Piazza Campetto, 16123 Genova *☎ 010 0964871* *E-mail: gmastudio@yahoo.it* *P.IVA: 01731910996*	*Studio Associato* **GMA** *Geologia, Monitoraggio, Ambiente*	*dott. Geol. Coscione ☎ 333 6114252* *dott. Geol. Tognarelli ☎ 329 0174091*

Nuovo campeggio in località Sant'Ambrogio – Zoagli (Ge)

RELAZIONE GEOLOGICA

Settembre 2016

(Inquadramento sismico aggiornato al DM 17/01/18)
(Cartografia PdB aggiornata a giugno 2018)

Richiedente

Sig. Andrea Calamari
Località Sant'Ambrogio
Zoagli (GE)

PREMESSA e RIFERIMENTI NORMATIVI

Il presente elaborato fa parte della documentazione tecnica richiesta a supporto della progettazione strutturale legata all'intervento di nuova area campeggio attrezzata, prevista in via Cornice di Sant'Ambrogio, nel territorio comunale di Zoagli non sottoposto a tutela per *Vincolo Idrogeologico* ex R.D. n. 3267/1923 e succ. L.R. n. 4/99 e s.m.i.

Eseguito un rilevamento geologico – geomorfologico dell'areale ed effettuata una campagna di prove geofisiche (stese di sismica a rifrazione, MASW e geoelettriche) e di prove geognostiche (pozzetti esplorativi), lo Scrivente è in grado di esporre quanto segue, nel rispetto del Cap. 6 del D.M. 17/01/18 "*Norme tecniche sulle costruzioni*" e della Normativa d'Attuazione del Piano di Bacino Stralcio D.L. 180/98 Ambito 15.

In particolare, si richiamano le Norme del Piano di Bacino, le quali fanno riferimento alla cosiddetta "Suscettività al dissesto nel territorio": il sito d'interesse è classificato con grado elevato di Suscettività (**Pg 3b**) e corrisponde ad "*aree, prive al momento di movimenti gravitativi attivi e quiescenti, in cui sono presenti indicatori indiretti di elevata suscettività, valutabili dalla combinazione di elementi geomorfologici, litologici, strutturali e di uso del suolo*".
L'art. 12 dichiara anche che "*sono comprese in tali aree le frane stabilizzate e relitte e le zone a franosità diffusa inattive*": è questo il caso in esame, poiché la Pg3b corrisponde ad un corpo franoso di tipo "complesso" avente uno stato di attività "relitto o stabilizzato".
Inoltre, l'art. 16 dello stesso articolato normativo, ai commi 3-ter, 3-quarter, 3-quinquies, dichiara che per tali aree è consentita anche la nuova edificazione, purché sia prevista dallo strumento urbanistico comunale adeguato al Piano di Bacino.
E l'ammissibilità di nuovi interventi è subordinata all'esecuzione di indagini di maggior dettaglio, sulla base delle quali la Provincia esprime parere vincolante.

1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La zona oggetto di verifica è caratterizzata da un pendio esposto a NW, posto ad una quota media di circa 90 m s.l.m. Essa è raggiungibile dal lungo mare di Rapallo, seguendo l'Aurelia in direzione di levante, per poi imboccare in salita, sulla sinistra rispetto alla SS1, via Pietrafraccia e la successiva via Cornice di Sant'Ambrogio.
Versante orografico sinistro del bacino del Rio Carcara, il sito oggetto di studio, ricoperto da vegetazione boschiva intramezzata da aree spianate poste a differenti quote e collegate da una

viabilità interna, durante la metà degli anni 60 venne utilizzato come area di cantiere nell'ambito della costruzione autostradale dell'A12, per essere infine abbandonato ad incuria.
La vegetazione presente è caratterizzata da un fitto sottobosco, sviluppatosi naturalmente nel tempo, che ne limita l'uso e ne nasconde gran parte dei morfotipi e degli affioramenti rocciosi.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Prendendo a riferimento la cartografia tematica realizzata dagli enti pubblici preposti, l'ossatura geologica della zona d'indagine è rappresentata dall'**Unità Tettonica Antola**, nella fattispecie dalla Formazione dei Calcari marnosi dell'Antola, di età Cretaceo Superiore (100-65 Ma).
Il litotipo è contraddistinto da torbiditi calcareo marnose, marne calcaree e marne argillose, in sequenze ritmiche ripetute e talvolta a base calcarenitica, localmente intercalate ad argilloscisti, arenarie in straterelli e marnoscisti di tipo ardesiaco.
L'associazione litostratigrafica prevalente è composta da 1) **calcari marnosi**, compatti, poco scistosi, ardesiaci e con frattura concoide, con potenze variabili da centimetriche a metriche; 2) **scisti argillosi** grigio-neri, lucidi, lamellari e fratturati in lunghi prismi, con potenza media pluricentimetrica; 3) **arenarie** a cemento argilloso e calcareo (calcareniti), spesso micacee, generalmente fini o finissime, di potenza variabile da centimetrica a metrica; 4) **scisti marnosi**, ardesiaci, micacei, lamellari e scagliosi, di potenza pluricentimetrica; 5) **argilloscisti arenacei**, brillanti, scistosi e disposti in strati sottili.
Dal punto di vista paleontologico, la Formazione dei Calcari dell'Antola è caratterizzata dalle tracce fossili di *Helminthoidea labyrinthica* e *Chondrites.* Oltre agli icnofossili, il contributo fossilifero comprende foraminiferi planctonici e nannoplancton calcareo.
Di conseguenza, l'ambiente deposizionale dei Flysch è riconducibile ad una piana abissale composta dai sedimenti provenienti da correnti di torbidità a bassa densità.
Dal punto di vista geodinamico, le fasi che hanno interessato il Flysch nel tempo, hanno prodotto deformazioni plicative profonde e lineazioni particolarmente pervasive, ad andamento N-S e E-W, che localmente hanno suddiviso l'ammasso roccioso in blocchi da pochi dm^3 fino a qualche m^3.

3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

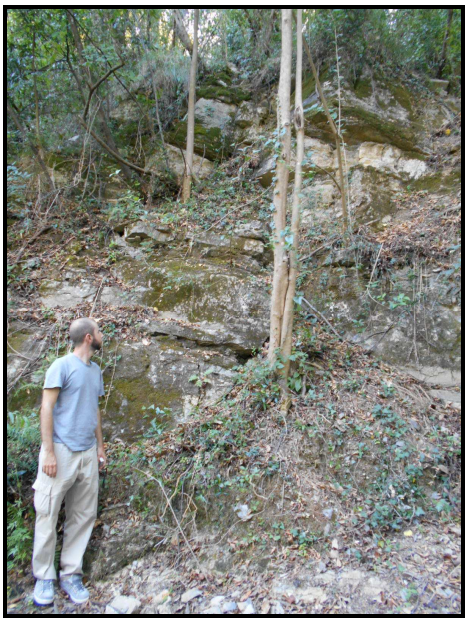
Rispetto alla permeabilità dei terreni, la Formazione dei Calcari marnosi dell'Antola, se in condizioni di conservazione ottimali, presenta un comportamento impermeabile.
Se le condizioni di conservazione dell'ammasso roccioso vengono condizionate da intensa fratturazione, fessurazioni evidenti e giunti stratigrafici alterati e ricristallizzati, le condizione

primarie di impermeabilità si trasformano in permeabilità di origine secondaria, legata al grado di fessurazione e/o fratturazione dello scheletro litoide.

I terreni di copertura e le coltri detritiche di origine eluvio colluviale, cioè derivate dallo smantellamento e dalla disgregazione del substrato roccioso, possiedono una permeabilità di natura primaria, legata al grado di porosità della loro matrice, variabile a seconda della percentuale limoso argilloso contenuta in essa.
La superficie di contatto tra le coltri detritiche e la parte più superficiale del substrato (*cappellaccio d'alterazione*) rappresenta un'area a forte contrasto di permeabilità, lungo la quale le acque d'infiltrazione possono giocare un ruolo significativo nell'equilibrio idrogeologico locale.

4. RILEVAMENTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO

Per ottemperare alle prescrizioni dell'Allegato 1 delle NdA del PdB Stralcio Ambito 15, allo scopo di realizzare uno studio geologico – geomorfologico di maggior dettaglio, lo Scrivente ha effettuato un rilevamento puntuale dei luoghi, verificando i principali morfotipi presenti e misurando la disposizione spaziale dell'ammasso roccioso affiorante.
Il lotto di proprietà presenta tre aree pianeggianti ben distinte, la prima posta ad una quota media di 113 m s.l.m., e le altre due ubicate ad una quota media di 83 m s.l.m.
Lungo la viabilità interna che conduce al piazzale superiore è possibile osservare le bancate del substrato roccioso calcareo marnoso, intervallate da livelli arenaceo argillosi.





