

SOMMARIO

SOMMARIO

SOMMARIO

1. PREMESSE ..... pag. 3

2. QUADRO NORMATIVO ..... pag. 3

3. AMBIENTE GEOLOGICO ..... pag. 5

3.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO ..... pag. 5

3.2. GEOLOGIA ..... pag. 5

3.3. GEOMORFOLOGIA ..... pag. 7

3.4. IDROGRAFIA ED IDROLOGIA ..... pag. 7

3.5. ELEMENTI METEOCLIMATICI ..... pag. 8

3.6. PERICOLOSITÀ GEOLOGICA ..... pag. 8

4. MODELLO GEOLOGICO ..... pag. 9

4.1. INDAGINI GEOGNOSTICHE PREGRESSE ..... pag. 9

4.2. INDAGINI GEOGNOSTICHE ATTUALI ..... pag. 12

4.3. CARATTERIZZAZIONE TERRENI SCIOLTI pag.13

4.4. CARATTERIZZAZIONE AMMASSO ROCCIOSO pag.13

4.5. INTERPRETAZIONE GEOLOGICO-STRATIGRAFICA – SINTESI UNITÀ LITOSTRATIGRAFICHE pag.13

5. MODELLAZIONE GEOLOGICO-SISMICA pag.13

5.1. INTERPRETAZIONE SISMOSTRATIGRAFICA pag.13

5.2. PERICOLOSITÀ SISMICA pag.14

5.3. AZIONI SISMICHE pag.14

6. MODELLO GEOTECNICO pag.15

6.1. ANALISI GEOTECNICA SUI TERRENI SCIOLTI – TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI pag.15

6.2. ANALISI GEOMECCANICA SULL'AMMASSO ROCCIOSO – TABELLA PARAMETRI GEOMECCANICI pag.16

6.3. INTERPRETAZIONE LITOTECNICA – SINTESI UNITÀ LITOTECNICHE E PARAMETRIZZAZIONI MEDIE pag.16

7. CONCLUSIONI pag.17

Piazza G. Garibaldi, 25/2 – 16039 Rapallo (GE)
Tel./Fax: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I.: 01647830999

TAVOLE FUORI TESTO

TAV.1: UBICAZIONE DEL SITO *Scala 1:10.000*

TAV.2: CARTA GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA – IDROGEOLOGICA *Scala 1:5.000*

TAV.3: PLANIMETRIA DI RILEVAMENTO E DEGLI ACCERTAMENTI GEOGNOSTICI *Scala 1:150*

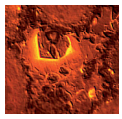
TAV.4: SEZIONE GEOLOGICO-STRATIGRAFICA INTERPRETATIVA *Scala 1:100*

TAV.5: ACCERTAMENTI GEOGNOSTICI – DIAGRAMMI DI INFISSIONE PENETROMETRICA *Scala 1:30*

TAV.6: ESTRATTI CARTOGRAFICI DAL PIANO DI BACINO "180" – AMBITO 17 E DAL P.U.C. GEOLOGICO DI SESTRI LEVANTE *Scala 1:5.000*

TAV.7: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Piazza G. Garibaldi, 25/2 – 16039 Rapallo (GE)
Tel./Fax: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I.: 01647830999



1. PREMESSE

Il presente documento è stato redatto su incarico dei ***SIGG.RI CAMPOFIORITO CLAUDIO, CAMPOFIORITO GIUSEPPINO E GANDOLFO IOLANDA*** a supporto del progetto specificato in epigrafe, inerente la realizzazione di un nuovo fabbricato produttivo con contestuale demolizione di manufatti in Via Fasce, nel Comune di Sestri Levante (Ge).

Per quanto detto, la presente indagine si è quindi articolata nelle seguenti ***FASI***:

- *Acquisizione degli elaborati grafici di progetto dal geom. Claudio Rolleri onde valutare la scala e la tipologia della proposta edilizia.*
- *Ricerche bibliografiche ed approfondimenti normativi.*
- *Rilievo geologico, geomorfologico, idrogeologico e geologico - applicativo di dettaglio entro l'areale di specifico interesse ed al suo immediato intorno.*
- *Esecuzione di n.2 Prove Penetrometriche Dinamiche Continue Medie (P1 e P2) mediante strumentazione Deep Drill DM30.*
- *Disamina ed interpretazione comparata dei dati ottenuti al fine di raggiungere gli obiettivi prefissati, in particolare la definizione di un Modello Geologico Unitario.*
- *Redazione di Relazione Geologica.*

Gli ***OBIETTIVI*** perseguiti dallo studio sono stati:

- *Ricostruzione dell'Ambiente e del Modello Geologico S.L. della zona di intervento, ai sensi del D.M. 14 Gennaio 2008.*
- *Inquadramento delle tematiche relative alla Pericolosità Geologica dell'area (cfr. Art. 6.2.1. Caratterizzazione e Modellazione Geologica del Sito – D.M. 14 Gennaio 2008).*
- *Elaborazione di un esaustivo Modello Geotecnico (caratterizzazione geotecnica delle coperture sciolte), a supporto delle successive e più pertinenti valutazioni del Progettista geotecnico-strutturale incaricato (cfr. Art. 6.2.2 – DM 14 Gennaio 2008).*
- *Formulazione di un documentato Parere di Fattibilità Geologica circa l'intervento previsto, alla luce dei modelli geologico e geotecnico ottenuti.*
- *Individuazione di Prescrizioni e Suggerimenti a Carattere Geologico-Applicativo per la più razionale progettazione delle opere a progetto e per la programmazione dei lavori.*

Occorre precisare ancora in premessa che nel prosieguo della narrativa, ad integrazione delle risultanze delle indagini svolte in sito, onde fornire un inquadramento il più competo possibile delle condizioni geologiche s.l. dell'area di intervento, verranno richiamati anche gli esiti di alcune campagne geognostiche che gli Scriventi hanno programmato e seguito in settori limitrofi ed in contesti assimilabili.

2. QUADRO NORMATIVO

NORME NAZIONALI

Come già specificato nelle Premesse, la presente indagine ottempera alle *NORME fissate dal D.M. 14*

Piazza G. Garibaldi, 25/2 – 16039 Rapallo (GE)
Tel./Fax: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I.: 01647830999



GENNAIO 2008, in particolare per quanto di competenza del Geologo (elaborazione del modello geologico e degli elementi necessari al Progettista per lo sviluppo del modello geotecnico).

