



CITTA' METROPOLITANA DI GENOVA

DIREZIONE TERRITORIO E MOBILITA'
SERVIZIO PROGRAMMAZIONE E COORDINAMENTO VIABILITA'
UFFICIO LAVORI PUBBLICI


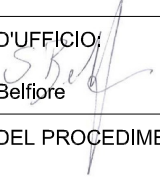
CODICE COMMESSA: 11/17_BP

S.P. 9 di CROCEFIESCHI

Riqualificazione e messa in sicurezza delle infrastrutture stradali della CM di Genova, per il miglioramento della mobilità pubblica e privata, per il collegamento tra i centri abitati, per la fruibilità dell'entroterra

Lavori di sistemazione, consolidamento del corpo stradale, del disciplinamento delle acque e delle delimitazioni marginali a tratti saltuari in Comune di Crocefieschi e Vobbia

PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE GEOLOGICA

REDATTO DA: Dott. Geol. Alessia VARRIALE 			I PROGETTISTI: Dott. Ing. Marco RAVERA 			ALLEGATO 2		
ASSISTENZA ALLA PROGETTAZIONE:			IL RESPONSABILE D'UFFICIO: Dott. Ing. Stefano Belfiore 			TAVOLA N°		
			IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: Dott. Ing. Stefano Belfiore 			SCALA		
						DATA 15.02.2018		
CONTROLLATO	SIGLA RVR	DATA 15.02.2018	AGGIORNATO	SIGLA	DATA	AGGIORNATO	SIGLA	DATA
APPROVATO	SIGLA BLF	DATA 15.02.2018	AGGIORNATO	SIGLA	DATA	AGGIORNATO	SIGLA	DATA

La strada oggetto di interventi è la S.P. n. 9 di Crocefieschi nel tratto compreso tra le prog.ve km 7+300 e km 13+200 e ricadono nei territori comunali di Crocefieschi e Vobbia, ed è individuabile nelle C.T.R. n. 214014 “Crocefieschi” e n. 196133 “Vobbia”.

Gli interventi da realizzarsi comprendono, a tratti saltuari, opere di sistemazione e consolidamento del corpo stradale, di disciplinamento acque e di sistemazione delle delimitazione marginali, finalizzati al ripristino delle condizioni di sicurezza della viabilità.

In particolare sono previste le seguenti opere:

- All'altezza della prog.va km 7+300 è prevista la sistemazione della scarpata di monte della strada, mediante il disgaggio del materiale incoerente e il posizionamento di reti armate di protezione;
- All'altezza della prog.va km 9+200 è previsto il consolidamento del muro esistente lungo il ciglio stradale di monte (di altezza pari a circa m 6,00 e lunghezza ml 16) a sostegno del parcheggio soprastante alla strada e il ripristino del marciapiede esistente;
- All'altezza della prog.va km 10+500 è prevista la realizzazione di un tratto di nuove cordolature in c.a., che in parte saranno su micropali, in parte semplici e in parte fondate su di un muro esistente, per una lunghezza totale dell'intervento di 165 m.. I micropali ($\varnothing = 220$ mm) dovranno essere saldamente ammorsati nei litotipi del substrato roccioso rappresentato dalla FORMAZIONE DEI CALCARI DI M. ANTOLA.
- Tra le prog.ve km 10+700 – km 11+000 è prevista la sistemazione di un tratto di sede stradale mediante la realizzazione di cordoli in c.a. e muri di sostegno a valle per una lunghezza totale dell'intervento di. 200 m.
- All'altezza della prog.va km 11+500 è prevista la realizzazione di un tratto di cordolo semplice in c.a.. Per il miglioramento del deflusso delle acque meteoriche si rende necessaria la sostituzione di un pozzetto esistente con uno nuovo di dimensioni adeguate e la sostituzione della tombinatura esistente

- All'altezza della prog.va km 11+800 è prevista la realizzazione di un tratto di cordolo in c.a. su di un muro esistente, per una lunghezza dell'intervento di 30 m.
- All'altezza della prog.va km 12+300 è prevista la realizzazione di un tratto di cordolo in c.a. su micropali ($\varnothing = 220$ mm), che dovranno essere saldamente ammorsati nei litotipi del substrato roccioso rappresentato dalla FORMAZIONE DEI CALCARI DI M. ANTOLA, per una lunghezza totale dell'intervento di 40 m.
- All'altezza delle prog.ve km 12+650 e km 12+800 è prevista la realizzazione di due tratti di cordolo in c.a. su micropali ($\varnothing = 220$ mm), che dovranno essere saldamente ammorsati nei litotipi del substrato roccioso rappresentato dai CALCARI DI M. ANTOLA. Inoltre, alla prog.va km 12+650, lungo il lato di monte della strada, si prevede la realizzazione di un tratto di cunetta semplice per lo smaltimento delle acque di ruscellamento superficiale.
- All'altezza della prog.va km 13+200 è prevista la realizzazione di un tratto della lunghezza di 95 m di cordolo semplice in c.a.

