



# CITTA' METROPOLITANA DI GENOVA

DIREZIONE TERRITORIO E MOBILITA'

UFFICIO PROGRAMMAZIONE E COORDINAMENTO VIABILITA'

UFFICIO LAVORI PUBBLICI

CODICE COMMESSA: 06/17-BP

## S.P. 43 della TORRAZZA

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 in  
Comune di S.Olcese

## PROGETTO ESECUTIVO

## RELAZIONE GEOLOGICA

REDATTO DA: Geol. Alessia VARRIALE <i>Alessia Varriale</i>			I PROGETTISTI: Ing. Marco RAVERA <i>Marco Ravera</i>			ALLEGATO <b>2</b>	
ASSISTENZA ALLA PROGETTAZIONE:			IL RESPONSABILE D'UFFICIO: <i>SB</i> Dott. Ing. Stefano Belfiore			TAVOLA N°	
			IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: <i>SB</i> Dott. Ing. Stefano Belfiore			SCALA	
						DATA <b>12-01-2018</b>	
CONTROLLATO	SIGLA <b>RVR</b>	DATA <b>15-01-2018</b>	AGGIORNATO	SIGLA	DATA		
APPROVATO	SIGLA <b>BLF</b>	DATA <b>15-01-2018</b>	AGGIORNATO	SIGLA	DATA		



La strada oggetto di interventi è la S.P. n. 43 della Torrazza nel tratto compreso tra le prog.ve km 0+400 e km 2+800 e ricadono nel territorio comunale di S. Olcese, ed è individuabile nelle C.T.R. n. 213121 "S. Olcese".

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 delle prog.ve km 0+400 e km 0+800, in corrispondenza di due ponticelli, è prevista la realizzazione di diversi tratti di cordolo semplice in c.a. su cui installare nuove barriere in acciaio a sostituzione dell'attuale protezione non più in grado di assolvere la funzione ritentiva in caso di urto.
- All'altezza della prog.va km 1+600 è prevista la realizzazione tratto di un cordolo in c.a. su micropali ( $\varnothing = 220$  mm), che dovranno essere saldamente ammorsati nei litotipi del substrato roccioso rappresentato dalle ARGILLITI DI MONTOGGIO (50 m);
- All'altezza della prog.va km 2+800 è prevista la realizzazione di un altro tratto di un 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 (90 m).

I lavori saranno infine completati con l'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 tutti gli interventi previsti ricadono in zona soggetta a vincolo idrogeologico.

## **INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO**

Localmente si rileva il basamento roccioso affiorante o subaffiorante; sulle Formazioni costituenti il substrato roccioso si rinvencono coltri detritiche che si presentano discontinue e di potenza variabile.

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:

- Le ARGILLITI DI MONTOGGIO sono costituite da argilloscisti grigio–plumbei con intercalati livelli, irregolarmente distribuiti, di siltiti ed arenarie quarzoso–micacee; si possono osservare strutture gravitative sin sedimentarie spesso deformate da un evidente sistema di scistosità responsabile dello stato di laminazione dei litotipi. Non si osservano localmente i caratteristici livelli di argilliti policrome che sono tipici della parte superiore della Formazione. CENOMANIANO – TURONIANO.
- 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.
- 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.

La situazione strutturale in cui ricadono gli interventi evidenzia come i CALCARI DI M. ANTOLA sormontano le ARGILLITI DI MONTOGGIO con un contatto discordante per sovrascorrimento; a loro volta le ARGILLITI DI MONTOGGIO giacciono, con contatto stratigrafico, sulla FORMAZIONE DI RONCO. Tale sovrapposizione di Formazioni è strutturata secondo una grande piega anticlinale con asse orientato SE-NW ed il cui nucleo è costituito dalle ARGILLITI DI MONTOGGIO; i CALCARI DI M. ANTOLA rappresentano l'involucro esterno di tale struttura caratterizzato da spessori estremamente ridotti nella zona di cerniera e progressivamente crescenti allontanandosi da essa. Conformemente con quanto appena riportato, la giacitura della stratificazione dei CALCARI DI M. ANTOLA si adegua alla presenza dell'anticlinale immergendo verso SW a sud della cerniera, con inclinazioni via via crescenti allontanandosi da essa, e verso NE nel settore opposto. Un sistema di faglie dirette disarticola, infine, con modesti rigetti la zona di cerniera allungandosi parallelamente al suo asse.