Premesso che l'area sulla quale si intende intervenire ricade entro il bacino idrografico del T. Gromolo, occorre specificare che su questo territorio è stato prima adottato e poi approvato il *PIANO DI BACINO STRALCIO "180" - AMBITO 17 - T. GROMOLO* (Approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n.68 del 12/12/2002 e con Delibera del Consiglio Provinciale n. 49 del 15/10/2003 - Ultima variante approvata con Delibera Giunta Provinciale n.124 del 22/09/2014)

Presa visione delle caratteristiche tipologiche della proposta edilizia, si è quindi provveduto alla consultazione delle cartografie allegate al Piano succitato; da tale disamina risulta che:

- *Il sito è caratterizzato da Pericolosità Geomorfologica Molto Bassa Pg0 (cfr. Carta della Pericolosità Geomorfologica), da Rischio Geologico Lieve o Trascurabile R0 (cfr. Carta del Rischio Geologico).*

- *Il settore esaminato è esente da cinematismi in atto e/o quiescenti, in accordo con la sua conformazione pianeggiante (cfr. Carta di Dettaglio dei Movimenti Franosi).*

- *L'area interesse è esente da rischio idraulico (cfr. Carta del Rischio Idraulico) in quanto esterna alle fasce di inondabilità del T. Gromolo (cfr. Carta delle Fasce Fluviali).*

- *Nel settore esaminato sono presenti alcuni rivi appartenenti al reticolo idrografico regionale (cfr. Carta della Rete Idrografica); in particolare ci si riferisce al canale che scorre tombinato sotto la pista ciclabile di Via Fasce ed a quello che scorre al di sotto del marciapiede di monte di Via Mons. Vattuone e che scende fino a Via Antica Romana.*

Per quanto detto, gli Scriventi riferiscono quindi che dal punto di vista "geologico" non sono presenti vincoli normativi mentre si rimanda alle considerazioni/conclusioni contenute nel documento redatto (a supporto della medesima proposta edilizia) dal Dott. Ing. Riccardo Giammarini per quanto attiene alla compatibilità dell'intervento in tema di distanze dai rivi appartenenti al reticolo idrografico regionale.

Ooo ooO

Relativamente alle *NORMATIVE SISMICHE,* facendo riferimento alla D.G.R. 216 del 17.03.2017 (OPCM 3519/2006 – Aggiornamento Classificazione Sismica del Territorio della Regione Liguria), il territorio di Sestri Levante è ascritto alla Zona 3 (cfr. Allegato 1 – Mappa di Zonizzazione Sismica ed Allegato 2 – Elenco dei Comuni Sismici).

NORMATIVA REGIONALE

Dalla consultazione della *CARTA DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO* del Comune di Sestri Levante si evince come il sito in esame ricada esternamente alla perimetrazione del vincolo stesso: la pratica non necessita quindi di autorizzazioni da parte dell'Ente Competente.

NORMATIVA COMUNALE

Per quanto attiene al *P.U.C. GEOLOGICO DEL COMUNE DI SESTRI LEVANTE*, gli accertamenti normativi effettuati hanno evidenziato come il sito ricada in **Classe I** - Aree non Critiche - Ambito di Fondovalle Insediato (cfr. Carta di Zonizzazione e Suscettività d'Uso del Territorio).

Ciò premesso, il presente documento è stato quindi redatto in ottemperanza agli art. 3.3.3 e 3.3.4 della *NORMATIVA DI ATTUAZIONE DI CARATTERE GEOLOGICO ALLEGATA AL P.U.C.* dal momento che le indagini effettuate hanno consentito di elaborare una esaustiva caratterizzazione geologica del sito in esame e di un suo adeguato intorno.

Piazza G. Garibaldi, 25/2 – 16039 Rapallo (GE)
Tel./Fax: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I.: 01647830999

In corso d'opera è comunque prescritta la **D.L. Geologica** onde verificare i dati illustrati nel prosieguo della narrativa ed al fine di raccogliere gli elementi geologici e geologico-applicativi per la stesura della **Relazione Geologica di Fine Lavori**, nei termini dettati dalla Normativa di P.U.C. (cfr. art. 3.3.5)

3. AMBIENTE GEOLOGICO

Nei seguenti paragrafi verrà caratterizzato l'ambiente geologico a scala sia di areale che di sito, sintetizzando i dati ottenuti nel corso delle indagini eseguite.

3.1. GEOGRAFIA

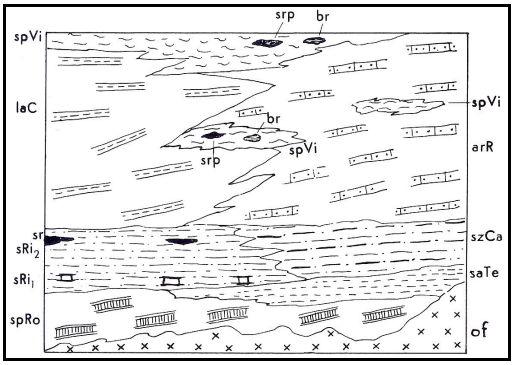
Il sito in esame ricade sul margine meridionale della piana alluvionale di Sestri Levante, ad una quota di circa 10 m s.l.m.m, in una posizione sostanzialmente compresa tra Via Fasce (a Nord) ed i primi rilievi collinari che costituiscono il versante esposto a Nord del Colle della Madonnetta (a Sud).

In particolare, come riferito dal progettista, l'area di intervento è identificabile catastalmente con i mapp.li 1008 e 1009 del Fg. 26 del N.C.E.U. del Comune di Sestri Levante.

Per completezza si riferisce infine che la zona di indagine ricade entro il foglio n° 94 (Chiavari - Scala 1:100.000) della Carta Geologica d'Italia e nell'elemento 232092 (Sestri Levante - Scala 1:5.000) della Carta Tecnica Regionale.

3.2. GEOLOGIA

Per quanto concerne il territorio in oggetto, approfonditi studi litostratigrafici sono stati condotti da *R. Terranova* e pubblicati nel lavoro "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).



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 di 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

Piazza G. Garibaldi, 25/2 – 16039 Rapallo (GE)
Tel./Fax: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I.: 01647830999

Ooo ooO

Occorre precisare fin da ora che l'area di intervento, ricadendo nella piana di Sestri Levante, è caratterizzata da un potente materasso alluvionale e propone quindi condizioni di generale mascheramento del "bedrock", affiorante esclusivamente al piede e lungo i rilievi collinari a Sud di Via Fasce, correlabili principalmente alla **F. della Val Lavagna in facies degli Scisti Zonati** (cfr. szCa), i cui lineamenti litologici essenziali possono essere così riassunti: fitta alternanza fra straterelli di scisti argillosi grigi, con tonalità bluastre e straterelli di scisti di colore bruno nocciola.

3.3. GEOMORFOLOGIA

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO A SCALA DI AREALE

Il territorio che oggi corrisponde alla piana di Sestri Levante, prima di diventare la sede deposizionale delle alluvioni dei torrenti Gromolo e Petronio, era occupato dal mare dal quale sorgevano solamente i rilievi montuosi.

A ciò bisogna aggiungere che anticamente il basso corso del T. Petronio aveva un percorso diverso da quello attuale: fonti bibliografiche consultate riferiscono infatti che l'ultimissimo tratto proseguiva nella piana seguendo la direzione del suo asse principale fino alla confluenza con il T. Gromolo e che i due torrenti sfociavano assieme nel Golfo di Sestri Levante, uniti in una vasta palude.

Poiché la piana di Sestri era spesso soggetta ad alluvioni che avevano disastrose ripercussioni sull'agricoltura oltre che sulla viabilità che l'attraversava, a partire dal XVII-XVIII secolo, nel corso di alcuni significativi interventi di bonifica, il T. Petronio fu deviato verso Riva Trigoso e la sua foce portata al di là del Promontorio di P.ta Manara.