I lavori saranno infine completati con il ripristino e/o esecuzione di opere di regimazione delle acque provenienti sia dal versante che dalla sede viabile e con l'installazione sulle nuove cordolature di adeguata barriera metallica di sicurezza. Infine si procederà al ripristino e/o formazione della sede viabile mediante la stesa di conglomerato bituminoso (strato chiuso di usura).

La presente relazione viene redatta secondo quanto previsto dalle seguenti normative vigenti in materia, ed in particolare dal D. M. LL. PP. dell'11.03.1988, dal Decreto Legislativo n. 50 del 18.04.2016 e s.m.i. e dal D. M. Infrastrutture del 14.01.2008. Ai sensi della L.R. n.4 del 22.01.1999 solo gli interventi previsti alle progressive km 7+300 e km 10+500 sono soggette a vincolo idrogeologico, tutti gli altri interventi ricadono in zone esenti da tale vincolo.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

La stratigrafia dei terreni presenti nelle aree interessate dai lavori è caratterizzata da affioramenti di litotipi appartenenti ora ai CALCARI DI M. ANTOLA ed ora ai CONGLOMERATI DI SAVIGNONE; le due Formazioni sono separate da un contatto stratigrafico trasgressivo e sono localmente occultate da coltri detritiche eluviali-colluviali discontinue di estensione e spessore particolarmente ridotti per i depositi impostati sopra la Formazione conglomeratica.

La zona compresa tra l'abitato di Vallemara e Vobbia è caratterizzata dalla presenza del contatto stratigrafico tra le due formazioni, che però, come detto, non risulta visibile perché coperto da coltri di potenza variabile, che nella Carta Geologica Regionale (CARG) Foglio 214.4 – Bargagli vengono identificate come frane inattive fino all'abitato di Fabio e poi frane attive tra quest'ultimo e il Torrente Fabio.

Con riferimento al Foglio n° 83 “Rapallo” della Carta Geologica d'Italia ed alla Carta Geologica Regionale (CARG) le caratteristiche litologiche e granulometriche dei terreni attraversati dagli interventi sono le seguenti:

- I CALCARI DI M. ANTOLA sono costituiti da una potente e monotona sovrapposizione di sequenze gradate torbiditiche i cui intervalli litologici sono rappresentati da calcareniti, marne ed argilloscisti; lo spessore di ogni sequenza varia localmente tra valori compresi da 0,4 m ca. fino ad oltre 3m.
- I CONGLOMERATI DI SAVIGNONE identificano un deposito marino di ambiente molto prossimale; la loro sedimentazione ha avuto inizio con alternanze di livelli di conglomerati, arenarie ed argille verdi-azzurrine a cui ha fatto seguito la potente successione di bancate di conglomerati poligenici a matrice argilloso-sabbiosa.
- Le coltri detritiche sono rappresentate da suoli eluviali-colluviali derivanti dal disfacimento del “cappellaccio” d'alterazione delle Formazioni

costituenti il substrato roccioso a cui si sono aggiunti consistenti contributi di detrito di falda ed accumuli impostatisi per frana. Granulometricamente rivelano la presenza di numerosissimi frammenti litici e di abbondante sfasciume roccioso grossolano mentre la frazione fine tampona parzialmente gli spazi intergranulari; nelle coltri originatesi dal disfacimento della Formazione dei CALCARI DI M. ANTOLA si rinvencono inoltre frequenti trovanti stratiformi.

