



# CITTA' METROPOLITANA DI GENOVA

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

CODICE COMMESSA: 28/17-PG

## SP 45 DI SANTA GIULIA

Lavori di sistemazione, consolidamento del corpo stradale e delle delimitazioni marginali, disciplinamento delle acque a tratti saltuari nel Comune di Lavagna.

## PROGETTO ESECUTIVO

## RELAZIONE GEOLOGICA

REDATTO DA:			I PROGETTISTI:			ALLEGATO N° <b>5</b>		
Geol. Alessia Varriale <i>Alessia Varriale</i>			Ing. Raffaella Dagnino <i>R. Dagnino</i>			TAVOLA		
ASSISTENZA ALLA PROGETTAZIONE:			IL RESPONSABILE D'UFFICIO:			SCALA		
			Ing. Stefano Belfiore <i>S. Belfiore</i>			DATA		
			IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:					
			Ing. Stefano Belfiore <i>S. Belfiore</i>					
CONTROLLATO	SIGLA	DATA	AGGIORNATO	SIGLA	DATA	AGGIORNATO	SIGLA	DATA
APPROVATO	SIGLA	DATA	AGGIORNATO	SIGLA	DATA	AGGIORNATO	SIGLA	DATA

## PREMESSE

La strada oggetto di interventi è la S.P. n. 45 di Santa Giulia alle prog.ve km 2+100, km 6+300 e km 7+400 in comune di Lavagna, e sono individuabili nella C.T.R. n. 232053 “Lavagna” e n. 232052 “M. Le Rocchette”.

Gli interventi da realizzarsi comprendono 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; la realizzazione delle opere non interferisce negativamente con le condizioni di stabilità dell'intera area e in nessun modo aumenta la vulnerabilità delle strutture esistenti e le condizioni di rischio.

In particolare i tratti interessati sono:

- All'altezza della prog.va km 2+100 si prevede la realizzazione, lungo il ciglio di valle, di un tratto di cordolo in c.a. su micropali ( $\varnothing = 220$  mm) che dovranno risultare saldamente ammorsati nei litotipi del substrato roccioso rappresentato, per una lunghezza totale dell'intervento di 92 m.
- All'altezza della prog.va km 6+300 si prevede la realizzazione, lungo il ciglio di valle, di un tratto di circa 32 m di cordolo semplice in c.a., seguito da un tratto di circa 44 m di cordolo in c.a. su micropali ( $\varnothing = 220$  mm) che dovranno anch'essi risultare saldamente ammorsati nei litotipi delle ARDESIE DEL M. VERZI. L'intervento avrà una lunghezza totale di 76 m.
- All'altezza della prog.va km 7+400 si procederà, lungo il ciglio di valle, alla realizzazione di un tratto di circa 120 m di cordolo in c.a su micropali ( $\varnothing = 220$  mm) che dovranno essere sempre ammorsati nel substrato roccioso ardesiaco, per una lunghezza totale dell'intervento 120 m.

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 e di idonea ringhiera lungo il nuovo marciapiede. 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, in particolare:

- Dal D. M. LL. PP. dell'11.03.1988, dal Decreto Legislativo n. 50 del 18.04.2016 e dal D. M. Infrastrutture del 14.01.2008;
- Dalla L. R. n. 4 del 22.01.1999, come risulta dalle “Carte delle aree sottoposte a vincolo idrogeologico” ai sensi della Legge N. 3267 del 30 dicembre 1923, le aree di intervento non ricadono in zone sottoposte a vincolo idrogeologico.

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

La stratigrafia dei terreni presenti nelle aree interessate dai lavori è caratterizzata da modesti affioramenti di litotipi appartenenti alle ARDESIE DEL M. VERZI sui quali sono impostate estese coltri detritiche eluviali-colluviali che possono raggiungere puntualmente spessori significativi.

Con riferimento al Foglio n° 94 “Chiavari” della Carta Geologica d'Italia ed alla Carta Geologica Regionale (CGR) Tav. n. 232.4 Lavagna, le caratteristiche litologiche e granulometriche dei terreni attraversati dagli interventi sono le seguenti:

- Nelle ARDESIE DEL M. VERZI, che rappresentano un Membro della FORMAZIONE DI VAL LAVAGNA, vengono localmente riconosciute quattro litozone torbiditiche; partendo stratigraficamente dal basso e procedendo verso l'alto, si susseguono:
  - a.* una litozona inferiore quasi esclusivamente arenacea e siltoso-arenacea;
  - b.* una litozona intermedia-inferiore in prevalenza siltoso-arenacea con sporadiche intercalazioni di strati marnosi;
  - c.* una litozona intermedia-superiore marnoso-calcareo-arenacea;
  - d.* una litozona superiore, di esile potenza, arenacea e marnoso-calcareo-arenacea che passa gradualmente alla sovrastante Unità emipelagica delle ARGILLITI DEL M. VALLAI.

In particolare i punti d'intervento ricadono nella litozona intermedia-inferiore. CAMPANIANO.

- Le coperture detritiche s'identificano con suoli eluviali-colluviali originatisi per disfacimento del “cappellaccio” d'alterazione del substrato roccioso a cui si sono aggiunti importanti contributi di detrito di falda ed accumuli impostatisi per frana; granulometricamente rivelano la presenza, in abbondante frazione fine, di numerosi frammenti litici associati a trovanti di variabili dimensioni distribuiti in modo non omogeneo.