La situazione geomorfologica è caratterizzata dalla particolare posizione delle aree in esame che occupano due modeste porzioni del bacino del Torrente Polcevera, delle quali una posta a cavallo con il bacino del Torrente Bisagno:

La situazione geomorfologica è caratterizzata dall'esistenza di un rilievo costituito da litotipi appartenenti ai CALCARI DI M. ANTOLA che si allunga da SSW a NNE a cavallo dello spartiacque tra la Val Polcevera e la Val Bisagno; tale rilievo, che presenta un'acclività variabile da media fino ad elevata, è appoggiato sulle ARGILLITI DI MONTOGGIO che sono evidenziate da una morfologia del terreno morbida e con basse inclinazioni. Il passaggio tra le due Formazioni, quasi mai visibile per la copertura continua di terreni detritici, è ubicabile sulla base dell'improvviso e netto cambio di pendenza dei versanti. Le coltri, rappresentate da suoli eluviali-colluviali, frequentemente coinvolti in fenomeni di scivolamento

gravitativo e che in più punti si rivelano molto potenti, si sono originate ora come detrito di falda e/o da crolli provenienti dai CALCARI DI M. ANTOLA ed ora dal disfacimento della spessa fascia di alterazione delle ARGILLITI DI MONTOGGIO favorito in parte dalla frantumazione provocata dal carreggiamento della Formazione calcarea flyschoidale. La posizione delle due faglie dirette, che interessano la zona di cerniera dell'anticlinale, è evidenziata da due selle caratteristiche lungo la linea di cresta mentre la prosecuzione sui versanti coincide con gli impluvi pressoché rettilinei di due corsi d'acqua senza nome di cui uno si origina proprio in corrispondenza del ciglio di valle della strada nel punto oggetto d'intervento.

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

- Le ARGILLITI DI MONTOGGIO ed i CALCARI DI M. ANTOLA presentano 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 dalle ARGILLITI DI MONTOGGIO 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; le formazioni che costituiscono il substrato roccioso dovrà 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 il completamento della caratterizzazione geotecnica del substrato roccioso e della sovrastante coltre detritica eluviale-colluviale si fa riferimento ai risultati di ulteriori prove effettuate durante la perforazione di altri sondaggi in località limitrofe (S. P. n° 43 della Torrazza alle prog.ve km 3+790 e km 4+400 – Marzo 1990, S. P. n° 13 di Creto tra le prog.ve km 4+250 e km 7+000 – Aprile 2002) dove sono presenti terreni appartenenti alle stesse Unità litostratigrafiche.

### COLTRE DETRITICA ELUVIALE-COLLUVIALE:

- massa volumica apparente:  $2,05 \text{ t/m}^3 \leq \gamma_{ca} \leq 2,09 \text{ t/m}^3$
- massa volumica secca:  $1,72 \text{ t/m}^3 \leq \gamma_{cs} \leq 1,78 \text{ t/m}^3$

- angolo di attrito medio:  $\varphi'_c = 30,55^\circ$  (valore, che tiene conto anche del contributo derivante dal grado di consolidazione e dalla coesione, ricavato attraverso il diagramma NAVDOCK-DM-7 (1967) sulla base dell'indice di plasticità  $I_p = 20,84\%$ )

#### ARGILLITI DI MONTOGGIO:

- peso di volume:  $\gamma_{AM} = 25,39 \text{ kN/m}^3$  ( $2,589 \text{ t/m}^3$ )
- resistenza alla rottura per compressione monoassiale (P.L.S.T.):  $8,016 \text{ MPa}$  ( $81,740 \text{ kg/cm}^2$ )  $\leq \sigma_{cAM} \leq 21,168 \text{ MPa}$  ( $215,854 \text{ kg/cm}^2$ ); valore medio:  $\sigma_{cAMmed} = 13,446 \text{ MPa}$  ( $137,111 \text{ kg/cm}^2$ )
- permeabilità:  $k_{AM} = 10^{-5} \text{ m/sec}$
- La classificazione geomeccanica 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 d'intervento; tale classificazione ha evidenziato una qualità "molto scadente" per la parte più superficiale alterata dell'ammasso roccioso a cui compete un angolo di attrito interno  $\varphi_{AM}$  inferiore a  $30^\circ$  ed una coesione  $C_{AM}$  minore di meno di  $10 \text{ t/m}^2$ .

#### CALCARI DI M. ANTOLA

- Peso di volume:  $2,65 \text{ t/m}^3 \leq \gamma_{CMA} \leq 2,81 \text{ t/m}^3$  (valore medio:  $\gamma_{CMAmed} = 2,736 \text{ t/m}^3$ )
- I P.L.S.T. eseguiti hanno fornito la seguente resistenza alla rottura per compressione monoassiale:  $17,90 \text{ MPa}$  ( $182,529 \text{ kg/cm}^2$ )  $\leq \sigma_{CMA} \leq 115,00 \text{ MPa}$  ( $1.172,678 \text{ kg/cm}^2$ ); valore medio:  $\sigma_{CMAmed} = 74,025 \text{ MPa}$  ( $754,847 \text{ kg/cm}^2$ ).
- La classificazione geomeccanica dell'ammasso roccioso è stata ulteriormente definita attraverso i metodi convenzionali di Barton N., Lien



R., Lunde J. (1973) – *Engineering Classification of Rock Masses for the Design of Tunnel Support – Rock Mechanics, Vol. 6* e di Bieniawsky Z. T. (1976) – *Rock Mass Classification in Rock Engineering – Proc. of Symposium on Exploration for Rock Engineering, Rotterdam* per la cui applicazione ci si è serviti anche dell'esame degli affioramenti limitrofi alla zona d'intervento; tale classificazione ha evidenziato una qualità "scadente" dell'ammasso roccioso a cui compete un angolo di attrito interno  $\varphi_{CMA}$  di  $31^\circ$  ed una coesione  $C_{CMA}$  di  $11\text{t/m}^2$ .

