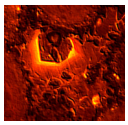
STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA C. BERETTA & A. PATELLANI
Geologia, Geotecnica e Geomeccanica – Petrografia e Petrografia Applicata
Perizie –Consulenze



COMUNI DI MOCONESI – TRIBOGNA – CICAGNA

PROVINCIA DI GENOVA

OGGETTO:

PROGETTO PRELIMINARE PER IL RIPRISTINO DELL'IMPIANTO MINIIDROELETTRICO AD ACQUA FLUENTE DENOMINATO "FILANDA" SUL BACINO DEL TORRENTE LAVAGNA NEI COMUNI DI MOCONESI, TRIBOGNA E CICAGNA

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOLOGICO-TECNICA PRELIMINARE

IN OTTEMPERANZA AL D.M. 14 SETTEMBRE 2005

COMMITTENTE:
Per. Ind. Alessandro MARINI
Dott. Arch. Marco LARI
Dott. Ing. Barbara TRONCHI

RIFERIMENTO: *BP161_2008*	**DATA:** *24 Luglio 2008*	**REVISIONE:** *00*

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

Piazza G. Cademartori, 22 – 16043 Chiavari (GE)
Tel./Fax.: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I. 01647830999

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOLOGICO TECNICA PRELIMINARE

COMUNI DI MOCONESI – TRIBOGNA – CICAGNA

(PROVINCIA DI GENOVA)

PROGETTO PRELIMINARE PER IL RIPRISTINO DELL'IMPIANTO MINIIDROELETTRICO AD ACQUA FLUENTE DENOMINATO "FILANDA" SUL BACINO DEL TORRENTE LAVAGNA NEI COMUNI DI MOCONESI, TRIBOGNA E CICAGNA

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOLOGICO-TECNICA PRELIMINARE
In ottemperanza al D.M. 14 Settembre 2005

COMMITTENTE: Per. Ind. Alessandro MARINI
Dott. Arch. Marco LARI
Dott. Ing. Barbara TRONCHI

Piazza G. Cademartori, 22 – 16043 Chiavari (GE)
Tel./Fax.: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I. 01647830999



SOMMARIO

1. PREMESSE ..... pag. 4

2. RIFERIMENTI NORMATIVI ..... pag. 5

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

3.1. GEOGRAFIA ..... pag. 5

3.2. GEOLOGIA ..... pag. 6

3.3. GEOMORFOLOGIA pag.10

3.4. IDROGRAFIA ED IDROLOGIA pag.13

4. PERICOLOSITA' GEOLOGICA pag.14

4.1. PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA pag.14

4.2. PERICOLOSITÀ SISMICA pag.15

5. MODELLO GEOLOGICO E GEOLOGICO TECNICO PRELIMINARI pag.16

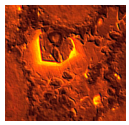
5.1. MODELLO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO PRELIMINARE pag.16

5.2. MODELLO GEOLOGICO-TECNICO PRELIMINARE pag.17

6. CONCLUSIONI pag.18

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Piazza G. Cademartori, 22 – 16043 Chiavari (GE)
Tel./Fax.: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I. 01647830999



TAVOLE FUORI TESTO

TAV.1: COROGRAFIA Scala 1:10.000

TAV.2: CARTA GEOLOGICA-GEOMORFOLOGICA-IDROGEOLOGICA Scala 1:5.000

TAV.3: PLANIMETRIA TECNICA DI RILEVAMENTO Scala 1:2.000

TAV.4: SEZIONI GEOLOGICO-STRATIGRAFICHE INTERPRETATIVE

TAV.5: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

TAV.6: ANALISI GEOMECCANICA – SCHEMI E GRAFICI

TAV.7: ESTRATTI CARTOGRAFICI DAL PIANO DI BACINO STRALCIO DEL TORRENTE LAVAGNA

Piazza G. Cademartori, 22 – 16043 Chiavari (GE)
Tel./Fax.: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I. 01647830999

1. PREMESSE

E' stato ricevuto incarico dal Per. Ind. Alessandro Marini, dal Dott. Arch. Marco Lari e dalla Dott. Ing. Barbara Tronchi di redigere *Relazione geologica e geologico-tecnica preliminare* a supporto del *"Progetto preliminare per il ripristino dell'impianto miniidroelettrico ad acqua fluente denominato Filanda sul bacino del Torrente Lavagna",* nei Comuni di Moconesi, Tribogna e Cicagna (GE).