L'osservazione degli affioramenti rocciosi presenti nei punti interessati dai lavori e nelle aree ad essi limitrofe rivela come i litotipi del Membro delle “*Ardesie di M. Verzi*” siano coinvolti in una grande struttura anticlinale rovesciata vergente a NE la cui superficie assiale è orientata da NW a SE con immersione verso SW; i fianchi di tale anticlinale risultano a loro volta ulteriormente deformati da ripiegamenti di un minor ordine di grandezza i cui assi sono in parte anch'essi orientati NW – SE ed in parte ortogonali a questi ultimi.

La situazione geomorfologica è caratterizzata dalla presenza di un'ampia

zona collinare che si identifica con la parte medio – alta del bacino del Rio Barassi, di cui il Rio Sorlana ed il Rio Vallon sono affluenti, che mostra una rete idrografica di tipo dendritico (tipica di terreni omogenei, impermeabili ed a limitata acclività) che localmente tende al tipo subdendritico per l'esistenza di alcuni rami tra loro più o meno paralleli che indicano un certo controllo tettonico dovuto a sistemi di fratture parallele. Gli affioramenti rocciosi sono frequenti ma quasi sempre di limitata estensione, mentre le coltri detritiche eluviali – colluviali si mostrano arealmente molto sviluppate e quasi ovunque sistemate in terrazzamenti “a secco” dall'intervento antropico. I versanti rivolti a sud risultano più acclivi di quelli rivolti ad ovest e a nord – ovest; tale situazione è principalmente dovuta ad una disposizione a parziale “reggipoggio” della stratificazione che si osserva nei versanti a maggior pendenza, mentre nei rimanenti (caratterizzati dalla presenza di coltri detritiche molto estese ed in genere di significativo spessore) la giacitura del substrato roccioso è a generale, anche se non accentuato, “franapoggio”.

Per quanto riguarda in particolare i tratti interessati dagli interventi, la strada è stata realizzata cercando di alterare il meno possibile il sistema di terrazzamenti preesistente; la sede viabile, pertanto, è in gran parte insediata su “fasce” ed i muri a secco di queste ultime svolgono di conseguenza la funzione sia di muri di sostegno che di controripa dell'arteria. Tali manufatti risultano spesso in precarie condizioni di conservazione, presentandosi frequentemente “spanciati” ed in alcuni punti già interessati da crolli limitati; di questa situazione dovrà tenersi conto durante la realizzazione delle nuove opere la cui esecuzione dovrà essere accompagnata dall'adozione di tutti gli accorgimenti necessari per non ridurre ulteriormente le loro condizioni di stabilità in molti casi ormai prossime ad uno stato limite.

Le motivazioni delle condizioni di instabilità del rilevato vanno principalmente ricercate in:

- Angolo di scarpa spesso incompatibile con le sue caratteristiche geotecniche in condizioni non drenate.

- Assenza, a tratti discontinui, di strutture di sostegno e dove invece tali manufatti sono presenti, questi si rivelano spesso inadeguati a causa del loro insufficiente dimensionamento (considerati anche gli aumentati sovraccarichi stradali), delle tipologie costruttive (prevalgono i muretti “a secco”) e la ormai inefficace attività manutentive su di essi.
- Assente o carente regimazione delle acque di ruscellamento superficiale, provenienti sia dai versanti che dalla stessa sede viabile, che divagano incontrollate sulla carreggiata riversandosi poi a valle determinando l'erosione delle scarpate ed il successivo franamento dello stesso rilevato stradale che su di esse insiste.

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

- Le ARDESIE DEL M. VERZI 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.
- Le coperture detritiche, 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.

Sotto l'aspetto idrogeologico gli interventi previsti non rappresentano alcuna alterazione del regime di circolazione idrica esistente in quanto le opere da realizzare non interferiscono con corsi d'acqua e tantomeno vi sono falde freatiche inclinate talmente superficiali da subire modificazioni nei deflussi di filtrazione; i micropali di fondazione interferiranno, invece, con la falda freatica inclinata ma il loro interasse sarà sufficientemente ampio da non provocare un

effetto barriera responsabile di un apprezzabile innalzamento dei livelli piezometrici.

## **CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI**

Al fine del dimensionamento delle strutture da realizzarsi vengono presi in considerazione tre tipi di terreno: il materiale di riporto per rilevato, la coltre detritica eluviale-colluviale ed il substrato roccioso rappresentato dalle ARDESIE DEL M. VERZI.

Il materiale di riporto per rilevato sarà contenuto dai nuovi cordoli e, nel contempo, ne rappresenterà anche il terreno di insediamento unitamente alla coltre detritica eluviale-colluviale che in alcuni tratti si sostituirà al materiale di riporto; i litotipi delle ARDESIE DEL M. VERZI dovranno infine sopportare le tensioni ad essi trasmesse dalla punta dei micropali.

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 quanto riguarda la caratterizzazione geotecnica della coltre detritica eluviale-colluviale e dell'ammasso roccioso delle ARDESIE DEL M. VERZI sono stati utilizzati i dati ottenuti da indagini geognostiche effettuate nel Settembre 1988 lungo la S. P. n° 23 della Scoglina (prog.va km 3+185) e la S. P. n° 24 di Lorsica (prog.va km 0+030), nei mesi di Giugno 1990 e di Marzo/Aprile 2003 lungo la S. P. n° 26 della Val Graveglia (prog.ve km 0+040 ÷ km 0+790) e nel Settembre 2002 lungo la S. P. n° 58 della Crocetta (prog.ve km

2+100 ÷ km 2+500) dove sono presenti terreni appartenenti alle stesse Unità litostratigrafiche:

### COLTRE DETRITICA ELUVIALE-COLLUVIALE

- Peso di volume:  $1,9\text{t/m}^3 \leq \gamma_c \leq 2,1\text{t/m}^3$
- Le prove penetrometriche dinamiche manuali (G. Sanglerat) hanno fornito valori dell'angolo di attrito interno apparente  $\phi_c$  compresi tra  $26^\circ$  e  $31^\circ$ .
- La determinazione dei limiti di Atterberg ha fornito valori dell'indice di plasticità  $I_p$  compresi tra 29,81% e 30,68%; a tali valori, introdotti nel diagramma NAVDOCK-DM-7 (1967) – *Design Manual: Soil Mechanics, Foundations and Earth Structures. Dept. of Yards and Docks, Washington D. C.*, corrispondono valori dell'angolo di attrito interno medio  $\phi'_c$  compresi tra  $28,5^\circ$  e  $28,7^\circ$  che tengono in considerazione il contributo fornito dal grado di consolidazione e dalla coesione.

### ARDESIE DEL M: VERZI

- Peso di volume:  $2,65\text{ t/m}^3 \leq \gamma_{AMV} \leq 2,88\text{ t/m}^3$ ; valore medio:  $\gamma_{AMVmed} = 2,758\text{ t/m}^3$
- I P.L.S.T. eseguiti hanno fornito la seguente resistenza media alla rottura per compressione monoassiale:  $7,92\text{ MPa (80,761 kg/cm}^2) \leq \sigma_{AMV} \leq 41,28\text{MPa (420,940 kg/cm}^2)$ ; valore medio  $\sigma_{AMVmed} = 25,38\text{ MPa (258,804 kg/cm}^2)$ .
- 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 alle zone d'intervento; tale classificazione ha evidenziato una qualità "scadente" della parte più superficiale ed alterata dell'ammasso roccioso al quale compete un angolo di attrito interno  $\phi_{AMV}$  variabile da  $30^\circ$  a  $35^\circ$  ed una coesione  $C_{AMV}$  compresa tra  $10 \text{ t/m}^2$  e  $15 \text{ t/m}^2$ .

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

Sulla base del Piano di Bacino Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico – Ambito 16 risulta che:

- dalla Carta della franosità reale nessun intervento rientra nelle perimetrazioni di zone in frana e dissesti e solo l'intervento alla prog.va km 6+300 risulta essere interessata da fenomeni di erosione concentrata di fondo ad opera del Rio Sorlana.
- dalla Carta della suscettività al dissesto risulta che gli interventi alla prog.ve km 2+100 e km 7+400 ricadono in aree caratterizzate da suscettività variabile da bassa Pg1 (art. 16 c. 4 delle Norme di Attuazione) a media Pg2 (art. 16 c. 4 delle Norme di Attuazione), mentre l'intervento alla prog.va km 6+300 ricade in un'area caratterizzata da suscettività variabile da media Pg2 (art. 16 c. 4 delle Norme di Attuazione) ad elevata media Pg3b (art. 16 c. 3-ter delle Norme di Attuazione).
- dalla Carta del rischio geologico la zona d'intervento alla prog.va km 2+100 risulta caratterizzata da un rischio moderato (R1), l'intervento alla prog.va km 6+300 ricade in un'area caratterizzata da rischio variabile da moderato (R1) a medio (R2) fino a molto elevato (R4) lungo la strada,

mentre l'intervento alla prog.va km 7+400 presenta un rischio variabile da moderato (R1) a medio (R2) lungo la strada.

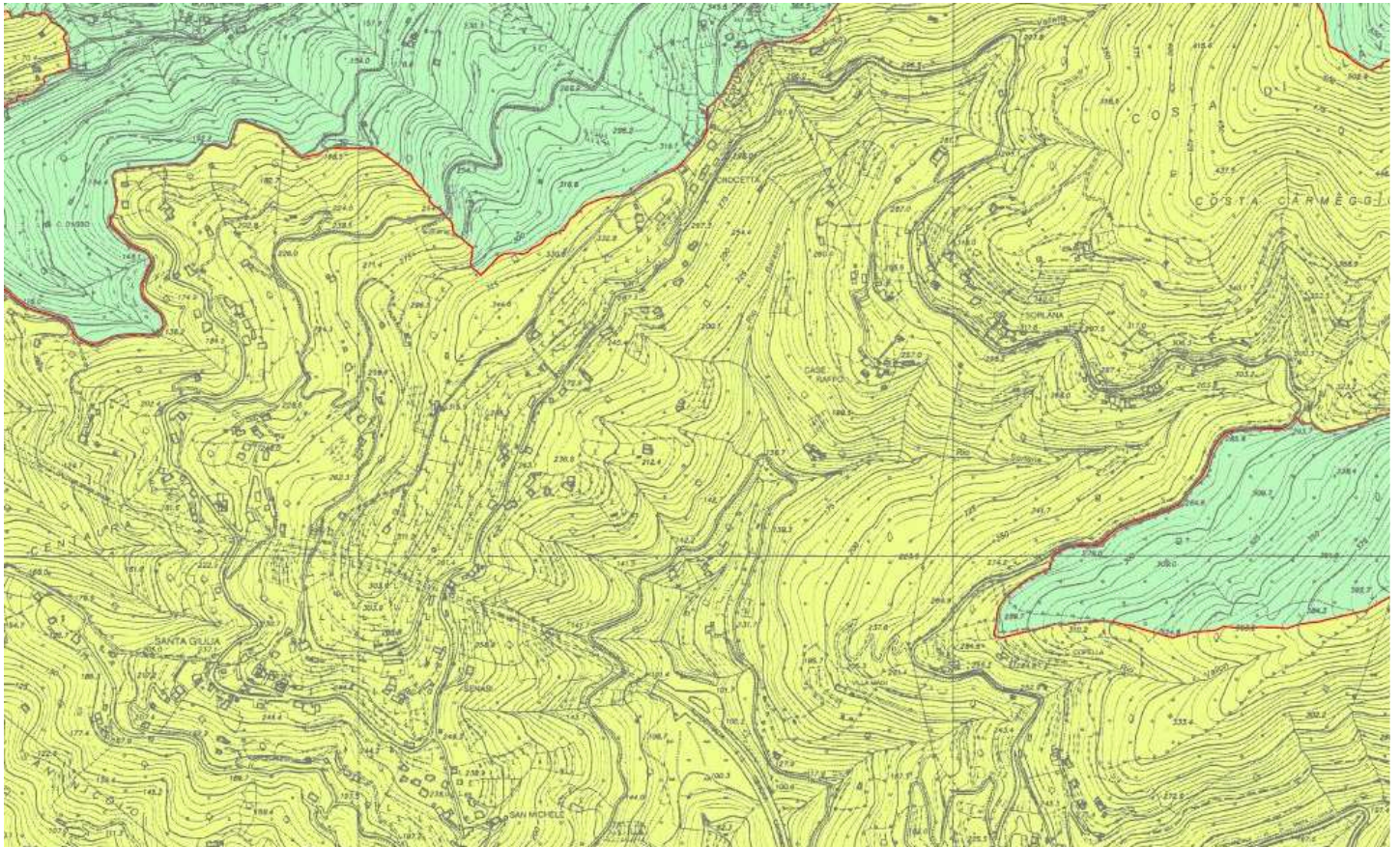
Relativamente ai vincoli per scopi idrogeologici i lavori previsti migliorano, anche se solo puntualmente, le condizioni di stabilità del versante e non interferiscono con alcun corso d'acqua; i lavori richiederanno l'abbattimento di un numero estremamente limitato di essenze arboree ed arbustive.