Osservazioni effettuate sulla giacitura delle Formazioni del substrato roccioso hanno evidenziato come i CALCARI DI M. ANTOLA siano strutturalmente disposti secondo una monoclinale immergente verso NW con inclinazioni mediamente intorno a 34° ; anche le bancate dei CONGLOMERATI DI SAVIGNONE presentano una generale immersione verso NW anche se con una minore inclinazione (da 15° a 20°). Trattandosi quest'ultima Formazione di un deposito trasgressivo, impostatosi con una evidente discordanza angolare su una Formazione tettonicamente già deformata ed intensamente erosa e smantellata in condizioni subaeree, la giacitura dei suoi strati basali risente spesso, come evidenziato da direzioni d'immersione nettamente diverse da quelle prevalenti verso NW, dell'assetto morfologico delle superfici d'erosione dei CALCARI DI M. ANTOLA. Deformazioni tettoniche a carattere distensivo hanno infine rigidamente disarticolato i CONGLOMERATI DI SAVIGNONE che si rivelano interessati da un doppio sistema di faglie dirette (uno orientato $N65^\circ E$ e con immersione verso NW e l'altro orientato $N45^\circ W$ con immersione verso NE) che si approfondiscono, almeno con le faglie di maggior rigetto, nei sottostanti CALCARI DI M. ANTOLA. Il contatto discordante non è visibile in affioramento.

L'aspetto geomorfologico delle aree interessate dagli interventi è legato alle variazioni litologiche. In seguito a queste ultime infatti, si originano settori aventi diverso grado di compattezza e differenti caratteristiche meccaniche.

I CALCAI DI M. ANTOLA costituiscono rilievi che vanno a raggiungere altezze anche considerevoli, e che sono separati l'uno dall'altro da vallecole incise da torrenti prevalentemente in erosione accelerata, in particolare nel settore interessato dal T. Fabio. Strutturalmente si è spesso riscontrata una fratturazione prevalentemente ortogonale alla direzione di strato, per cui nei versanti a franapoggio si hanno locali fenomeni di crollo e fenomeni di scivolamenti, con possibili collassamenti, laddove non è presente una copertura detritica.

Dove affiorano i CONGLOMERATI DI SAVIGNONE, per contro, i versanti si presentano più acclivi, con minore vegetazione, con maggiore tendenza al ruscellamento superficiale diffuso e con profonde incisioni dei rivi; l'acclività dei versanti ha consentito la messa in posto di coperture detritiche di estensione molto limitata e di sottile spessore che rappresentano i soli terreni su cui si è potuta sviluppare una vegetazione di tipo prevalentemente arbustivo. Il corpo stradale non risulta in coinvolto in significative situazioni di dissesto; il solo pericolo per gli utenti dell'arteria consiste nella possibilità abbastanza elevata di caduta di frammenti litici dalle scarpate che sovrastano la sede viabile.

Le caratteristiche idrogeologiche variano notevolmente in funzione dell'Unità litostratigrafica che si considera:

- Il substrato roccioso rappresentato dai CALCARI DI M. ANTOLA e dai CONGLOMERATI DI SAVIGNONE presenta una permeabilità per fessurazione che varia da punto a punto in funzione delle condizioni di degrado della porzione più superficiale alterata, dello stato di fratturazione dell'ammasso roccioso e della esistenza sia di orizzonti cataclastici che delle superfici di scistosità solo parzialmente ricementati. Inoltre, a causa della componente carbonatica di alcuni litotipi, non si può escludere che i CALCARI DI M. ANTOLA possano presentare anche una permeabilità dovuta a dissoluzione dei carbonati in seguito a circolazione di acque ricche in anidride carbonica e, pertanto, con conseguente formazione di complessi reticoli di cavità (pseudo carsismo).

- Le coperture detritiche, sempre permeabili per porosità, sono caratterizzate da valori estremamente variabili della permeabilità in funzione del contenuto percentuale in minerali argillosi; inoltre possono svolgere la duplice funzione di tampone e di diffusore delle eventuali venute d'acqua dal sottostante substrato roccioso. Nelle zone di contatto con i depositi alluvionali terrazzati alimentano direttamente, e talvolta in modo considerevole, la falda in essi contenuta.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

Al fine del dimensionamento delle strutture da realizzarsi vengono presi in considerazione quattro tipi di terreno: materiale di riporto per rilevato, coltre detritica eluviale-colluviale, ed il substrato roccioso rappresentato dai CONGLOMERATI DI SAVIGNONE e dalla FORMAZIONE DEI CALCARI DI M. ANTOLA. Tutti i terreni dovranno sopportare le tensioni ad essi trasmesse attraverso le fondazioni dirette delle varie strutture mentre il materiale di riporto per rilevato e la coltre detritica saranno nel contempo contenuti dalle opere di sostegno; i litotipi che formano il substrato roccioso dovranno inoltre resistere alle pressioni indotte dai micropali di fondazione.

