

## PREMESSA

La presente relazione geologica è stata predisposta a corredo del progetto di riqualificazione del polo scolastico provinciale “ex-Istituto Alberghiero Marco Polo”, sito in via Speroni a Recco.

## INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'area in esame è ubicata lungo via Speroni che, dall'abitato di Recco, conduce alla località Cotulo ed è posta subito a monte della stazione ferroviaria di Recco (v. allegato 1).

L'istituto, ubicato in un parco pertinenziale, è costituito da un edificio principale, composto da un piano parzialmente interrato e da quattro piani fuori terra, e da alcuni piccoli fabbricati utilizzati come deposito attrezzi. Attualmente la struttura non è agibile.

Dal punto di vista geologico, l'area oggetto di intervento è caratterizzata dalla formazione dei “Calcari del m. Antola”. Si tratta di un flysch calcareo ad Helminthoidea Labirintica costituito principalmente da:

- ✚ “calcari marnosi” di colore grigio-biancastro o grigio nero, compatti e di potenza variabile con livelli da pochi centimetri a bancate di alcuni metri
- ✚ “scisti argillosi” di colore grigio o grigio-nero, scistosi e di potenza, mediamente, inferiore al metro
- ✚ “arenarie” di colore grigio-biancastro o grigio-bruno, molto fini e di potenza, generalmente, inferiore al metro
- ✚ “scisti marnosi” di colore grigio-biancastro, scistosi e di potenza, mediamente, inferiore al metro
- ✚ “argilloscisti arenacei” di colore grigio, grigio-nero e brunastro, caratterizzati da strati sottili.

Nel comprensorio in esame non è visibile alcun affioramento roccioso, mentre sono stati individuati piccoli affioramenti rocciosi nella zona ad ovest dell'Istituto in corrispondenza della “creusa” denominata Salita Priaro, proprio davanti all'edificio che ospita un asilo e nella parte ad est dell'Istituto lungo la “creusa” “Salita Suore Maestre Pie” che delimita la proprietà provinciale (v. allegato2).

Dal punto di vista geomorfologico, l'area è caratterizzata da coltre superficiale disposta a fasce con muri in pietrame di altezze variabili da un metro fino a circa metri 2.5 ed in discrete condizioni di conservazione (v. allegato2).

Per quanto riguarda l'aspetto idrogeologico, alle litologie che costituiscono la formazione dei “Calcari del m. Antola” viene attribuita una permeabilità per fratturazione.

## PRINCIPALI NORMATIVE VIGENTI IN MATERIA DI DIFESA DEL SUOLO

### A) Pianificazione di bacino

Per quanto riguarda la pianificazione di bacino, si segnala che l'area in esame ricade nel Piano di bacino "Ambito 15" (di seguito indicato come "Piano"), che territorialmente comprende i comuni di Recco, Avegno, Uscio, Camogli, Portofino, S. Margherita ligure, Rapallo e Zoagli.

Dall'esame delle principali cartografie del Piano, i cui stralci sono allegati alla presente relazione, si evince che nell'areale in oggetto:

- ✚ non sono individuati "rivi significativi" ("carta del reticolo idrografico e della rete idrografica significativa");
- ✚ le classi di suscettività al dissesto sono "media" e "bassa" ("carta della suscettività al dissesto");
- ✚ non sono individuate "fasce fluviali" ("carta delle fasce fluviali")
- ✚ non è previsto alcun intervento idrogeologico ("carta degli interventi").

Le "norme di attuazione" del Piano prevedono che per gli interventi ricadenti nelle classi di suscettività media e bassa si debba far riferimento alle norme specifiche degli strumenti urbanistici comunali. Pertanto, vengono di seguito descritte le principali risultanze, indicazioni e prescrizioni degli studi geologici eseguiti a corredo del PUC di Recco i cui stralci cartografici sono allegati alla presente relazione.

