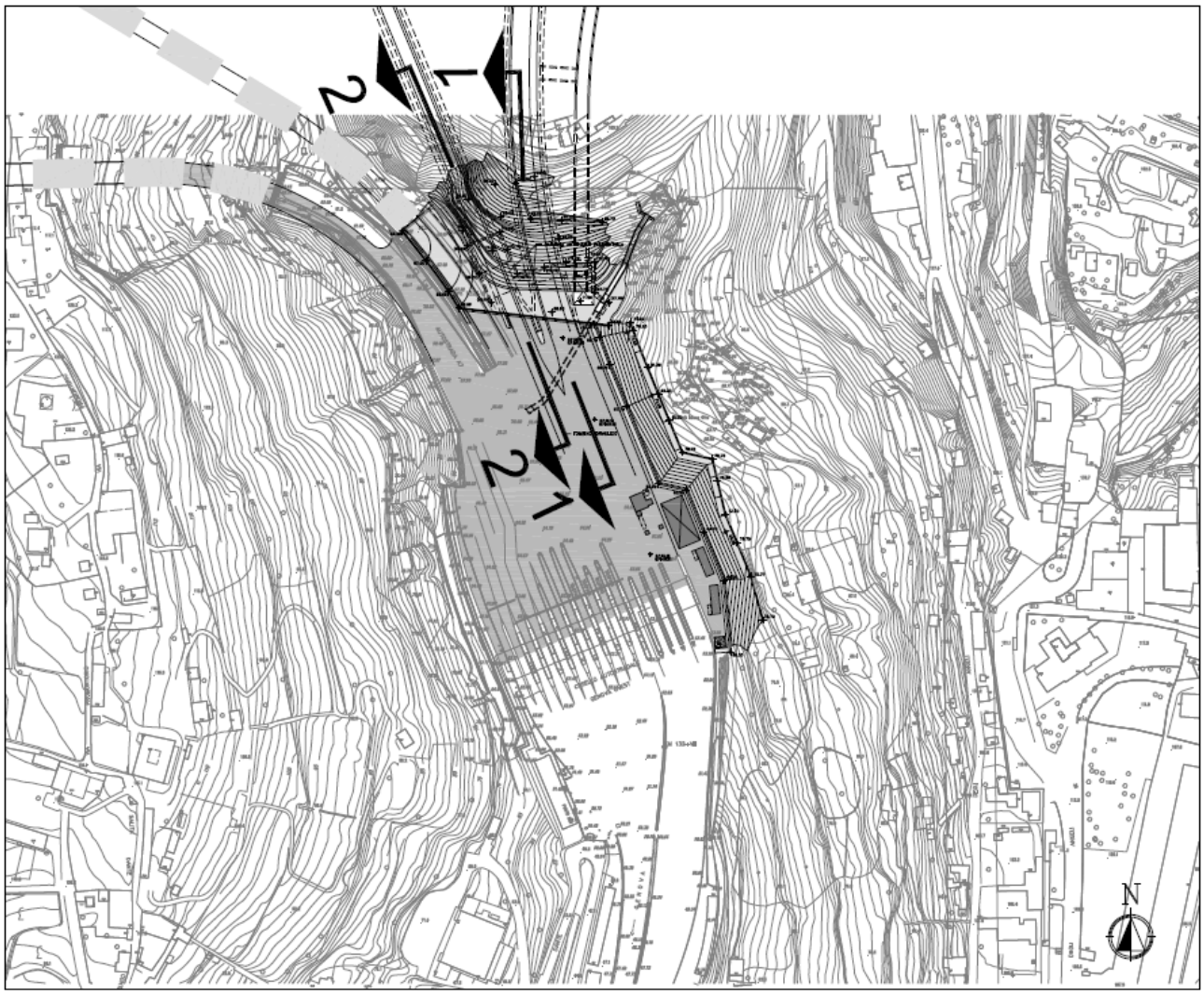
Le opere di contenimento degli scavi necessari alla realizzazione dell'imbocco di Genova Ovest Barriera - galleria Moro I, galleria Granarolo (e cunicolo di emergenza) - sono costituite da paratie di micropali multitirantate. Nel seguito si riporta uno stralcio planimetrico di tali paratie. Per il dettaglio delle verifiche geotecniche di tali opere, condotte ai sensi della Normativa vigente, si rimanda all'elaborato APE468.

Imbocchi gallerie Moro1 e Granarolo lato Genova Ovest Barriera.