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, il Comune di Sant'Olcese ricade in zona sismica 3 avendo valori di picco dell'accelerazione (Pga) pari a 0,15 g.

Sulla base del Piano di Bacino Stralcio del Torrente Polcevera e facendo riferimento alla Carta della franosità reale risulta che:

- Gli interventi alle prog.ve km 0+400 e km 0+800 ricadono in un'area perimetrata come frana per colamento – debris flow attiva (DF);
- L'intervento alla prog.va km 1+600 ricade in parte in un'area perimetrata come frana complessa quiescente (FC);
- L'intervento alla prog.va km 2+800 ricade in parte in un'area perimetrata come frana superficiale – soil slip relitta o stabilizzata o paleofrana (SS);

Dalla Carta della suscettività al dissesto risulta che:

- Gli interventi alle prog.ve km 0+400 e km 0+800 ricadono in un'area caratterizzata da suscettività al dissesto molto elevata (Pg4);
- L'intervento alla prog.va km 1+600 ricade in un'area caratterizzata da suscettività al dissesto variabile da media (Pg2) a elevata (Pg3b);

- L'intervento alla prog.va km 2+800 è caratterizzato da suscettività al dissesto variabile da bassa (Pg1) a elevata (Pg3b).

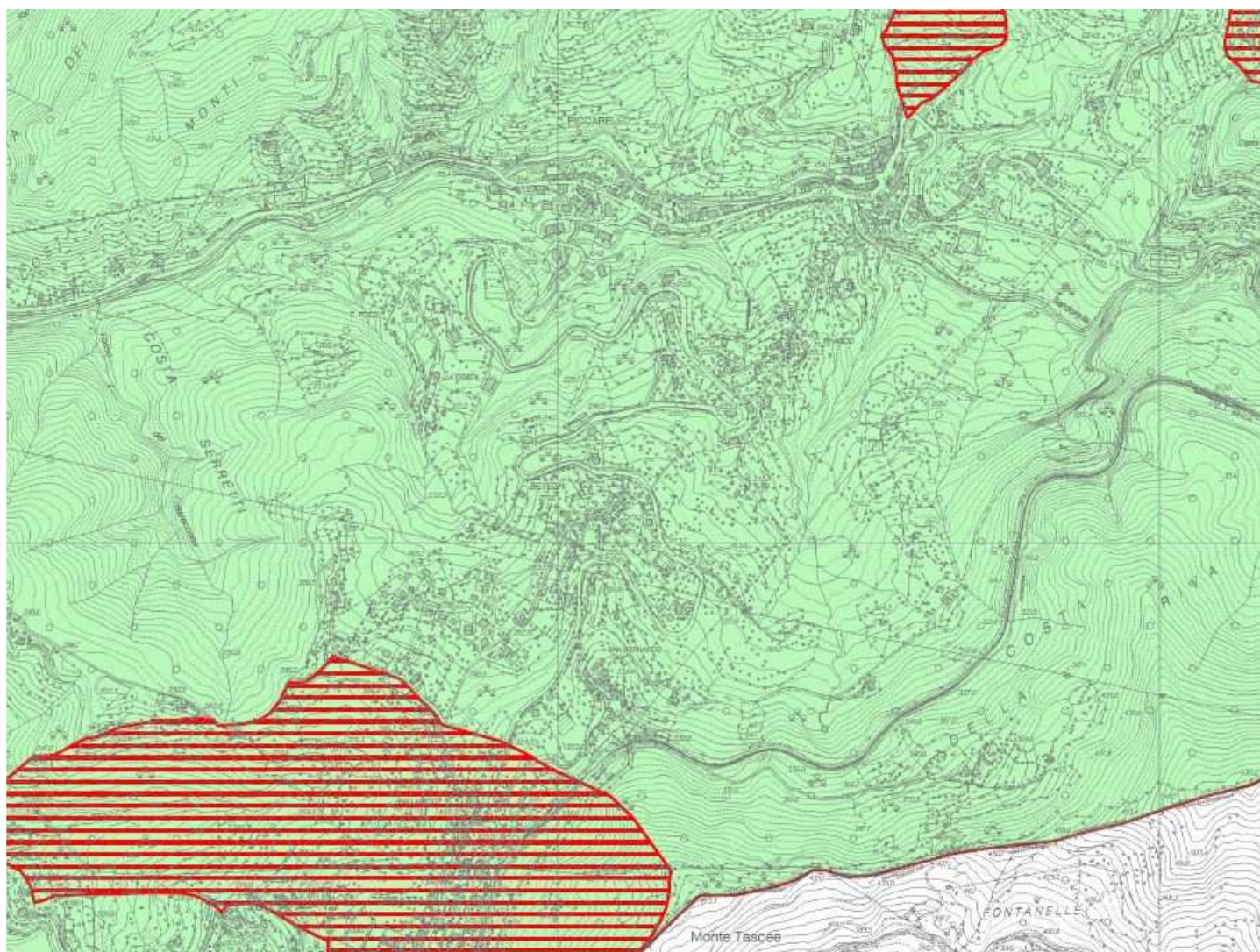
Dalla Carta del rischio geologico risulta che:

- Gli interventi alle prog.ve km 0+400 e km 0+800 ricadono in aree caratterizzate da rischio geologico variabile da moderato (R1) ad elevato (R3); in entrambi i casi il sedime della strada è caratterizzato da rischio geologico molto elevato (R4);
- L'intervento alla prog.va km 1+600 ricade in un'area caratterizzata da rischio geologico variabile da lieve o trascurabile (R0) a moderato (R1); il sedime della strada è caratterizzato da rischio geologico variabile da medio (R2) a molto elevato (R4)
- L'intervento alla prog.va km 2+800 è caratterizzato da rischio geologico variabile da lieve o trascurabile (R0) a medio (R2). La strada nella parte terminale dell'intervento, è+ caratterizzata da rischio geologico molto elevato (R4).

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.

# Piano di bacino stralcio per la tutela del rischio idrogeologico Torrente Polcevera

Carta dei principali vincoli territoriali



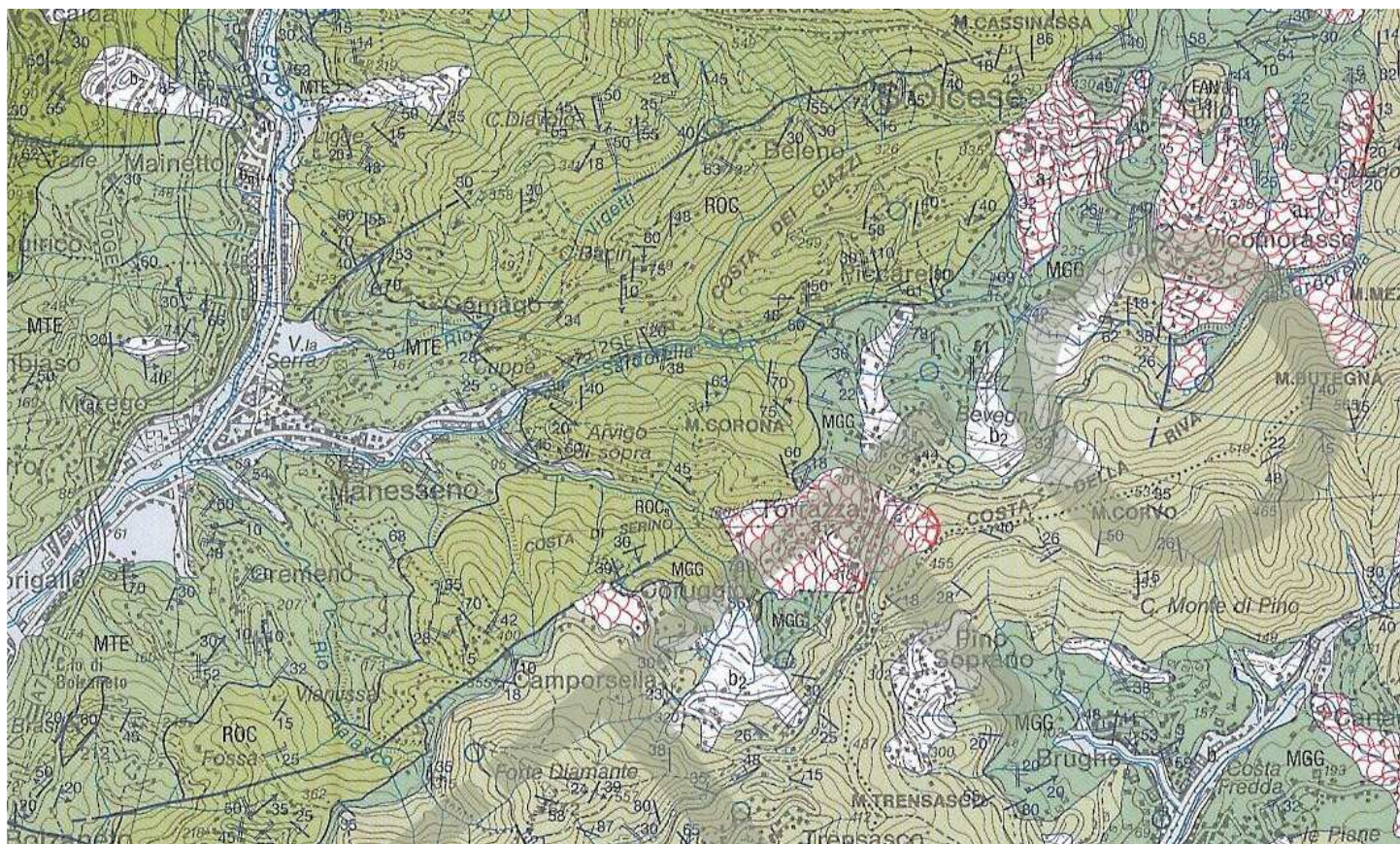
## LEGENDA

- |   |  |
|---|--|
|  | aree sottoposte a vincolo idrogeologico                    |
|  | aree classificate "abitati da consolidare"<br>(L. 64/1974) |
|  | siti di interesse comunitario pSIC<br>(D.G.R. 646/2001)    |
|  | parchi naturali regionali                                  |
|  | limite di bacino   |



# CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

Foglio n. 213 - GENOVA



## DEPOSITI QUATERNARI



### depositi di frana

Accumuli gravitativi di materiale eterogeneo ed eterometrico.  
**OLOCENE**

## UNITÀ TETTONICA ANTOLA

### formazione del Monte Antola

Torbiditi calcareo-marnose, talvolta siltose, in strati di spessore fino a metrico di calcareniti, marne e marne calcaree, alternate ad argilliti emipelagiche in strati centimetrici. Sono frequenti tracce di *Helminthoidea labyrinthica* e *Chondrites*. Oltre agli icnofossili, il contenuto paleontologico comprende foraminiferi planctonici e nannoplankton calcareo.  
**CAMPANIANO SUP.**



FAN

### argilliti di Montoggio

Argilliti emipelagiche di colore nero e verdastro, in strati da centimetrici a decimetrici. Il tetto della formazione è caratterizzato da strati policromi, spesso rosso-vinati. Il contenuto paleontologico comprende nannoplankton calcareo.  
**CAMPANIANO**



MGG

## UNITÀ TETTONICA RONCO

### formazione di Ronco

Torbiditi costituite da areniti fini, siltiti marnose e argilliti, in strati da centimetrici a decimetrici. Stratificazione piano-parallela. Il contenuto paleontologico comprende nannoplankton calcareo, mal conservato.  
**SANTONIANO SUP. - CAMPANIANO INF.**



ROC

ROC<sub>s</sub>

Litofacies a strati da pluridecimetrici a metrici (ROC<sub>s</sub>).

## UNITÀ TETTONICA MONTANESI

### argilliti di Montanesi

Argilliti emipelagiche e argilliti siltose nere, solo raramente policrome, con intercalazioni di arenarie quarzose fini, in strati da centimetrici a pluridecimetrici, prive di contenuto paleontologico.  
**CRETACICO SUP.?**