La giacitura media degli strati risulta essere pari a **N100-E-20**, dunque l'ammasso roccioso è orientato a **reggipoggio** rispetto al versante.

Una scarpata boschiva con dislivello di 30 m e con pendenza variabile tra il 35% e il 50% collega il pianoro superiore a quello inferiore, mentre alla sinistra dell'ingresso principale vi è un sentiero che conduce ad un'ulteriore zona pianeggiante, delimitata ad est da un impluvio a carattere stagionale, il cui profilo risulta ben definito e su cui si notano segni di erosione incanalata ben marcata.
Tra le aree pianeggianti poste a quote inferiori e l'alveo del corso d'acqua vi è un dislivello di poco più di 10 m e la scarpata che li collega ha una pendenza variabile tra il 20% e il 35%.
Dal punto di vista della stabilità geomorfologica del sito, si può affermare che al momento del sopralluogo non si sono riscontrati segni premonitori di dissesti o elementi prossimi al distacco.
Parimenti, dal punto di vista delle emergenze idriche, nell'area di studio non si è osservata la presenza di sorgenti, zone paludose o fuoriuscite spontanee di acqua d'infiltrazione.

5. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Allo scopo di caratterizzare stratigraficamente la porzione più superficiale del sottosuolo, sono stati realizzati **n. 4 scavi geognostici**, delle dimensioni in pianta di 2x1m e spinti cada uno alla profondità di 2 m dal p.c.
Gli scavi hanno interessato i piani campagna delle aree pianeggianti più significative del sito di studio ed hanno portato alla luce un orizzonte stratigrafico superficiale composto da una miscela omogenea e mal classata composta da blocchi disarticolati di substrato roccioso immersi in una matrice prevalentemente sabbiosa.
I primi due pozzetti, realizzati nel pianoro superiore a distanza di 7,50 m e 3 m dai lati Est e Ovest del rudere esistente, hanno evidenziato una superficie media dei blocchi lapidei di 0,30 cm^2, con picchi areali di 1,80 m^2.
Il terzo saggio è stato eseguito nello spiazzo inferiore e ha fatto emergere un sottosuolo superficiale del tutto analogo a quello riscontrato a quote più elevate, ma con matrice più umida, a testimonianza del fatto che il piazzale è poco esposto al sole, riceve di continuo le acque superficiali provenienti dall'alto e ha una limitata capacità drenante.
L'ultimo scavo è stato realizzato nella scarpata presente tra il sentiero più ad est dell'area e la viabilità interna superiore, ossia nella zona dove verrà installato il bazar alimentari – bar.
Anche in questo caso il materiale asportato ha caratteristiche simili ai precedenti, anche se i blocchi lapidei denotano una forma più brecciata e si presentano più scagliosi.
In tutti gli scavi, non è emersa alcuna traccia di materiale antropico o di scarti e residui di produzione e consumo, ne alcun orizzonte composto da rifiuti e agenti inquinanti.

Stando all'esito dei saggi e al tipo di informazioni ricevute, è plausibile ipotizzare una ricostruzione storica del sito basata sulla modellazione antropica dell'area, la cui azione ha comportato una riprofilatura del pendio interessato dal corpo di frana relitto e la creazione di un'area di cantiere a più livelli, dotata di percorsi carrabili e di viabilità interna.

6. INDAGINI GEOFISICHE

Scopo della campagna delle prove non distruttive è stato quello di definire dal punto di vista litostratigrafico il sottosuolo d'interesse, individuando le principali unità geofisiche e le relative proprietà elastiche ed elettriche. Nello specifico, sono state effettuate le seguenti indagini, sfruttando anche in questo caso le aree pianeggianti presenti nel lotto di proprietà:

- n. 2 stese di sismica a rifrazione in onde sismiche P
- n. 2 stese di sismica MASW
- n. 2 stese di tomografia elettrica multiSEV

Sismica a rifrazione in onde P

L'indagine sismica a rifrazione sfrutta i contrasti di velocità delle onde sismiche generate meccanicamente, i quali dipendono dalla densità dei materiali attraversati e dalle loro caratteristiche di rigidezza. Il comportamento della propagazione delle onde in profondità rispetta la *legge di Snell* dando origine a fenomeni di rifrazione e riflessione.

In funzione dei tempi di primo arrivo delle onde longitudinali P e delle distanze relative alla configurazione geometrica adottata (interdistanza geofonica e offset di scoppio), è possibile dimensionare gli spessori dei sismo-strati attraversati dalla radiazione elastica.

Lo svolgimento della prova consiste nel generare meccanicamente un'onda sismica di compressione e registrarne l'arrivo ai geofoni disposti in linea equidistanziati.

L'interpretazione delle misure registrate si basa sull'analisi del tempo impiegato dall'onda generata a raggiungere ciascun geofono. L'interpretazione dei segnali rilevati e la conseguente stima del profilo di velocità delle onde P si articola nelle seguenti fasi fondamentali:

- individuazione dei primi arrivi previa elaborazione dei segnali;
- ricostruzione delle dromocrone e scelta del modello di sottosuolo;
- linearizzazione delle dromocrone e calcolo delle velocità di propagazione delle onde elastiche analizzate e dei relativi tempi di intercetta;
- ricostruzione del modello sismo-stratigrafico, con calcolo della profondità di ciascuna unità geofisica, omogenea, continua ed isotropa

Sismica tipo MASW

Il metodo *Multichannel Analysis of Surface Waves* consente di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio (Vs) in relazione alla profondità, sulla base della misura delle onde superficiali di *Raylegh* eseguita in corrispondenza dei geofoni allineati ed equidistanziati.

La velocità di propagazione è legata alle caratteristiche di rigidezza dei materiali attraversati e, in mezzi stratificati, le onde di *Raylegh* risultano dispersive, cioè le diverse componenti (frequenze) che costituiscono il segnale viaggiano a diverse velocità di fase e di gruppo.

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali mentre onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi.

L'analisi consiste nella trasformazione dei segnali registrati in uno spettro bidimensionale che analizza l'energia di propagazione delle onde superficiali lungo lo stendimento geofonico.

L'analisi dello spettro bidimensionale v-f consente in questo modo di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo rappresentato dall'andamento della velocità delle onde di taglio Vs in funzione della profondità.

In ottemperanza alla normativa in materia antisismica (D.M. 14/01/08), a partire dal modello sismico monodimensionale è possibile calcolare il valore delle Vs30 mediante la seguente formula:

$$Vs_{30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{Vs_i}}$$

Vs_{30} rappresenta così la "velocità equivalente" di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità, mentre h_i e Vs_i rappresentano rispettivamente lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio dello strato -*iesimo* per un totale di N strati presenti nei primi 30 metri.

Tomografia elettrica multiSEV

Il metodo di indagine è del tutto analogo a quello su cui si basa il tradizionale sondaggio elettrico verticale (SEV): immettendo nel terreno corrente continua (o corrente alternata a bassa frequenza) si genera un campo elettrico le cui linee di corrente all'interno del sottosuolo indagato sono deformate dalla presenza di disomogeneità, come a titolo di esempio stratificazioni, orizzonti saturi o corpi sepolti, aventi differenti comportamenti elettrici.

In valori di resistività registrati in campagna sono valori di "resistività apparente" (ρa), funzione dell'intensità di corrente (I) immessa nel sottosuolo attraverso gli elettrodi A e B, e della differenza di potenziale (ΔV) misurata tra i due elettrodi M e N, sulla scorta della nota legge di Ohm:

$$\rho a = k(\Delta V/I)$$ k = fattore geometrico

La tomografia elettrica è l'espressione più recente dell'evoluzione dei tradizionali metodi elettrici in corrente continua. L'energizzazione e la determinazione della differenza di potenziale generata è consentita tramite un sistema multielettrodo allineato comprendente 32 elettrodi collegati con un georesistivimetro.