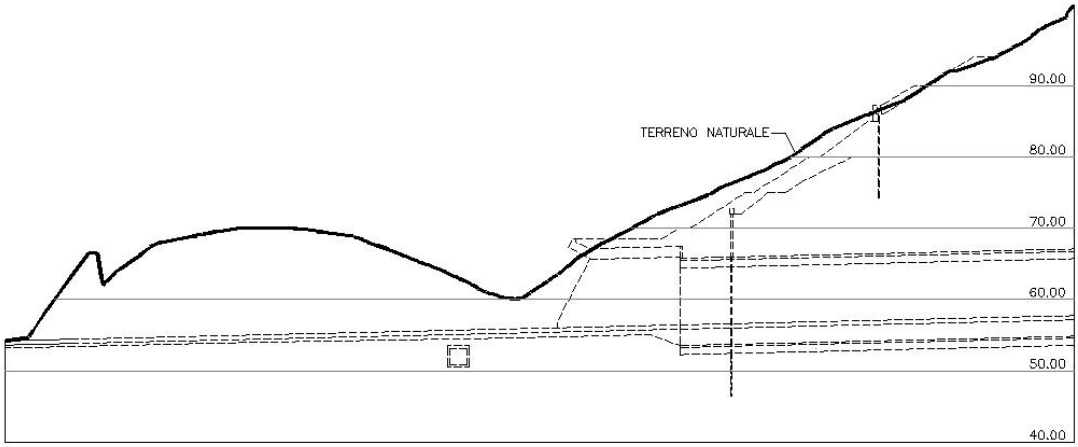


Nelle sezioni di seguito è messo a confronto lo stato attuale, le demolizioni/nuove costruzioni e lo stato di progetto (cfr. elaborato AUA-191); la sezione 1-1 è riferita alla galleria Granarolo, la sezione 2-2 alla Moro 1.