I depositi alluvionali sono presenti oltre che nei fondovalle dei tributari principali dei torrenti Gromolo e Petronio, soprattutto nella vasta piana sub-orizzontale che colma le due principali conche erosive nelle quali scorrono, leggermente incassati nelle stesse alluvioni, gli attuali torrenti Gromolo e Petronio.

Le alluvioni che interessano l'alveo attuale sono depositi di entità minima, in quanto l'attività di trasporto dei corsi d'acqua determina una mancanza di deposizione in concomitanza di locali e frequenti fenomeni di erosione spondale.

Le alluvioni che si rinvengono lungo i fondovalle dei corsi d'acqua minori, si presentano generalmente caratterizzate da una matrice granulometrica dominante di natura ghiaioso-ciottolosa e subordinatamente sabbiosa e riflettono dal punto di vista composizionale le caratteristiche del bacino da esse sotteso.

Differente e più complessa si presenta la stratigrafia delle alluvioni della piana, questo a causa delle interazioni tra le dinamiche fluviali e quelle di versante, oltre al fatto che le stesse raccolgono gli apporti dei bacini sottesi, dalle caratteristiche estremamente varie e complesse.

Inoltre, la differenza tra le alluvioni di pertinenza dei fondovalle minori e quelle di piana riflette essenzialmente le diverse fasi paleogeografiche che si sono succedute nei due ambienti.

Nelle alluvioni legate ai fondovalle la deposizione è il risultato di ripetuti apporti torrentizi ed in questo caso non si è assistito ad un vero e proprio cambiamento di ambiente deposizionale.

Le ripetute oscillazioni del livello di base hanno invece inciso in maniera determinante sui sui meccanismi deposizionali della piana alluvionale, determinando l'instaurarsi di situazioni ora deltizie, ora di piana alluvionale franca, ora di costa emersa, ora di costa sommersa.

Piazza G. Garibaldi, 25/2 – 16039 Rapallo (GE)
Tel./Fax: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I.: 01647830999

Tutto ciò ha ovviamente condizionato la tipologia delle facies deposizionali, rendendola spesso tipicamente di transizione (quindi del tipo lagunare, palustre, retrobarra, mista, ecc.).

La dinamica deposizionale della piana alluvionale è perciò strettamente legata ai fenomeni di subsidenza e/o di eustatismo marino, con episodi alterni di incremento o di brusca diminuzione dell'energia di trasporto dei corsi d'acqua e/o del mare, con conseguenti alterne fasi di incisione delle alluvioni o di nuovo accumulo di materiale trasportato in sospensione.

Attraverso le indagini geognostiche condotte nell'ambito della realizzazione di infrastrutture idriche (acquedotti) e di grandi opere sono state derivate le stratigrafie dei depositi alluvionali della piana.

In una stratigrafia tipo si possono osservare a contatto con il substrato roccioso prevalenti accumuli ghiaioso-ciottolosi, mentre a tetto vi è una prevalenza dei termini granulometricamente fini, da sabbioso-siltosi fino ad argilloso-limosi, con presenza di locali livelli torbosi.

Si nota infatti l'alternanza tra formazioni permeabili e acquifere, alluvioni miste ciottoloso-ghiaiose con abbondante matrice fine e finissima, sabbie fini e argille, talvolta molto addensate, da mediamente a poco permeabili, solo occasionalmente acquifere, formazioni impermeabili.

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO A SCALA DI SITO

Il sito di interesse, come già descritto, ricade quindi sulla piana alluvionale di Sestri Levante, in zona marginale della stessa, quasi ai limiti della collina che si sviluppa alle spalle del Promontorio di Punta Manara (Colle della Madonnetta).

In particolare, l'area di intervento è ubicata a Sud della Strada Comunale denominata Via Fasce, accessibile dalla stessa a mezzo di una rampa privata, e risulta di poco ribassata (50-60cm) rispetto alla sede stradale.

I dati emersi dai sopralluoghi esperiti e dalle risultanze delle indagini geognostiche eseguite sia in situ che in settori limitrofi (a supporto di interventi edilizi pregressi) hanno permesso di chiarire l'assetto stratigrafico del sito, almeno per una profondità reputata significativa in rapporto alla tipologia/scala dell'intervento.

In particolare, il materasso alluvionale sembrerebbe avere potenza pluridecametrica, presumibilmente compresa tra i 10-15m (con graduale approfondimento del substrato in allontanamento dal piede del versante), caratterizzato sostanzialmente dall'alternanza di orizzonti a granulometria fine (sabbie limose, limi sabbiosi, limi argillosi, ecc.), prevalenti al tetto della successione, e livelli relativamente più grossolani (sabbie e ghiaietti in prevalente matrice limosa e limo-argillosa, ecc.), più frequenti nella porzione medio-basale.

In superficie, i sedimenti alluvionali risultano inoltre coinvolti dai rimaneggiamenti correlabili all'azione antropica ivi esplicatasi nel tempo.

3.4. IDROGRAFIA ED IDROLOGIA

Per quanto attiene al *RETICOLO IDROGRAFICO SUPERFICIALE* dell'areale, come detto, il sito ricade in sponda idrografica sinistra del T. Gromolo, nell'attuale zona di confine con il bacino di pertinenza del T. Petronio; come già anticipato, il reticolo idrografico regionale individua nelle vicinanze del sito due canali completamente tombinati, quello sotto la pista ciclabile di Via Fasce e quello sotto il marciapiede di Via Mons. Vattuone.

Piazza G. Garibaldi, 25/2 – 16039 Rapallo (GE)
Tel./Fax: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I.: 01647830999

In merito al *DEFLUSSO IDRICO SUPERFICIALE,* l'areale esaminato non segnala alcuna particolare evidenza dal momento che la stessa propone un assetto pressoché pianeggiante ed i rapporti tra acqua meteorica e terreno sono quindi legati dal semplice assorbimento da parte di quest'ultimo.

Per quanto concerne le *CARATTERISTICHE DI PERMEABILITÀ*:

- *I materiali sciolti (riporti e/o naturali) sono da considerarsi prevalentemente permeabili per porosità; occorre tuttavia osservare come all'interno della suddetta classe ricadano orizzonti caratterizzati da valori dei coefficienti di permeabilità anche molto diversi tra loro: la permeabiltà risulta infatti strettamente legata alle peculiari caratteristiche tessiturali e composizionali dei depositi sciolti.*

  Prove speditive eseguite nel corso di altre campagne geognostiche su materiali assimilabili a quelli in oggetto permettono di stimare per gli "orizzonti fini" a prevalente componente limosa ed argillosa valori compresi tra - 10^{-7}m/s < K <10^{-9}m/s (praticamente impermeabile) mentre per quelli "grossolani" costituiti da ghiaietti e sabbie valori compresi tra - 10^{-1}m/s < K <10^{-3}m/s (permeabilità da discreta a buona).

