resGEO *studio associato di geologia di G. Rizzi e B. Musante*
via Delpino, 15-3 CHIAVARI (GE)
tel 0185-1871104 tel/fax 0185-1871271 email info@resgeo.it

COMUNE DI COGORNO
(Provincia di Genova)

INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO E MESSA IN SICUREZZA DEL CENTRO ABITATO IN LOCALITA' PANESI TRATTO TERMINALE RIO RONDANEA

(Piano di Bacino Stralcio-D.L.180-98 e ss.mm.ii. - Ambito 16 Fiume Entella)

PROGETTO PRELIMINARE

RELAZIONE GEOLOGICA

D.M. 14-01-2008 e Circolare n. 617 del 02-02-2009

COMMITTENTE: COMUNE DI COGORNO

PREPARATO DA	dott. geol. Giovanni Rizzi	TIMBRI	EMISSIONE	finale
			REVISIONE	01
CONTROLLATO DA	dott. geol. Barbara Musante		OSSERVAZIONI	
CHIAVARI ottobre 2014				

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol. GIOVANNI RIZZI
A.P. n. 129
data iscr. 19-6-1985

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol. BARBARA MUSANTE
A.P. n. 430
data iscr. 22-02-2000

res*GEO* *studio associato di geologia*
di G. Rizzi e B. Musante **PI/CF: 01920800990**

COMUNE DI COGORNO

(PROVINCIA DI GENOVA)

INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

E MESSA IN SICUREZZA DEL CENTRO ABITATO DI IN LOC. PANESI

TRATTO TERMINALE RIO RONDANEA

(Piano di Bacino Stralcio – D.L. 180/98 e ss.mm.ii. – Ambito 16 Fiume Entella)

PROGETTO PRELIMINARE

RELAZIONE GEOLOGICA

COMMITTENTE: COMUNE DI COGORNO

PROGETTISTA: Studio Associato Ing. Sergio Brizzolara – Ing. Stefano Sturla

Via delpino 15/3 – 16043 CHIAVARI (GE)
Tel 0185-1871104 Tel/fax 0185-1871271 info@resgeo.it

INDICE DEI CAPITOLI

1. *PREMESSE*
2. *INQUADRAMENTO NORMATIVO*
3. *INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO-IDROGEOLOGICO*
4. *VALUTAZIONI IN ORDINE AL POSSIBILE TRASPORTO SOLIDO*
5. *INDAGINI SISMICHE PREGRESSE*
6. *SONDAGGI GEOGNOSTICI PREGRESSI*
7. *CARATTERIZZAZIONE SISMICA*
8. *CRITICITA' ALLA LIQUEFAZIONE*
9. *CONCLUSIONI*

ALLEGATI

TAV. 1: COROGRAFIA

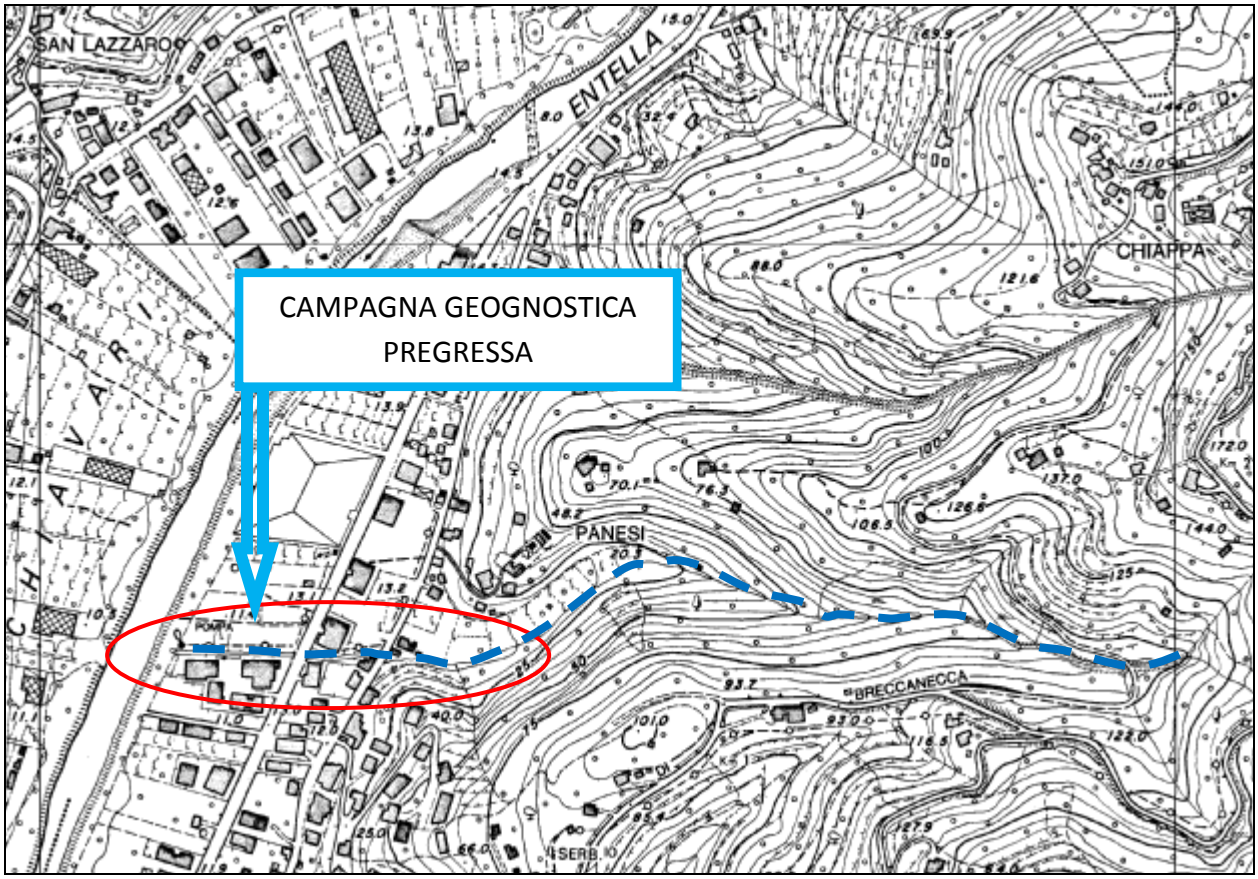
TAV. 2: STRALCIO DI CARTA GEOLOGICA - IDROGEOLOGICA

Via delpino 15/3 – 16043 CHIAVARI (GE)
Tel 0185-1871104 Tel/fax 0185-1871271 info@resgeo.it

1. PREMESSE

La presente relazione geologica è stata redatta a supporto della progettazione preliminare specificata in epigrafe, conseguente ai risultati dell'analisi di modellazione idraulica di stato attuale che mostra come il tratto terminale del rio Rondanea - nei suoi 500 metri a monte dello sbocco nel fiume Entella - risulti ampiamente insufficiente al deflusso delle portata di piena, anche per tempi di ritorno molto ridotti.

Il tratto più a monte risulta invece notevolmente incassato tra due versanti, non presentando pertanto particolari problematiche idrauliche.



TAV. 1: Corografia

settore di interesse

rio Rondanea

Via delpino 15/3 – 16043 CHIAVARI (GE)
Tel 0185-1871104 Tel/fax 0185-1871271 info@resgeo.it

L'area è caratterizzata da un tessuto urbano piuttosto continuo in un contesto a morfologia pianeggiante, tipica del fondovalle costituito dall'ampia piana associata al fiume Entella, in corrispondenza della conoide alluvionale relativa al tributario di sinistra rio Rondanea.

Al fine di fornire un inquadramento geologico - seppur preliminare - delle condizioni del territorio, sono state importati e riletti dati relativi a precedenti campagne geognostiche svolte dagli scriventi nello stesso ambito (cfr. Tav. 1 - corografia) per cui l'articolazione dell'indagine ha utilizzato:

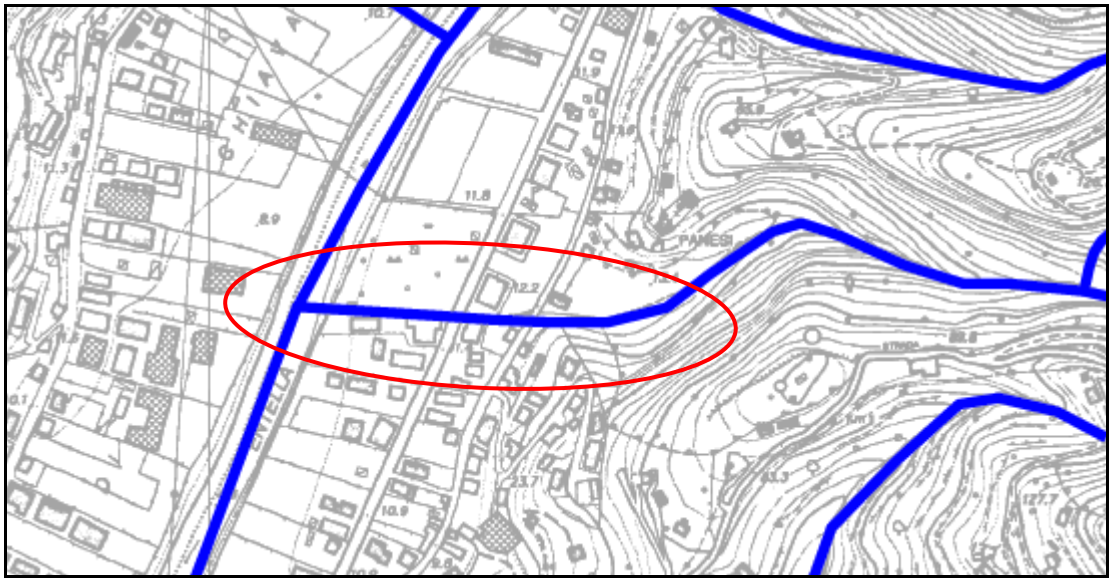
- Analisi bibliografia disponibile
- Rilevamento geologico-geomorfologico di superficie
- Sondaggi geognostici e relative prove geotecniche