In fase conoscitiva, al fine di *valutare la scala e le tipologie di intervento*, è stata ricevuta *copia degli elaborati di progetto a firma della Committenza.*

Gli *OBIETTIVI* perseguiti dallo studio sono stati:

- *Ricostruzione del "modello geologico preliminare" della zona di intervento.*
- *Inquadramento delle tematiche relative alla pericolosità geologica dell'area, ai sensi del D.M. 14 Settembre 2005.*
- *Elaborazione di un indicativo e preliminare modello geologico-tecnico (caratterizzazione geotecnica delle coperture sciolte e geomeccanica del substrato),* nelle more delle più pertinenti valutazioni del progettista geotecnico-strutturale (cfr. Art. 7.2.2 – DM 14 Settembre 2005).
- *Formulazione di un documentato parere di fattibilità geologica circa l'intervento previsto, alla luce del "preliminare modello geologico" ottenuto.*
- *Programmazione degli approfondimenti di indagine necessari alla redazione delle Relazioni Geologiche relative al Progetto Definitivo ed Esecutivo ed alla progettazione geotecnico-strutturale delle opere.*

Per raggiungere tali scopi, l'indagine si è articolata nelle seguenti *FASI:*

- *Ricerche cartografiche e bibliografiche.*
- *Approfondimenti legati al quadro normativo.*
- *Sopralluogo preliminare per prendere visione dell'accessibilità e dello stato dei luoghi.*
- *Rilievo geologico, geomorfologico, idrogeologico e geologico-applicativo di superficie sull'areale di interesse ed al suo contorno.*
- *Disamina ed interpretazione comparata dei dati ottenuti.*
- *Redazione di Relazione Geologica e Geologico-Tecnica Preliminare.*

Piazza G. Cademartori, 22 – 16043 Chiavari (GE)
Tel./Fax.: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I. 01647830999



2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Come già specificato nelle Premesse, la presente indagine ottempera alle *NORME fissate dal D.M. 14 SETTEMBRE 2005, in particolare per quanto di competenza del geologo (elaborazione del modello geologico e degli elementi necessari al progettista per lo sviluppo del modello geotecnico).*

In relazione agli *INQUADRAMENTI NORMATIVI AI SENSI DEL PIANO DI BACINO "183" – TORRENTE LAVAGNA (D.L. 183/89 – Approvato con DCP n.29 del 09/04/2002 e Modificato con DCP n.11 del 05/03/2003),* si rimanda agli Estratti Cartografici in Scala 1:10.000 allegati alla TAV.7 ed alla Relazione Tecnico-Descrittiva relativa alla Procedura di Screening (cfr. Paragrafo 2.5.1. Piano di Bacino) redatta dai Progettisti in data Luglio 2008.

In data 15 Marzo 2007 il Comitato Tecnico dell'Autorità di Bacino Regionale ha definitivamente espresso il proprio parere favorevole, con prescrizioni, all'avvio del procedimento per il rilascio di concessione di derivazione idrica (cfr. Lettera di Trasmissione del 03 Aprile 2007 – Prot. n. 42855 – Provinicia di Genova - Area 8 – Ambiente – Ufficio Derivazioni Acqua e Linee Elettriche); a tale parere si rimanda per ulteriori dettagli.

Si precisa che prima della Progettazione Esecutiva dovranno essere predisposte le eventuali richieste autorizzative reputate necessarie dagli Enti preposti.

Relativamente alle *NORMATIVE SISMICHE,* in base all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20/03/2003, recepita dalla Regione Liguria con il D.G.R. n° 530 del 16/05/2003, *i territori di Moconesi, Tribogna e Cicagna sono classificati nell'Elenco dei Comuni a Rischio Sismico in Zona 4 (a_g = 0.05).*

3. AMBIENTE GEOLOGICO

Nei seguenti paragrafi verrà *caratterizzato l'ambiente geologico s.l. a scala sia di areale che di sito*, sintetizzando i dati ottenuti nel corso delle ricerche cartografico-bibliografiche e gli esiti dei rilievi di superficie.