### B) Piano urbanistico comunale

Nella "carta geologica" si individua la presenza della "formazione dei calcari del m. Antola", mentre nella "carta geomorfologica" la zona risulta caratterizzata da roccia affiorante o sub-affiorante in buone condizioni di conservazione e di giacitura con eventuali spessori di coltre inferiori al metro. Questa indicazione non trova riscontro, puntualmente, nell'area in esame, in cui lo spessore della coltre è mediamente superiore al metro, come dimostrato dalle indagini geognostiche eseguite. Nella "carta idrogeologica", invece, l'areale è caratterizzato da formazioni permeabili per fratturazione e fessurazioni.

Nella "carta della suscettività al dissesto" del PUC, l'intervento ricade nella classe "B1", "aree con criticità molto bassa" ed è classificato come insediato ("I") di tipo f" ("porzioni di versante ricadenti nel fondovalle).

La "normativa geologica-attuativa" del PUC, sia per quanto riguarda la norma specifica inerente il "suolo naturale" che quella "sull'insediamento" non risulta incompatibile con quanto previsto nel presente progetto.

La stessa "normativa geologica-attuativa" prevede tre principali categorie di interventi legati alla rilevanza dell'opera ed in base ad ogni categoria sono indicate le diverse indagini geologiche e geotecniche da eseguirsi.







L'intervento in oggetto ricade nella "terza categoria", definita degli "interventi rilevanti" e prevede che nella relazione geologica siano riportati:

- ✚ inquadramento geologico e geomorfologico
- ✚ sezioni geologiche interpretative
- ✚ verifiche di stabilità (in condizioni sismiche)
- ✚ relazione geologico-geotecnica di fine lavori

*criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone OPCM n. 3519 del 28/04/2006*

A seguito dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/3/2003 con cui sono stati emanati i *“primi elementi in materia dei criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”*, la Regione Liguria ha approvato la nuova classificazione sismica dei comuni liguri, inserendo il comune di Recco in classe 4. Pertanto, nell'ambito degli studi geologici a corredo del PUC è stata prodotta anche una zonizzazione sismica, attraverso la *“carta della suscettività sismica”*, a cui si associa la relativa normativa geologica per l'intero territorio comunale.

In tale contesto, l'intervento in oggetto ricade in diverse classi di suscettività: S4, *“suscettività elevata”* (la parte più occidentale); S3 *“suscettività media”* e S2 *“suscettività bassa”* (la parte centrale) e S1 *“suscettività molto bassa”* (la parte più orientale) e per la stessa zona ricadente in S4 sono indicati come possibili anche i cosiddetti *“effetti cosismici”*, riferiti a tutti quei fenomeni naturali prodotti dalla propagazione delle onde sismiche nel terreno, che ne modifica la natura, ad es. :

-  rottura di faglia in superficie
-  modifica della deformabilità e della resistenza del terreno
-  incrementi di spinta sulle opere di sostegno
-  liquefazione del terreno
-  densificazione del terreno
-  stabilità dei pendii

Inoltre, il polo scolastico provinciale oggetto del presente progetto è indicato come *“edificio di interesse strategico”*, in quanto è classificato come un sito in cui abitualmente o occasionalmente si possono raggruppare numerose persone, pertanto sono da prevedersi analisi sismiche di approfondimento di 2° o 3° livello. Nell'ambito di questi livelli di approfondimento sono state eseguite dal DIP.TE.RIS dell'Università di Genova, nel novembre 2007, alcune analisi geofisiche allo scopo di definire il modello del sottosuolo dell'area in esame da cui ricavare la categoria di appartenenza di tale suolo secondo quanto previsto dalle normative vigenti (la già citata Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/3/2003).

Le metodologie utilizzate rientrano nella definizione di studi sismici attivi (attraverso la sismica a rifrazione ed il metodo MASW) e passivi (analisi di rumore ambientale in termini di rapporti spettrali e curve di dispersione/REMI).