2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

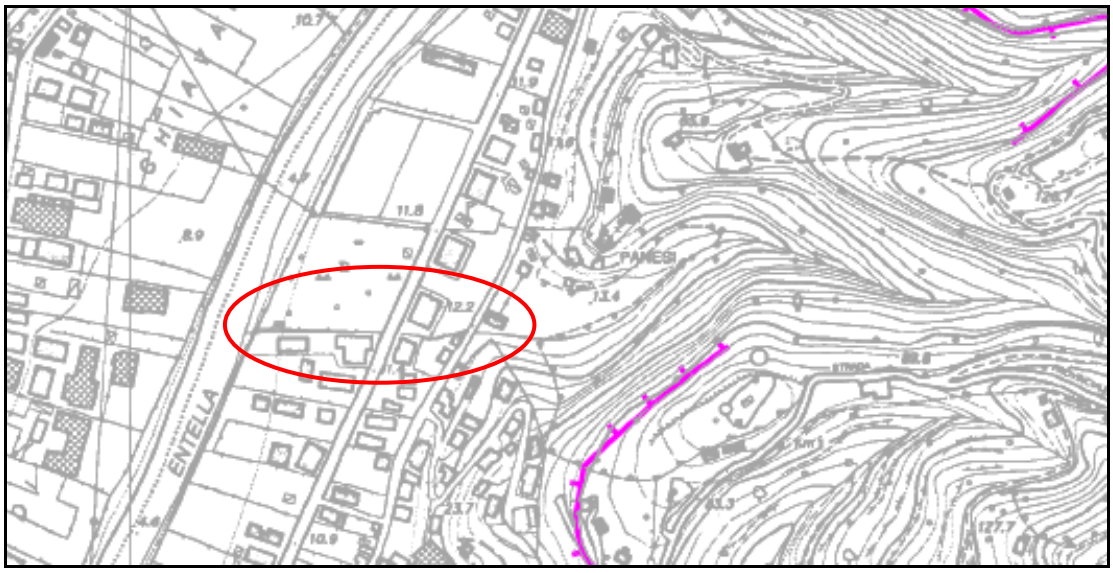
Per quanto attiene gli strumenti normativi vigenti è stata consultata la cartografia allegata al Piano di Bacino 180/98 (Ambito 16) che ha evidenziato le seguenti zonizzazioni:

Via delpino 15/3 – 16043 CHIAVARI (GE)
Tel 0185-1871104 Tel/fax 0185-1871271 info@resgeo.it

Carta della rete idrografica significativa: l'intervento interessa un tratto di rivo classificato nel reticolo idrografico, affluente di sinistra del Fiume Entella



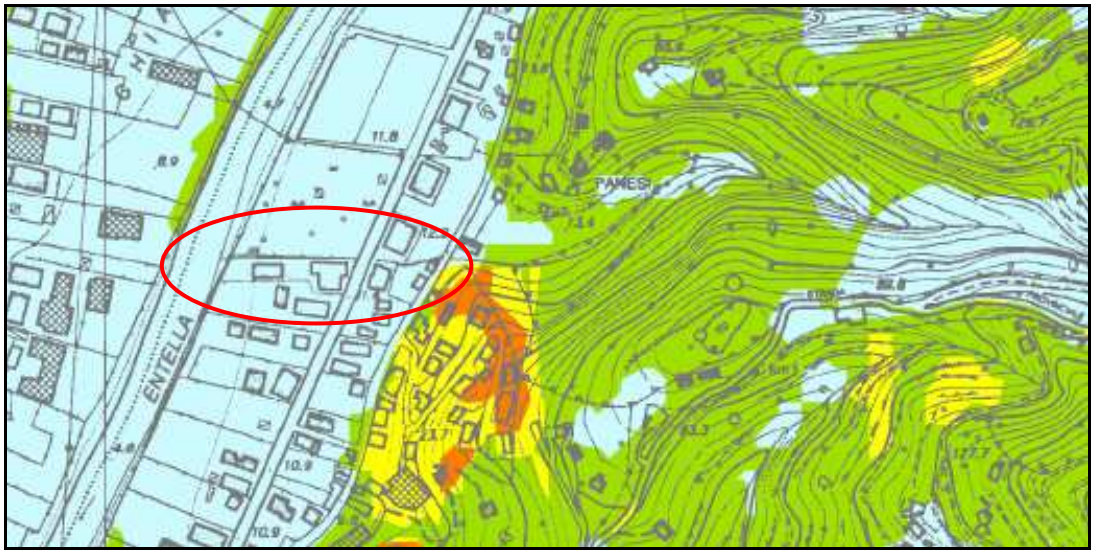
Carta della Franosità reale: in accordo con la morfologia dell'area non si riscontrano motivi di instabilità



Carta della Suscettività al Dissesto: l'area risulta a Suscettività molto bassa (**Pg0**), passante a medio-alta sul versante orografico sinistro del rio al suo innesto nell'impluvio retrostante la piana alluvionale



Carta del Rischio Geologico: area a Rischio lieve o trascurabile, salvo riconoscere le criticità in sponda sinistra già menzionate al punto precedente



Carta delle delle fasce di inondabilità: la zona è soggetta ad inondabilità per portate con tempi di ritorno cinquantennali



3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO-IDROGEOLOGICO

Lo schema geologico a scala territoriale propone una serie sedimentaria che si trova a contatto con le rocce verdi sul limite occidentale della zona ofiolitica della Val Graveglia e del Bargonasco, nell'entroterra della costa compresa tra Lavagna e Sestri Levante.

In corrispondenza di tale limite compaiono di volta in volta i vari tipi di ofioliti, i diaspri, i calcari a Calpionelle tipo maiolica, entrambi strettamente associati al primo termine della serie.

La serie geologica degli affioramenti ofiolitici di val Graveglia-Bargonasco è costituita, a partire dal termine più antico, da serpentiniti, gabbri, basalti, ai quali seguono i diaspri ed i calcari a Calpionella.

La serie cretacea, costituita da diversi livelli di Argilloscisti, Ardesie, Arenarie di M.te Ramaceto (compresa tra il Titoniano-Berriasiano e il Turoniano), si estende verso l'alto in continuità con la serie precedente e si sviluppa arealmente verso Ovest e Sud-Ovest a partire dal limite suddetto, modellando anche i rilievi retrostanti le cittadine di Lavagna, Cogorno e Chiavari.

La continuità della serie sedimentaria si interrompe in prossimità della Collina delle Grazie (Chiavari) e lungo l'incisione del retrostante rio Campodonico (affluente di destra del torrente Rupinaro) per l'affioramento della Formazione dei Flysch di Monte Antola, costituita da alternanze ritmiche di banchi calcareo-marnosi, arenarie micacee, argilloscisti e strati argilloso-marnosi.

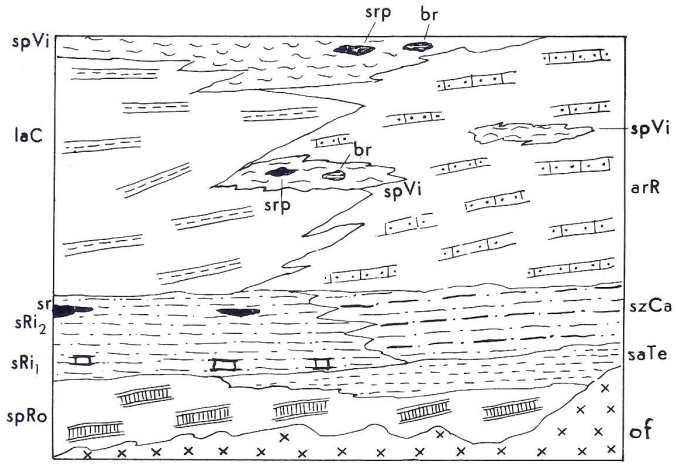
La Formazione dei Calcari di Monte Antola caratterizza inoltre, come noto, l'intero versante litoraneo tra Chiavari e Genova, salvo il localizzato mascheramento dovuto ai Conglomerati oligocenici di Portofino sull'omonimo promontorio.

Il settore di interesse è ubicato sulla sponda orografica sinistra del Fiume Entella, sull'estesa piana alluvionale che caratterizza il corso d'acqua stesso.