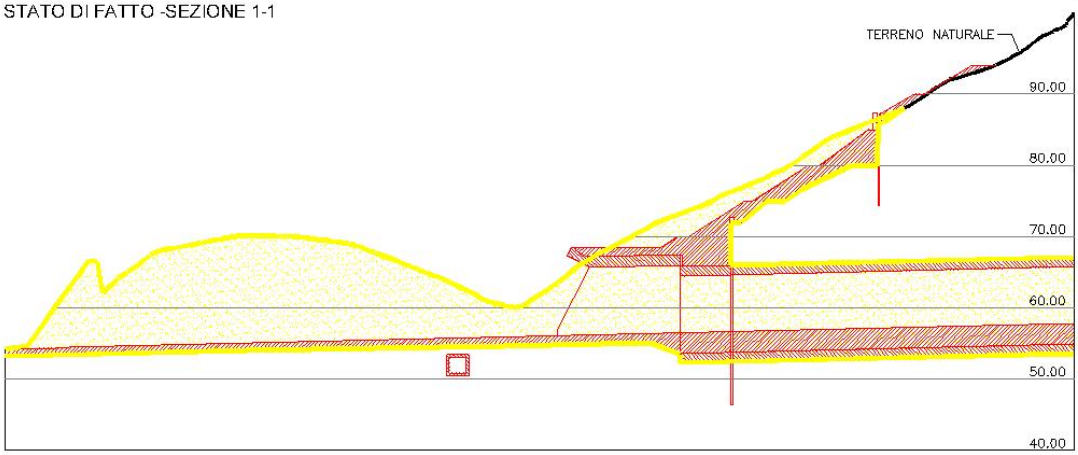
PLANIMETRIA IMBOCCO GENOVA OVEST



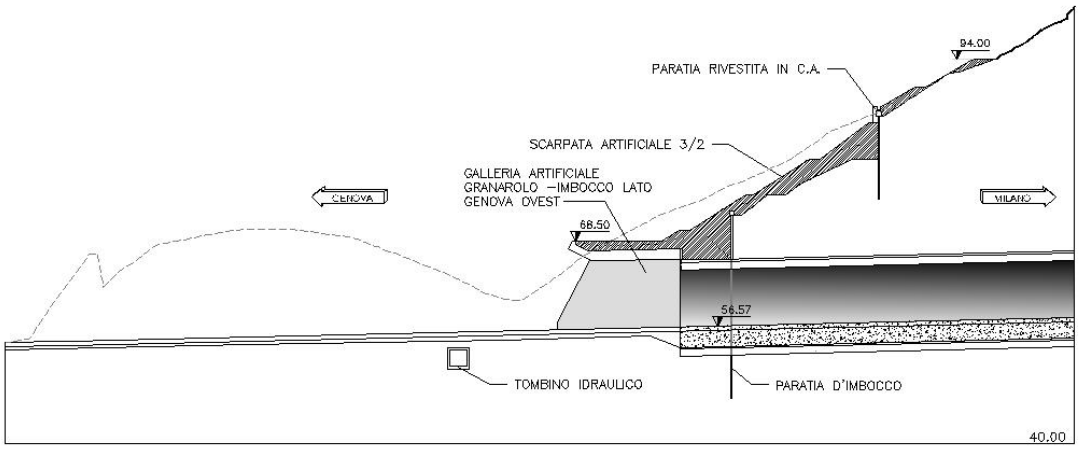
SEZIONE 1, GALLERIA GRANAROLO



STATO DI FATTO -SEZIONE 1-1