E' stata eseguita una stesa sismica di m. 23 ubicata nel giardino davanti al portone di ingresso e sono state effettuate, in sette diversi punti all'interno del parco, delle misure di rumore ambientale attraverso il metodo Nakamura

Sulla base dei risultati ottenuti dalle diverse tipologie di indagini geofisiche, è stato ipotizzato un modello stratigrafico del terreno in oggetto, così riportato: dal p.c. a circa 5 metri di profondità si individuano riporti e coltre eluvio-colluviale, i sottostanti 5 metri sono caratterizzati dal cappellaccio di alterazione del substrato roccioso, a m. 10 si dovrebbe individuare il substrato roccioso costituito dai *“calcari del m. Antola”*.

Pertanto, in base alla O.P.C.M. 3274/2003 la categoria di appartenenza del terreno in esame dovrebbe essere *“A”* (*“formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi”*).

Recentemente, la Regione Liguria, in applicazione dell' OPCM n. 3519 del 28/04/2006 *“criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone”*, ha approvato una nuova classificazione sismica del territorio regionale, passando da tre classi (n. 2,3 e 4) a due classi, di cui una suddivisa in 3 sottozone. In base a questa nuova zonizzazione, il comune di Recco ricade in classe 3B.

### **C) Vincolo idrogeologico**

Le vigenti cartografie e declaratorie escludono, per l'area in esame, la sussistenza del "vincolo idrogeologico", ai sensi della L.R. 4/99; non risulta pertanto necessario l'ottenimento delle relative autorizzazioni.

### **DESCRIZIONE DEL PROGETTO**

Il progetto prevede la ristrutturazione interna del corpo principale dell'"Istituto", la realizzazione di un piccolo ristorante collocato nei pressi del portone di ingresso, la realizzazione di alcuni posti auto, il cui accesso sarà realizzato da via Speroni, la realizzazione di un vano scale ed ascensore nella parte posteriore dell'"Istituto", la realizzazione di una nuova palestra, comprensiva di spogliatoi e di accesso diretto all'"Istituto" e di un nuovo vano caldaia.

La prevista palestra andrà a collocarsi nella parte retrostante l'"Istituto", attualmente tale area si presenta modellata in fasce, sostenute da muri in pietrame di altezza variabile, da m. 1 a circa 2.5 m. Su tali fasce sono collocati alcuni fabbricati, usati come ricovero attrezzi e per i quali è prevista la demolizione.

La realizzazione della palestra comporta uno sbancamento di 9,5 metri per un fronte di circa 20 metri, pertanto prima dell'esecuzione di tale sbancamento che, comunque, dovrà avvenire a campioni si dovranno prevedere alcune opere provvisorie, quali pali e tiranti. Per la definizione delle caratteristiche stratigrafiche, geotecniche ed idrogeologiche del terreno oggetto di intervento, è stata eseguita una campagna geognostica caratterizzata da quattro sondaggi a rotazione e da alcune prove penetrometriche.

## INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEOTECNICHE

Nel sito in esame è stata realizzata una campagna geognostica consistente in 4 sondaggi a rotazione a carotaggio continuo a cura della Ditta E.L.C.I. s.r.l. di Genova. A causa della scarsa accessibilità dei luoghi, si è utilizzata un'attrezzatura per piccole perforazioni della ditta *Clivio*. La profondità mediamente raggiunta è pari a m. 9, mentre nel caso del S1, ci si è spinti fino ad una profondità massima di 9,5 metri.

I sondaggi sono stati realizzati nella parte a monte dell'edificio scolastico, nell'area in cui sorgerà la palestra. La localizzazione dei quattro sondaggi è riportata nell'allegata corografia (S1, S2, S3 e S4). Due di questi sondaggi sono stati dotati di tubi piezometrici (sondaggi S1 e S3).

Nella parte a valle dell'edificio, nell'area in cui sarà realizzato il ristorante ed i posti auto raggiungibili attraverso una rampa con accesso da via Speroni, sono state eseguite due prove penetrometriche (P1 e P2), oltre alla stesa sismica i cui risultati sono stati riportati nei paragrafi precedenti. Anche l'ubicazione delle prove penetrometriche e della sismica è riportata nella precedente corografia.