- *Il substrato roccioso profondo prevalentemente argilloscistoso è bibliograficamente riconosciuto come un livello impermeabile.*

In relazione alle *ACQUE SUBSUPERFICIALI*, l'aspetto saliente del sito è rappresentato dalla complessa ed articolata falda idrica che caratterizza l'intera piana alluvionale.

Monitoraggi condotti dagli Scriventi su pozzi ad uso irriguo e su piezometri nel corso di precedenti studi eseguiti in settori di piana limitrofi al sito di intervento testimoniano significative escursioni stagionali del tetto della falda, mediamente attestato a profondità pari a 2-3m da p.c., che in occasione di periodi precipitativi prolungati nel tempo e/o particolarmente intensi può arrivare ad interferire con il piano campagna.

Nel caso specifico, le penetrometrie eseguite hanno segnalato nella postazione P1 una graduale saturazione del terreno a partire da - 4,40m dal p.c. mentre in corrispondenza della P2 è stata registrata più in superficie, a partire da - 3,80m.

CIRCOLAZIONI IDRICHE PROFONDE in seno all'ammasso roccioso in cui sono modellati i pendii collinari al contorno della piana sono ipotizzabili solamente lungo significative superfici di discontinuità e/o faglia.

3.5 ELEMENTI METEOCLIMATICI

Il territorio in esame è soggetto ad un clima caratterizzato da una distribuzione bimodale delle precipitazioni, con massimo principale autunnale e secondario primaverile, ed unimodale delle temperature, che registrano un minimo assoluto invernale ed un massimo estivo.

Si tratta dunque di condizioni climatiche di tipo temperato caldo o sublitoraneo, protette dal clima più continentale delle regioni confinanti a Nord ed influenzate dalla funzione termoregolatrice del mare.

Le perturbazioni autunnali, determinate dalla formazione di aree depressionarie sul Mar Ligure e, più in generale, sull'Alto Tirreno, sono responsabili delle piogge più intense e degli eventi critici per molti dei corsi d'acqua della regione.

3.6 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

Ai sensi del D.M. 14 Gennaio 2008 (cfr. Art. 6.2.1.) "la caratterizzazione e la modellazione geologica del sito consiste nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici,

Piazza G. Garibaldi, 25/2 – 16039 Rapallo (GE)
Tel./Fax: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I.: 01647830999

geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio".

In tale ottica, vengono di seguito rielaborate le risultanze geologiche esposte nei precedenti capitoli al fine di fornire valutazioni sulla Pericolosità Idrogeologica (Geomorfologica ed Idrologica) e sulla Pericolosità Sismica.

PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA

I rilievi geologici s.l. di superficie entro l'area di interesse non hanno mostrato segni di squilibrio geomorfologico, in accordo con la sua favorevole conformazione; le succitate evidenze trovano conferma anche nella Cartografia del Piano di Bacino "180" - Ambito 17 che attribuisce a questo settore di piana alluvionale una pericolosità geomorfologica molto bassa.

PERICOLOSITÀ IDROLOGICA

Sulla base delle indagini esperite e delle cartografie consultate, l'area di intervento non appare soggetta a criticità idrologiche di rilievo; la progettazione dovrà comunque porre particolare attenzione alla regimazione delle acque superficiali che interferiranno con le impermeabilizzazioni imposte dal progetto.

4. MODELLO GEOLOGICO

Ai sensi dell'Art. 6.2.1 del D.M. 14 Gennaio 2008, la modellazione geologica dell'area è stata elaborata valutando in maniera comparata le risultanze litologiche, stratigrafiche, strutturali, idrogeologiche, geomorfologiche e di pericolosità del territorio derivanti dalle ricerche cartografico-bibliografiche, dai rilievi di superficie e da campagne geognostico - geofisiche pregresse, eseguite in settori limitrofi.

4.1. INDAGINI GEOGNOSTICHE PREGRESSE

Come già anticipato in Premessa, per la stesura del presente documento gli Scriventi hanno potuto usufruire delle risultanze di campagne geognostiche seguite in settori limitrofi a quello di specifico interesse ed in contesti geologici (s.l.) del tutto assimilabili (cfr. Tav. 2):

- *Campagna geognostica eseguita all'interno del Parco "D. Sedini" nell'ambito di una causa civile (2007) - n.1 sondaggio meccanico a rotazione a carotaggio continuo (attrezzato con tubo piezometrico).*
- *Campagna geognostica eseguita a supporto del progetto preliminare relativo alla realizzazione del Complesso Residenziale La Ginestra in Via Mons. Vattuone (2011) - n. 2 prove penetrometriche dinamiche continue medio-leggere.*
- *Campagna geognostica eseguita a supporto del progetto esecutivo relativo alla realizzazione del Complesso Residenziale La Ginestra in Via Mons. Vattuone (2013) - n.3 sondaggi meccanici a rotazione a carotaggio continuo (attrezzati con tubi piezometrici) e n.1 stendimento sismico MASW (per la determinazione delle Vs30); contestualmente all'esecuzione dei tre sondaggi sono state condotte inoltre prove geotecniche in sito e prelevati campioni significativi, successivamente analizzati mediante Prove di Laboratorio.*

Ooo ooO

Vengono di seguito quindi richiamati brevemente gli esiti di quanto sopra descritto.

Piazza G. Garibaldi, 25/2 – 16039 Rapallo (GE)
Tel./Fax: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I.: 01647830999

CAMPAGNA GEOGNOSTICA PARCO "D. SEDINI" (2007)

Da p.c. a - 1.55m	*Orizzonte rimaneggiato e/o di riporto assimilabile ad una breccia poco addensata, costituita da scheletro eterometrico (Φ = 7cm), di varia natura, in abbondante matrice sabbio-limosa con subordinate frazioni argillose; presenza di residui vegetali (radici).*
Da - 1.55m a - 2.75m	*Orizzonte limo-argilloso di color marroncino grigiastro, scheletro composto da subordinati ghiaietti e sabbie grossolane in abbondante matrice limo-argillosa, con locali domini siltosi (che conferiscono un colore grigiastro) e terrosi (color bruno arancione); i clasti sono da subarrotondati ad arrotondati (Φ= 2-3cm), talvolta discoidali, di varia natura litologica (prevalentemente diaspri e serpentiniti); presenza di residui organici nerastri e frustoli vegetali.* *Da -1.55m a -2.30m la frazione limo-argillosa è prevalente.*
Da - 2.75m a - 3.85m	*Orizzonte sabbio-limoso grigio-bluastro; scheletro costituito da sabbie grossolane e, subordinatamente, da ghiaietti (Φ= 2-3cm) in matrice sabbio-limosa; clasti di varia natura litologica (prevalentemente diaspri e serpentiniti), da subangolosi a subarrotondati; presenza di residui/frammenti legnosi (anche centimetrici).*
Da - 3.85m a - 7.35m	*Orizzonte ghiaioso marroncino costituito da abbondante scheletro eterometrico, da fine a medio-grossolano (Φ= 7cm), da subangoloso (prevalente) a subarrotondato, di varia natura litologica (diaspri, serpentiniti, basalti, gabbri, ecc.), in matrice da sabbio-limosa a limo-sabbiosa.*
Da - 7.35m a - 9.70m	*Orizzonte limo-argilloso grigio-bluastro costituito da scheletro sabbioso grossolano (prevalente) e, subordinatamente, ghiaioso (Φ = 4cm) in matrice limo-argillosa, localmente sabbiosa.*
Da - 9.70m a - 12.00m	*Orizzonte ghiaioso grigio-bluastro costituito da abbondante scheletro eterometrico, da fine a medio-grossolano (Φ= 7cm), da subangoloso (prevalente) a subarrotondato, di varia natura litologica (diaspri, serpentiniti, basalti, gabbri, ecc.), in matrice argillo-limosa, debolmente siltosa.*

CAMPAGNA GEOGNOSTICA VIA MONS. VATTUONE PRELIMINARE (2011)

Le n. 2 Prove Penetrometriche Dinamiche Continue Medie sono state condotte dagli Scriventi mediante attrezzatura Deep Drill DM30 all'interno di pozzetti geognostici approfonditi circa 20cm dall'attuale p.c. onde superare la pavimentazione presente e verificare l'assenza di sottoservizi.