Sul versante in destra, opposto a quello di interesse (territorio di Chiavari), affiora la Formazione delle Argille a palombini mentre in sinistra (territorio di Cogorno), a partire dalle prime propaggini collinari, si riscontra il pendio costituito dalla Formazione delle Ardesie (Tav. 2), interrotta localmente e per un breve areale dalla facies degli Scisti argillosi manganesiferi, lastroidi con intercalazioni di scisti rossi e di arenarie quarzose compatte (R. Terranova: "La serie cretacea degli argilloscisti fra le valli dei Torrenti Entella e Petronio (Appennino Ligure)" - Atti dell'Istituto di Geologia dell'Università di Genova – Anno IV, 1966 – Volume I, Fascicolo I.

Dalla succitata pubblicazione viene di seguito proposto lo schema stratigrafico riassuntivo; in legenda vengono riportate le attuali attribuzioni formazionali.

Via delpino 15/3 – 16043 CHIAVARI (GE)
Tel 0185-1871104 Tel/fax 0185-1871271 info@resgeo.it



Dove:

F. delle Argilliti di Giaiette

spVi: Argilloscisti policromi con intercalazioni di scisti rossi (srp) e di brecce poligeniche (br) (S. Vittoria di Libiola)

F. delle Arenarie del M.te Gottero

arR: Arenarie di M.te Ramaceto

F. di Val Lavagna

laC: Ardesie, scisti marnoso-ardesiaci e scisti argilloso-marnosi con intercalazioni di arenarie, argilloscisti e calcareniti (M. Capenardo)

szCa: Scisti argillosi grigi e scisti argilloso-arenacei bruni alternanti (argilloscisti zonati di Castagnola)

sRi_2: Scisti argillosi manganesiferi, con intercalazioni di scisti rossi (sr) e di arenarie quarzose (Valle Rigone)

sRi_1: Scisti argillosi grigi con intercalazioni di calcari argillosi pseudopalombini (Valle Rigone)

saTe: Argilloscisti e scisti argilloso-arenacei con straterelli di fini arenarie (Terisso)

F. delle Argille a Palombini

spRo: Scisti argillosi e argilloso-marnosi con intercalazioni di calcari palombini (S. Rocco di Zerli)

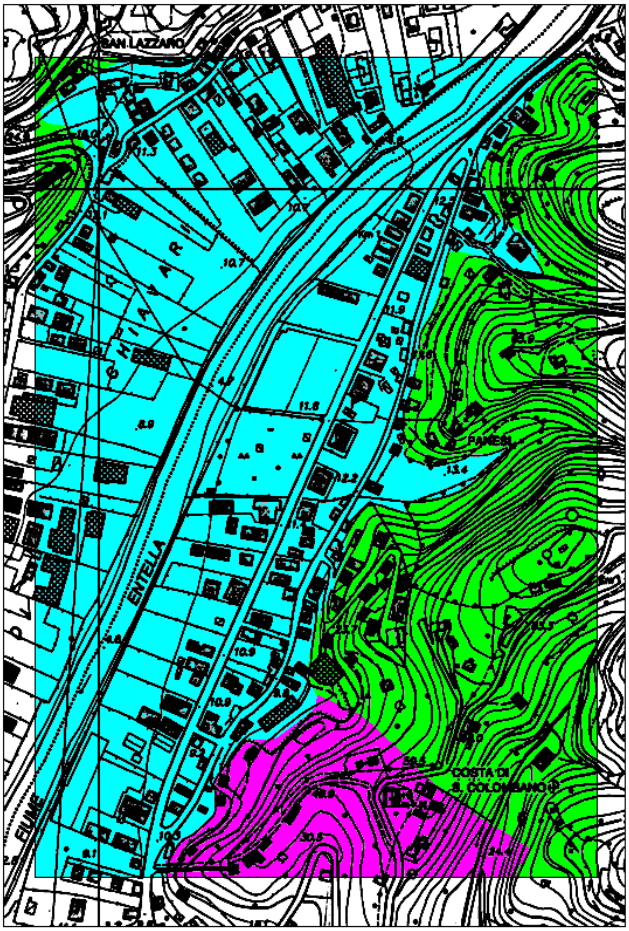
Basamento Ofiolitico

of: Ofioliti della Val Graveglia e del Bargonasco

Di seguito viene proposta una carta geologica-idrogeologica di dettaglio della zona su base C.T.R.

Via delpino 15/3 – 16043 CHIAVARI (GE)
Tel 0185-1871104 Tel/fax 0185-1871271 info@resgeo.it

TAV. 2: STRALCIO DI CARTA GEOLOGICA - IDROGEOLOGICA



Alluvioni recenti ed antiche.
Formazioni permeabili per porosità, con substrato generalmente impermeabile, localmente permeabile per fessurazione e fratturazione

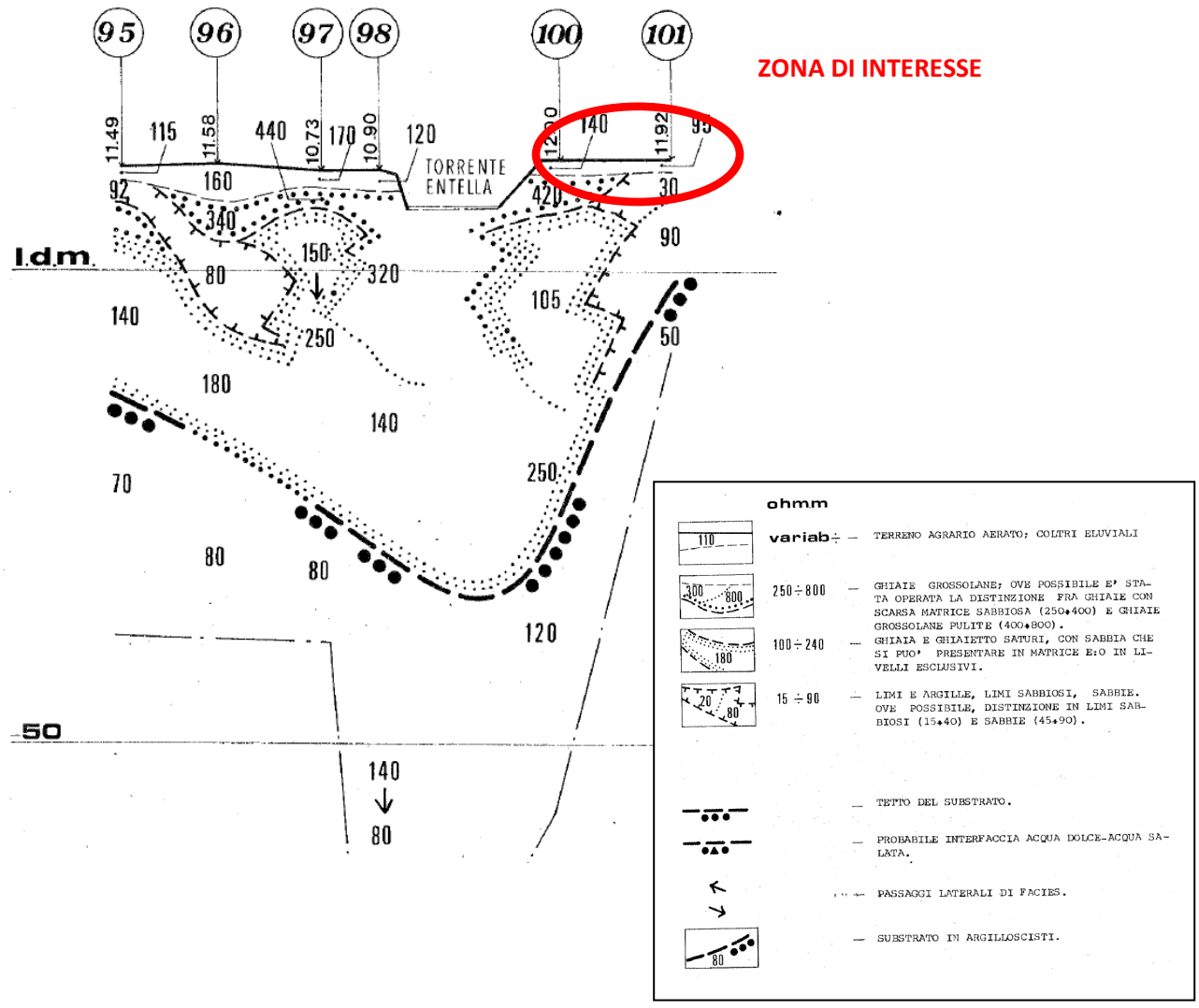
Formazione di Val Lavagna in Facies Marnosa (Membro delle Ardesie).
Formazioni permeabili, per fessurazione e fratturazione e localmente per porosità, in piccolo

Formazione di Val Lavagna in Facies Argilloscistosa.
Formazioni impermeabili, solo localmente semipermeabili per fessurazione e fratturazione