Risultati della sismica a rifrazione

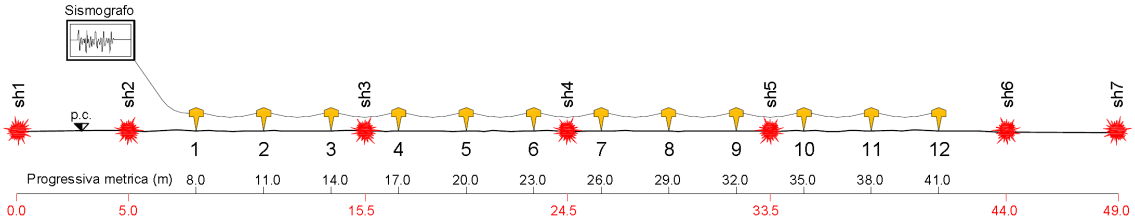
L'indagine ha previsto due stendimenti di sismica a rifrazione (SR1 e SR2) in onde P di lunghezza pari a 33 m e 34 m, lungo i quali sono stati disposti alternativamente e collegati in serie 12 geofoni verticali con distanza intergeofonica di 3 m. Il sistema energizzante è stata una mazza di 8 Kg battente su disco di acciaio diametro 25 cm e la configurazione adottata ha previsto n. 7 shot di cui n. 4 esterni allo stendimento, n. 3 all'interno di cui n. 1 centrale.

La prima prova **SR1** è stata eseguita in corrispondenza della fascia pianeggiante topograficamente meno elevata, in prossimità dell'accesso all'area di intervento.

La linea di acquisizione utilizzata è lunga 49 m, la lunghezza dello stendimento geofonico di 33 m con distanza intergeofonica di 3 m. La posizione delle energizzazioni è la seguente:

- n. 4 battute alle estremità della linea, a 8 e 3 m dal primo ed ultimo geofono;
- n. 2 battute intermedie poste rispettivamente tra i geofoni 3 – 4 e 9 – 10.
- n. 1 battuta centrale tra i geofoni 6 – 7.

Lo schema successivo dettaglia le caratteristiche geometriche e i parametri di acquisizione.



In relazione allo spazio disponibile, la geometria di acquisizione non ha permesso di raggiungere una profondità di indagine sufficiente per individuare almeno il primo rifrattore.

La profondità massima indagata è stata valutata in circa 10 m dal p.c.

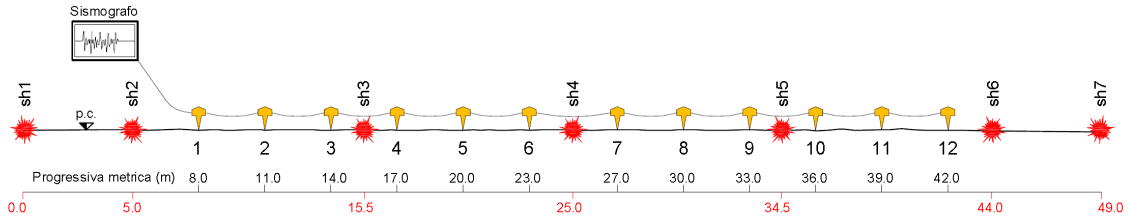
La velocità Vp del materiale è valutabile in circa 650 m/s, paragonabile ad un mezzo mediamente rigido, ascrivibile a terreni mediamente addensati ovvero terreni costituiti da preponderante materiale litoide grossolano.

La prova sismica a rifrazione **SR2** è stata eseguita in corrispondenza dello spazio pianeggiante posto a quote più elevate, la linea di acquisizione è di 49 m e la lunghezza dello stendimento geofonico è di 34 m, con distanza intergeofonica di 3 m.

La posizione delle energizzazioni è la seguente:

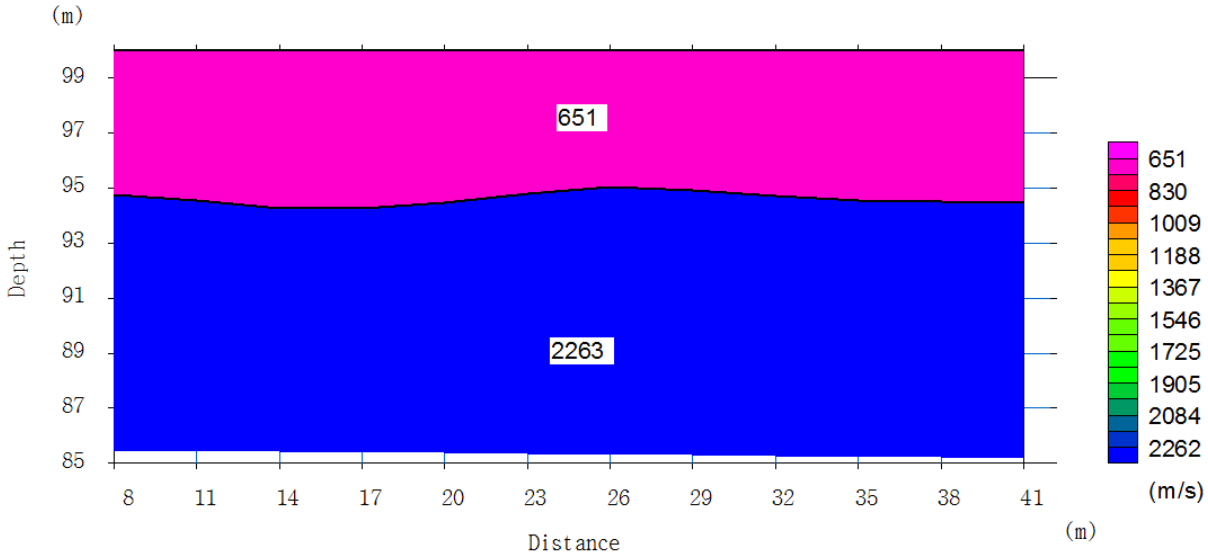
- n. 4 battute alle estremità della linea, a 8 m e 5 m dal primo geofono e a 7 m e 2 m dall'ultimo;
- n. 2 battute intermedie poste rispettivamente tra i geofoni 3 – 4 e 9 – 10.
- n. 1 battuta centrale tra i geofoni 6 – 7.

Lo schema successivo dettaglia le caratteristiche geometriche e i parametri di acquisizione.



In questo caso la lunghezza della stesa è stata sufficiente ad individuare il primo rifrattore.

Di seguito è riportata la sezione sismo-stratigrafica interpretativa, ottenuta scegliendo un modello a due strati ed applicando il metodo delle intercette (o convenzionale).



SR2 – Sezione sismo-stratigrafica interpretativa

Si individuano due materiali a comportamento elastico differente:

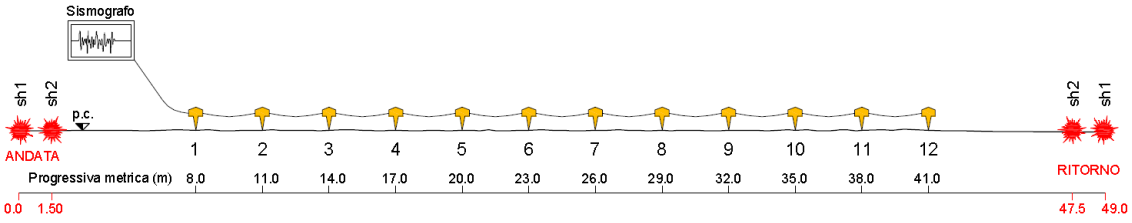
- un materiale, assimilabile ad un terreno mediamente addensato, caratterizzato da velocità medie Vp pari a circa 650 m/s, con spessore compreso tra 5.20 e 5.70 m dal p.c.
- il primo rifrattore, più rigido, caratterizzato da velocità Vp mediamente pari a 2260 m/s, e compatibile con il substrato roccioso in condizioni da mediocri a discrete.

Risultati della prova MASW

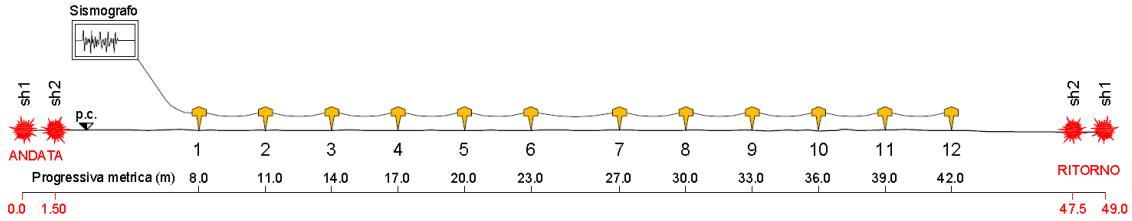
Utilizzando la stessa configurazione intergeofonica, in corrispondenza di entrambi gli stendimenti sismici a rifrazione, è stata effettuata l'indagine sismica con lo scopo di ricostruire l'andamento della velocità delle onde di taglio (onde S) con la profondità (Vs in funzione di z).