PROVA PENETROMETRICA P1

- *Da fondo pozzetto a -0,80m: Orizzonte attraversato dalla strumentazione con difficoltà ($12<N_{10}<30$) ed interpretabile come livello stratigrafico.*
- *Da -0,80m a -1,70m Orizzonte poco addensato entro il quale l'avanzamento della strumentazione è risultato sostanzialmente agevole ($3<N_{10}<12$).*
- *Da -1,70m a -2,80m: Orizzonte poco addensato entro il quale l'avanzamento della strumentazione è risultato ancora agevole ($2<N_{10}<6$).*
- *Da -2,80m a -4,50m: Orizzonte caratterizzato da un maggior grado di addensamento della frazione granulare, entro il quali l'infissione è risultata infatti relativamente più difficoltosa ($7<N_{10}<15$).*
- *Da -4,50m a -6,70m: Orizzonte poco addensato entro il quale l'avanzamento della strumentazione è risultata ancora sostanzialmente agevole ($3<N_{10}<7$); occorre precisare che la maggiore resistenza all'infissione ($8<N_{10}<12$) mostrata dal terreno a partire da -5,60m (fino al "rifiuto") trova giustificazione nella presenza di "passate" sabbiose e ghiaiose.*

Piazza G. Garibaldi, 25/2 – 16039 Rapallo (GE)
Tel./Fax: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I.: 01647830999

PROVA PENETROMETRICA P2

- *Da fondo pozzetto a -0,70m: Orizzonte attraversato dalla strumentazione con difficoltà ($14<N_{10}<20$).*
- *Da -0,70m a -1,00m Orizzonte poco addensato entro il quale l'avanzamento della strumentazione è risultato relativamente più agevole ($6<N_{10}<15$).*
- *Da -1,00m a -1,80m: Orizzonte poco addensato entro il quale l'avanzamento della strumentazione è risultato agevole ($1<N_{10}<3$).*
- *Da -1,80m fino a "rifiuto": Orizzonte caratterizzato da un maggior grado di addensamento della frazione granulare, entro il quali l'infissione è risultata infatti gradualmente più difficoltosa (7<N10<18); occorre precisare che la scarsa resistenza all'infissione (2<N10<5) mostrata dal terreno tra -5,00m e -5,80m trova giustificazione nel minor grado di addensamento della frazione granulare.*

CAMPAGNA GEOGNOSTICA VIA MONS. VATTUONE ESECUTIVA (2013)

STRATIGRAFIA SONDAGGIO S1

Da p.c. a –0.08m	*Pavimentazione costituita da autobloccante*
Da –0.08m a –1.34m	*Rimaneggiamenti configurati in una breccia color marroncino costituita da scheletro eterometrico, da fine a medio grossolano, angoloso, in matrice sabbiosa e sabbio-limosa; presenza di clasti di ϕ fino a 6 cm, radici e laterizi*
Da –1.34m a –1.70m	*Rimaneggiamenti configurati in una breccia color grigio costituita da scheletro eterometrico, da fine a medio-fine, angoloso in matrice limosa e limo-argillosa; presenza di clasti di ϕ fino a 6 cm, radici e laterizi*
Da –1.70m a –2.35m	*Livello limo-argilloso color grigio, plastico, a struttura caotica e con localizzati domini sabbiosi*
Da –2.35m a –5.00m	*Livello ghiaioso-sabbioso in subordinata matrice limosa e limo-argillosa; clasti di ϕ fino a 10 cm di varia natura (serpentiniti, diaspri, ecc.), da subangolosi a subarrotondati*

STRATIGRAFIA SONDAGGIO S2

Da p.c. a –0.06m	*Pavimentazione costituita da asfalto*
Da –0.06m a –1.10m	*Rimaneggiamenti configurati in una breccia color marroncino costituita da scheletro eterometrico, da fine a medio grossolano ed angoloso in matrice sabbiosa e sabbio-limosa; presenza di clasti di ϕ fino a 6 cm, radici e laterizi*
Da –1.10m a –1.75m	*Rimaneggiamenti configurati in una breccia color grigio costituita da scheletro eterometrico, da fine a medio-fine ed angoloso in matrice limosa e limo-argillosa; presenza di clasti di ϕ fino a 6 cm, radici e laterizi*
Da –1.75m a –2.35m	*Livello limo-argilloso color grigio, plastico, a struttura caotica, con localizzati domini sabbiosi, vagamente fetido per la possibile presenza di materiale organico*
Da –2.35m a –7.40m	*Livello ghiaioso-sabbioso in subordinata matrice limosa e limo-argillosa; clasti di ϕ fino a 10 cm di varia natura (serpentiniti, diaspri, ecc.), da subangolosi a subarrotondati*
Da –7.40m a –10.00m	*Livello limo-argilloso color grigio, plastico, a struttura caotica, con scheletro sabbioso e/o ghiaioso localmente abbondante (da 8.50m a 8.60m); vagamente fetido per la presenza di materiale organico (frammenti lignei)*

Piazza G. Garibaldi, 25/2 – 16039 Rapallo (GE)
Tel./Fax: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I.: 01647830999

STRATIGRAFIA SONDAGGIO S3

Da p.c. a –0.08m	*Pavimentazione costituita da autobloccante*
Da –0.08m a –1.20m	*Rimaneggiamenti configurati in una breccia color marroncino costituita da scheletro eterometrico, da fine a medio grossolano ed angoloso in matrice sabbiosa e sabbio-limosa; presenza di clasti di ϕ fino a 6 cm, radici e laterizi*
Da –1.20m a –1.60m	*Rimaneggiamenti configurati in una breccia color grigio costituita da scheletro eterometrico, da fine a medio-fine ed angoloso in matrice limosa e limo-argillosa; presenza di clasti di ϕ fino a 6 cm, radici e laterizi*
Da –1.60m a –3.00m	*Livello limo-argilloso color grigio, plastico, a struttura caotica, con screziature avana/ocracee, con subordinato scheletro sabbioso e ghiaioso, vagamente fetido per la possibile presenza di materiale organico*
Da –3.00m a –4.55m	*Livello ghiaioso-sabbioso in subordinata matrice limosa; clasti di ϕ fino a 6 cm di varia natura (serpentiniti, diaspri, ecc.), da subangolosi a subarrotondati*
Da –4.55m a –8.40m	*Livello limo-argilloso color grigio, plastico, a struttura caotica, con scheletro sabbioso e/o ghiaioso localmente abbondante (da 5,80m a 6,10m e da 6,90m a 7,40m), presenza di ciottolini da subarrotondati ad arrotondati, vagamente fetido per la presenza di materiale organico (frustoli vegetali)*
Da –8.40m a –10.00m	*Livello ghiaioso-sabbioso in subordinata matrice limosa; clasti di ϕ fino a 6 cm di varia natura (serpentiniti, diaspri, ecc.), da subangolosi a subarrotondati*