Il terreno di riporto per rilevato, essendo costituito almeno in parte da materiali qualitativamente e granulometricamente selezionati, si ritiene presenti i seguenti valori:

- Peso di volume: $\gamma_R = 1,8 \text{ t/m}^3$
- Angolo di attrito interno: $\phi_R = 35^\circ$
- Coesione: $C_R = 0 \text{ t/m}^2$

Per la caratterizzazione geotecnica della coltre detritica eluviale-colluviale e delle Formazioni costituenti il substrato roccioso sono stati utilizzati i risultati

ottenuti da prove sia in foro che in laboratorio eseguite su campioni indisturbati e su spezzoni di carote provenienti da sondaggi geognostici effettuati in località limitrofe (S.P. n° 8 di Vobbia - Maggio 1998, S.P. n° 46 di Montessoro - Gennaio 1994, S.P. n° 43 di Torrazza - Marzo 1990) dove sono presenti terreni appartenenti alle stesse Unità litostratigrafiche:

COLTRE DETRITICA ELUVIALE-COLLUVIALE

- Peso di volume: $\gamma_c = 2.29 \text{ t/m}^3$
- L'angolo di attrito interno medio ϕ'_c è stato ricavato indirettamente attraverso il diagramma di Navdock-DM-7 (1967): l'indice di plasticità $I_{pc} = 13$ identifica un ϕ'_c che tiene conto anche del contributo derivante dal grado di consolidazione e dalla coesione pari a 32.5° .

FORMAZIONE DEI CALCARI DI M. ANTOLA

- Peso di volume: $22,46 \text{ kN/m}^3 \text{ (2,290 t/m}^3) \leq \gamma_{CMA} \leq 23,38 \text{ kN/m}^3 \text{ (2,384 t/m}^3)$
- Resistenza alla rottura per compressione monoassiale (P.L.S.T.): $81,048 \text{ MPa (826,462 kg/cm}^2) \leq \sigma_{CMA} \leq 124,368 \text{ MPa (1.268,205 kg/cm}^2)$
- La classificazione geomeccanica della parte più superficiale ed alterata dell'ammasso roccioso è stata ulteriormente definita attraverso i metodi convenzionali di Barton N. et al. (1974) e di Bieniawsky Z. T. (1976) per la cui applicazione ci si è serviti anche dell'esame degli affioramenti limitrofi alla zona dell'intervento, ha evidenziato una qualità "scadente" dell'ammasso roccioso a cui compete pertanto un angolo di attrito interno ϕ_{CMA} variabile da 30° a 35° ed una coesione C_{CMA} compresa tra 10 t/m^2 e 15 t/m^2 .

CONGLOMERATI DI SAVIGNONE

- Peso di volume: $\gamma_{CS} = 2,550 \text{ t/m}^3$
- Resistenza a rottura per compressione monoassiale (P.L.S.T.): $\sigma_{CS} = 290,13 \text{ kg/cm}^2$.
- La classificazione geomeccanica della parte più superficiale ed alterata dell'ammasso roccioso è stata ulteriormente definita attraverso i metodi convenzionali di Barton N. et al. (1974) e di Bieniawsky Z. T. (1976); tale classificazione ha evidenziato una qualità “scadente” dell'ammasso roccioso a cui compete pertanto un angolo di attrito interno ϕ_{CS} variabile da 30° a 35° ed una coesione C_{CS} compresa tra 10 t/m^2 e 15 t/m^2 .