- 1) Descrizione dei sondaggi geognostici
- 2) Descrizione delle prove penetrometriche

### 1) descrizione dei sondaggi geognostici

Nelle settimane comprese tra il 12 e il 24 settembre 2008, è stata effettuata una campagna geognostica di 4 sondaggi verticali a carotaggio continuo. Gli esiti dei sondaggi sono rappresentati nelle colonnine stratigrafiche riportate nell'Allegato 6.

**Sondaggio S1.** E' localizzato sul pianoro antistante l'ingresso del ricovero attrezzi. Lungo l'intera lunghezza del sondaggio è stato posto un piezometro, consistente in un tubo in PVC, fessurato ed aperto ai due estremi.

Il profilo che si è venuto a delineare lungo il sondaggio indica, a partire dal p.c., uno spessore di riporto misto a coltre elluvio-colluviale di circa m. 1,5 e di colore marrone. Dopodiché, fino ad una profondità di m. 2,8, si individua il cappellaccio di natura limoso-argillosa con presenza di elementi lapidei centimetrici di colore grigio. Nei metri successivi, fino ad arrivare alla profondità massima raggiunta di 9,5 metri, si verifica un'alternanza di roccia sana, costituita da calcare marnoso di colore grigio piuttosto massiccio, con roccia fratturata sempre calcarea, individuata quest'ultima, soprattutto, nell'intervallo tra -6,5 m. e -7,5 metri. A partire dai 7,5 metri fino a fine sondaggio, il substrato roccioso risulta sano, massiccio e di colore grigio, elementi tipici del Calcare marnoso del m. Antola.

Durante le fasi di perforazione si è registrato ad una profondità di circa m. 5, la perdita dell'acqua di perforazione. Durante la campagna geognostica sono state effettuate varie misure del livello della falda all'interno del tubo piezometrico, attraverso un freatimetro. Negli ultimi giorni, caratterizzati, comunque da un periodo di forte siccità, il livello freatico si è "assestato" su una profondità di circa 8,5 metri.

Data letture piezometriche	Profondità falda
16/09/2008	- 7,5 m. da p.c.
17/09/2008	- 7,8 m. da p.c.
18/09/2008	- 8,7 m. da p.c.
22/09/2008	- 7,8 m. da p.c.
23/09/2008	- 8,5 m. da p.c.

**Sondaggio S2.** E' localizzato all'interno del ricovero attrezzi, nei pressi di una finestra, lato valle. La peculiarità di questo sondaggio è legata al fatto che, per i primi 6 metri, sono stati prelevati "campioni" di calcestruzzo e solo a partire dai m.7 è stato individuato il substrato roccioso sano, consistente in calcare marnoso di colore grigio. Il sondaggio è proseguito fino agli 8 metri. L'aver individuato questo grosso intervallo di calcestruzzo ha permesso di "scoprire" la presenza di un' ampia cisterna per la raccolta dell'acqua piovana, localizzata sotto tutto il sedime del ricovero attrezzi, per una volumetria stimata di quasi 330 mc. (7x8x5,80metri). Al momento della campagna geologica, si è misurata, all'interno della cisterna, un'altezza d'acqua di 1,5-2 metri. La presenza di questa cisterna non era nota prima della campagna geognostica.