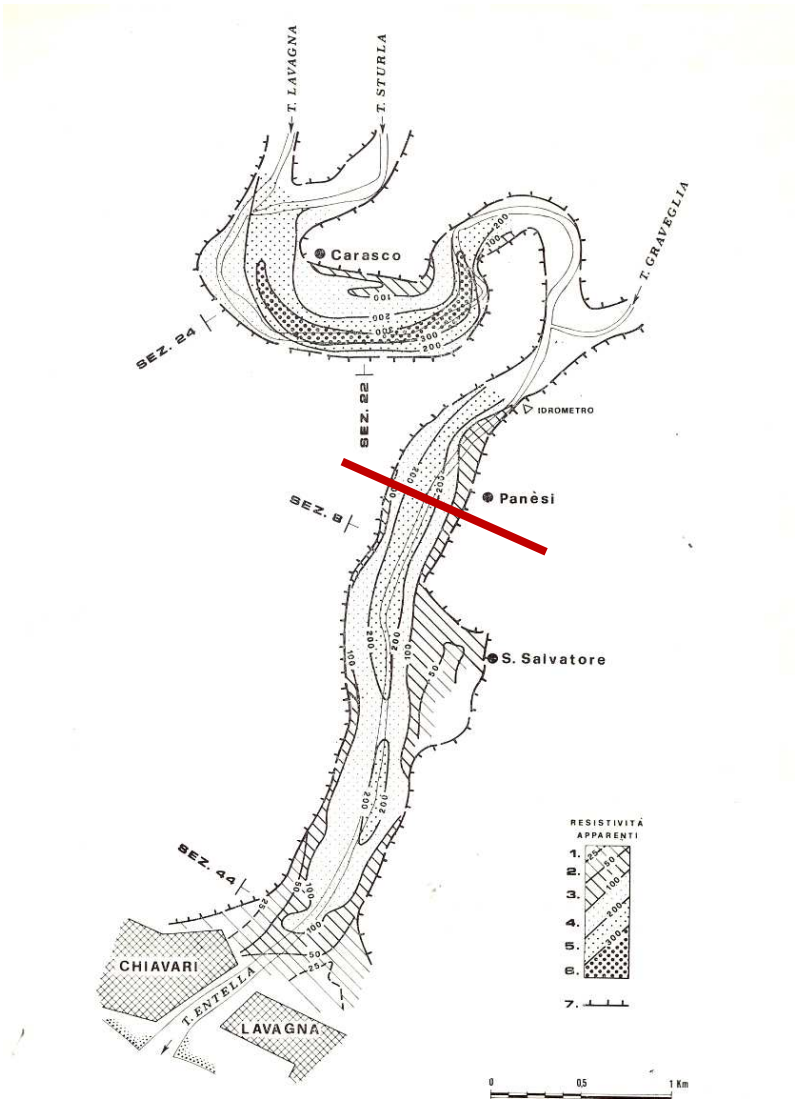
Via delpino 15/3 – 16043 CHIAVARI (GE)
Tel 0185-1871104 Tel/fax 0185-1871271 info@resgeo.it

Sotto il profilo geomorfologico, ricerche bibliografiche sulla piana dell'Entella permettono di estrapolare utili informazioni sia in ordine all'andamento del paleoalveo che in ordine alla granulometria delle alluvioni (Cortemiglia G.C., De Stefanis A., Marini M., Terranova R. - L'idrogeologia del bacino del T. Entella nel quadro di un programma di gestione e protezione delle falde acquifere nella Provincia di Genova – Atti del 3° Convegno internazionale sulle acque sotterranee – Palermo 1975).

Viene di seguito proposta una rappresentazione grafica delle situazioni geomorfologiche e stratigrafiche ipotizzabili lungo la piana, tratta dalla pubblicazione succitata (SEZ. 9 – Loc. Panesi).



Via delpino 15/3 – 16043 CHIAVARI (GE)
Tel 0185-1871104 Tel/fax 0185-1871271 info@resgeo.it



Carta delle resistività delle piane più importanti del T. Entella con delimitazione della pianura (linea a denti); nella scala delle resistività apparenti, i rigati si riferiscono a complessi prevalentemente argillosi, mentre i puntinati si riferiscono a complessi prevalentemente ghiaioso-ciottolosi.

L'estensione del profilo del bedrock verso il pendio retrostante la piana, lascia dunque immaginare un rapido ridimensionamento del materasso di copertura in termini di spessore.

4. VALUTAZIONI IN ORDINE AL POSSIBILE TRASPORTO SOLIDO

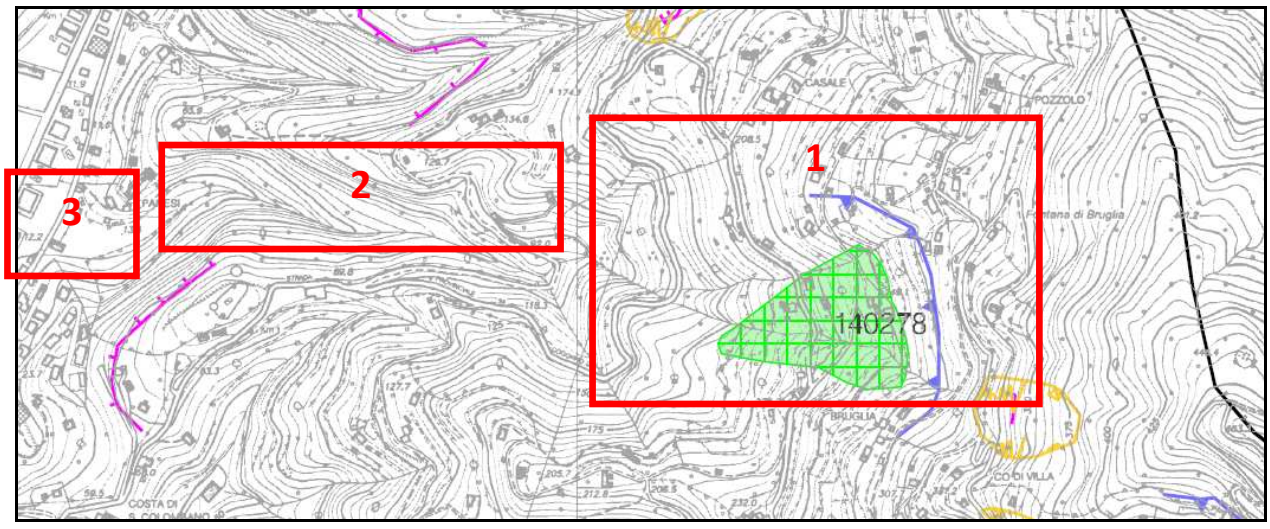
Uno degli aspetti più delicati in ordine all'idoneità delle sezioni idrauliche durante fenomeni alluvionali è rappresentato dal trasporto solido dei corsi d'acqua in funzione della "stabilità geomorfologica" dei pendii attraversati.

Il bacino del rio Rondanea ha origine sul crinale di Costa San Giacomo ed attraversa un versante caratterizzato da numerosi impluvi secondari variamente orientati cui corrispondono altrettanti fossi più o meno incisi.

Sostanzialmente l'asta torrentizia può essere suddivisa in tre zone:

- Quella a monte poco incisa
- Quella mediana particolarmente incisa e confinata da versanti particolarmente acclivi
- Quella terminale che scorre sulla piana alluvionale dell'Entella

La <u>prima zona</u> attraversa coltri di maggiore spessore, talvolta riconosciute dal Piano di Bacino come frane quiescenti, con possibilità di erosioni di fondo e smottamenti spondali.



La <u>seconda zona</u> è caratterizzata da una forte incisione del corso d'acqua che scorre frequentemente su roccia affiorante o subaffiorante e dove la forte acclività dei due opposti versanti orografici genera instabilità superficiali coinvolgenti anche il cappellaccio roccioso.

La terza zona costituisce il tratto terminale del rio che scorre sulla piana alluvionale pseudo pianeggiante ed è vulnerabile a depositi di materiali trasportati dalle acque anche in rapporto alla repentina diminuzione della pendenza del corso d'acqua.
Il territorio nelle prime due zone propone sistemazioni superficiali a terrazzi il cui stato manutentivo non appare sempre efficace e continuativo per cui non si possono escludere, in concomitanza di eventi meteorologici particolarmente sfavorevoli, cedimenti e traslazioni dei materiali contenuti dai muri di fascia in pietra.
Riguardo le caratteristiche del materiale eventualmente trasportato, per le ragioni anzidette esso sarà ascrivibile prevalentemente a coltri eluvio-colluviali (dunque medio-fine) ed a detriti conseguenti al crollo di muri di fascia.