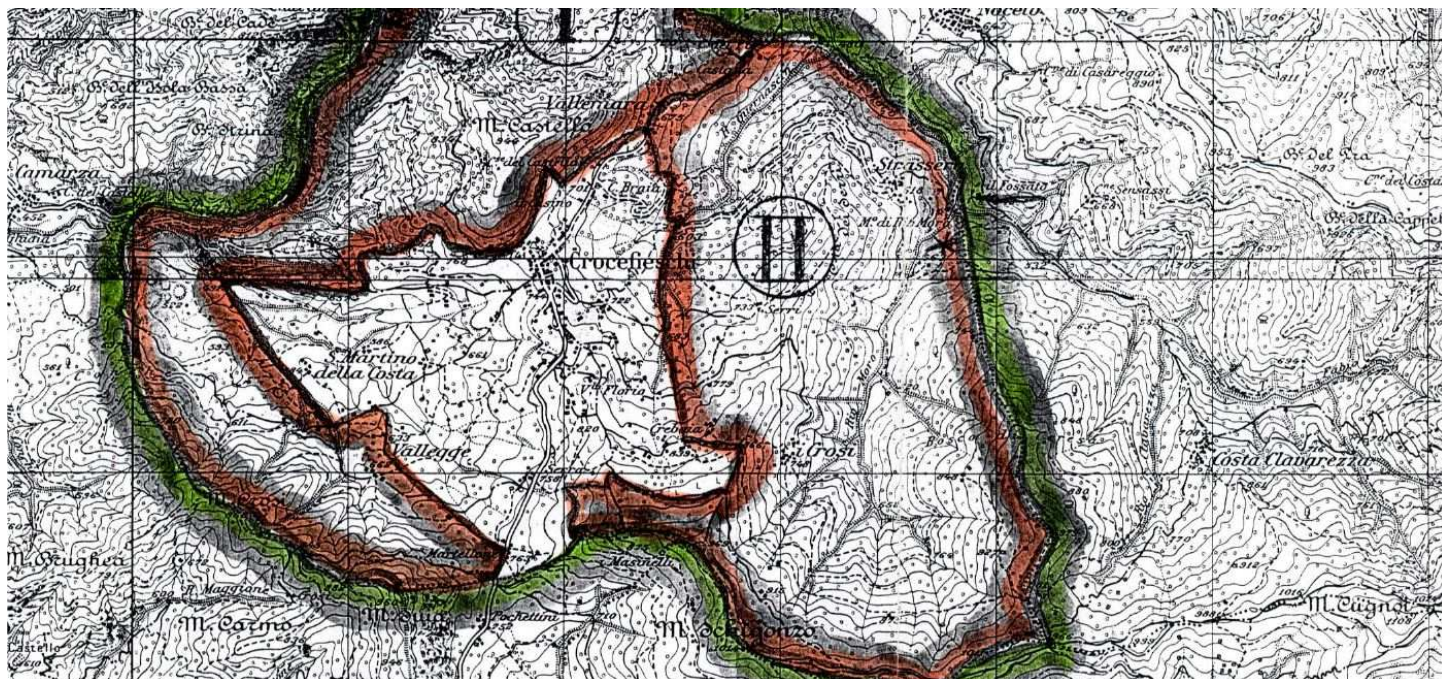
Relativamente alla Deliberazione n. 216 del 17 Marzo 2017 della Giunta Regionale della Liguria, avente ad oggetto “*OPCM 3519/2006 Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria.*” con la quale è stata approvata la nuova zonazione sismica ligure, i Comuni di Busalla, Crocefieschi e Vobbia ricadono in zona sismica 3 avendo valori di picco dell'accelerazione (P_g) pari a 0,15 g.