4.2. INDAGINI GEOGNOSTICHE ATTUALI (2017)

In data 22 Maggio u.s., ad integrazione dei rilevamenti di superficie, sono state eseguite anche 2 prove penetrometriche dinamiche continue, mediante attrezzatura Deep Drill DM30.

Le prove sono state realizzate sostanzialmente agli estremi dell'area coinvolta dal progetto; in particolare la P1 è stata condotta sul margine Ovest e si è esaurita alla profondità di -5,30 dal p.c. mentre la P2 su quello opposto ed ha raggiunto la profondità di -5,80m dal p.c.

In considerazione delle caratteristiche geologiche (s.l.) del sito, i "rifiuti all'infissione" sono stati interpretati come dovuti al reperimento di un elemento lapideo che la strumentazione non è stata in grado di superare.

Prova Penetrometrica P1

Il diagramma di infissione ha evidenziato al di sotto dell'orizzonte superficiale rimaneggiato (circa 60cm - liv. TA), un livello che, esteso fino a -2,70m, ha proposto una bassa resistenza all'infissione ($1<N_{10}<5$), in ragione della presenza di sedimenti alluvionali prevalentemente fini e poco addensati (liv. A_L); si segnala peraltro che la strumentazione, in alcuni tratti, ha attraversato il terreno sospinto dal solo peso proprio.

Il terreno sottostante, fino alla quota di rifiuto (-5,30m), ha invece offerto una graduale e maggiore difficoltà all'infissione ($8<N_{10}<15$), in accordo con la presenza di sedimenti alluvionali a granulometria maggiore e più addensati (liv. G_S).

Prova Penetrometrica P2

Il diagramma di infissione ha evidenziato al di sotto del solito livello superficiale rimaneggiato (circa 60cm - liv. TA), un orizzonte attraversato ancora piuttosto agevolmente fino alla profondità di -1,40m. ($2<N_{10}<3$ - liv. A_L)

Piazza G. Garibaldi, 25/2 – 16039 Rapallo (GE)
Tel./Fax: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I.: 01647830999

Il terreno sottostante, fino -4,80m, ha invece offerto una graduale e maggiore difficoltà all'infissione ($9<N_{10}<20$ liv. G_S); l'ultimo tratto investigato, fino al "rifiuto", ha riproposto ancora una bassa resistenza all'infissione ($3<N_{10}<5$ - liv. A_L)

4.3. CARATTERIZZAZIONE TERRENI SCIOLTI

Gli esiti delle indagini eseguite in situ e dei dati bibliografici a disposizione (derivanti dalle campagne geognostiche precedemente descritte) hanno consentito di caratterizzare da un punto di vista tessiturale e composizionale le varie tipologie di terreni sciolti distinti.

L'orizzonte superficiale, allo stato attuale, appare come un terreno agricolo areato, poco addensato, caratterizzato da scheletro eterometrico prevalentemente fine, angoloso e di varia natura, in matrice da sabbiosa a sabbioso-limosa con subordinate frazioni argillose.

In posizione stratigraficamente sottostante è presumibile un'alternanza tra depositi alluvionali a granulometria fine, costituiti prevalentemente da orizzonti limo-argilloso di color grigio, con scheletro sabbioso e ghiaioso generalmente subordinato e con possibile presenza di materiale organico (A_L) e depositi alluvionali a granulometria più grossolana (G_S) costituiti prevalentemente da livelli ghiaioso-sabbiosi in subordinata matrice limosa.

4.4. CARATTERIZZAZIONE AMMASSO ROCCIOSO

Per quanto attiene invece all'ammasso roccioso, occorre ribadire che l'ubicazione del sito all'interno della piana alluvionale ha impedito il reperimento di emergenze sulle quali poter effettuare i riconoscimenti del caso; come già anticipato nel corso del cap. 3.2, belle esposizioni del substrato possono essere esaminate solo in posizioni periferiche all'area di specifico intervento.

4.5. INTERPRETAZIONE GEOLOGICO-STRATIGRAFICA – SINTESI UNITÀ LITOSTRATIGRAFICHE

A sintesi delle informazioni esposte nei paragrafi precedenti, vengono di seguito sintetizzate le principali distinzioni stratigrafiche interpretative risultanti dalle indagini esperite:

- ***Liv. TA*** - *Orizzonte superficiale rimaneggiato poco addensato, con scheletro eterometrico fine e medio-fine, angoloso e di varia natura, in matrice da sabbiosa a sabbioso-limosa con subordinate frazioni argillose.*
- ***Liv. AL*** - *Livello limo-argilloso color grigio, plastico con scheletro sabbioso e ghiaioso generalmente subordinato e con possibile presenza di materiale organico.*
- ***Liv. Gs*** - *Livello ghiaioso-sabbioso in subordinata matrice limosa.*

5 MODELLAZIONE GEOLOGICO-SISMICA

5.1 INTERPRETAZIONE SISMOSTRATIGRAFICA

Sulla base delle Indagini Geofisiche (Stendimenti Sismici a Rifrazione V_s e MASW – Multichannel Analysis of Surface Waves) esperite dagli Scriventi nel corso di precedenti studi all'immediato contorno del sito può essere ipotizzato un Modello Geologico Sismico Semplificato a Due Strati:

- *Primo Sismostrato, ascrivibile ai Depositi Alluvionali Superficiali compresi tra il piano campagna e profondità di circa 10m da p.c., caratterizzato da valori di V_s compresi tra 150m/s e 200m/s, gradualmente crescenti con la profondità.*

Piazza G. Garibaldi, 25/2 – 16039 Rapallo (GE)
Tel./Fax: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I.: 01647830999

- *Secondo Sismostrato, ascrivibile ai Depositi Alluvionali Più Profondi che ricoprono il bedrock, alle Intercalazioni Detritiche di Versante ed ai Livelli più Superficiali del Substrato, caratterizzato da valori di V_s superiori a 200m/s.*

Sulla base delle risultanze derivanti dagli stendimenti sismici MASW condotti al contorno del sito può essere ipotizzato un valore di **V_s pari a circa 250m/s**.