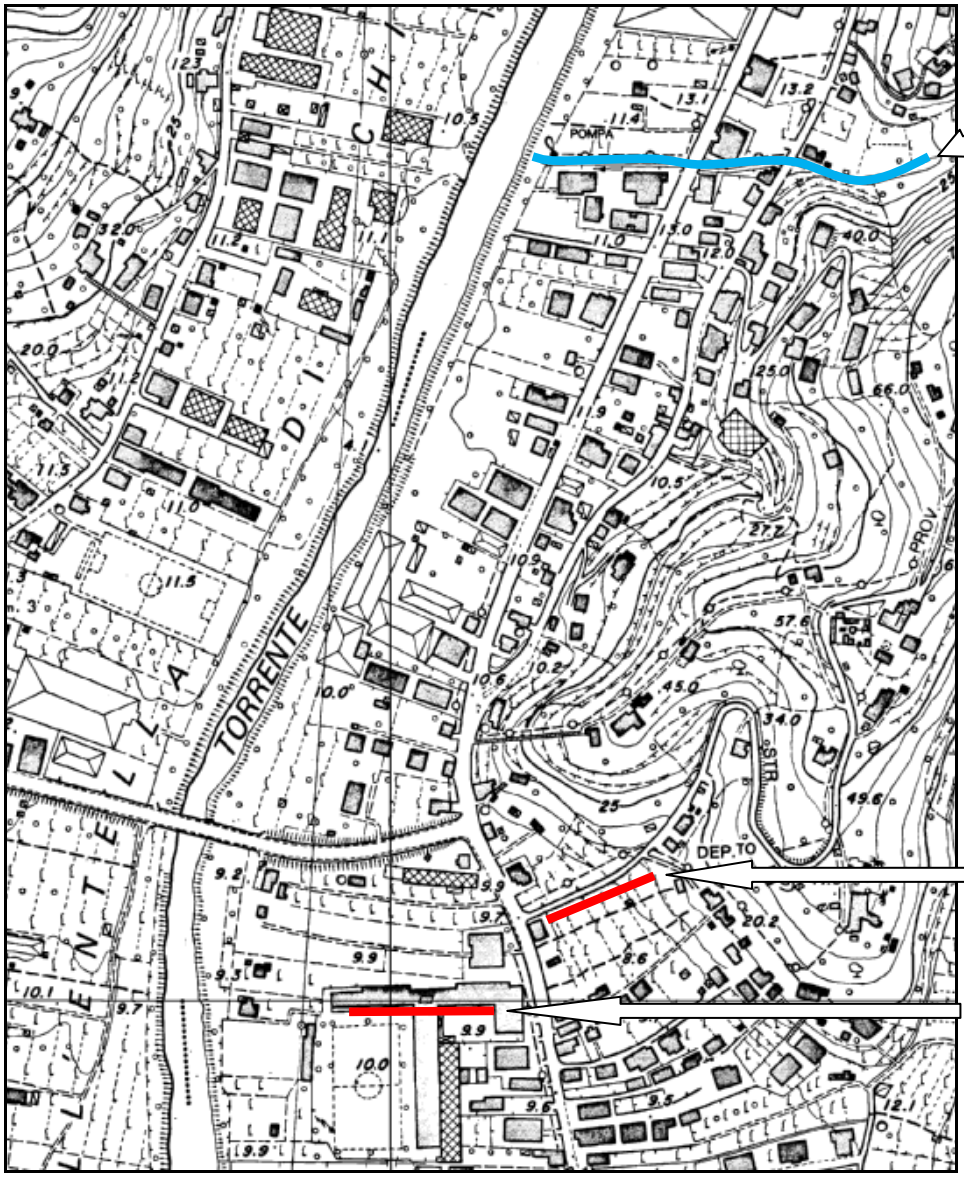
5. INDAGINE SISMICA PREGRESSA

Pur essendo nella fase di progettazione preliminare è parso utile fornire alcuni inquadramenti circa gli aspetti geologici applicativi che dovranno necessariamente essere affrontati nelle successive fasi di progettazione definitiva-esecutiva attraverso prospezioni dirette come si dirà nel prosieguo della narrativa.

Presso l'area di interesse non sono note prospezioni sismiche volte alla determinazione del parametro Vs30.

A mero scopo introduttivo dell'argomento viene dunque di seguito richiamato l'esito di due stese sismiche, la prima eseguita sulla piana alluvionale dell'Entella presso il "Villaggio del Ragazzo" di San Salvatore per l'adeguamento sismico di alcuni corpi dell'Istituto scolastico, la seconda poco distante dalla prima ma a monte della Provinciale, effettuata a supporto di interventi edificatori.

Si allega di seguito una planimetria esplicativa delle posizione delle due prospezioni.

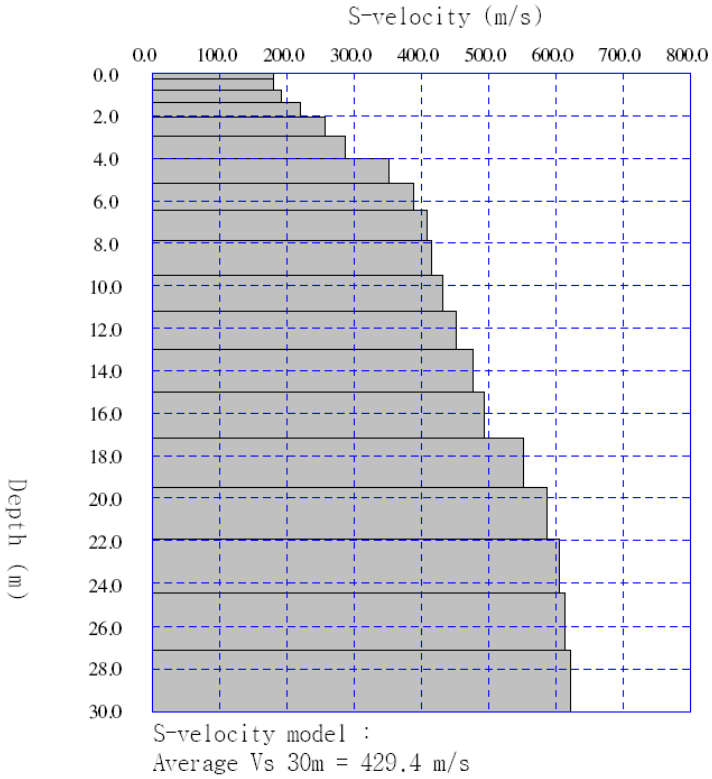


In entrambi i casi l'obiettivo principale è stata la determinazione della categoria del suolo di fondazione, così come previsto da normativa D.M. 14/01/2008 – N.T.C.

Nella prima postazione si è effettuata una prova MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) per ottenere il profilo verticale 1D (Sondaggio verticale) delle velocità Vs, onde consentire appunto la stima del parametro Vs30.



Ubicazione della stesa su fotografia da satellite



Il sondaggio va pensato come rappresentante la situazione media al di sotto della stesa: tra il p.c. e circa 5m di profondità si nota un primo forte gradiente di velocità, probabilmente dovuto alla costipazione dei sedimenti superficiali; oltre tale profondità le velocità aumentano gradualmente in maniera approssimativamente costante fino a 17m di profondità, dove una probabile interfaccia porta le velocità a superare i 500m/s.

Da tale profondità il gradiente tende ad appiattirsi. Questa seconda interfaccia può essere associata ad un netto cambio granulometrico con notevole aumento del contenuto granulare grossolano, ovvero potrebbe essere determinato dal passaggio ai livelli alterati e molto teneri del substrato roccioso.

In base ai valori di V_s presentati nel grafico precedente è possibile stimare il parametro Vs30 definito come la velocità media di propagazione delle onde di taglio nei primi 30m del sottosuolo secondo la seguente relazione:

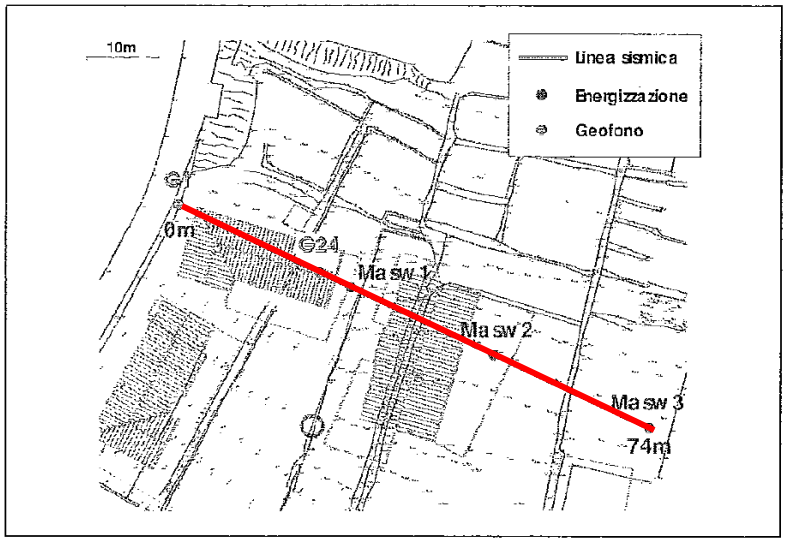
$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_i \frac{h_i}{V_i}}$$