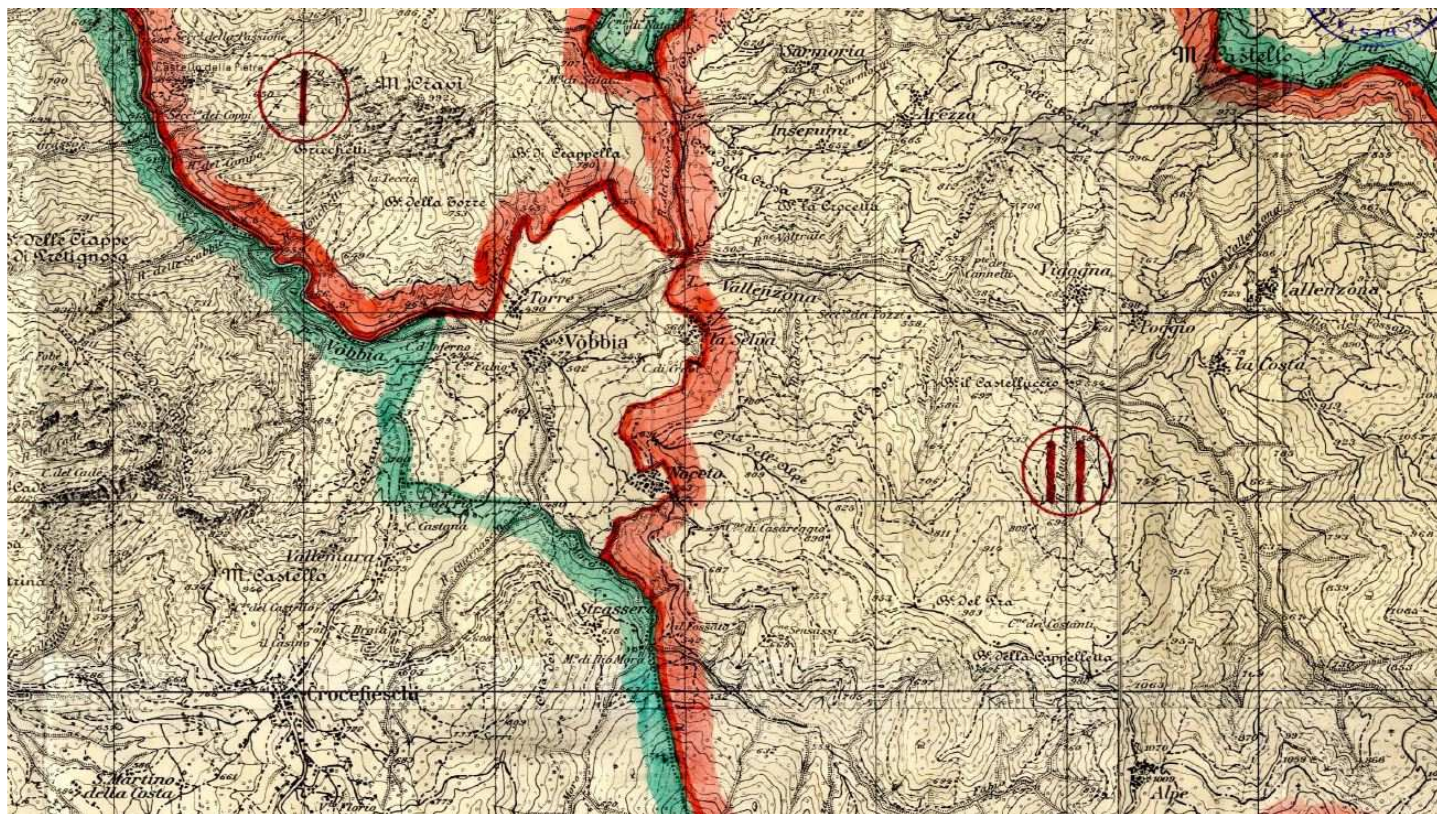
La variante “VBP” al PTC (Piano Territoriale di Coordinamento) per l'area dei Territori Padani in Provincia di Genova, come da Accordo di Pianificazione ai sensi della L. R. 36/1997 tra Autorità di Bacino del Fiume Po, Regione Liguria e Provincia di Genova, ha prodotto una nuova “Carta dei dissesti” (T2 – 8/22) che sostituisce l’“Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici” relativo al PAI; da tale cartografia risulta:

- L' intervento alla prog.va km 7+300 rientra in un'area cartografata come Aree interessate da frane attive (Fa).

- Gli interventi alle prog.ve km 10+500 e km 13+200 rientrano in parte in aree cartografate come Aree interessate da frane quiescenti (Fq)