5.2 PERICOLOSITÀ SISMICA

In relazione agli elementi geologici s.l. che concorrono a determinare la pericolosità sismica del sito sono state valutate le condizioni Geo-Strutturali, Litostratigrafiche, Geomorfologiche, Idrogeologiche e Geotecnico-Geomeccaniche in grado di favorire Risposte Sismiche Locali (Effetti di Sito), sia sotto forma di amplificazioni delle accelerazioni sismiche (Effetti di Amplificazione Locale) che inducendo fenomeni di instabilità dei terreni (Effetti Cosismici).

Come EFFETTO DI AMPLIFICAZIONE LOCALE O RISPOSTA SISMICA LOCALE si intende la *modificazione in ampiezza, frequenza e durata dello scuotimento sismico dovuta alle specifiche condizioni lito-stratigrafiche e morfologiche di un sito.*

Tra le *Condizioni Lito-Stratigrafiche* sfavorevoli in termini di amplificazione locale si segnala il contrasto di competenza sia tra i potenti depositi alluvionali ed il sottostante bedrock rigido che tra litofacies a diversa competenza reologica all'interno della F. degli Scisti Zonati.

Sono inoltre da valutare con attenzione le seguenti *SITUAZIONI GEOMORFOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE:*

- *Gli "effetti di bordo" che si potrebbero innescare al passaggio tra la piana di fondovalle ed il versante.*
- *La presenza di un materasso alluvionale di potenza pluridecametrica.*
- *La presenza della falda idrica, peraltro soggetta a possibili significative escursioni.*

Per EFFETTI COSISMICI O FENOMENI DI INSTABILITÀ DEL TERRENI si intendono modificazioni permanenti del terreno quali fenomeni franosi, fenomeni di liquefazione o densificazione (addensamento), cedimenti differenziali, fagliazione superficiale da parte di faglie attive e capaci, ecc. dovuti ad un evento sismico.

Le caratteristiche tessiturali/composizionali dei depositi sciolti di copertura (eterogeneità granulometrica e significativa presenza percentuale di frazione fine) nonché i dati geotecnici (N_{SPT} ricavati da $N_{DM30(10)}$) risultanti dalle indagini esperite sembrano rendere improbabile la *SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE*.

Da un punto di vista GEOLOGICO-STRUTTURALE si evidenziano infine al contorno dell'area di intervento (sui versante retrostanti la piana alluvionale) alcune discontinuità tettoniche che, sebbene ipotizzate sulla base di considerazioni morfotettoniche, nel caso di attivazione sismica potrebbero indurre effetti di sito.

5.3 AZIONI SISMICHE

Per quanto attiene alla CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE, in base ai dati disponibili, quest'ultimo può essere cautelativamente riferito alla *Categoria di Sottosuolo E (Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti su substrato di riferimento con V_{S30} > 800m/s).*

Per quanto concerne le CONDIZIONI TOPOGRAFICHE, il sito di intervento è riferibile alla *Categoria Topografica T1:* Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i $\leq$ 15° (cfr. D.M. 14 Gennaio 2008, Comma 3.2.2).

Piazza G. Garibaldi, 25/2 – 16039 Rapallo (GE)
Tel./Fax: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I.: 01647830999

La valutazione di dettaglio dell'AZIONE SISMICA SECONDO LE SUE COMPONENTI è demandata alle più opportune valutazioni del Progettista Geotecnico-Strutturale.

6. MODELLO GEOTECNICO

Nel presente capitolo si intende fornire una prima stima dei parametri fisici e meccanici dei terreni investigati sulla base sia delle risultanze derivanti dai rilievi geologico-tecnici di superficie e da analisi geotecnico-geomeccaniche condotte dagli Scriventi.

Ai sensi del D.M. 14 Gennaio 2008 (cfr. Art. 6.2.2. – Indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica) il Modello Geotecnico va inteso come uno schema rappresentativo delle condizioni stratigrafiche, del regime delle pressioni interstiziali e della caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce comprese nel volume significativo, finalizzato all'analisi quantitativa di uno specifico problema geotecnico.

Nei seguenti Paragrafi 5.1 e 5.2 viene proposta l'analisi geotecnica dei terreni sciolti, con la proposizione del Range di Parametri Fisico-Meccanici determinati per ciascuna Unità Litostratigrafica distinta nel modello geologico; sulla base dei succitati valori al Paragrafo 5.3 vengono sintetizzate le Unità Litotecniche e le relative Parametrizzazioni Medie.

Occorre precisare come ai sensi dell'Art. 6.2.2. del D.M. 14 Gennaio 2008 la definizione del piano delle indagini, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica sia comunque responsabilità del Progettista.

Sempre ai sensi dell'Art. 6.2.2. del D.M. 14 Gennaio 2008 per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato, ossia quel valore al quale è associata una prefissata probabilità di non superamento; in riferimento all'Eurocodice 7, il valore caratteristico rappresenta la soglia al di sotto della quale si colloca non più del 5% dei valori desumibili da una serie teoricamente illimitata di prove.

I parametri di progetto si ricavano applicando ai valori caratteristici dei coefficienti di sicurezza parziali in funzione dello stato limite considerato; nel Paragrafo 5.4. i terreni investigati vengono inoltre caratterizzati in termini di Azione Sismica.

6.1 ANALISI GEOTECNICA SUI TERRENI SCIOLTI – TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

Mediante l'elaborazione dei dati penetrometrici desunti dalle postazioni P1 e P2 (Software Dynamic Probing – GeoStru S.A.S. – Licenza d'Uso n.3863) e ricorrendo alla correlazione di Vannelli F. & Benassi E. del 1983 (cfr. Cestari F., 1996) dai valori di $N_{DM30(10)}$ sono stati ricavati i valori di N_{SPT}.

L'analisi di questi ultimi ha permesso di condurre preliminari valutazioni di natura geotecnica sugli orizzonti sciolti, affidandosi alle più conosciute correlazioni utilizzate in bibliografia, come di seguito illustrato:

- ***PESO DI VOLUME SECCO:*** *è stato preliminarmente determinato ricorrendo alla correlazione di Meyerhof et alii, valida per materiali come quelli in oggetto.*

ORIZZONTI STRATIGRAFICI	*TA*	*AL*	*GS*
Peso di Volume Secco (kN/m^3) ***Min. – Max.*** **Media Pesata**	***14.40 – 14.50*** **14.45**	***14.00 – 14.50*** **14.25**	***17.00 – 17.30*** **17.15**

Piazza G. Garibaldi, 25/2 – 16039 Rapallo (GE)
Tel./Fax: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I.: 01647830999

- ***COESIONE EFFICACE**: è lecito immaginare che gli orizzonti sciolti TA e GS siano sostanzialmente incoerenti e che l'orizzonte AL sia invece dotato di una modesta coesione; in tal senso, premesso che le prove penetrometriche eseguite con la strumentazione Deep Drill DM030 non sono da ritenersi affidabili per la stima del succitato parametro, nella tabella successiva vengono quindi richiamati le risultanze di prove geotecniche in situ e di analisi di laboratorio effettuate nell'ambito di campagne geognostiche eseguite in cantieri vicini, su materiali assimilabili (prove con pocket penetrometer, prove di taglio CD, prove di espansione laterale libera ELL, ecc.).*