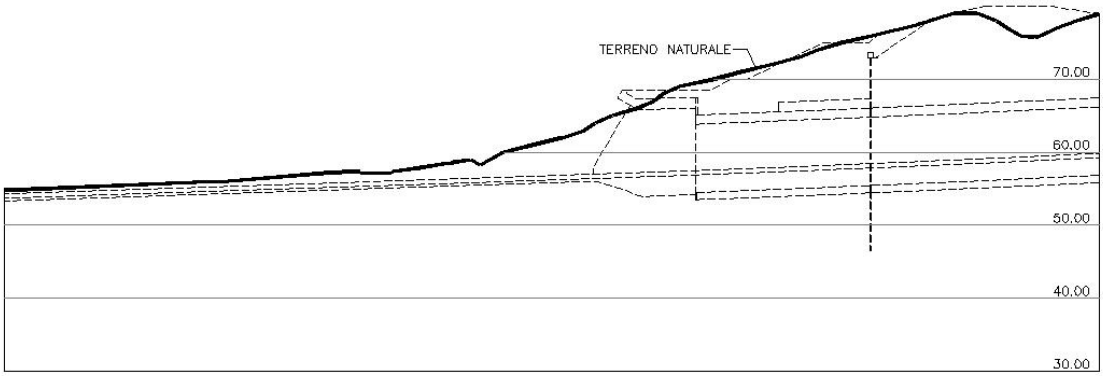


DEMOLIZIONE / NUOVE COSTRUZIONI -SEZIONE 1-1

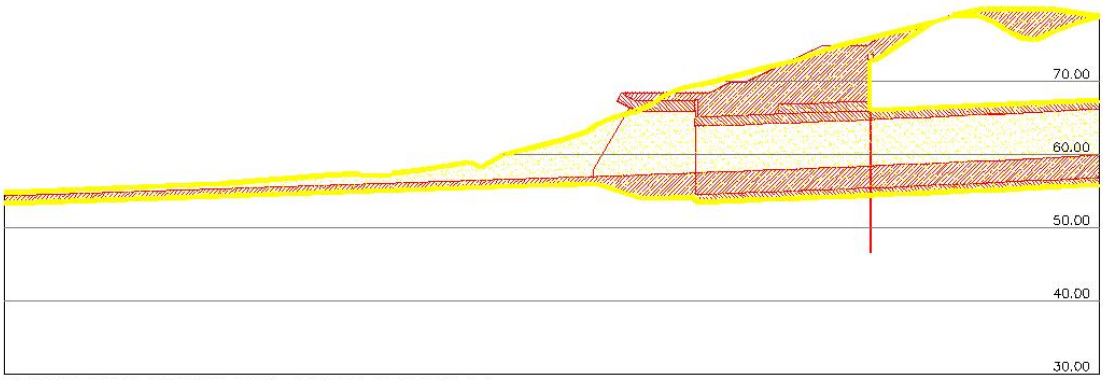


PROGETTO -SEZIONE 1-1