3.1. GEOGRAFIA

L'impianto miniidroelettrico ad acqua fluente denominato "Filanda" oggetto di intervento è ubicato in sponda destra del T. Lavagna (cfr. TAV.3), in un tratto compreso tra i Comuni di Moconesi, Tribogna e Cicagna, a quote variabili tra circa 133m (monte) e 110m slm (valle).

Il sito è compreso negli *Elementi C.T.R. 214153-Tribogna e 214152-Cicagna in Scala 1:5.000*.

Tali elementi cartografici sono stati utilizzati come base topografica per la redazione sia della Carta Geologica-Geomorfologica-Idrogeologica (cfr. TAV.2) che della Planimetria Tecnica di Rilevamento (cfr. TAV.3).

Piazza G. Cademartori, 22 – 16043 Chiavari (GE)
Tel./Fax.: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I. 01647830999

3.2. GEOLOGIA

ELEMENTI DI GEOLOGIA REGIONALE

Il settore di territorio oggetto di indagine è geologicamente ascrivibile al *Dominio Ligure Interno (Liguridi Interne – Unità Liguridi) dell'Appennino Settentrionale.*

Le caratteristiche delle Liguridi Interne sono state accuratamente descritte nella pubblicazione di Piccardo G.B., Rampone E., Romairone A., Scambelluri M., Tribuzio R., Beretta C. & Romairone A., with contributions of Elter P. & Molli G. (1999), di cui si riporta di seguito una sintetica rielaborazione.

oooOooo

Il Dominio Ligure Interno è costituito da *tre unità tettoniche sovrapposte: l'Unità Colli Tavarone-Serò, l'Unità Bracco-Val Graveglia e l'Unità Gottero (Supergruppo della Val di Vara Auct.).*

Nell'Unità Bracco-Val Graveglia è rappresentata la parte basale della successione con le *ofioliti:* queste compaiono spesso come nuclei di grandi pieghe coricate, sormontate dalla loro *copertura sedimentaria*.

Fra le *ofioliti* si può distinguere una "base" di *peridotiti di mantello serpentinizzate (permiane)* con intrusi *corpi gabbrici* ed *inglobate ultramafiti cumulitiche (giurassici)*.

Su questo substrato, già deformato in ambiente oceanico, poggiano in discordanza *basalti di tipo MORB (tardo giurassici)* che sono invece concordanti con i sedimenti soprastanti e fanno perciò parte della coperetura.

Alle rocce ultramafiche e gabbriche, generalmente ricoperte da *brecce ofiolitiche tettoniche*, sono localmente sovrapposte *brecce ofiolitiche sedimentarie*, interdigitate alle colate basaltiche di tipo MORB.

Le condizioni erano quelle di un fondo accidentato da *un'attività tettonica precoce collegabile alle fasi iniziali di apertura ed espansione oceanica:* ne sono indizi le rapide variazioni di spessore, la marcata discontinuità dei basalti ed il succitato detritismo ofiolitico (oficalciti, Brecce di Case Boeno, di M.te Capra, M.te Rossola, M.te Zenone, ecc.) che denota la presenza di scarpate attive.

La copertura sedimentaria è rappresentata, dal basso verso l'alto, dai seguenti termini:

- *Diaspri (Giurassico superiore: Calloviano-Oxfordiano):* cherts radiolaritici in parte intercalati ai basalti.
- *Calcari a Calpionelle (Cretaceo basale: Berriasiano):* calcari micritici, localmente assenti e sostituiti da facies di Argille a Palombini.
- *Argille a Palombini (Cretaceo superiore: Berriasiano-Aptiano):* argille profonde cui si intercalano strati di calcilutiti torbiditiche.

I termini inferiori di questa successione risentono ancora della morfologia irregolare del fondo oceanico, con discontinuità e rapide variazioni di spessore, tendenzialmente coincidenti con quelle dei basalti; queste condizioni perdurano fino all'inizio del Cretaceo ma cessano con le Argille a Palombini che livellano le asperità, sedimentandosi uniformemente su tutto il fondo.

Piazza G. Cademartori, 22 – 16043 Chiavari (GE)
Tel./Fax.: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I. 01647830999

La successione termina con una forte discontinuità nella sedimentazione a causa del contatto tettonico con le altre unità, oppure perché sormontata in discordanza e profondamente canalizzata da una formazione caotica di età paleocenica (Formazione di Colli-Tavarone) contenente blocchi e "debris flows" di ofioliti ed elementi della loro copertura sedimentaria (anche più recenti delle Argille a Palombini).