**Sondaggio S3.** Vista la scarsa utilità del sondaggio S2, dal punto di vista della stratigrafia della parte sommatile dell'area di intervento, si è deciso di effettuare un nuovo sondaggio, non previsto inizialmente, da posizionarsi in una zona poco accessibile, retrostante il ricovero attrezzi e, più precisamente, tra il ricovero stesso ed il muro di perimetrazione della "creusa" "Salita Suore Maestre Pie". La stratigrafia S3 si può così sintetizzare: dal p.c. fino a -1,8 m. riporto misto a coltre con netta prevalenza di quest'ultima. Successivamente, per circa m.1, è individuato il cappellaccio di natura argillosa-limosa con presenza di elementi lapidei centimetrici; poi inizia a 2,5 m. il substrato roccioso, subito però interrotto tra i 3 m. e i 3,5 m. da uno strato calcareo alterato e fratturato di colore bruno. Dai 3,5 m. fino ai -5,10 m. si individua sempre calcare marnoso dell'Antola piuttosto integro e poi tra i -5,10 e -6,30, lo strato roccioso diventa molto alterato argilloso-limoso e di colore bruno. Dai -6,30 fino a fine sondaggio (-9,30) il substrato roccioso è integro e massiccio.

Come per il sondaggio S1, anche in questo caso è stato inserito un tubo piezometrico pari a tutta la lunghezza del sondaggio. Durante la campagna geognostica sono state effettuate alcune misure del livello della falda all'interno del tubo piezometrico, con l'ausilio di un freaticometro. Negli ultimi giorni, caratterizzati, comunque da un periodo di forte siccità, il livello freatico si è "assestato" su una profondità di circa 7,5 metri.

**Sondaggio S4.** In ordine di tempo, è l'ultimo sondaggio ad essere stato effettuato. E' stato posizionato nel piccolo piazzale retrostante l'edificio scolastico, ai piedi delle fasce coinvolte nello sbancamento. In corrispondenza del piazzale è previsto, invece, uno scavo di 4 metri. Si è scelto, comunque, di spingere la perforazione fino a m. 8, perché durante l'esecuzione del sondaggio sono stati rinvenuti ampi intervalli di roccia alterati e fratturati, di maggiori dimensioni rispetto a tutti gli altri sondaggi effettuati.

Sotto i primi 20 centimetri di soletta in calcestruzzo corrispondente allo spessore del piazzale, si è subito individuato uno strato roccioso di calcare marnoso di colore grigio fratturato, mentre non è stato individuato il cappellaccio di alterazione. Subito sotto, per circa m.1, la roccia, grigia, è risultata abbastanza integra. Successivamente, si è riconosciuto uno strato di quasi m.3 di roccia di natura calcarea-marnosa fratturata ed interessata da ampie venature di calcite. A partire dai m. 4,7, si è individuato il substrato roccioso integro, consistente in calcare marnoso, di colore grigio, massiccio, ma interessato da alcune venature di calcite che, negli altri sondaggi, non sono mai state individuate.

## **CLASSIFICAZIONE RQD (*Rock Quality Designation Index*)**

La somma degli spezzoni di carota di lunghezza pari o superiore a cm. 10, permette di calcolare il valore RQD.

Infatti,

$$RQD = \sum L_c / L_t \times 100$$

dove:

$L_c$  = somma delle lunghezze degli spezzoni di carota > 100 mm

$L_t$  = lunghezza totale del tratto in cui si è misurata  $L_c$ .

Il valore di RQD permette di valutare la qualità dell'ammasso roccioso, in base ad un'apposita tabella.

<b>RQD (%)</b>	<b>QUALITA' DELL'AMMASSO ROCCIOSO</b>
< 25	MOLTO SCADENTE
25-50	SCADENTE
50-75	MEDIOCRE
75-90	BUONA
90-100	MOLTO BUONA

Esaminando il sondaggio S1, per l'intera lunghezza, il risultato che si ottiene è 37%, quindi qualità scadente. Per il sondaggio S3, si ottiene 44% e per il sondaggio S4, invece, 47%. Quindi, in tutti e tre i casi la qualità dell'ammasso roccioso risulta scadente.