ORIZZONTI STRATIGRAFICI	TA	AL	GS
Coesione Efficace c' (kPa)	0	20 – 30	0
Coesione Non Drenata c_u (kPa) *Min. – Max.* Media Pesata	0	10 – 38 20	0

- ***ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE:** tenendo conto delle peculiari caratteristiche composizionali/tessiturali dei depositi sciolti investigati e dei limiti di applicabilità delle succitate correlazioni, secondo gli Scriventi la correlazione di Shioi-Fukuni 1982 appare la più indicata ai fini di valutare tale parametro.*

ORIZZONTI STRATIGRAFICI	TA	AL	GS
φ' Angolo di Attrito Efficace (°) Shioi-Fukuni – 1982 *Min. – Max.* Media Pesata	21.49 – 21.63 21.56	20.49 – 21.69 21.09	26.67 – 27.18 26.92

6.2 ANALISI GEOMECCANICA SULL'AMMASSO ROCCIOSO – TABELLA PARAMETRI GEOMECCANICI

Ribadita l'impossibilità di rinvenire affioramenti rocciosi nei pressi dell'area di intervento, considerato inoltre che la scala/tipologia dell'intervento esclude qualsiasi interferenza tra il substrato "in posto" ed i lavori a progetto, gli Scriventi ritengono quindi di poter tralasciare i parametri geomeccanici.

6.3 INTERPRETAZIONE LITOTECNICA – UNITÀ LITOTECNICHE E PARAMETRIZZAZIONI MEDIE

Premesso che ogni Unità Litostratigrafica individuata nel corso dell'elaborazione del Modello Geologico rappresenta una distinta Unità Litotecnica, nella seguente tabella per ciascuna Unità Litotecnica – Litostratigrafica vengono riportati i Parametri Geotecnici Medi, risultato dell'incrocio ragionato tra gli esiti delle indagini eseguite in situ e dei dati acquisiti (su materiali assimilabili) nel corso di campagne geognostiche eseguite in settori limitrofi:

UNITÀ LITOTECNICA	γ Peso di Volume Secco (kN/m³)	Cu Coesione Non Drenata (kPa)	c' Coesione Efficace (kPa)	φ' Angolo di Attrito Efficace (°)
TA	14.50	0	0	21
AL	14.00	20	20	21
GS	17.00	0	0	27

Piazza G. Garibaldi, 25/2 – 16039 Rapallo (GE)
Tel./Fax: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I.: 01647830999



Pur non entrando nel merito circa i Parametri Geotecnici Caratteristici, nelle valutazioni che il Progettista Geotecnico-Strutturale deve svolgere per pervenire ad una scelta corretta dei loro valori, appare giustificato, seguendo le Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (CSLP) sulle N.T.C., il riferimento a valori prossimi a quelli minimi, soprattutto in relazione ai relativamente modesti volumi di terreno coinvolti negli stati limite analizzati.

7. CONCLUSIONI

Gli accertamenti compiuti hanno permesso di elaborare un affidabile modello geologico (s.l.) dei luoghi ed una efficace disamina delle principali situazioni progettuali in chiave geologico-applicativa.

Le ricostruzioni stratigrafiche elaborate nonché le parametrizzazioni geotecniche e geomeccaniche proposte sulla base degli esiti delle indagini eseguite consentono verifiche circa le tipologie costruttive più adatte in rapporto alle realtà geologico-tecniche riscontrate.

Si ritiene dunque che questo elaborato fornisca gli elementi essenziali per esprimere un positivo e motivato parere circa la fattibilità geologica (s.l.) dell'intervento e, nel contempo, i dati a supporto di una corretta progettazione geotecnico-strutturale esecutiva.

Richiamati gli elaborati grafici di progetto a firma del Geom. Claudio Rolleri, l'intervento prevede sostanzialmente la realizzazione di un fabbricato industriale di dimensioni planimetriche circa 10mx23m.

Fatte salve più pertinenti valutazioni del tecnico incaricato del progetto geotecnico-strutturale, vengono di seguito segnalate le principali problematiche connesse alle intenzioni edilizie fornite e, per quanto di competenza, alcuni suggerimenti per il corretto svolgimento dei lavori.

In tal senso:

- Nelle fasi iniziali del cantiere, si consiglia *L'APERTURA DI ALCUNI POZZETTI GEOGNOSTICI* al fine di consentire un'eventuale ulteriore "taratura" del modello geologico e geotecnico fornito.

- *Le OPERAZIONI DI DEMOLIZIONE/RIMOZIONE DEI MANUFATTI PREESISTENTI* dovranno procedere con cautela, adottando tutti gli accorgimenti tecnico-costruttivi necessari per garantire la necessaria sicurezza alle maestranze nel corso dei lavori.

- *Le OPERAZIONI DI SCAVO,* legate esclusivamente alla realizzazione dei sistemi fondazionali, pur di entità contenuta, dovranno comunque avanzare con attenzione, con l'accortezza di individuare tutti gli accorgimenti tecnico-costruttivi utili a preservare gli attuali equilibri ed a garantire la salvaguardia delle maestranze.

- *La PROGETTAZIONE DEI SISTEMI FONDAZIONALI* dovrà tenere conto di quanto emerso dalle indagini eseguite ed in particolare della presenza di terreni geotecnicamente scadenti nei livelli più superficiali (cfr. diagrammi penetrometrici di infissione) e di una falda idrica che al momento è stata intercettata a circa 4m dal p.c. ma che può subire significative escursioni stagionali verso l'alto, fino a raggiungere quote prossime al p.c.

  Senza voler invadere il campo più propriamente progettuale, sulla base di quanto sopramenzionato, si consiglia fin da ora che le nuove fondazioni vengano impostate sul livello Gs o in alternativa, se più superficiali, su terreno adeguatamente "bonificato" mediante posa di materiale arido vibro - rullato.

- Dovrà essere organizzata una rigorosa *REGIMAZIONE DELLE ACQUE*, sia nel corso del cantiere che ad opera terminata, con loro allontanamento disciplinato verso idonei collettori, onde evitare ristagni idrici entro l'area di intervento.

Piazza G. Garibaldi, 25/2 – 16039 Rapallo (GE)
Tel./Fax: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I.: 01647830999

Ooo ooO

Occorre infine ricordare che contestualmente alla dichiarazione di fine lavori, la Committenza dovrà produrre una **"relazione geologica di fine lavori"** nella quale il Geologo incaricato di seguire i lavori (D.L. Geologica) attesti responsabilmente, a seguito di suo diretto controllo in corso d'opera, l'osservanza degli adempimenti e delle prescrizioni della normativa vigente, per gli aspetti geologici, in materia di costruzioni e l'ottemperanza alle prescrizioni di carattere geologico di cui sopra.

In tal senso, nel sollecitare la tempestiva comunicazione dell'inizio dei lavori e dell'estensione dell'incarico, si conferma fin d'ora la più completa disponibilità.

Rapallo, lì 29 Maggio 2017

Dott. Geol. Claudio BERETTA ***Dott. Geol. Andrea PATELLANI***





Piazza G. Garibaldi, 25/2 – 16039 Rapallo (GE)
Tel./Fax: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I.: 01647830999