La prova è stata eseguita in andata e ritorno allo scopo di evidenziare eventuali variazioni laterali di Vs lungo il profilo indagato. Nel complesso, l'elaborazione ha dimostrato l'assenza di sensibili variazioni laterali di velocità delle onde di taglio in corrispondenza di entrambi i profili eseguiti.

In generale, il segnale si è dimostrato soddisfacente in tutti gli stendimenti eseguiti. Di seguito si riportano le relative configurazioni geometriche:



Schema MASW M1



Schema MASW M2

Mediante apposito software i segnali registrati sono stati trasformati in uno spettro di frequenza che ha consentito di analizzare l'energia di propagazione delle onde superficiali lungo la linea di acquisizione. L'analisi dello spettro bidimensionale ha permesso di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, in relazione all'andamento della velocità delle onde di taglio Vs in funzione della profondità.

I valori delle Vs_{30} ricavati sono stati:

prova MASW1 **Vs_{30} = 519 m/sec**

prova MASW2 **Vs_{30} = 543.5 m/sec**

Infine, volendo fornire una interpretazione stratigrafica a seguito dell'elaborazione della **prova MASW1**, si evidenziano spessori di materiali sciolti, caratterizzati da valori di Vs compresi tra 280 e 450 m/s, non inferiori a 15 m dal p.c.

Oltre tale profondità i valori di Vs aumentano da circa 700 a circa 1000 m/s e sono attribuibili ad un substrato calcareo marnoso in discrete/scadenti condizioni di conservazione.

Viceversa, l'interpretazione stratigrafica ottenuta dall'elaborazione della **prova MASW2** non risulta paragonabile alla sezione sismo-stratigrafica ottenuta dalla rifrazione SR2.
In questo caso, infatti, si verifica un aumento significativo della velocità oltre i 10 m di profondità.

È ipotizzabile quindi che in corrispondenza del piazzale più elevato, sebbene il substrato sia più superficiale rispetto alle aree poste a quote inferiori, l'ammasso roccioso, almeno nelle porzioni più superficiali, sia caratterizzato da un grado di alterazione/fratturazione elevato, con possibile circolazione acquifera al suo interno.

Avendo ricavato i valori delle Vs_{30}, nel rispetto del Cap. 3.2 del Testo Unico sulle Costruzioni (D.M. 17/01/18), lo Scrivente ritiene ragionevole ascrivere il sottosuolo di fondazione in **classe B**, ossia "*rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360m/s e 800m/s"*.

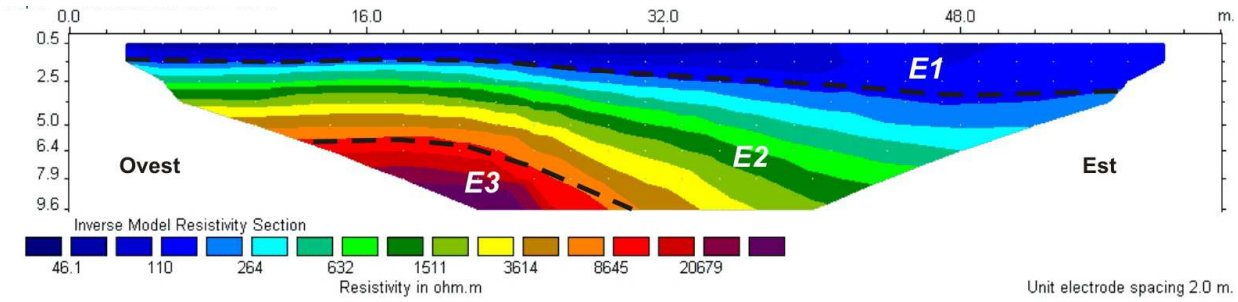
Risultati della tomografia elettrica

L'indagine geoelettrica ha previsto la realizzazione di due stese (ERT1 e ERT2) in corrispondenza degli allineamenti sismici indagati.
In relazione allo spazio disponibile sono stati utilizzati 32 elettrodi interdistanziati di 2 m, per una lunghezza complessiva di 62 m.

ERT 1

Dall'interpretazione delle risultanze ottenute a seguito dell'applicazione del metodo *Wenner,* si evince la presenza di tre orizzonti elettrici:

- *orizzonte E1*: livello più superficiale caratterizzato da valori di resistività mediamente inferiori a 150-200 ohm*m e spessore valutabile tra 1 - 2.5 m. Tale orizzonte è compatibile con materiali incoerenti medio fini, umidi nei settori dove la resistività è inferiore a 100 ohm*m.
- *orizzonte E2*: caratterizzato da resistività compresa tra circa 200 ohm*m e 7.000 ohm*m attribuibile a materiali incoerenti con scheletro lapideo sempre più consistente con la profondità. Oltre i 5-7 m tale materiale è connotato da resistività che possono essere compatibili con quelle relative a grandi blocchi calcarei frapposti con una presenza rilevante di vuoti interposti
- *orizzonte E3*: avente resistività molto elevate, superiori a 10.000 ohm*m, che potrebbe essere riferibile alla presenza di una grande cavità o condotta interrata. La posizione approssimativa risulta a partire a 6 - 8 m da p.c.

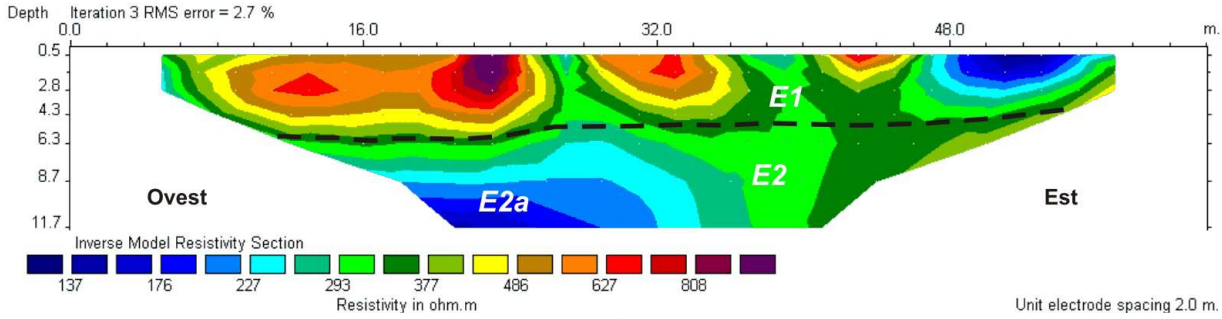


Sezione ERT1

ERT 2

Dall'interpretazione delle risultanze ottenute a seguito dell'applicazione del metodo Wenner, si evince la presenza di due orizzonti elettrici:

- *orizzonte E1*: avente resistività variabili comprese tra circa 300-600 ohm*m e con spessore compreso tra 5 e 6 m. Assimilabile a materiale di copertura incoerente costituito da settori a matrice medio-fine rilevante (resistività inferiori a 350 ohm*m), anche umidi (resistività inferiori a 150 ohm*m), e da settori connotati dalla presenza di blocchi lapidei calcarei anche metrici (resistività superiori a 500 ohm*m).
- *orizzonte E2*: avente resistività inferiore a 350-400 ohm*m, attribuibile alla presenza del substrato calcareo/argillitico da mediamente fratturato (E2) a intensamente fratturato (E2a).



Sezione ERT2

7. GEOMECCANICA e GEOTECNICA dei TERRENI INVESTIGATI

Il sottosuolo rinvenuto in superficie dalle prove geognostiche e dedotto in profondità da quelle geofisiche, ha portato lo Scrivente a formulare un modello geomeccanico e geotecnico basato su geomateriali considerati "di confine", ossia “rocce brecciate o tettonizzate”, ossia "rocce tenere", depositi complessi ed eterometrici con orizzonti superficiali legati a destrutturazione spinta del bedrock sedimentario.
Trattasi, nello specifico, di miscele di blocchi rocciosi "geotecnicamente significativi" immersi in una matrice a tessitura fine: ne consegue un forte contrasto meccanico, quantificato in funzione delle *caratteristiche geometriche* dei blocchi, della *rigidezza*, dell'*angolo di resistenza al taglio* e della *resistenza a compressione monoassiale* sia dei blocchi rocciosi che della matrice.

Dal punto di vista geotecnico, il sottosuolo esaminato può essere assimilato ad una ghiaia ben compattata alla sua matrice, altresì paragonabile ad un conglomerato poco cementato.