## PIANO DI BACINO

### AMBITO 16

Piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico  
di cui all'art. 1, comma 1 del D.L. 11/06/1998 n. 180  
convertito in legge 03/08/1998 n.267 e s.m.i.

### CARTA DEI PRINCIPALI VINCOLI TERRITORIALI

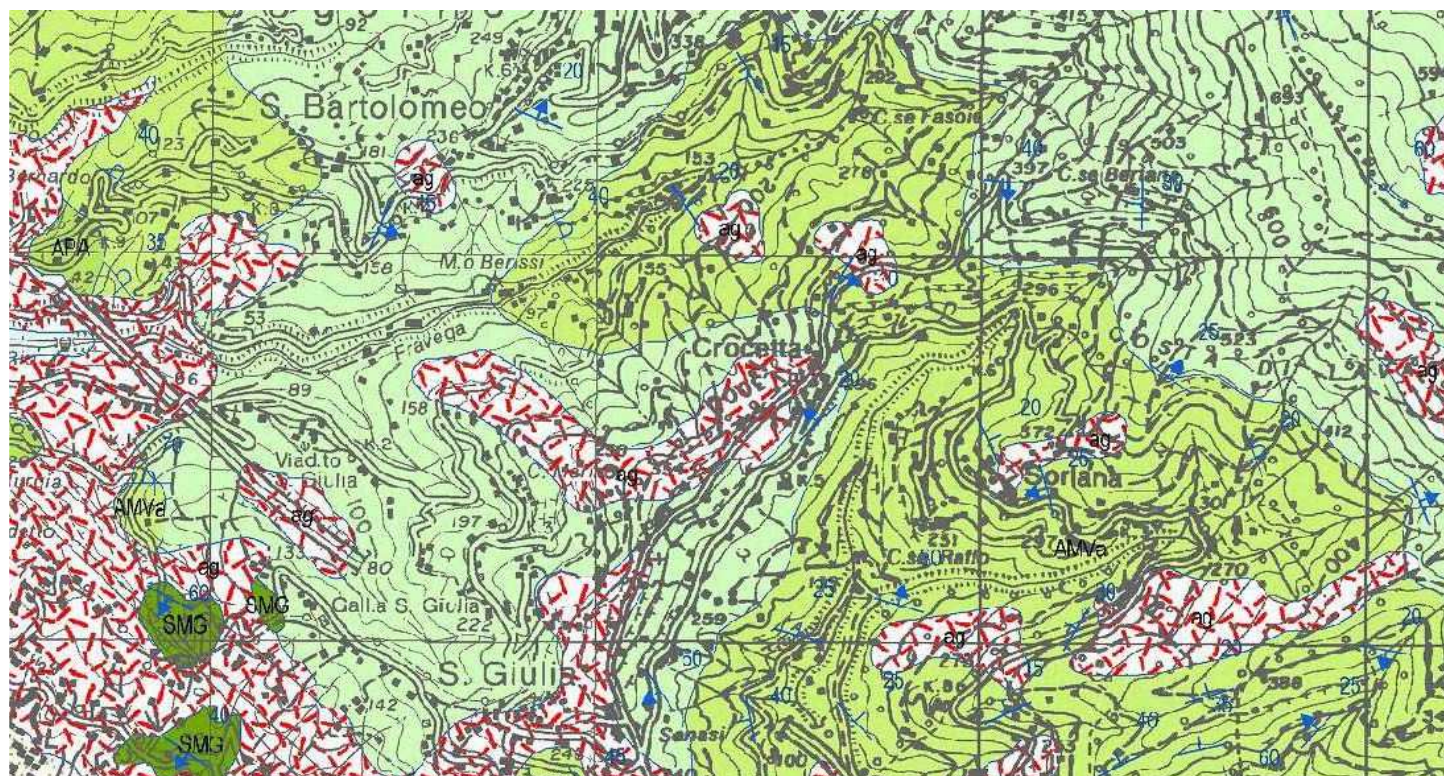


### LEGENDA

- |   |   |
|---|---|
|  | aree sottoposte a vincolo idrogeologico   |
|  | aree non 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   |
|  | Ambito con destinazione d'uso<br>alla coltivazione di cave in sotterraneo<br>secondo le indicazioni del<br>Piano Regionale delle Attività di Cava |
|  | limite di bacino  |