h_i spessore strato *i*-esimo

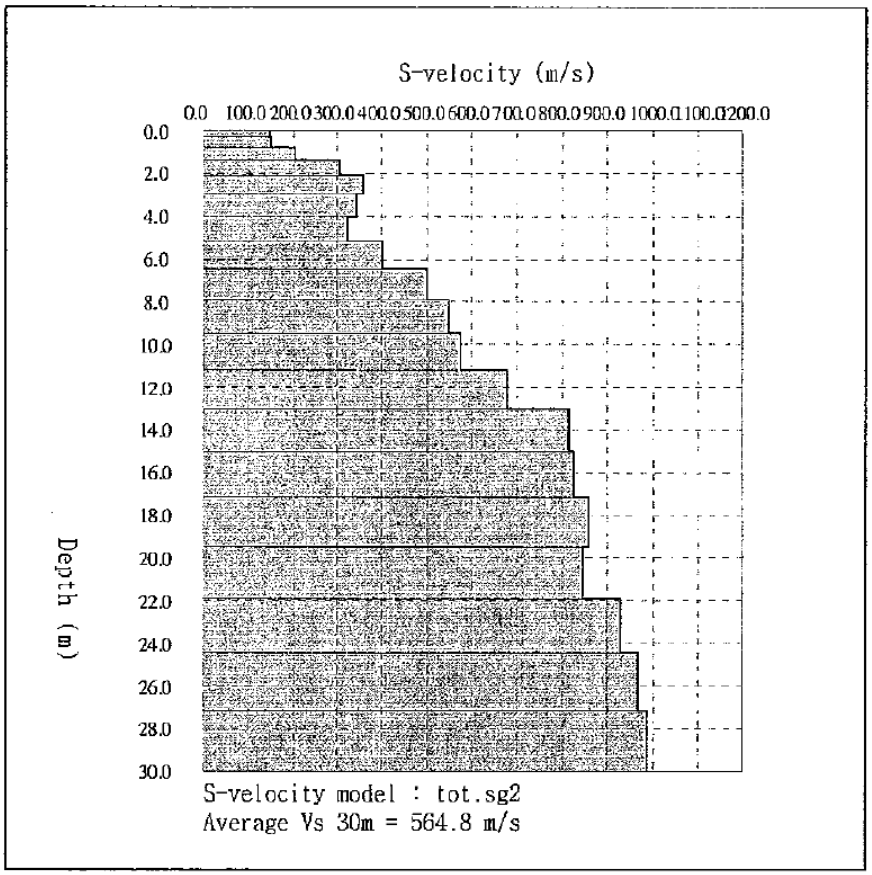
V_i velocità strato *i*-esimo

V_{s30} = 430m/s

Anche nella seconda postazione (in prossimità del passaggio tra la piana alluvionale ed il pendio retrostante) è stata eseguita una prova sismica di tipo MASW che ha consentito la determinazione delle Vs30 e di conseguenza la determinazione della Categoria del Suolo di Fondazione.



Ubicazione della stesa sismica



Anche in questo caso naturalmente la prospezione va pensata come rappresentante la situazione media al di sotto della stesa.

Tra il p.c. e circa 2m di profondità si nota un forte gradiente di velocità, probabilmente dovuto alla costipazione dei sedimenti limo-argillosi superficiali; da 2 a circa 6m si ha un orizzonte omogeneo, probabilmente corrispondente al livello eluvio-colluviale riscontrato nel sondaggio meccanico ivi eseguito; infine alla profondità di circa 6m si nota un forte gradiente di velocità, dovuto plausibilmente alla presenza del substrato roccioso.

In base ai valori di V_s presentati nel grafico precedente è possibile stimare il parametro Vs30 definito come la velocità media di propagazione delle onde di taglio nei primi 30m del sottosuolo secondo la seguente relazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_i \frac{h_i}{V_i}}$$

h_i spessore strato *i*-esimo

V_i velocità strato *i*-esimo

V_{s30} = 565m/s

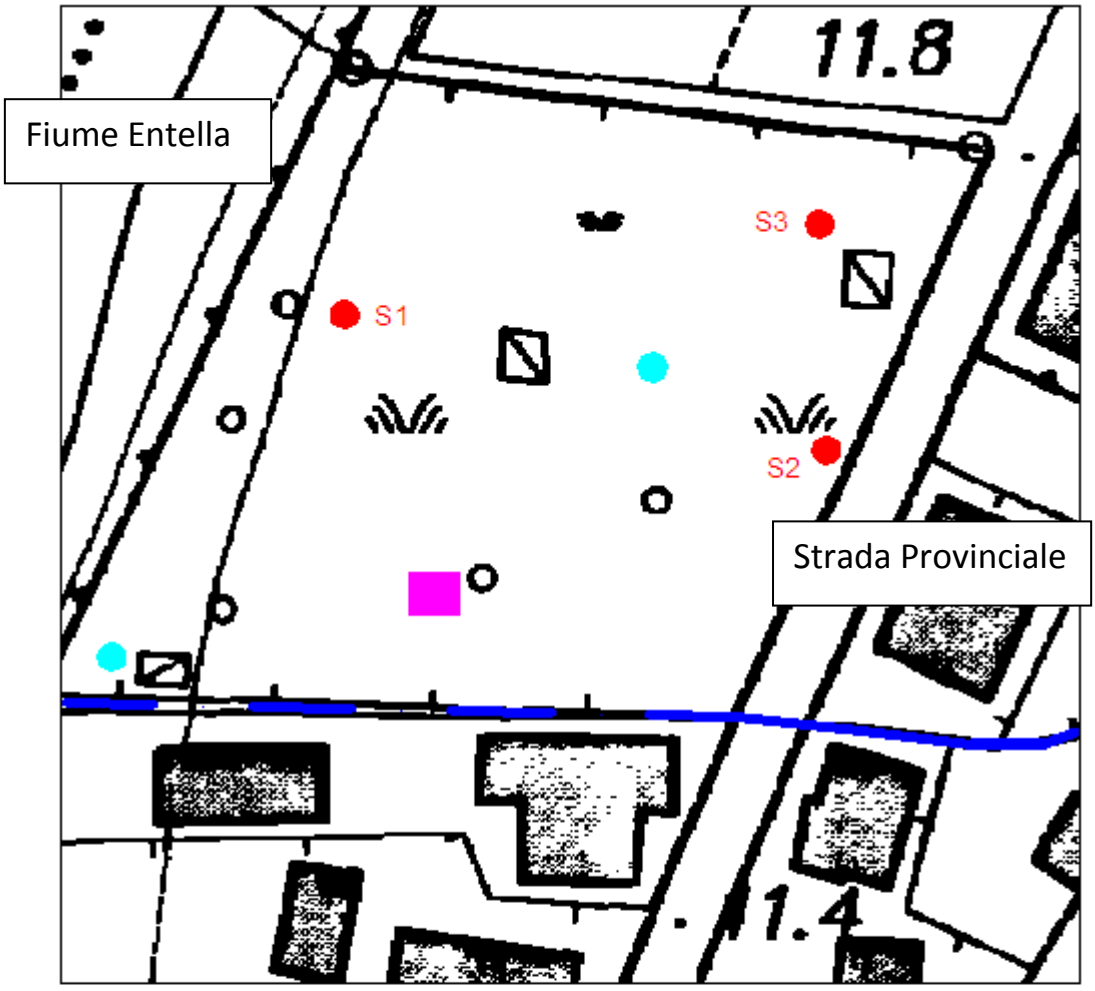
6. SONDAGGI GEOGNOSTICI PREGRESSI

Come per il capitolo precedente con la disamina di seguito introdotta si intende fornire un inquadramento stratigrafico e geotecnico desunto da campagne geognostiche pregresse svolte nella stessa zona.

Sono state dunque riesaminate le risultanze di indagini eseguite a corredo di altre pratiche edilizie che nel dettaglio consistono in:

- n°3 Sondaggi geognostici a carotaggio continuo (1998);
- esecuzione di prove classificative di laboratorio (1998);
- esecuzione di nuovo pozzo (2004);
- esecuzione di nuovo piezometro di controllo (2004);
- prove di emungimento (2004).

L'ubicazione delle prospezioni è riportata schematicamente nella planimetria seguente.



Ubicazione indicativa Nuovo Pozzo

Ubicazione indicativa Piezometro di controllo

Ubicazione indicativa Pozzi preesistenti

Ubicazione indicativa Sondaggi geognostici 1998

Tracciato indicativo tratto terminale rio Rondanea

Via delpino 15/3 – 16043 CHIAVARI (GE)
Tel 0185-1871104 Tel/fax 0185-1871271 info@resgeo.it

In particolare i tre sondaggi a carotaggio continuo citati, denominati S1 (attrezzato con piezometro), S2 ed S3, spinti rispettivamente alle profondità da pc di -36.00m, -7.00m e -32.00m, sono stati eseguiti a supporto del progetto per la realizzazione di fabbricati nel Comparto di Panesi.

I sondaggi S1 ed S3 hanno consentito il reperimento del bedrock lapideo alla base delle alluvioni.

Sul sondaggio verso l'Entella (S1) si sono evidenziate alluvioni medie e grossolane esclusive (seppur localmente in matrice limosa e/o argillosa) fino alla profondità di circa 13m; al di sotto di tale quota si sono rilevate alternanze tra strati porosi grossolani ed orizzonti argilloso-limosi (di spessore < 1m) con significativa componente sabbiosa e/o ciottolosa.

Sul sondaggio verso la Provinciale (S2) sono risultati prevalere orizzonti a componente argilloso-limosa con scheletro detritico molto subordinato su tutta la sezione fino alla profondità di 6m ove si è riconosciuto un aumento della frazione grossolana, soprattutto sabbiosa/ghiaiosa.