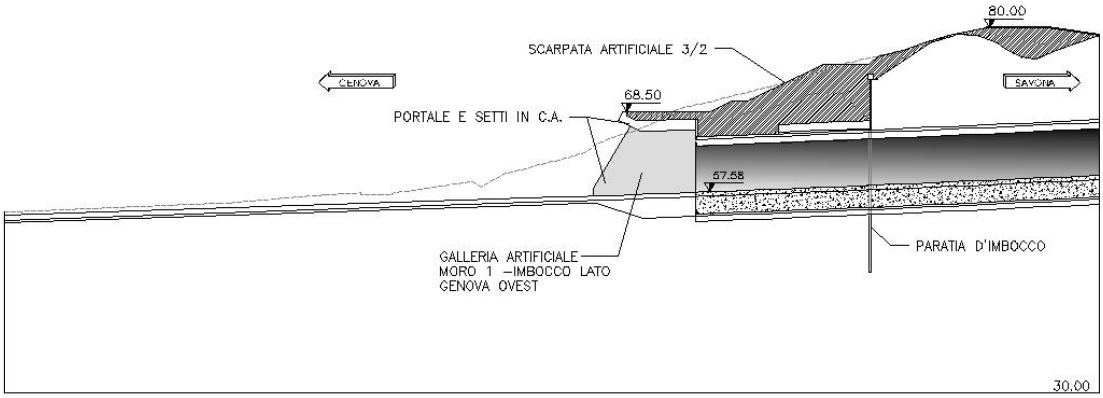
SEZIONE 2, GALLERIA MORO1



STATO DI FATTO -SEZIONE 1-1



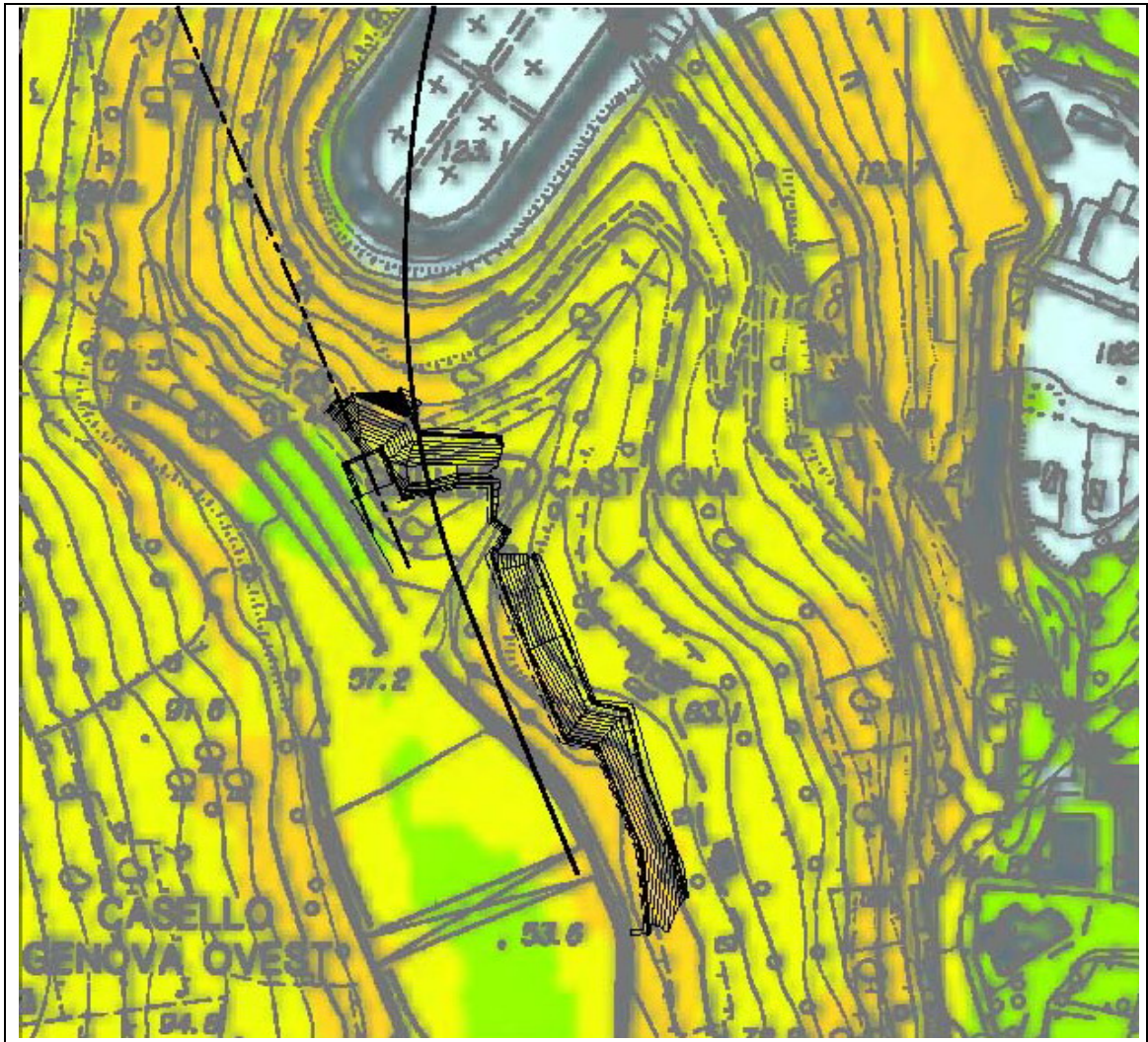
DEMOLIZIONE / NUOVE COSTRUZIONI -SEZIONE 1-1