MTE

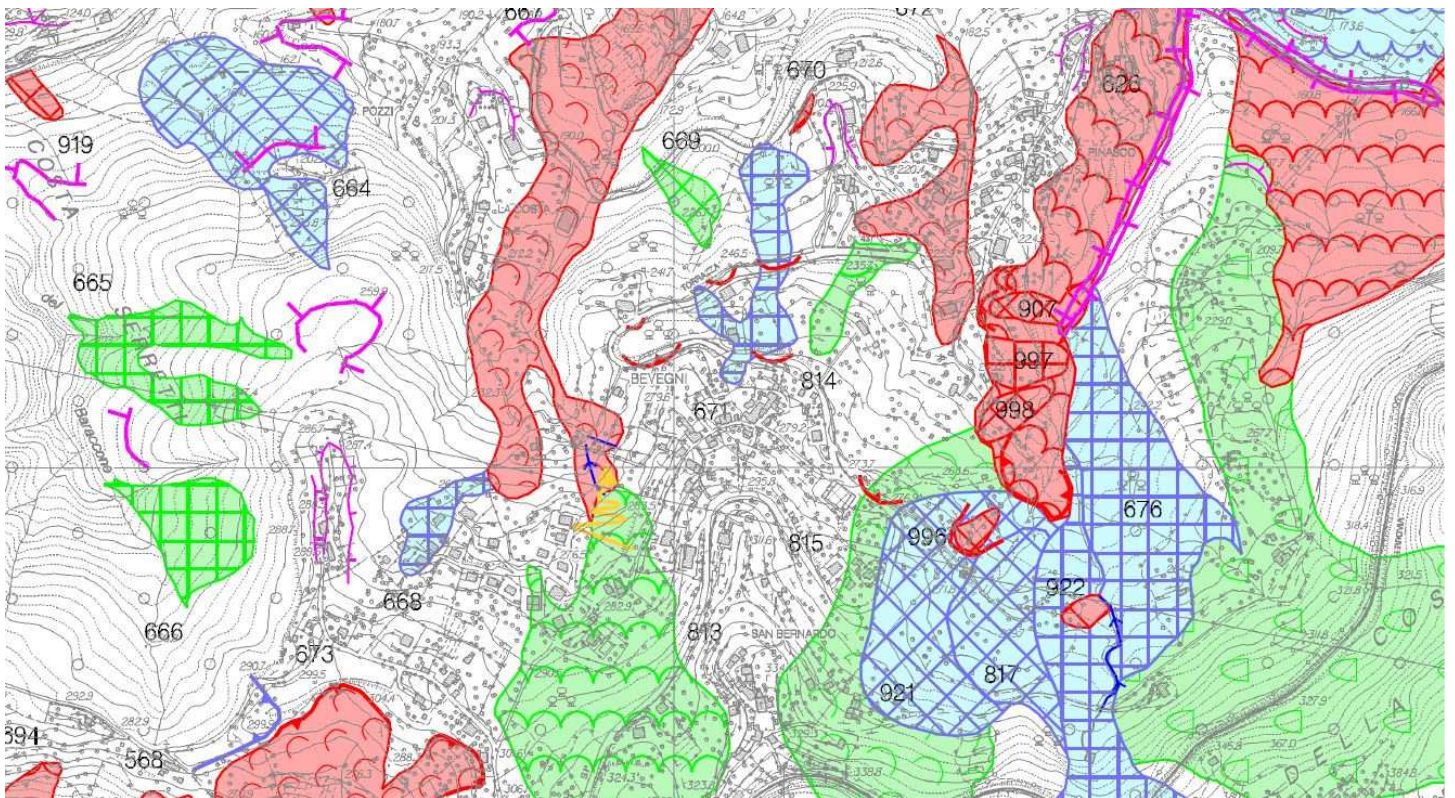
MTE<sub>p</sub>

Litofacies a *pebbly mudstone*, con clasti angolosi di dimensioni da millimetriche a pluridecimetriche (MTE<sub>p</sub>).