Sul sondaggio nella porzione Nord dell'area (S3) si è invece riscontrata la presenza di argille alle profondità 2,50-6,00m e 14,00m-23,00m da pc, livelli alternanti materiali granulari (da sabbie grossolane a ghiaietti, fino a ghiaie in prossimità del substrato).

Il sondaggio S1, attrezzato con piezometro ha consentito di rilevare la falda ad una profondità di circa 6,50m da pc.

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati prelevati alcuni campioni rimaneggiati sui quali sono state eseguite analisi di tipo classificativo (granulometrie e limiti di Atterberg).

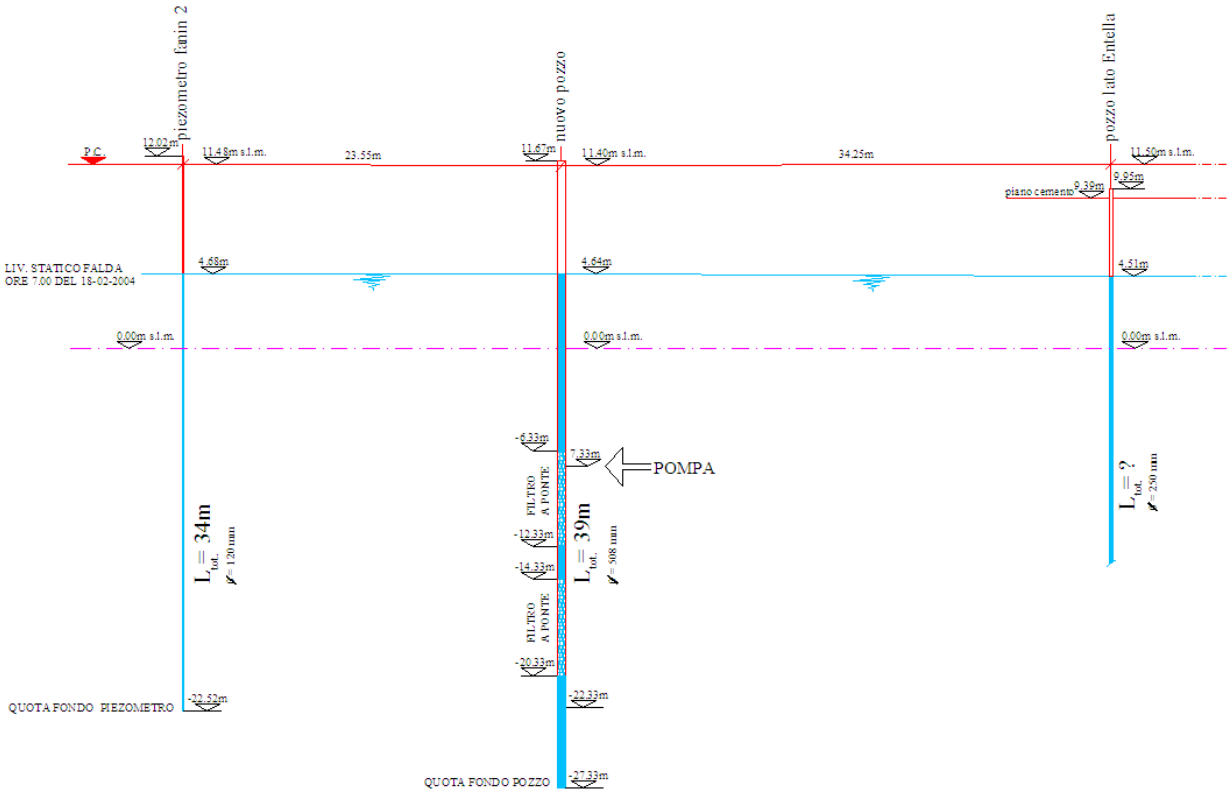
I risultati ottenuti dalle prove classificative di laboratorio sono sinteticamente riportati nella seguente tabella:

Campione	***S1 CF*** ***(13.60m-13.80m)***	***S1 CG*** ***(20.00m-20.45m)***	***S3 C1*** ***(16.50m-16.75m)***	***S3 C2*** ***(19.00m-19.30m)***
Ghiaia (%)	*15.65*	*9.84*	*0.00*	*0.00*
Sabbia (%)	*46.59*	*32.66*	*8.64*	*2.21*
P200 (%)	*37.76*	*57.50*	*91.36*	*97.79*
LL	*-*	*22*	*32*	*36*
LP	*-*	*18*	*24*	*27*
IP	*-*	*4*	*8*	*9*
Class. U.S.C.S	*SC-SM*	*CL-ML*	*ML*	*ML*

Le granulometrie hanno confermano sostanzialmente come la percentuale di frazione granulare (sabbia e ghiaia) diminuisca sensibilmente passando da S1 ad S3 (dalla sponda dell'Entella verso la Provinciale).

Contestualmente all'edificazione dei fabbricati, è stato realizzato un nuovo pozzo per l'attingimento di acqua destinate al consumo umano ad integrazione degli impianti già esistenti (cfr. Planimetria precedente con l'ubicazione dei sondaggi e dei pozzi).

Viene di seguito allegata una sezione schematica significativa dei reciproci rapporti tra la falda e le profondità di emungimento.



7. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Ai sensi dell'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 marzo 2003 ("Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche") e della successiva DGR n°1362 del 19/11/2010 il territorio comunale di Cogorno ricade in zona sismica 3 con pga = 0,15g.

La normativa tecnica, ai fini del calcolo dell'azione sismica, prescrive di determinare la categoria del suolo di fondazione; nel caso specifico, in base ai risultati della prospezione sismica, è possibile associare in prima analisi gli orizzonti stratigrafici individuati nel corso delle indagini alla categoria "B".

Categoria	Descrizione
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	*Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m,* posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante approccio "sito dipendente" attraverso la determinazione dei parametri sismici.

Si fornisce di seguito un breve inquadramento sismico del territorio di interesse con riferimento ad una zona centrale rispetto allo sviluppo planimetrico del rio indagato.

PARAMETRI SISMICI:

Classe d'uso: II

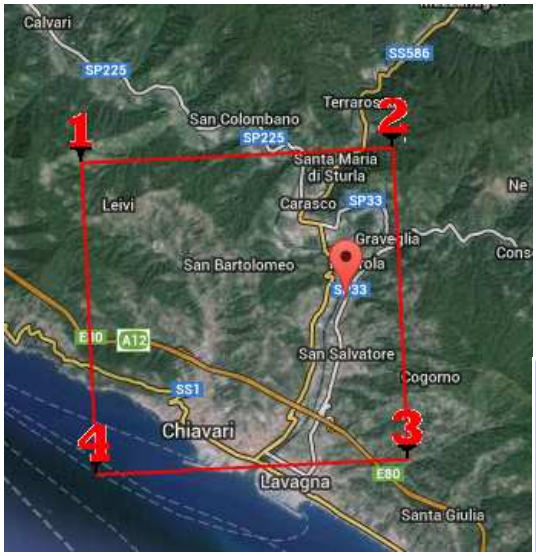
Vita nominale: 50 anni

Coefficiente cu: 1

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1 – Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media *"i"* minore o uguale a 15°

SITO IN ESAME



(1)* Coordinate WGS84

Lat. 44,337723 ° Long. 9,3532817 °

(1)* Coordinate ED50

Lat. 44,338684 ° Long. 9,354317 °

SITI DI RIFERIMENTO (COORD. ED50)

	ID	LAT.	LONG.	DISTANZA (m)
SITO1	17145	44.3607	9.2949	5321,145
SITO2	17146	44.3631	9.3646	2836,882
SITO3	17368	44.3132	9.3680	3036,362
SITO4	17367	44.3107	9.2982	5437,554

8. CRITICITA' ALLA LIQUEFAZIONE

Per quanto riguarda la criticità alla liquefazione bisogna specificare come, in accordo con il D.M. 14/01/2008, tale verifica può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti cinque circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;

2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.1g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15m da pc, per piano di campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata (N1)60 >30;
5. distribuzione granulometrica esterna ai fusi granulometrici di riferimento riportati in Normativa in funzione del coefficiente di uniformità (Uc).

Si è dunque ritenuto opportuno eseguire una preliminare verifica della magnitudo M attesa nei quattro siti di riferimento in relazione allo stato limite SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita) così come indicato in normativa, a tal fine è stata consultata la mappa di pericolosità sismica disponibile sul sito dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) nonchè i grafici di disaggregazione della pericolosità sismica.

A scopo chiarificativo si riporta sinteticamente un estratto dell'articolo: "Disaggregazione della pericolosità sismica in termini di M-R-ε" - D. Spallarossa, S. Barani - Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Università di Genova.