## Carta Geologica Regionale (CARG) sc. 1:25000 - tav. 232.4 - Lavagna



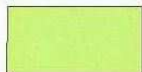
depositi costituiti da clasti grossolani spigolosi con matrice sabbiosa, soggetti a fenomeni di dilavamento e flusso tipo debris-flow. (ag)



### Ardesie di Monte Verzi (AMV)

Torbiditi marnose in strati e banchi con caratteristica scistosità ardesiaca intercalate ad argilliti grigie e torbiditi siltoso-arenacee in strati da sottili a medi, localmente prevalenti.

Campaniano superiore-Maastrichtiano basale



Alla base della formazione è presente una litofacies arenacea (Arenarie di Cogorno, AMVa): torbiditi arenacee in strati e banchi alternate ad argilliti grigie scure e a marne ardesiache in strati da spessi a molto spessi. Campaniano - Maastrichtiano



### Scisti Manganiferi (SMG)

Argilliti finemente fogliettate di colore grigio-bruno con patine di ossidi di Fe e Mn, con rari livelli di calcilutiti grigie ("pseudopalombini"). Santoniano superiore - Campaniano superiore o Campaniano

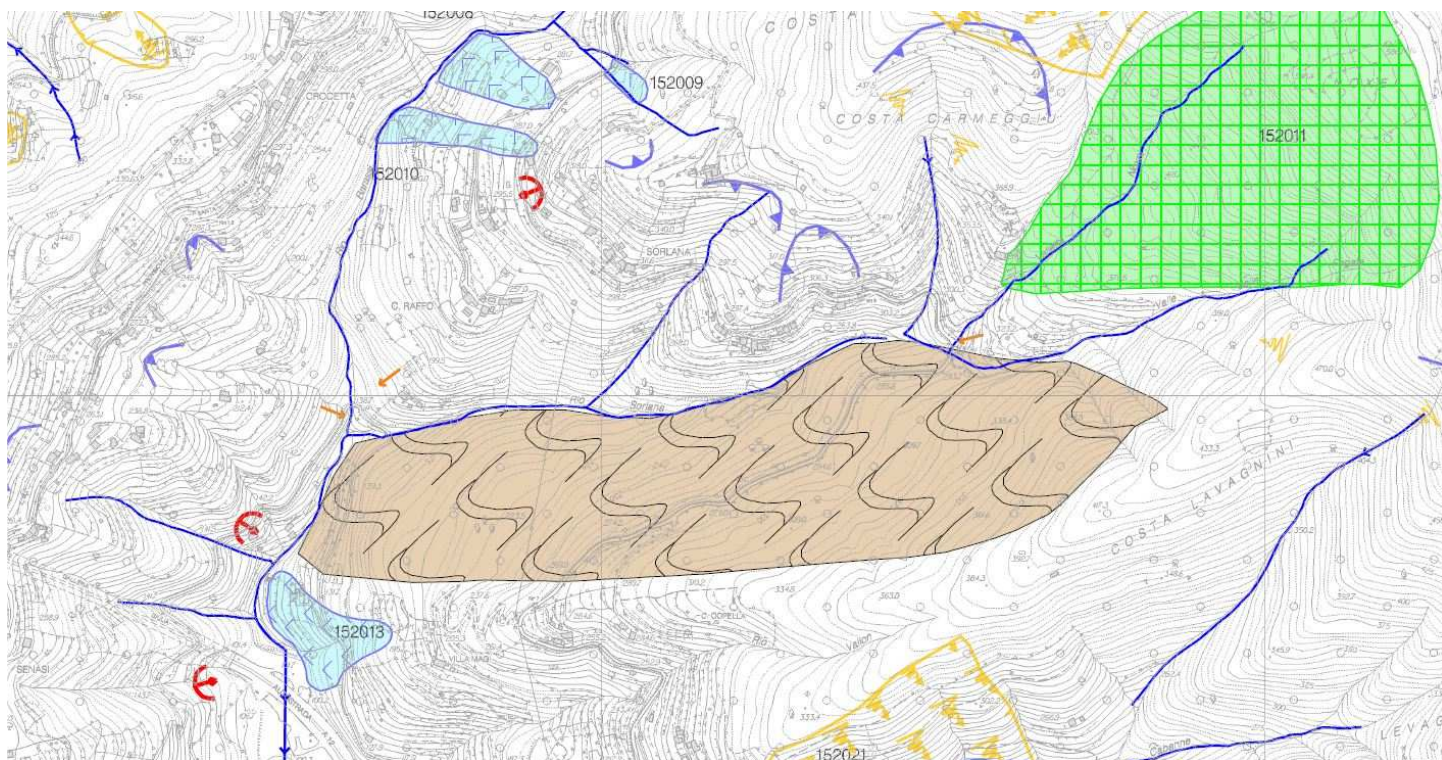
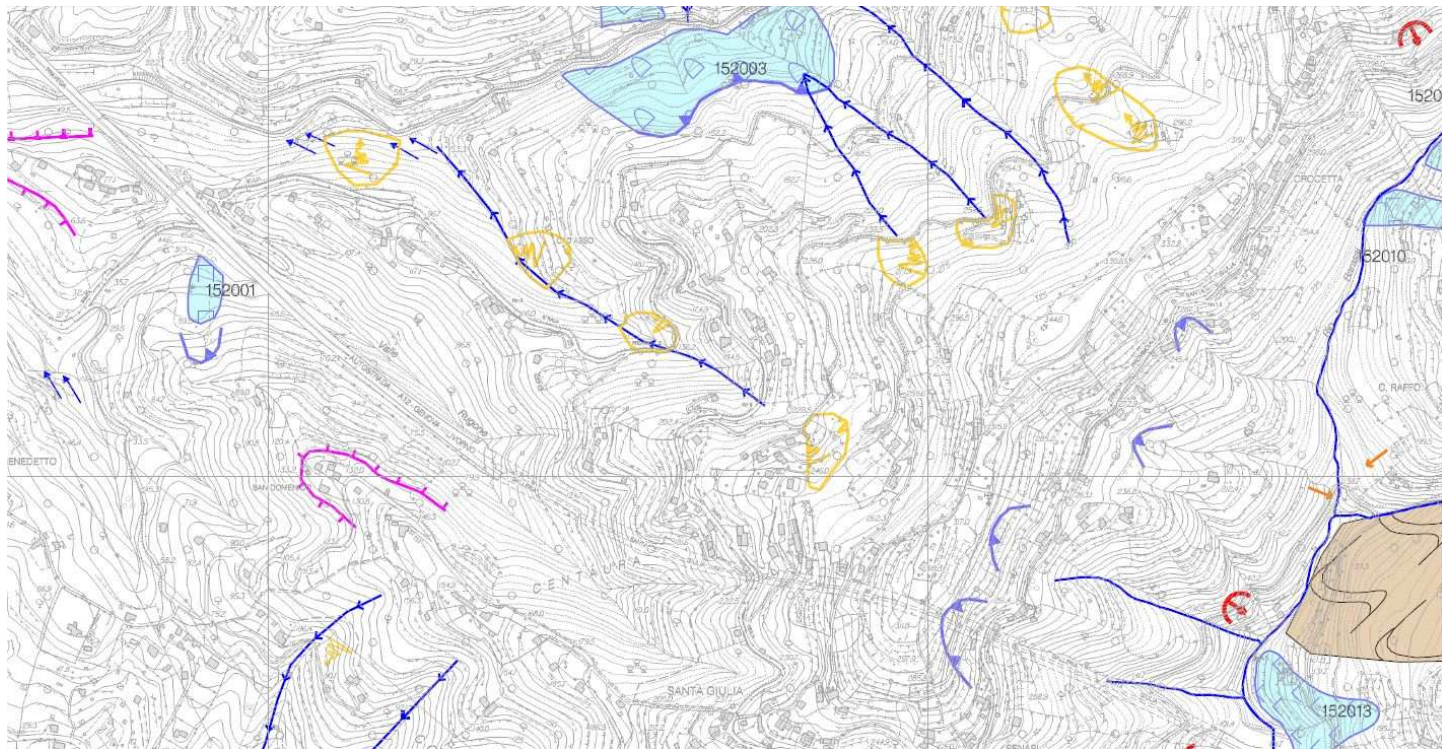