I valori medi dei principali parametri geotecnici possono essere riepilogati nel modo seguente:

MATRICE SABBIOSO LIMOSA

peso di volume γ = 1,8 t/m³

Condizioni drenanti a lungo termine	*Condizioni non drenanti a breve termine*
coesione C’= 0	**coesione Cu** = 0,30 KPa
angolo di resistenza al taglio φ’= 28°	**angolo di resistenza al taglio φ’** = 0

BLOCCHI FLYSCHOIDI

Considerando l'ammasso roccioso in condizioni di conservazione geomeccanica discrete:

- **peso di volume (γ)** = 2,3 t/m³
- **angolo di resistenza al taglio φ’**= 32°
- **coesione Cu** = 200 kPa

8. DESCRIZIONE degli INTERVENTI e PRESCRIZIONI IDROGEOLOGICHE

Il progetto prevede il cambio di destinazione d'uso dell'area: il nuovo PUC recepirà con normativa speciale tale variante all'attuale PRG. Nel dettaglio, i principali interventi riguarderanno:

1. **sulle fasce terrazzate ad Ovest del pianoro più elevato**
    - n. 1 piscina per adulti della volumetria di 105 m^3
    - n. 1 piscina per bambini della volumetria di 10 m^3
2. **sul pianoro più elevato**
    - la ristrutturazione del rudere in struttura adibita a uso ristorante, con parcheggi a raso
    - la realizzazione di piazzole per tende, camper, case mobili, bungalow
    - la realizzazione di posti auto a raso
    - la realizzazione di volumi adibiti a servizi igienici e per l'accumulo dell'acqua
3. **lungo la scarpata boschiva che collega le aree pianeggianti**
    - la realizzazione di un percorso fitness
    - la realizzazione di uno spazio ludico per bambini
4. **sul pianoro inferiore**
    - la messa in posto di piazzole per tende, camper, case mobili, bungalow
    - la realizzazione di un volume adibito a servizi igienici
    - la realizzazione di posti auto a raso
    - la realizzazione di una struttura adibita a uso panetteria, alimentari e bar

I movimenti terra previsti consisteranno negli scavi per il posizionamento delle fondazioni superficiali, per le nuove pavimentazioni e per la modellazione delle scarpate principali.

L'ipotesi di realizzare delle terre armate inerbite potrebbe risultare utile al caso, essendo il materiale detritico locale idoneo al suo riutilizzo e garantendo la stessa opera di contenimento un certo grado di permeabilità e di deflusso per le eventuali acque superficiali e d'infiltrazione.

Per regimare correttamente le acque superficiali, l'area del campeggio potrebbe dotarsi di opere di drenaggio composte da canalette superficiali e da fossi di guardia, realizzati possibilmente attraverso l'utilizzo del materiale naturale del posto (pietrame e/o legno).

Particolare attenzione dovrà essere posta nella scelta delle soluzioni più idonee alla protezione del piazzale inferiore dall'azione erosiva dell'acqua, essendo quest'ultimo poco esposto al sole e più vulnerabile al dilavamento del versante a tergo.

Infine, laddove vi siano segnali di erosione localizzata o di possibili piccoli cedimenti, si consiglia di rinforzare i settori con opere di stabilizzazione superficiale, mediante l'uso di materiali vivi (talee, piantine radicate) e di legname.
Fascinate vive con ramaglia o con piantine e viminate costruite con paletti di legno lunghi circa 1 m e interrati per almeno 70 cm potrebbero risultare soluzioni idonee e poco impattanti.

9. CONCLUSIONI TECNICHE

Svolti gli adempimenti richiesti dall'Allegato 1 della Normativa di Attuazione del Piano di Bacino Ambito 15, lo Scrivente ritiene di affermare che il progetto proposto sia fattibile dal punto di vista geologico - tecnico perché i risultati delle indagini di maggior dettaglio hanno accertato che:

- l'area d'interesse possiede un livello di pericolosità più contenuto rispetto a quello posseduto dalle frane in stato di quiescenza;
- le condizioni di suscettività a contorno non interferiscono negativamente con l'intervento;
- l'intervento permetterà il miglioramento delle condizioni di stabilità dell'area, grazie alla realizzazione di opere puntuali che mitigheranno le sue minime criticità geomorfologiche

Inoltre, a seguito dell'intervento a progetto e considerando il suo impatto ambientale contenuto,

- si risanerà un'area attualmente in stato di abbandono, ripristinando anche due percorsi pedonali storicamente presenti che rafforzeranno la rete locale dei sentieri esistenti grazie al loro collegamento ad essa
- si potenzieranno le attività escursionistiche nelle aree boschive di zona, le quali saranno rivalorizzate e mantenute in buono stato di conservazione
- si promuoverà la vocazione turistica della località balneare rivierasca



dott. Geol. Gian Mario Capscione

ALLEGATI

Estratti cartografici dal Piano di Bacino Stralcio D.L. 180/98 – Ambito 15:

- *Carta Geolitologica*
- *Carta Geomorfologica*
- *Carta della Franosità reale*
- *Carta della Suscettività al dissesto*
- *Carta del Rischio Geologico*