PROGETTO -SEZIONE 1-1

9. DRENAGGIO ACQUE DI VERSANTE

Come già anticipato nella parte generale introduttiva della presente controdeduzione (CDED 13), è stato previsto un sistema di drenaggio volto a garantire la regimentazione delle acque di versante e di piazzale (cfr. elaborato IDR-0264 del PD pubblicato), al fine della definitiva stabilizzazione del versante stesso.



Ambiti 12 e 13, Ambito 14, Torrente Polcevera (Approvati 2002-2004 - aggiornati al 04/10/2011)

Classe di suscettività al dissesto - Frana attiva	Pg4
Classe di suscettività al dissesto - Frana quiescente	Pg3
Classe di suscettività al dissesto alta	Pg3a
Classe di suscettività al dissesto media	Pg2
Classe di suscettività al dissesto bassa	Pg1
Classe di suscettività al dissesto molto bassa	Pg0

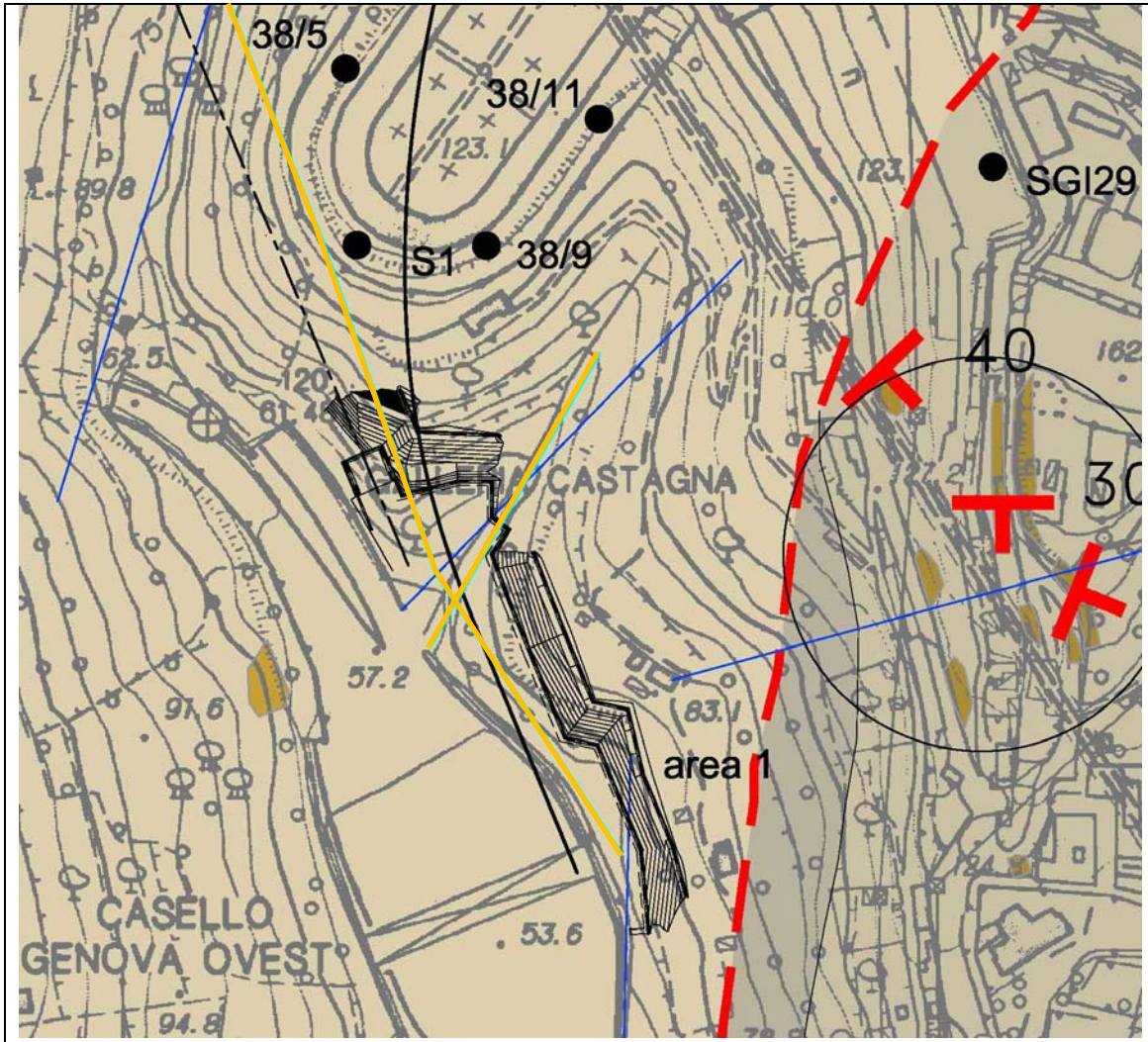
Classi speciali

Cave attive, miniere attive e discariche in esercizio	
Ex cave, ex miniere e discariche dismesse	Pg3
Aree normate dai piani di bacino stralcio ai sensi della Legge N. 183/89	

PROGETTO I.F.F.I. - Inventario dei fenomeni franosi (da SIT Regione Liguria aggiornato a febbraio 2012)

Frana attiva/riattivata/sospesa	Aree soggette a frane superficiali diffuse attive
Frana quiescente generica	Aree soggette a frane superficiali diffuse quiescenti
Frana relitta	DGPV n.d.
Frana stabilizzata generica	
Frana stabilizzata naturalmente	

ALLEGATO 1 - Stralcio Carta dei vincoli



Depositi di frana attiva
Accumulo gravitativo di materiale eterogeneo ed eterometrico con evidenze di movimento in atto o recente.

Depositi di frana potenzialmente attiva ma stabilizzata
Accumulo gravitativo di materiale eterogeneo ed eterometrico con evidenze di movimento in atto o recente stabilizzato da opere di vario genere.

Depositi di frana inattiva e paleofrane
Accumulo gravitativo di materiale eterogeneo ed eterometrico privo di evidenze di movimento in atto o recente.

Depositi di versante
Accumulo gravitativo di materiale eterogeneo, accumulatosi per disfacimento del sovrastante substrato lapideo.

UNITA' TETTONICA ANTOLA

SUBAFFIORANTE AFFIORANTE

Formazione del Monte Antola - FAN
Torbiditi calcareo-marnose, talvolta siltose, organizzate in strati di spessore fino a metrico di calcareniti, marne e marne calcaree, alternate ad argilliti emipelagiche in strati centimetrici. CAMPANIANO SUP

Argilliti di Montoggio - MGG
Argilliti di colore nero e verdastro, in strati da centimetrici a decimetrici. Il tetto della formazione è caratterizzato da strati policromi, spesso rossastri. CAMPANIANO

UNITA' TETTONICA RONCO

SUBAFFIORANTE AFFIORANTE

Formazione di Ronco - ROC
Torbiditi costituite da areniti fini, siltiti marnose e argilliti, in strati da centimetrici a decimetrici. Stratificazione piano-parallela. Brecce a clasti da spigolosi a subarrotondati in matrice pelitico argillitica con struttura fluidale.
SANTONIANO SUP. - CAMPANIANO INF

UNITA' TETTONICA MONTANESI

SUBAFFIORANTE AFFIORANTE

Argilliti di Montanesi - MTE
Argilliti emipelagiche e argilliti siltose nere, solo raramente policrome, con intercalazioni di arenarie quarzose fini, in strati da centimetrici a pluridecimetrici. CRETACICO SUP.?