## 2) Descrizione delle prove penetrometriche

Nella zona a valle dell'edificio scolastico, sono state previste 2 prove penetrometriche, effettuate dal dott. geol. De Franchi con un penetrometro medio-leggero del tipo DL 30, denominato DPM 30-20 di fabbricazione *Pagani Geotechnical Equipment*. In realtà, visto che le prove si interrompevano già ad una profondità di 1 metro, per ognuna delle due prove sono stati effettuati almeno 3 tentativi. L'interruzione della prova è dovuta al verificarsi del cosiddetto "*rifiuto sperimentale*", con tale termine si intende che il maglio rimbalza ripetutamente sulla testa dell'incudine per un notevole numero di colpi, senza produrre alcun avanzamento significativo. Come già accennato, questa situazione si è verificata per tutte le 6 prove già a -1 m.; questo porta a pensare alla presenza di materiale lapideo molto grossolano, tipo riporto. Solo una prova, molto vicina al muro perimetrale di via Speroni, ha raggiunto la profondità di m. 2,24.

A causa degli scarsi risultati delle prove effettuate, la caratterizzazione geotecnica di questo terreno risulta poco significativa ed attendibile. Probabilmente si tratta di un *materiale eterogeneo a composizione mista, complessivamente granulare e moderatamente addensato*.

## INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI

Dalla correlazione tra le diverse prove eseguite in situ, consistenti in una stesa sismica, in 4 sondaggi a rotazione a carotaggio continuo e 7 tentativi di prove penetrometriche, si è ipotizzata la seguente ricostruzione stratigrafica, come riportata nella **sezione interpretativa A-A** allegata.

Il modello geologico-stratigrafico prevede la presenza di tre strati, di cui il primo, il più superficiale, è costituito sia dal riporto misto alla coltre eluvio-colluviale che dal cappellaccio di alterazione, il secondo è caratterizzato dalla roccia fratturata e l'ultimo, il più profondo, corrisponde al substrato roccioso sano.

Lo strato di riporto con coltre e cappellaccio presenta uno spessore significativo pari a circa 3 metri nella porzione di terreno sistemato a fasce, a monte del piazzale, in prossimità della creusa "Salita Suore Maestre Pie". Tale spessore tende ad assottigliarsi, fino quasi ad annullarsi in corrispondenza del piazzale, mentre è ipotizzabile, in base ai risultati delle prove penetrometriche e della stesa sismica, la presenza di riporto misto a coltre con una potenza di alcuni metri, a valle dell'edificio scolastico.

Lo strato relativo alla roccia fratturata è caratterizzato da uno spessore di quasi 5 metri che rimane pressoché costante per tutta la lunghezza della sezione A-A, diminuendo nella zona in prossimità di via Speroni.

Infine, si individua il substrato roccioso sano relativo ai "Calcari del m. Antola" che, probabilmente, in corrispondenza del pianoro su cui è stata effettuata la stesa sismica, è presente ad una profondità di circa 5. metri.



## VERIFICHE DI STABILITA'

Ai fini di una verifica di stabilità del pendio in esame, è stata individuata una sezione di versante ritenuta significativa dal punto di vista geologico-geotecnico.

Per l'esecuzione della verifica è stata utilizzata la sezione A-A, per la quale sono stati ipotizzati 3 strati, in base alle risultanze della campagna geognostica effettuata, mentre i parametri geotecnici utilizzati sono noti in letteratura e provengono da indagini eseguite su materiali analoghi in luoghi limitrofi.

In particolare, sono stati utilizzati i seguenti valori:

riporto/coltre/cappellaccio:

peso di volume: 1,7 t/mc  
coesione:0  
angolo di attrito: 24°

roccia fratturata:

peso di volume: 2,5 t/mc  
coesione:1 t/mq  
angolo di attrito: 30°

roccia sana:

peso di volume: 2,6 t/mc  
coesione:10 t/mq  
angolo di attrito: 33°

Le verifiche di stabilità sono state realizzate adottando vari metodi (Bishop, Janbu, ecc.), sia in presenza di falda che in assenza e sia in condizioni sismiche che in condizioni non sismiche.

I coefficienti di sicurezza che sono scaturiti da tutte queste prove hanno dato *esito negativo , con valori compresi tra .....*

## ESECUZIONE DEI LAVORI