## PIANO DI BACINO

### AMBITO 16

Piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico  
di cui all'art. 1, comma 1 del D.L. 11/06/1998 n. 180  
convertito in legge 03/08/1998 n.267 e s.m.i.

### CARTA DELLA FRANOSITA' REALE





## LEGENDA

### TIPOLOGIA DI FRANA

Attiva	Quiescente	Relitta o stabilizzata o paleofrana	
			(SS) Frana superficiale - Soil slip
			(DF) Frana per colamento - Debris flow
			(SC) Frana per scorrimento o scivolamento
			(SCr) Frana per scorrimento o scivolamento rotazionale
			(SCp) Frana per scorrimento o scivolamento planare
			(CL) Frana per crollo o ribaltamento
			(FC) Frana complessa
			(FD) Area a frangitura diffusa
			Fenomeni idrogeologici conseguenti agli eventi alluvionali 2014
			(FP) Deformazione gravitativa profonda di versante
			(CR) Area interessata da movimenti gravitativi lenti superficiali - sollifusso, reptazione, creep
			Frana non cartografabile

### CIGLI DI FRANA



### DIREZIONE DI MOBILIZZAZIONE MATERIALI SCIOLTI



### CONOIDI DETRITICHE ED ALLUVIONALI ATTIVE



### CONOIDI DETRITICHE ED ALLUVIONALI QUIESCENTI



### ROTTURE DI PENDIO

Scarpata fino a 5 m di H



Scarpata fino a 10 m di H



Scarpata oltre 10 m di H



### FORME DI EROSIONE

EROSIONE CONCENTRATA DI FONDO



EROSIONE SPONDALE



RUSCELLAMENTO DIFFUSO



EROSIONE DIFFUSA



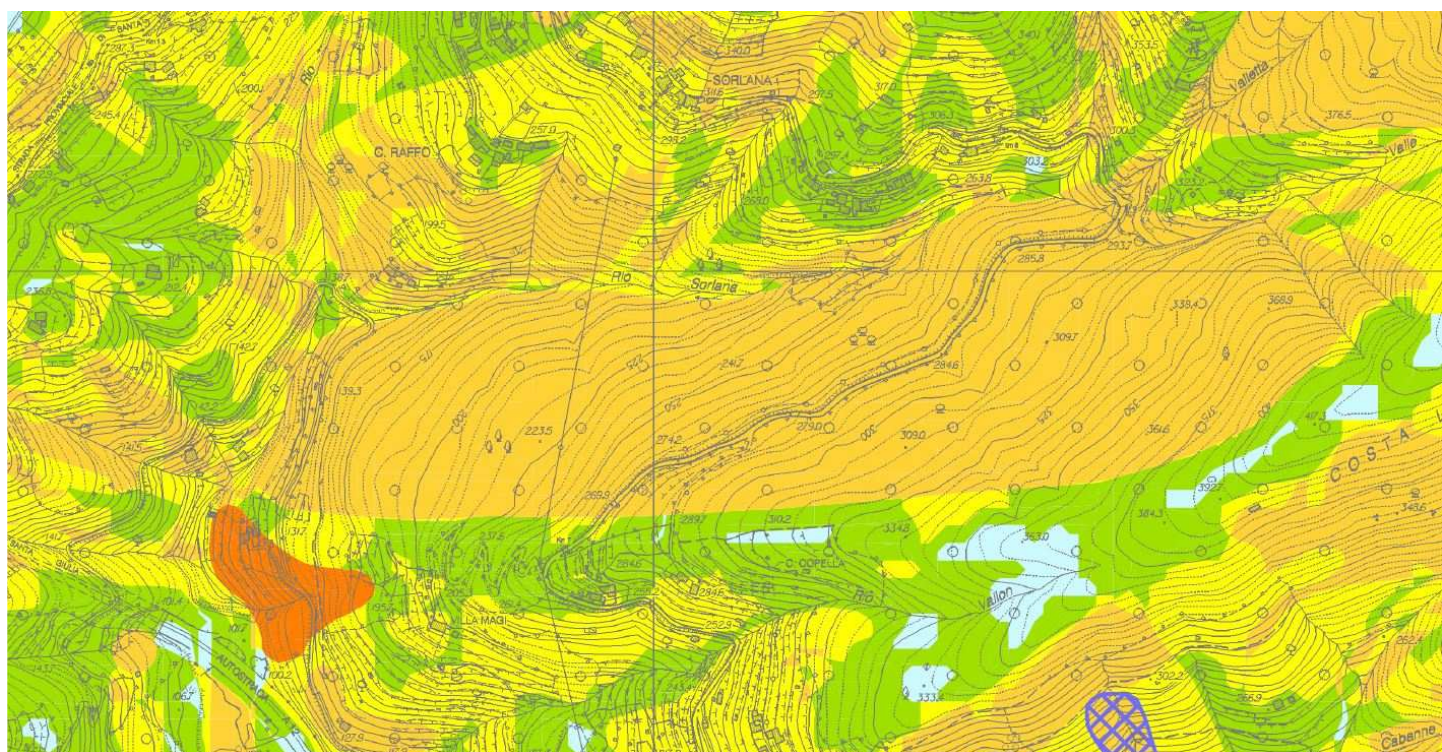
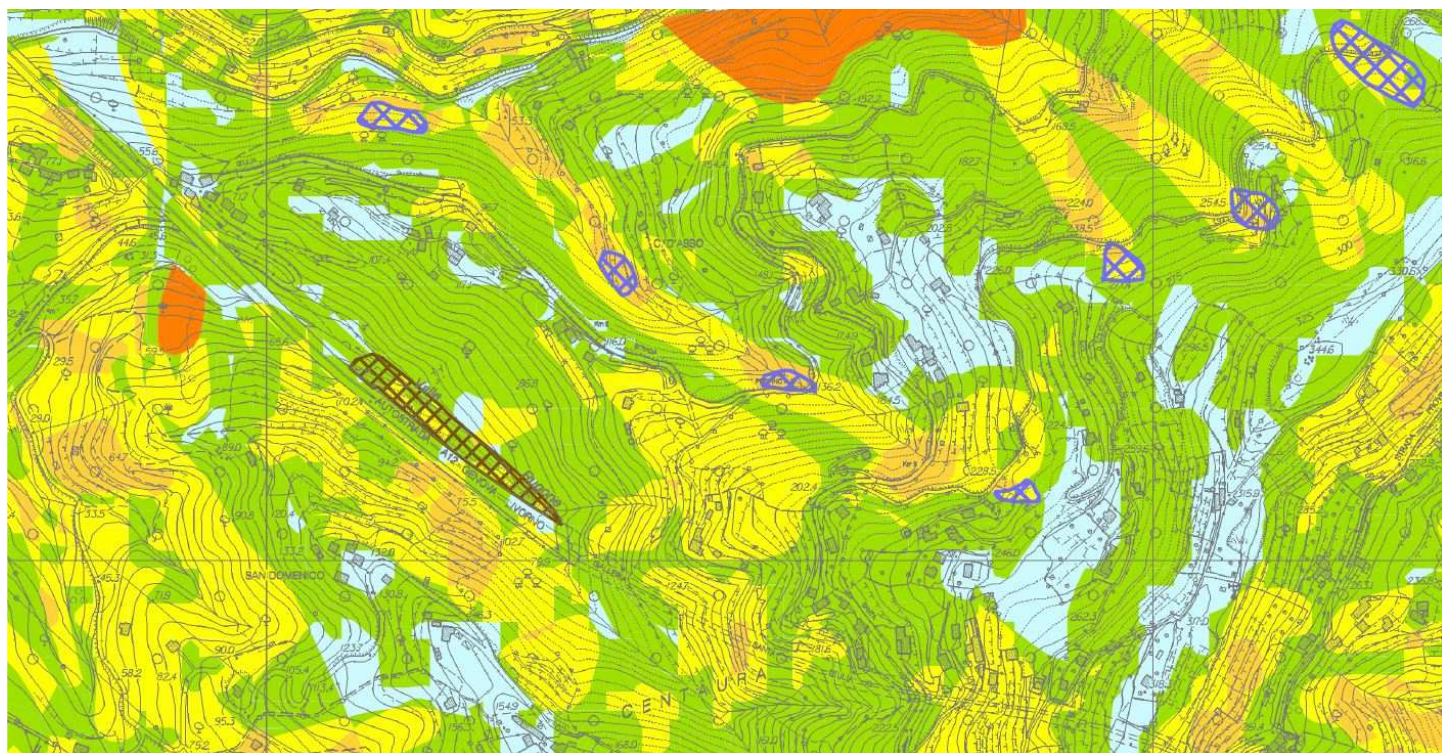