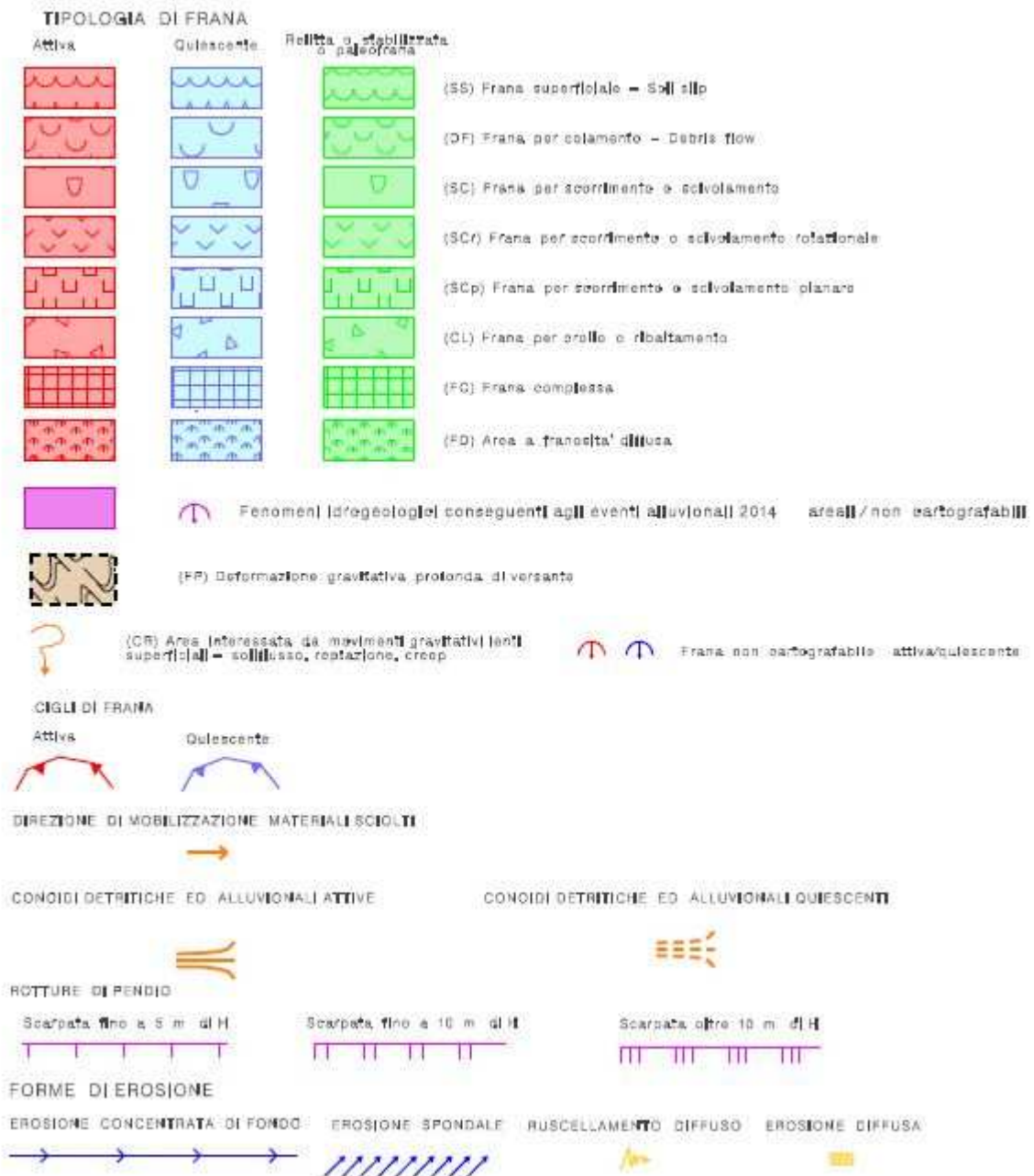


# **Piano di bacino stralcio per la tutela del rischio idrogeologico Torrente Polcevera**

Carta della Franosità reale



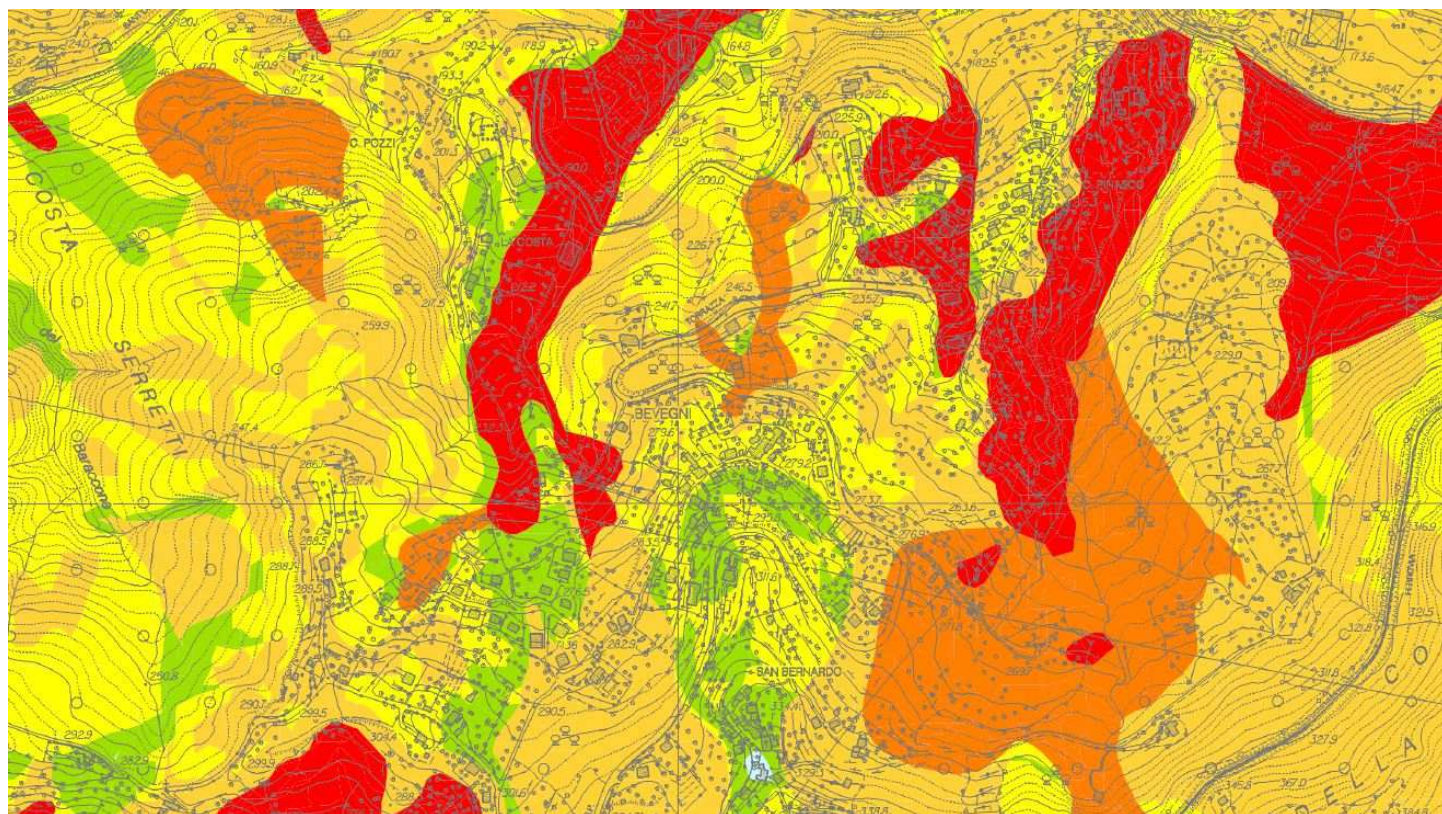
## LEGENDA










# Piano di bacino stralcio per la tutela del rischio idrogeologico Torrente Polcevera

Carta della suscettività al dissesto



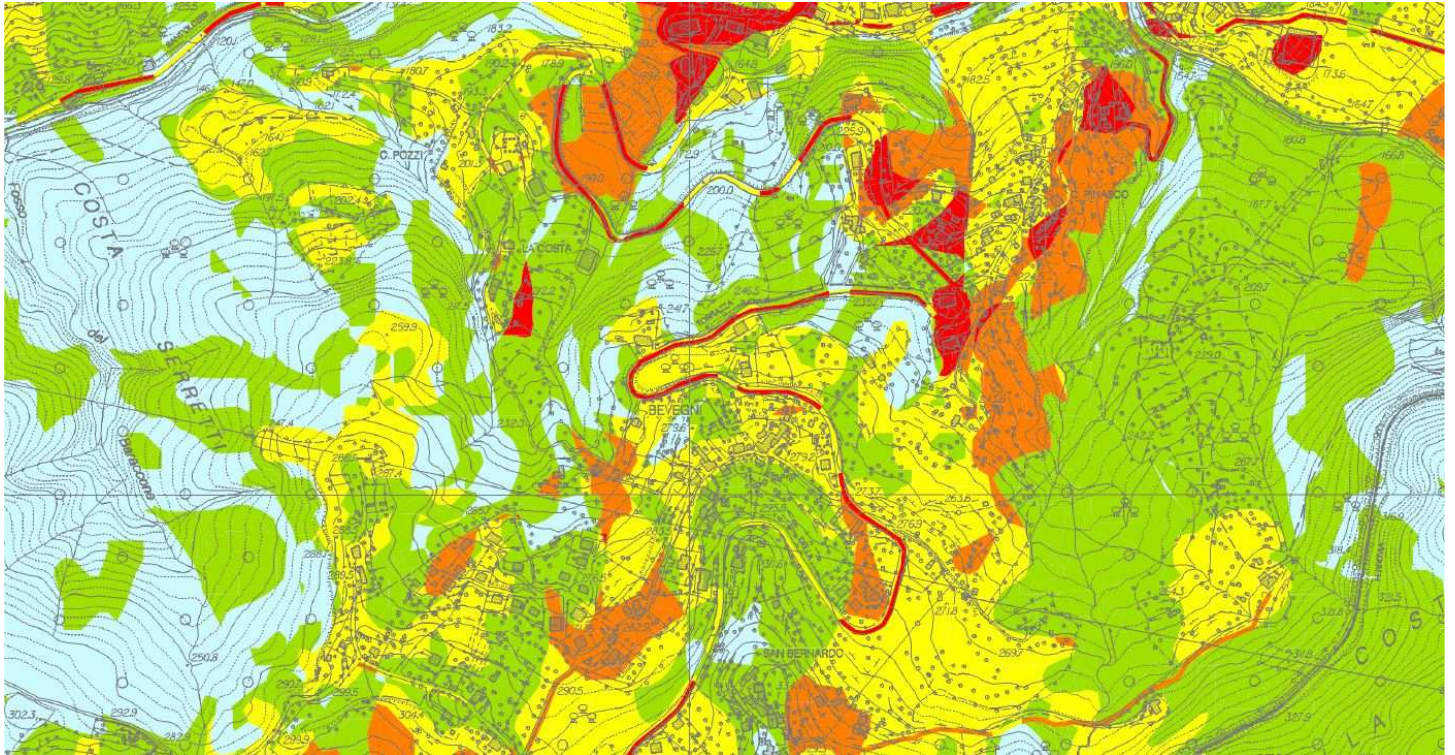