Le *Unità Gottero e Colli Tavarone-Serò* sono invece costituite da successioni scollate, generalmente in corrispondenza delle Argille a Palombini, e comprendono anche termini più recenti che non compaiono nell'Unità Bracco-Val Graveglia.

Nell'Unità Gottero, le Argille a Palombini sono seguite, a partire dal Santoniano, dalla:

- *Formazione della Val Lavagna (Campaniano inferiore - medio)*, che passa gradualmente alle:
- *Arenarie di M.te Gottero (Campaniano superiore - Paleocene ?).*

Si tratta di due potenti formazioni torbiditiche, prima in facies distale e poi decisamente prossimale con alimentazione meridionale (Massiccio Sardo-Corso?).

Nell'Unità Colli Tavarone-Serò le Argille a Palombini sono sormontate dai soli Scisti della Val Lavagna e solo localmente da pochi strati di Arenarie del Gottero.

Ambedue le successioni si chiudono al tetto con la comparsa degli "*scisti a blocchi" paleocenici* che contengono clasti ofiolitici e sedimentari, apparentemente più prossimali nell'Unità Colli-Tavarone-Serò (*Formazione di Colli-Tavarone*) e più distali in quella del Gottero (*Formazione delle Argilliti di Giaiette - Paleocene*).

oooOooo

LITOSTRATIGRAFIA

In corrispondenza dell'areale di interesse il substrato è ascrivibile alla **Formazione di Val Lavagna – Facies degli Scisti Manganesiferi (SMG)** *(Unità di M.te Gottero – Supergruppo della Val di Vara – Dominio Ligure Interno);* di seguito viene esposta la caratterizzazione formazionale in termini litostratigrafici e di analisi di facies derivante dagli approfondimenti bibliografici condotti.

oooOooo

Gli Scisti Manganesiferi sono costituiti da una successione torbiditica di tipo pelitico-arenacea a composizione esclusivamente silicoclastica che mostra uno spessore apparente non inferiore a 300m ed è caratterizzata da un "trend coarsening upward".

La parte basale della successione è rappresentata da strati torbiditici da sottili a spessi, fino a superare il metro; il rapporto a/p è sempre minore di 1 e le granulometrie delle basi torbiditiche sono sempre comprese fra l'arenite fine e finissima; la continuità laterale è buona per gli strati più spessi.

Non sono evidenti fenomeni erosivi alla base degli strati ed anche le impronte da corrente sono molto rare; la parte basale degli strati a granulometria fine mostra laminazioni piano parallele (Td di Bouma, 1962) e più raramente laminazioni convolute e "ripple" (Tc di Bouma).

Piazza G. Cademartori, 22 – 16043 Chiavari (GE)
Tel./Fax.: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I. 01647830999

Fra le strutture postdeposizionali sono molto diffuse bioturbazioni tipo Chondrites nella frazione pelitica e piste di limivori alla base di alcuni strati.

Sempre per quanto riguarda la parte basale della successione, occorre inoltre rimarcare la diffusa presenza di patine manganesifere che conferiscono il tipico aspetto ed il nome a questa formazione / facies.

La facies F9 di Mutti (1992) domina nella parte basale degli Scisti Manganesiferi, caratterizzati da sequenze incomplete di Bouma di tipo Tc-e e Td-e; le facies e le strutture riconosciute indicano processi deposizionali del tipo "low density turbidites", caratteristici di un *ambiente di piana bacinale.*

La frazione arenitica fine mostra in sezione sottile composizioni dominate da granuli di quarzo ed in modo subordinato da feldspati e fillosilicati; la selezione è buona o molto buona, l'arrotondamento dei granuli di quarzo è sempre molto elevato.

La parte alta della successione è caratterizzata dalla presenza di strati a granulometria medio-grossolana; lo spessore degli strati non aumenta molto, mentre il rapporto a/p si avvicina ad 1.

La facies prevalente è sempre la F9 (strati piano-paralleli, "ripple", laminazioni convolute e piano-parallele), ma in alcuni strati sono presenti intervalli arenitici medio-grossolani scarsamente gradati, talvolta caratterizzati da strutture da fuga di fluidi con evidenze di basi erosive ("clay chips", piccoli "scour" basali e controimpronte del tipo "groove cast") attribuibili alla facies F8 di Mutti (1992).