## PIANO DI BACINO

### AMBITO 16

Piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico  
di cui all'art. 1, comma 1 del D.L. 1106/1998 n. 180  
convertito in legge 03/08/1998 n. 267 e s.m.i.

### CARTA DELLA SUSCETTIVITA' 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
CLASSI SPECIALI			
	TIPO A – Cave attive, miniere attive e discariche in esercizio		Art. 16bis, c. 2
	TIPO B <sub>1</sub> – Cave inattive e miniere abbandonate		Art. 16bis, c. 3
	TIPO B <sub>2</sub> – Discariche dismesse e riporti antropici		Art. 16bis, c. 5

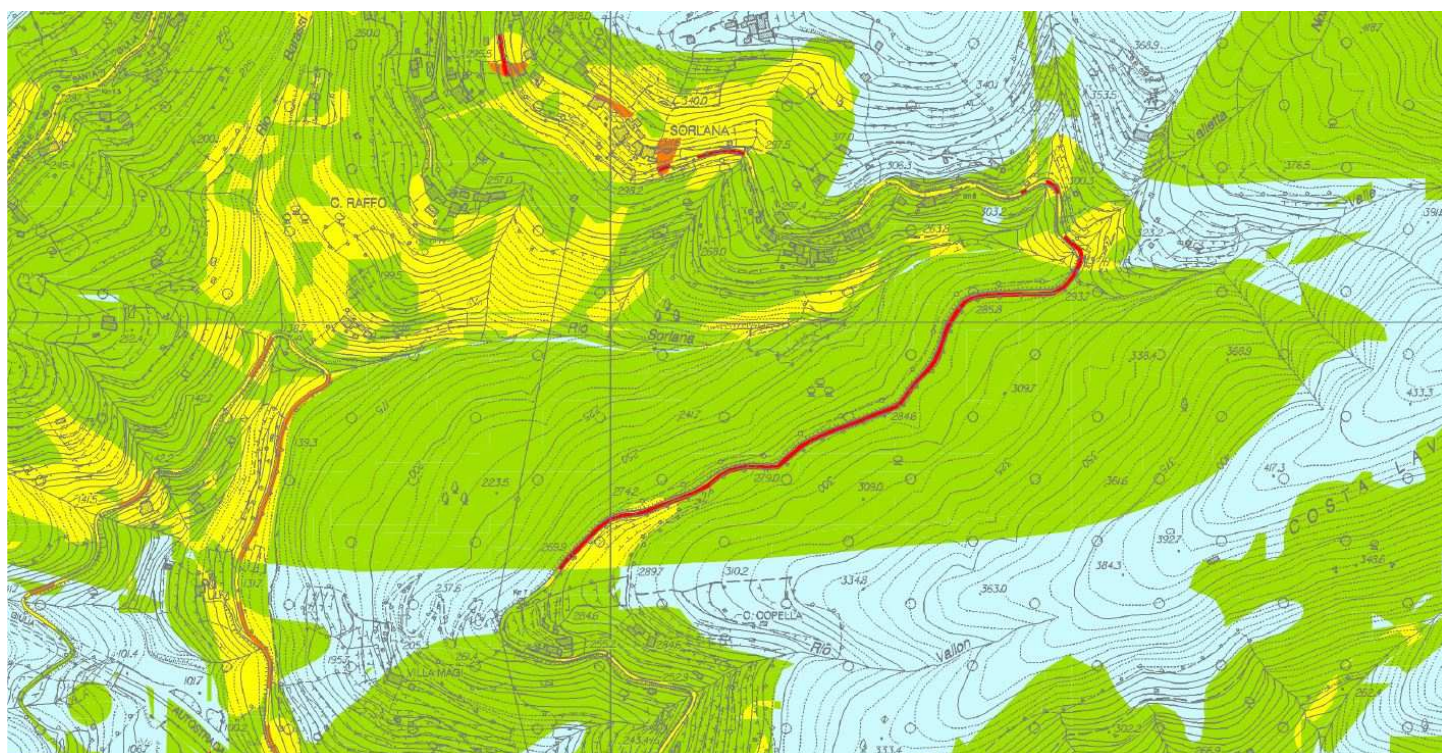


## PIANO DI BACINO

### AMBITO 16

Piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico  
di cui all'art. 1, comma 1 del D.L. 11/06/1998 n. 180  
convertito in legge 03/08/1998 n.267 e s.m.i.

### 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
---	------------------