## LEGENDA

CLASSI DI SUSCETTIVITA' AL DISSESTO			NORME DI ATTUAZIONE
	MOLTO ELEVATA	Pg4	Art. 16, c. 2 Art. 16ter
	ELEVATA	Pg3a	Art. 16, c. 3 Art. 16ter
	ELEVATA	Pg3b	Art. 16, c. 3-ter Art. 16ter
	MEDIA	Pg2	Art. 16, c. 4 Art. 16ter
	BASSA	Pg1	Art. 16, c. 4 Art. 16ter
	MOLTO BASSA	Pg0	Art. 16, c. 4 Art. 16ter
	Fenomeni idrogeologici lungo gli alvei torrentizi		Art. 16ter



# Piano di bacino stralcio per la tutela del rischio idrogeologico Torrente Polcevera

## Carta del rischio geologico



### LEGENDA

#### CLASSI DI RISCHIO GEOLOGICO

	RISCHIO MOLTO ELEVATO	R4
	RISCHIO ELEVATO	R3
	RISCHIO MEDIO	R2
	RISCHIO MODERATO	R1
	RISCHIO LIEVE O TRASCURABILE	R0

#### CLASSI SPECIALI

	CAVE ATTIVE, MINIERE ATTIVE E DISCARICHE IN ESERCIZIO
---	--

	LIMITE DI BACINO
---	------------------