UNITA' TETTONICA MIGNANEGO

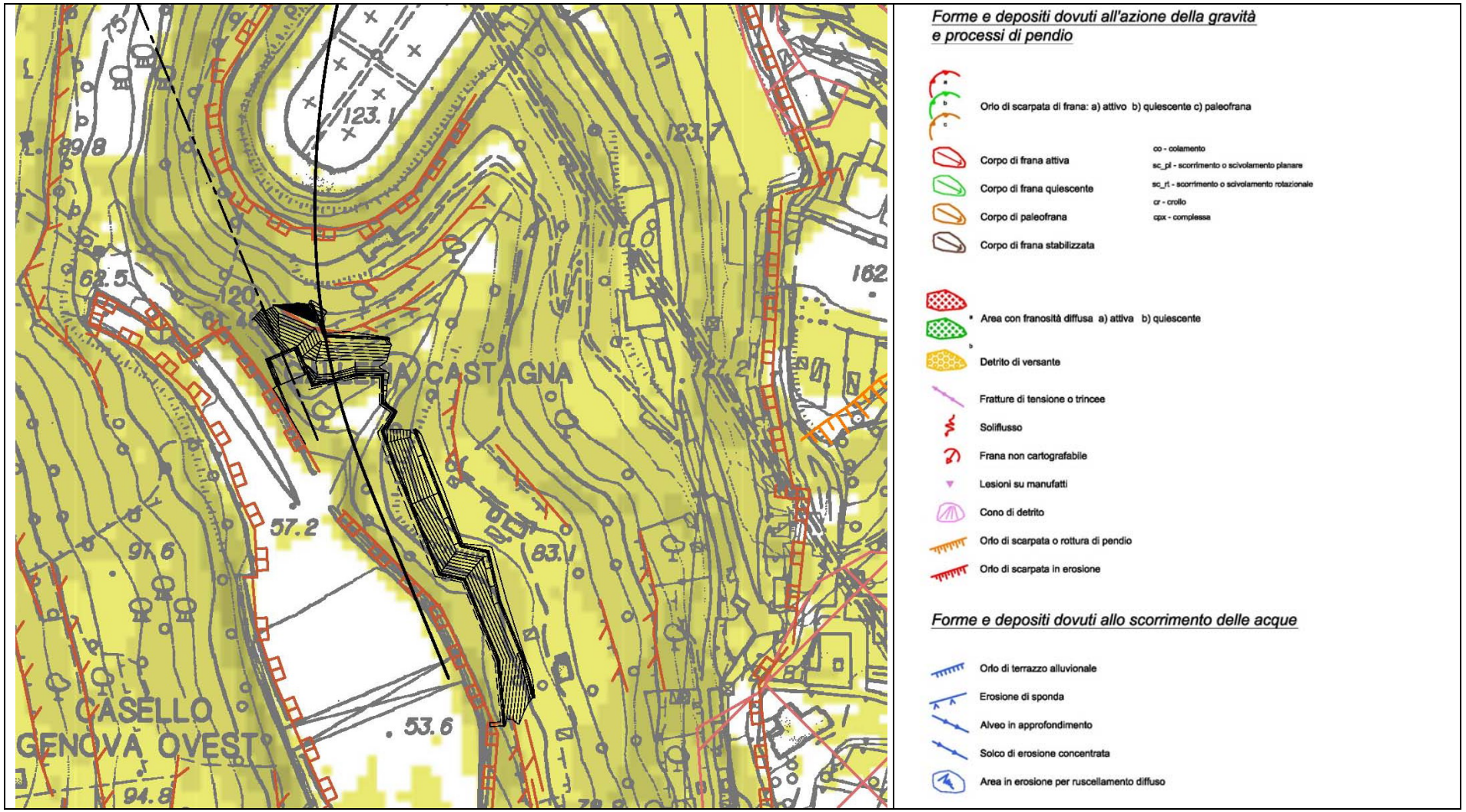
SUBAFFIORANTE AFFIORANTE

Argilliti di Mignanego - MIG
Torbiditi siltoso arenacee medio-fini in strati da centimetrici a pluridecimetrici, talora con intercalazioni di argilloscisti neri, e torbiditi marnose a base calcareo-arenacea sottile organizzate in strati da decimetrici a metrici. CRETACICO SUP?

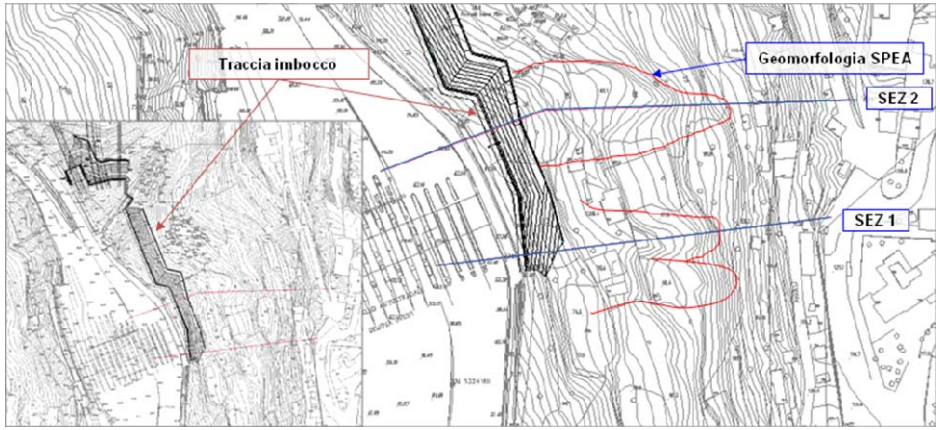
Stendimenti sismici (1-2 Campagna 2003)