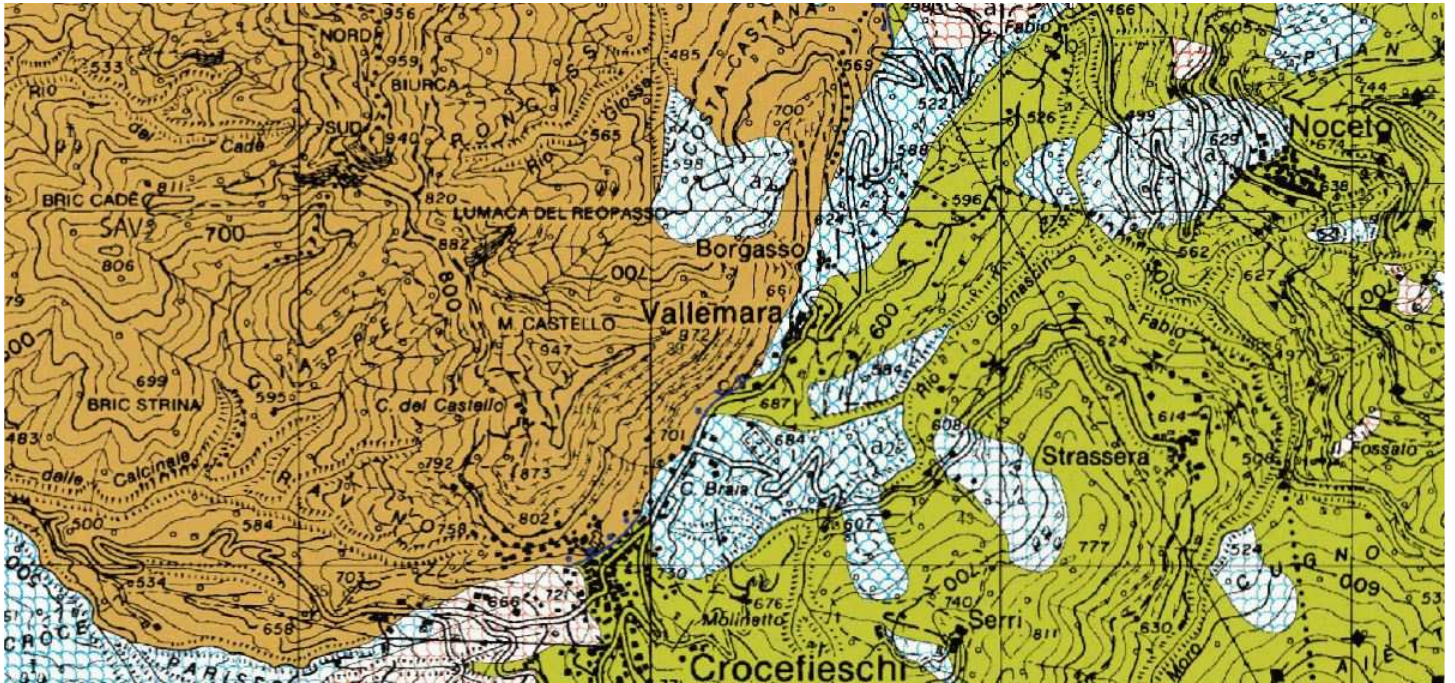
Relativamente ai vincoli per scopi idrogeologici i lavori previsti migliorano, anche se solo puntualmente, le condizioni di stabilità del versante e non interferiscono con alcun corso d'acqua; i lavori richiederanno l'abbattimento di un numero estremamente limitato di essenze arboree ed arbustive.





CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

Foglio n. 214 - BARGAGLI



DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI



a₁ **Frane attive.** Accumuli gravitativi caotici di materiali eterogenei ed eterometrici con evidenze di movimenti in atto.



a₂ **Frane inattive.** Accumuli gravitativi caotici di materiali eterogenei ed eterometrici attualmente quiescenti o stabilizzati.

SUCCESSIONE DEL BACINO TERZIARIO PIEMONTESE

CONGLOMERATI DI SAVIGNONE



SAV2

MEMBRO DELLA VAL BORBERA

Conglomerati e subordinate sabbie grossolane organizzati in strati spessi e molto spessi. Tessitura clastosostenuta e composizione monotona rappresentata prevalentemente da litotipi calcarenitici e calcilutitici provenienti dalla successione dell'Unità Antola. In modo subordinato sono presenti clasti derivati dal disfacimento di sequenze ofiolitiche di bassissimo grado metamorfico.
OLIGOCENE INF.