Planimetria con l'ubicazione del set di prove, non in scala

Sezione stratigrafica interpretativa a scala 1:400

Documentazione fotografica relativa alle indagini eseguite

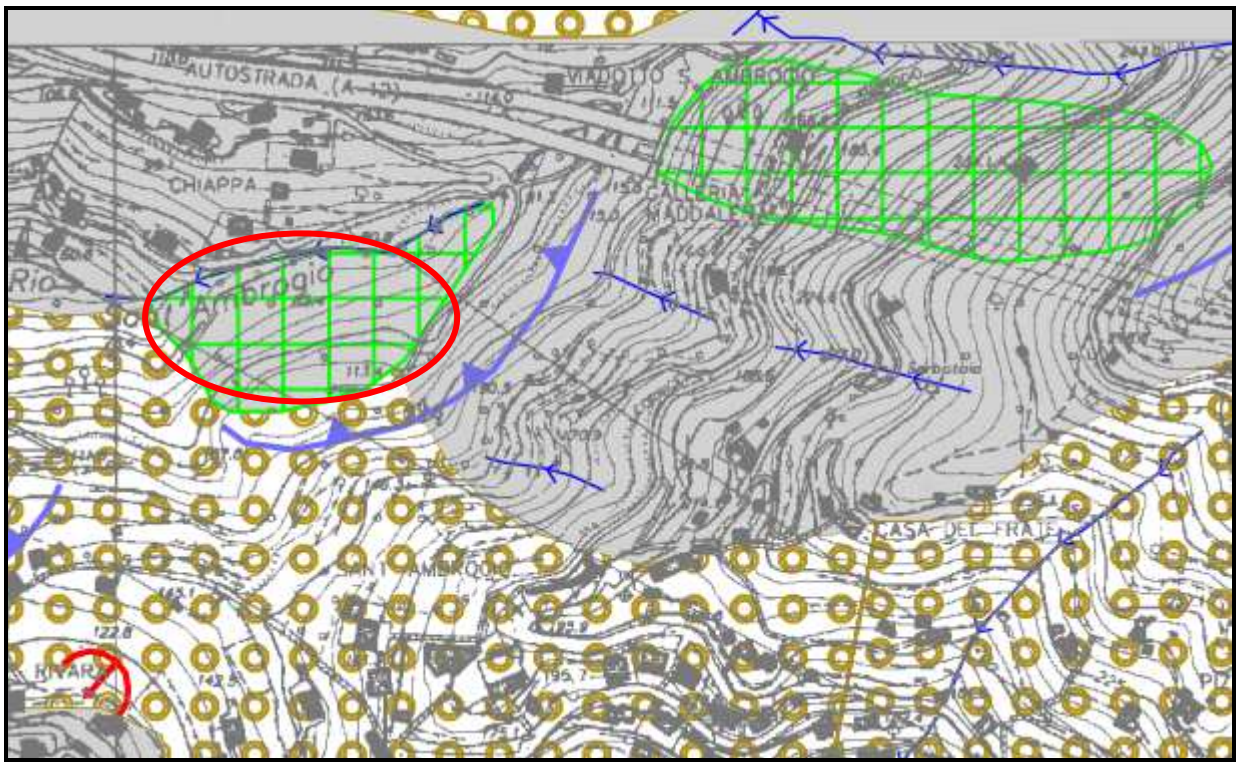


Estratto da *Carta Geolitologica,* Piano di Bacino Ambito 15

STRALCIO da LEGENDA

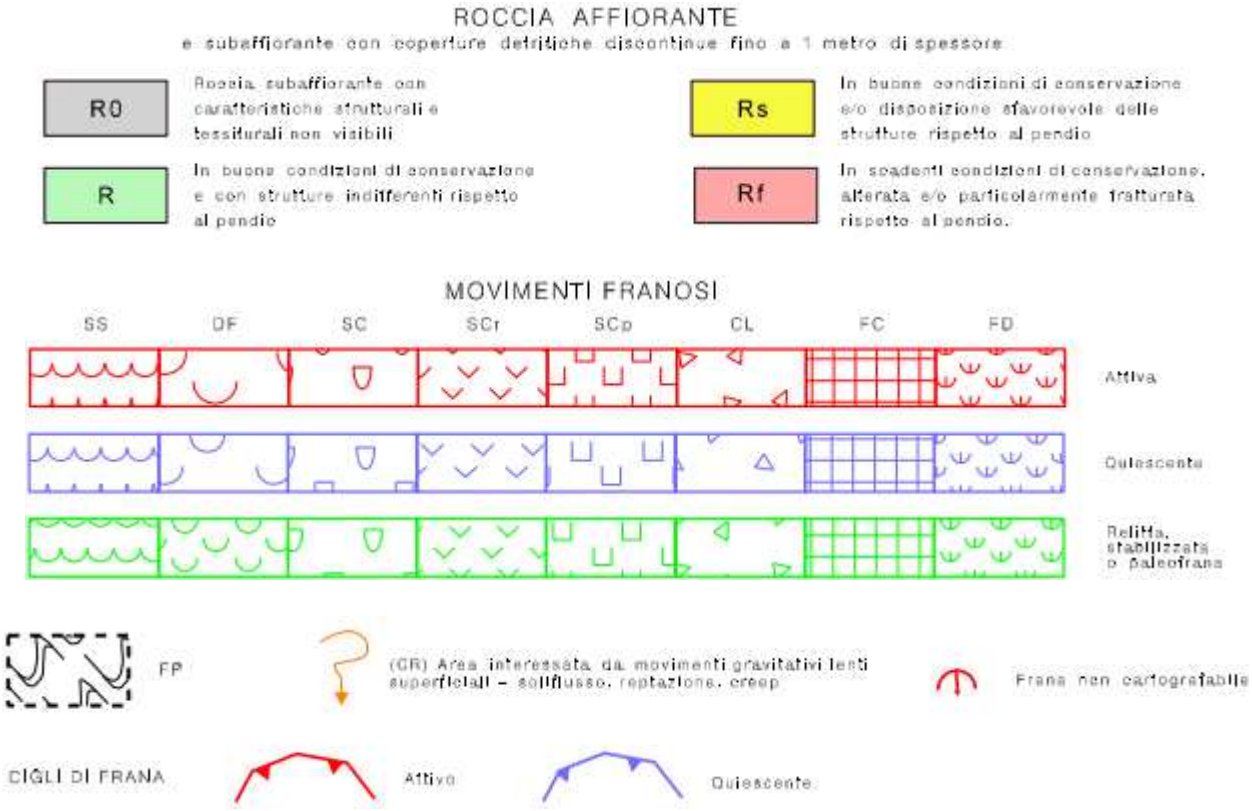
LITOLOGIE

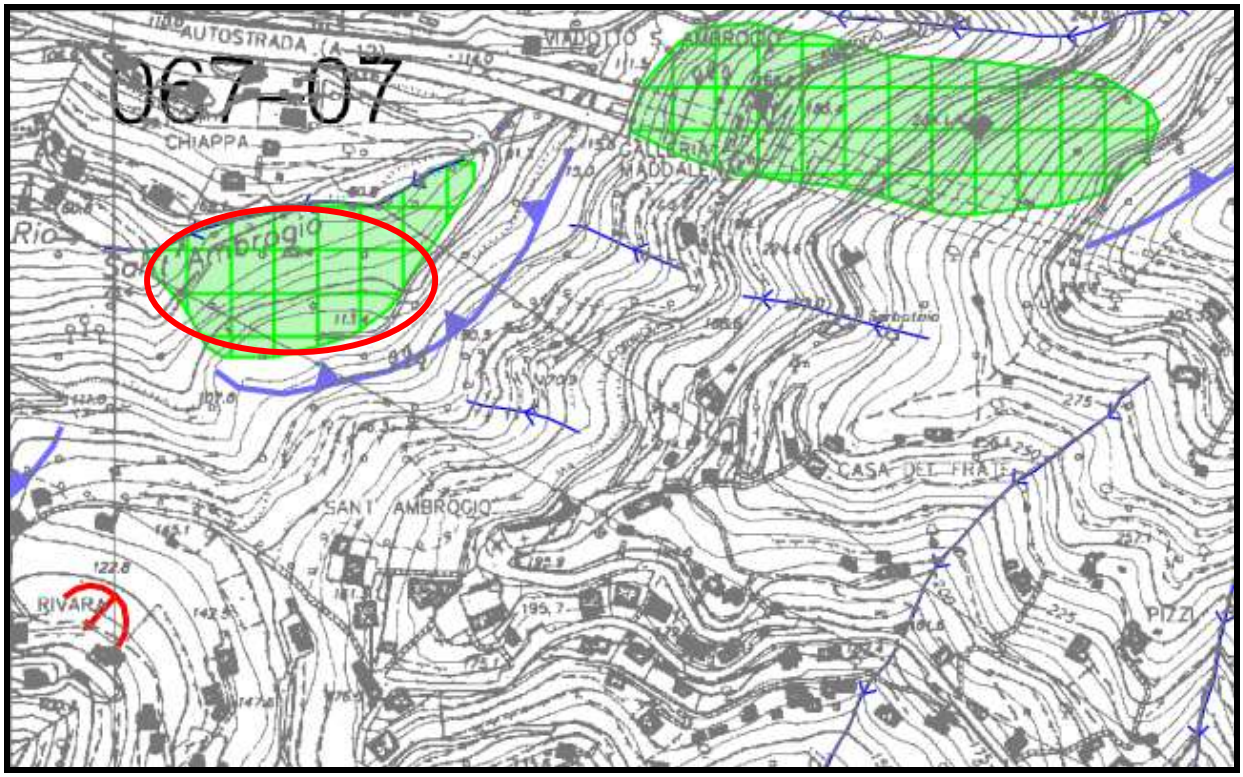
cg–POR	CONGLOMERATI (Conglomerato di Portofino)
cm–FAN	CALCARI MARNOSI (Calcari della Formazione di Monte Antola)
ma–LVG	MARNE (Formazione della Val Lavagna)
ag–LVG	ARGILLITI (Formazione della Val Lavagna)