La disaggregazione (o deaggregazione) della pericolosità sismica (McGuire, 1995; Bazzurro and Cornell, 1999) è un'operazione che consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito. La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M. Espresso in altri termini il processo di disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso. Analogamente alla disaggregazione in M-R è possibile definire la disaggregazione tridimensionale in M-R-ε dove ε rappresenta il numero di deviazioni standard per cui lo scuotimento (logaritmico) devia dal valore mediano predetto da una data legge di attenuazione dati M ed R. Lo studio affronta la disaggregazione della pericolosità sismica italiana (Gruppo di Lavoro MPS, 2004). L'analisi di disaggregazione è stata condotta per 16852 siti

corrispondenti ai nodi della griglia adottata per la redazione delle mappe di pericolosità sismica del territorio nazionale (Gruppo di Lavoro MPS, 2004). Le mappe conclusive di pericolosità sismica, ottenute impiegando il formalismo ad albero logico, sono state elaborate in termini di mediana della distribuzione dei valori di pericolosità anziché in termini di valori medi. Pertanto la disaggregazione è stata condotta adottando quali input i modelli ed i valori dei parametri lungo il ramo dell'albero logico a cui corrispondono i valori di pericolosità più prossimi a quelli mediani di riferimento. In particolare, sono stati disaggregati i valori mediani di scuotimento (relativi a suolo rigido), espresso in termini di accelerazione orizzontale di picco (PGA), corrispondenti a 9 periodi di ritorno (RP): 30, 50, 72, 100, 140, 200, 475, 1000 e 2500 anni. Per ciascun sito, i risultati sono stati restituiti in termini di distribuzioni M-R-ε da cui sono stati ricavati i valori medi e modali di tali parametri. Da questi sono state elaborate le mappe di M, R ed ε per l'intero territorio nazionale. I risultati evidenziano che all'aumentare del periodo di ritorno aumenta il contributo alla pericolosità di un dato sito da parte di terremoti forti a brevi distanze. I risultati ottenuti nello studio possono risultare utili nella selezione di accelerogrammi a scopi di progettazione e/o per analisi dinamiche (es. analisi numeriche di risposta sismica locale).

Si riportano dunque i risultati delle analisi effettuate:

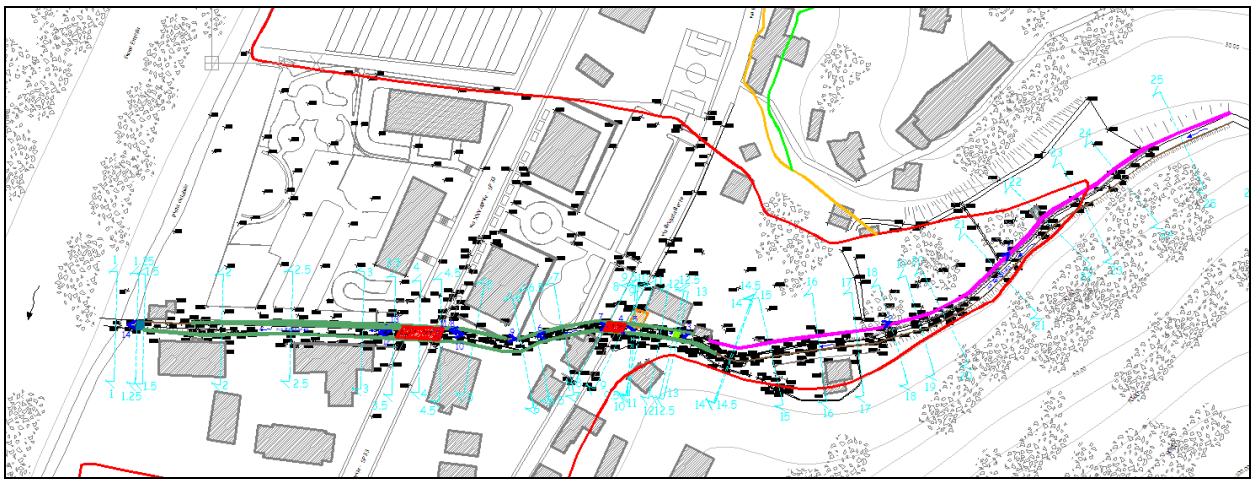
	ID	Magnitudo M	Distanza (km)	ε
SITO1	17145	4.86	14.000	0.770
SITO2	17146	4.87	12.300	0.902
SITO3	17368	4.84	12.200	0.792
SITO4	17367	4.85	14.600	0.736

Nei siti di riferimento risulta quindi che la magnitudo attesa in riferimento allo SLV è sempre minore di 5 di conseguenza in prima analisi si può ipotizzare l'omissione della verifica alla liquefazione.

9. CONCLUSIONI

Il complesso di indagini effettuate e di dati ottenuti ha consentito di ricavare un preliminare modello geologico del sito che potrà essere utilizzato per la progettazione preliminare delle opere previste e che rappresenterà una base conoscitiva su cui impostare gli approfondimenti geognostici necessari nelle successive fasi di progettazione definitiva-esecutiva.

Come meglio descritto negli elaborati progettuali, a seguito delle verifiche idrauliche eseguite dagli ingegneri incaricati, sono state previste le seguenti opere:



1) realizzazione di <u>allargamenti delle sezioni</u> in destra idraulica e conseguente predisposizione di nuova arginatura (il tutto finalizzato al contenimento della portata di tempo di ritorno duecentennale) nel tratto a monte della sezione idraulica numero 14, per una lunghezza pari a circa 200 metri. Tale tratto risulta allo stato attuale caratterizzato da arginature estremamente irregolari e di altezza molto limitata, a tergo delle quali si estende una piana

coltivata, mentre in sinistra idraulica si registra la presenza di un versante estremamente acclive per i circa 150 metri di monte e di un muro di delimitazione di un'abitazione di altezza decisamente più elevata;

2) realizzazione di allargamenti delle sezioni nel tratto sino all'attraversamento di via Brigata Berto, inizialmente in sinistra idraulica sfruttando lo spazio al di sotto della viabilità privata di accesso ad alcune abitazioni e dunque da ripristinare con un modesto sbalzo e successivamente in destra idraulica andando a delocalizzare un fabbricato attualmente in disuso;
3) realizzazione, nel tratto a monte del ponte di via Brigata Berto, di una nuova briglia atta a garantire un salto di fondo di altezza pari a circa 1.00 ml, con abbassamento del fondo dell'alveo di circa 1.00 ml riducendo il salto attualmente presente in corrispondenza del ponticello di attraversamento della pista ciclabile esistente in sponda sinistra del fiume Entella (estensione del tratto pari a circa 200 ml);
4) realizzazione di allargamenti delle sezioni in sinistra e destra idraulica (larghezza di progetto compresa tra 3.00 e 4.50 ml) nel tratto a valle di via Brigata Berto, sino allo sfocio nel fiume Entella. Nel tratto a valle dell'attraversamento della viabilità provinciale, stante l'impossibilità di restringere le due viabilità parallele al rio si dovrà provvedere a realizzare un breve tratto con un doppio sbalzo, in sinistra e destra idraulica;
5) rifacimento dei due attraversamenti del rio Rondanea (via Brigata Berto e S.P. n° 33) attualmente caratterizzati entrambi da sezione di deflusso praticamente inesistente e costituenti elemento critico anche in relazione al possibile trasporto solido associato alle piene. Tale intervento potrà comportare interruzione totale o parziale delle viabilità medesime e sarà dunque da effettuarsi non in contemporanea, in modo da garantire sempre la possibilità del collegamento tra San salvatore di Cogorno e la val Graveglia;
6) esecuzione di una briglia di ritenuta del materiale solido ubicata ove si registra il termine del tratto ad elevata pendenza e con sezioni incassate tra i versanti;
7) diffusa pulizia dell'alveo attuale del rio Rondanea, con taglio della vegetazione attualmente riscontrabile in quantità assai rilevante in alveo.

Via delpino 15/3 – 16043 CHIAVARI (GE)
Tel 0185-1871104 Tel/fax 0185-1871271 info@resgeo.it

Circa la tipologia degli interventi, nel progetto preliminare potranno essere utilizzati in prima analisi i dati proposti al Cap. 5 del presente lavoro, nelle more degli accertamenti geognostici diretti da eseguirsi successivamente.

Riguardo tale aspetto, da avviarsi prima delle fasi successive di progettazione e da programmare ai sensi del D.M. 14/01/2008 e Circolare n. 617 del 02/02/2009, si suggerisce l'esecuzione di sondaggi geognostici a carotaggio continuo laddove gli interventi appaiono più invasivi in rapporto alla loro interferenza con preesistenze edilizie e dove, conseguentemente, si renderanno necessari provvedimenti tecnici cautelativi configurati eventualmente in soluzioni speciali (paratie di micropali, ecc.).

Ulteriori affinamenti geognostici dovranno poi essere assicurati in corso d'opera mediante una assistenza geologica a compendio delle azioni della D.L. anche al fine di risolvere eventuali problematiche geologico-geotecniche che dovessero sorgere durante i lavori.

Per quanto attiene infine il trattamento dei materiali eccedenti provenienti dagli scavi, si rimanda alla normativa di Legge vigente.

Si specifica peraltro che l'area è costituita da rimaneggiamenti superficiali e sottostanti depositi alluvionali entro i quali le prospezioni effettuate in passato non hanno denunciato significative frazioni di rocce verdi (serpentiniti, serpentinoscisti, eclogiti, anfiboliti, gabbri, metagabbri, basalti, metabasalti e terreni da esse derivati) e dunque di litologie che potrebbero determinare contaminazione.

Chiavari, Ottobre 2014



Dott. geol. Giovanni Rizzi



dott. geol. Barbara Musante