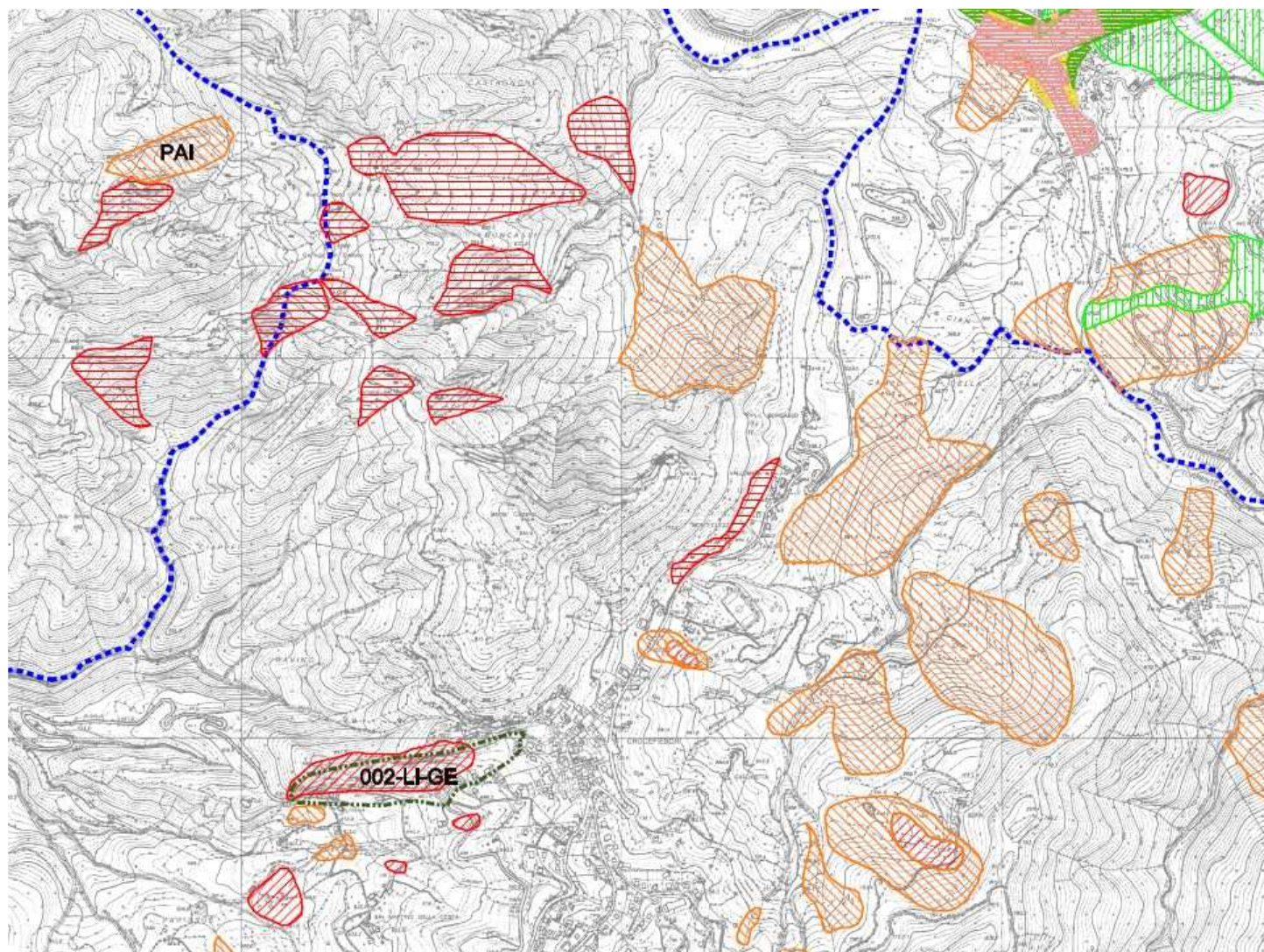
FAN

FORMAZIONE DI MONTE ANTOLA

Torbiditi calcareo-marnose in strati spessi e molto spessi di calcareniti a forte componente silicoclastica, di marne, di marne calcaree e di argilliti marnose alternate a strati sottili e molto sottili di argilliti emipelagiche.
CAMPANIANO INF.- MAASTRICHTIANO INF.







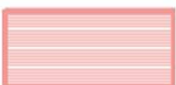
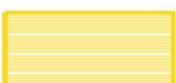
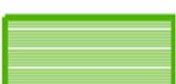


Accordo di Pianificazione ai sensi dell'art. 57 della L.R. 36/1997
tra Autorita' di bacino del fiume Po, Regione Liguria e Provincia di Genova

T2 – CARTA DEI DISSESTI (8 / 22)



LEGENDA

Delimitazione delle aree in dissesto

FRANE	
	Aree interessate da frane attive (Fa) (pericolosità molto elevata)
	Aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi (Acr) (pericolosità molto elevata)
	Aree interessate da frane quiescenti (Fq) (pericolosità elevata)
	Aree interessate da frane stabilizzate (Fs) (pericolosità media o moderata)
	Aree soggette a franosità superficiale diffusa (Fd) (pericolosità moderata)
	Aree soggette a deformazioni gravitative profonde di versante (DGPV) – (pericolosità moderata)
●	Frane attive non perimetrate (comma 6, art. 6 delle Norme di attuazione della VBP)
ESONDAZIONI E DISSESTI MORFOLOGICI DI CARATTERE TORRENTIZIO	
	Aree a pericolosità molto elevata (Ee)
	Aree a pericolosità elevata (Eb)
	Aree a pericolosità media (Em)
—	Aree a pericolosità molto elevata non perimetrate (Ee) (comma 10, art. 6 delle Norme di attuazione della VBP)
	Limite di bacino idrografico
	Limiti amministrativi