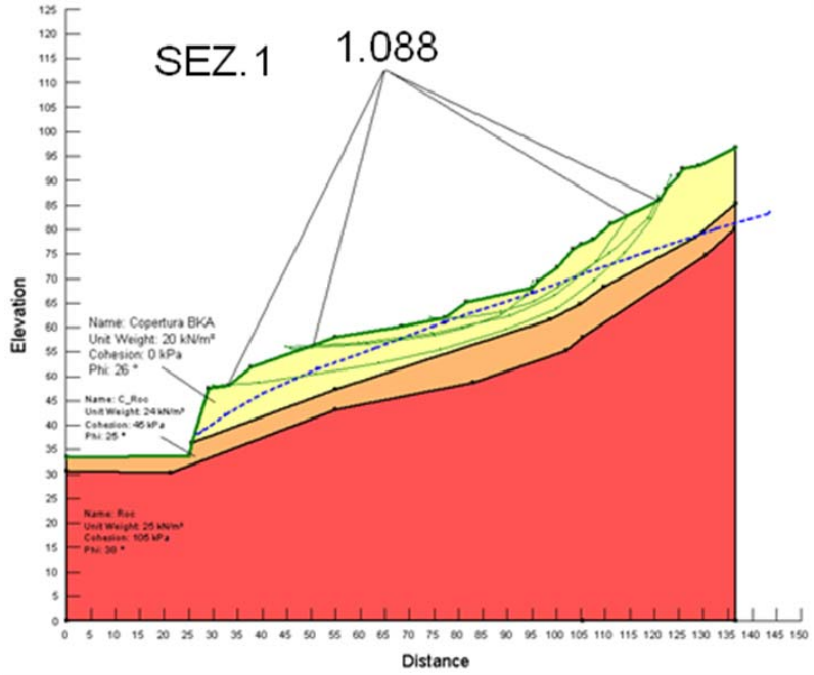
Rilievi geomeccanici

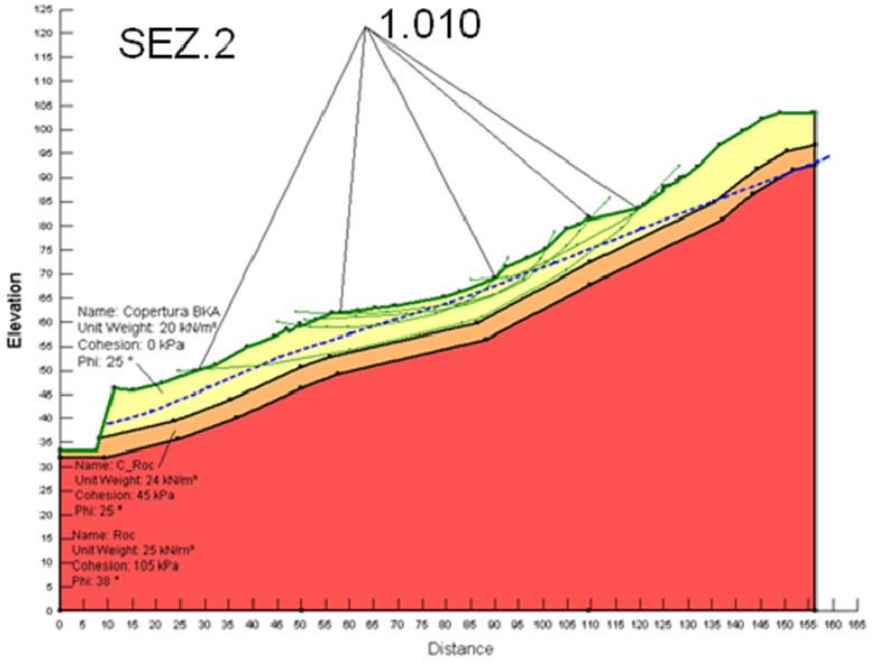
ALLEGATO 2 - Stralcio Carta geologica e indagini



ALLEGATO 3 - Stralcio Carta geomorfologica







ALLEGATO 4 - Back analysis