Estratto da *Carta Geomorfologica,* Piano di Bacino Ambito 15

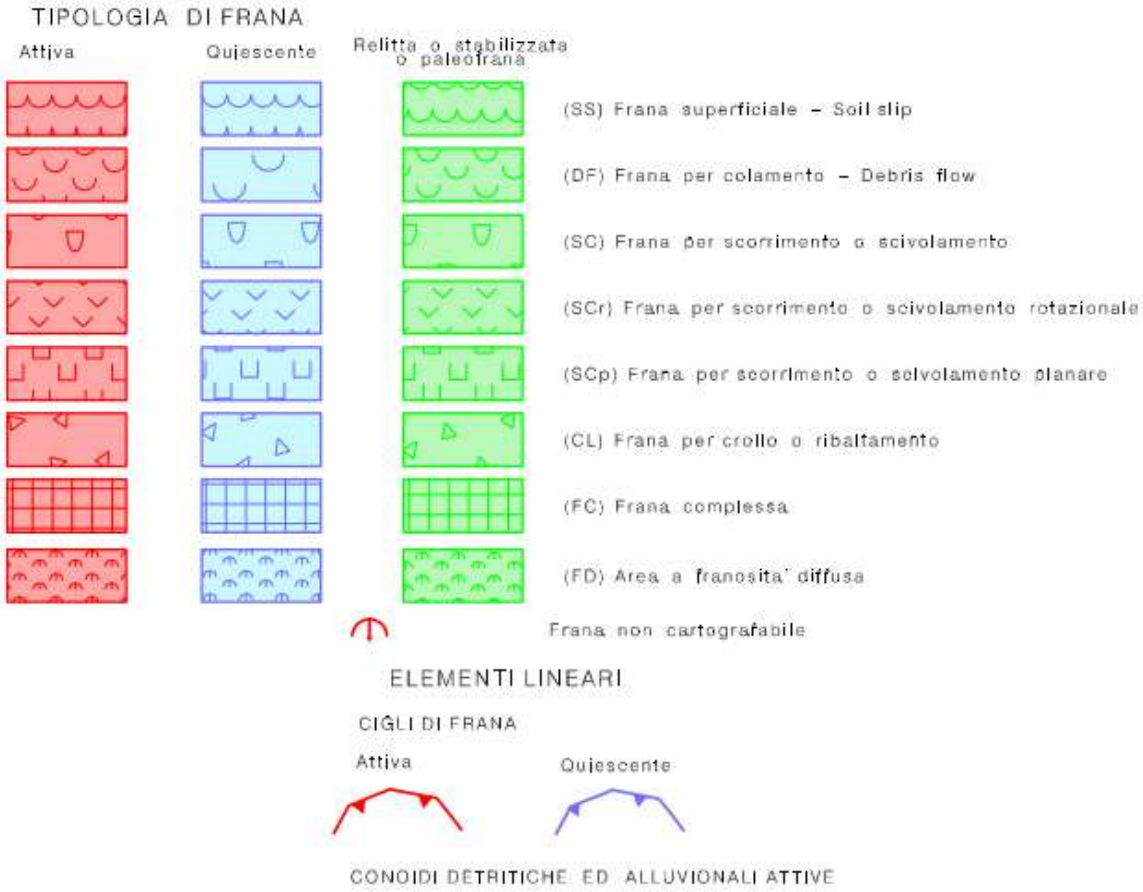
STRALCIO da LEGENDA

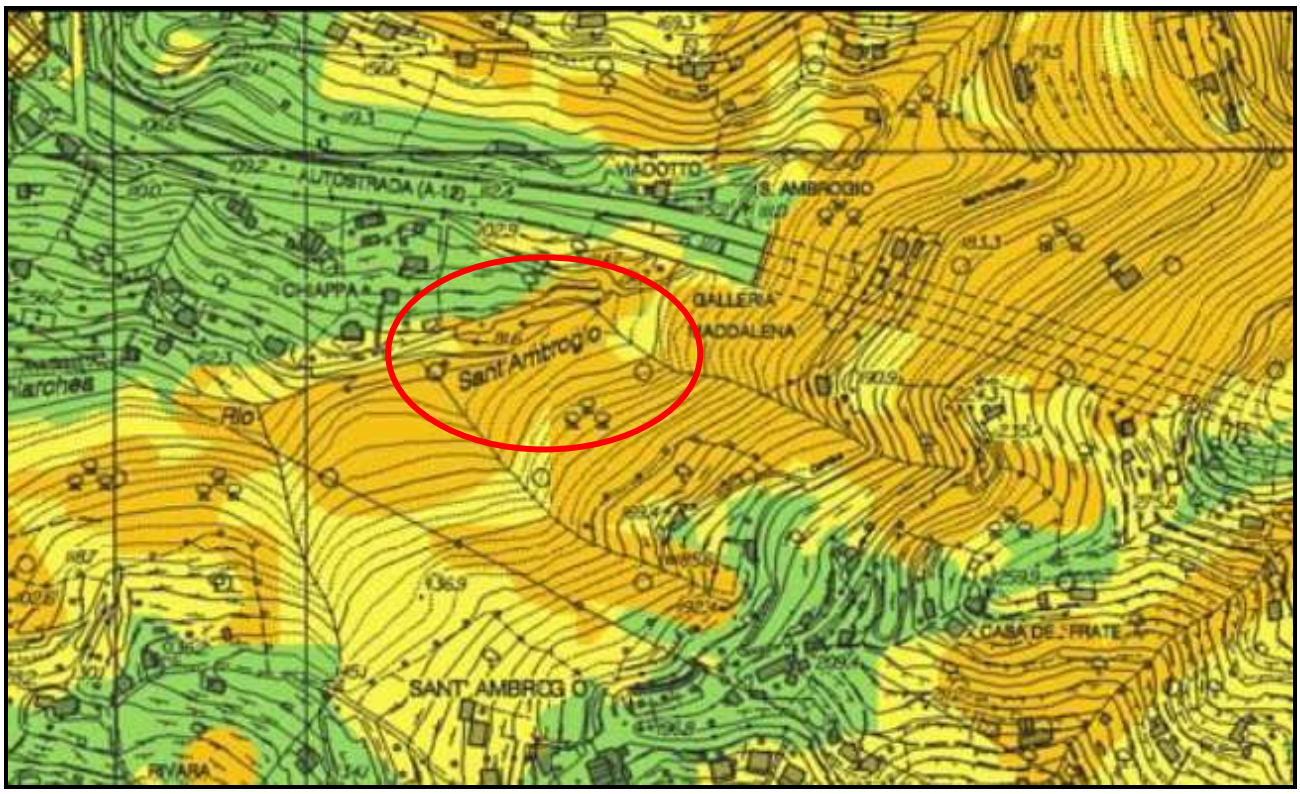




Estratto da *Carta della franosità reale* del Piano di Bacino Ambito 15

STRALCIO da LEGENDA

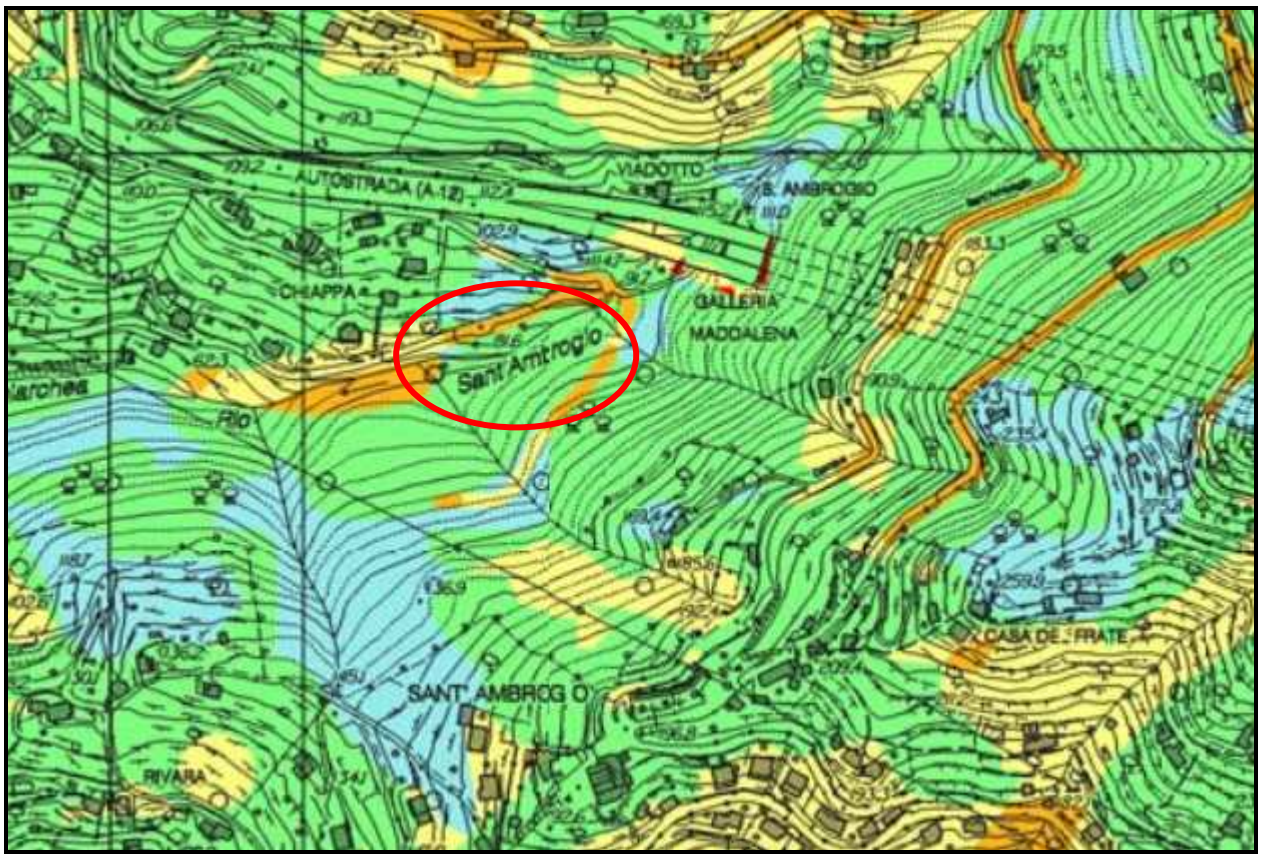




Estratto da *Carta della Suscettività al dissesto,* Piano di Bacino Ambito 15

STRALCIO da LEGENDA

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



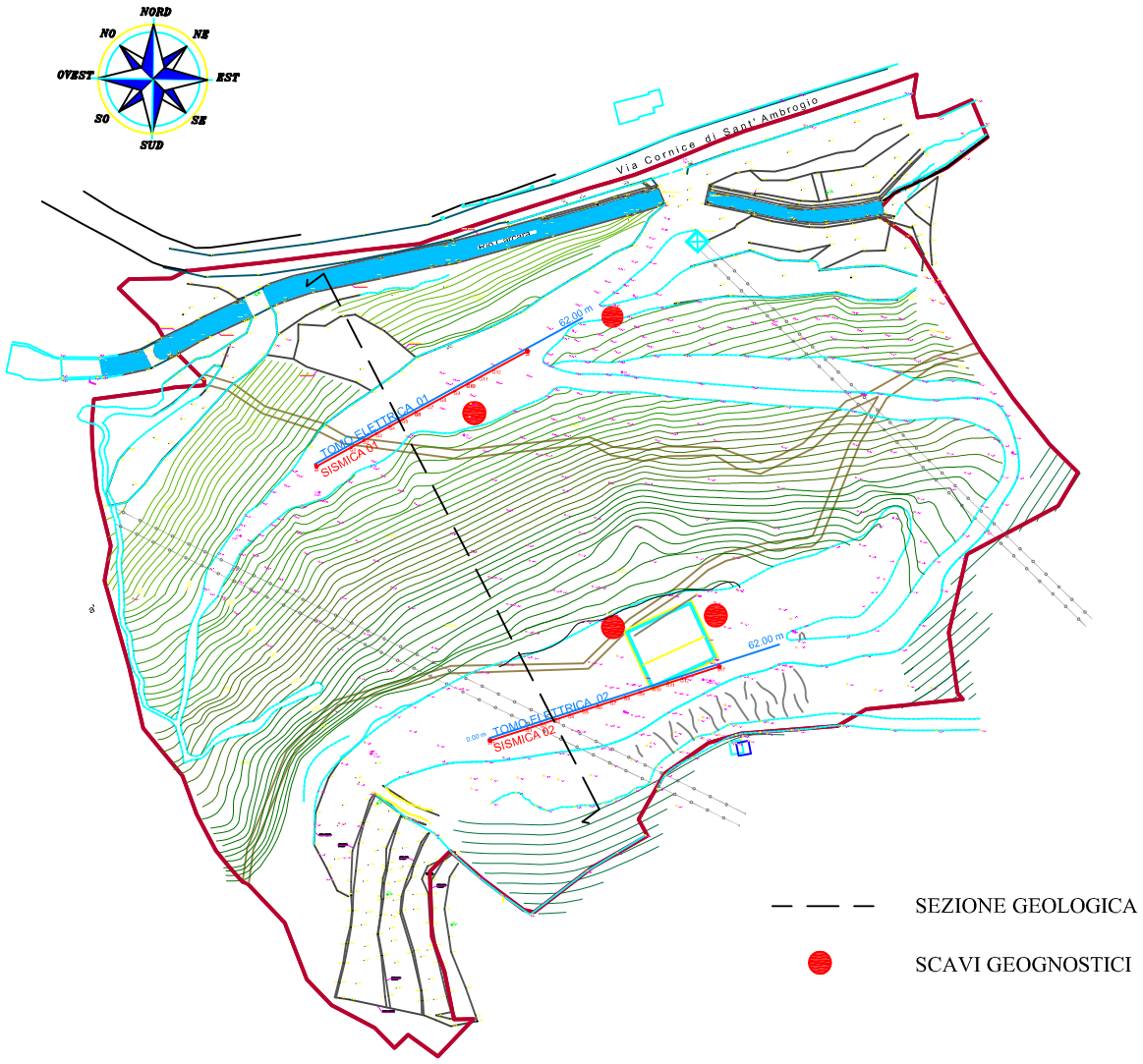
Estratto da *Carta del Rischio Geologico* del Piano di Bacino Ambito 15

STRALCIO da LEGENDA

CLASSI DI RISCHIO GEOLOGICO

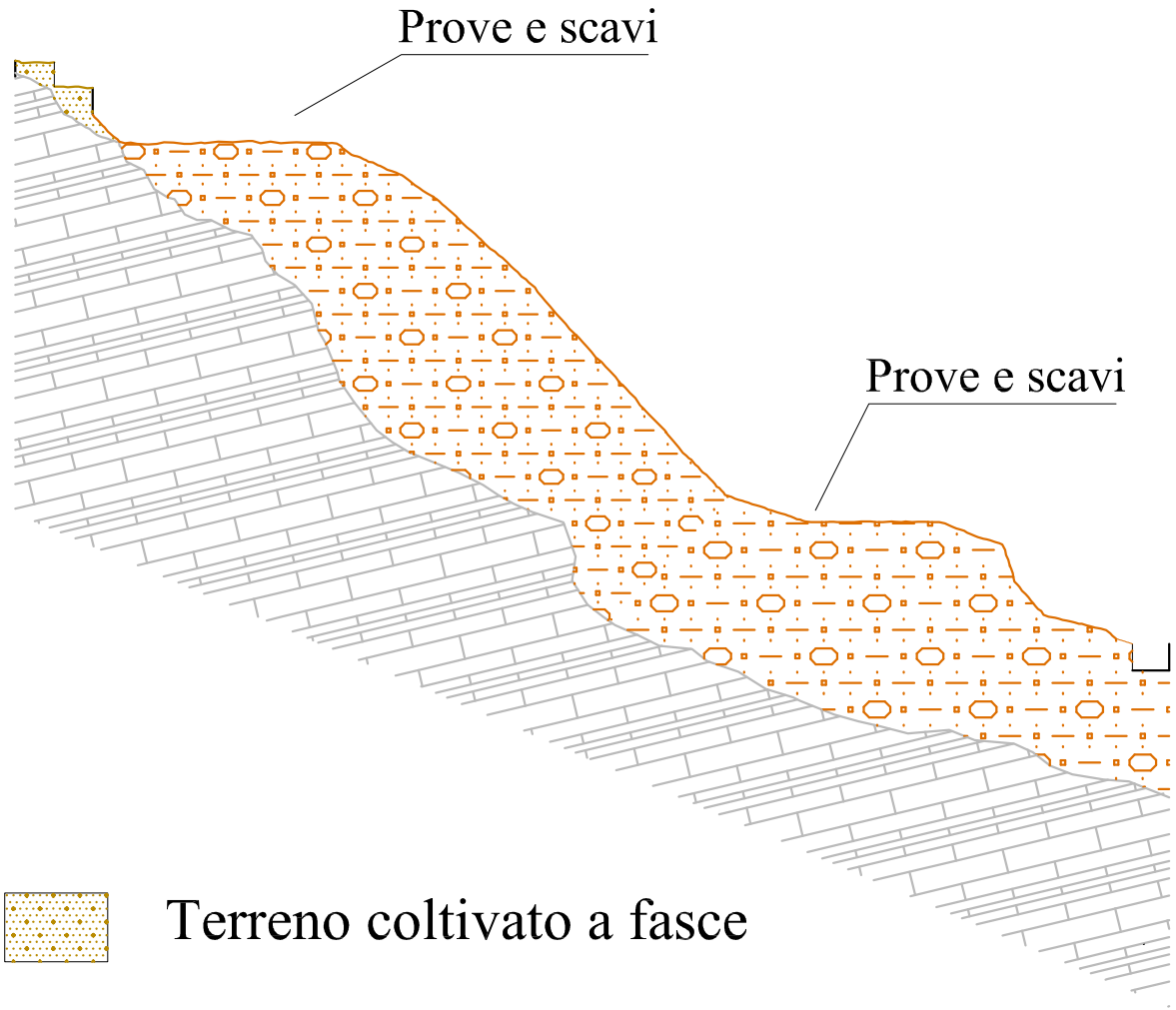
	MOLTO ELEVATO	R4
	ELEVATO	R3
	MEDIO	R2
	MODERATO	R1
	LIEVE O TRASCURABILE	R0

UBICAZIONE PROVE



SEZIONE STRATIGRAFICA INTERPRETATIVA

Scala 1:400





Terreno coltivato a fasce

Materiale detritico rimaneggiato e ben compatto, con blocchi calcareo marnosi di grosse dimensioni

Formazione dei Calcari marnosi dell'Antola





Stesa sismica n. 1 - piazzale quota inferiore





Stesa sismica n. 2 - piazzale quota superiore





Scavi geognostici n. 1 e n. 2 - piazzale quota superiore





Scavi geognostici n. 3 e n. 4 - piazzale quota inferiore





Risultato stratigrafico dello scavo n. 1





Risultato stratigrafico dello scavo n. 2





Risultato stratigrafico dello scavo n. 3





Risultato stratigrafico dello scavo n. 4