La frazione arenitica di questi strati silicoclastici è classificabile come arcose o subarcose e la composizione modale è confrontabile con quella delle Arenarie di M.te Gottero.

L'età Santoniano superiore – Campaniano inferiore attribuita agli Scisti Manganesiferi è stata ricavata indirettamente da Marroni & Perilli (1990) sulla base dell'età delle Argille a Palombini e delle sovrastanti Ardesie di M.te Verzi.

oooOooo

Nel corso dei rilevamenti esperiti, significativi ed estesi affioramenti ascrivibili ai livelli superficiali della F. di Val Lavagna – Facies degli Scisti Manganesiferi sono stati osservati:

- Lungo l'alveo del T. Lavagna, per gran parte del tratto di interesse.
- Sulla parete rocciosa in sponda destra del T. Lavagna all'altezza dell'opera di presa.
- Sul fondo dell'incisione del T. Litteglia, in prossimità della sua confluenza nel T. Lavagna.
- Sulla elevata parete rocciosa in sponda destra del T. Lavagna, in corrispondenza del fianco Nord-Ovest del marcato crinale sui cui insiste la località Quartaie.
- Alla base del terrazzo alluvionale recente a Sud-Est della località Quartaie.

Emergenze rocciose meno estese sono state talvolta rilevate in corrispondenza degli assi delle dorsali che caratterizzano i versanti in destra orografica del T. Lavagna e che si immergono sotto alla piana di fondovalle.

Piazza G. Cademartori, 22 – 16043 Chiavari (GE)
Tel./Fax.: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I. 01647830999

In particolare, in accordo con le osservazioni di Casella F. & Terranova R. (1964), è stata riconosciuta una *facies argilloscistosa, grigia, giallastra, scagliosa, lucida, manganesifera, con intercalazioni di arenarie quarzose compatte in banchetti di potenza 10-20cm;* sono inoltre stati rilevati sia intensi ed estesi arrossamenti che interessano gli argilloscisti sulle superfici di scistosità ed in corrispondenza delle fratture che vene di quarzo bianco.

Tale formazione argilloscistosa si ricollega direttamente, attraverso l'alveo del T. Lavagna con la facies ardesiaca (F. di Val Lavagna – Facies delle Ardesie di M.te Verzi) affiorante sul versante sinistro.

Occorre rimarcare il *significativo stato di alterazione e/o fratturazione che caratterizza le succitate emergenze rocciose, comunque riferibili ai livelli più superficiali e disarticolati del substrato.*

ASPETTI GEOLOGICO-STRUTTURALI

Ad introduzione delle tematiche geologico-strutturali relative all'area di intervento, viene di seguito proposto un *sintetico inquadramento esteso a scala regionale.*

oooOooo

L'edificazione del settore settentrionale della Catena appenninica è il risultato di una storia strutturale complessa le cui fasi possono essere raggruppate in due cicli principali ben distinti tra loro (cfr. Elter P. – Introduzione alla Geologia dell'Appennino Ligure-Emiliano).

Il primo comprende le cosiddette *Fasi Liguri* ed ha interessato esclusivamente l'insieme interno, prima che si verificasse la sua traslazione sull'avampaese toscano; esso si conclude con la "trasgressione" eocenica superiore – oligocenica del Bacino Terziario Piemontese (B.T.P.) sulle Liguridi Interne e del suo corrispondente (un pò più distale), rappresentato dalla Successione Epiligure, sulle Liguridi Esterne.

Il secondo ciclo comprende le *Fasi dette Toscane* (che si manifestano per tutto il Miocene) e corrisponde alla messa in posto delle Liguridi, in gran parte già strutturate nel ciclo precedente, sull'insieme Esterno ed alla contemporanea evoluzione tettonica di quest'ultimo; questo ciclo in Toscana si conclude, nel Tortoniano superiore, con la trasgressione del Bacino Neoautoctono del volterrano, che segna qui la fine delle traslazioni orizzontali.

La Fase Toscana è seguita da *manifestazioni di tettonica distensiva* che si traducono in grandi faglie, parallele alla costa tirrenica, ed *in evidente relazione con l'apertura del Mar Tirreno.*

Nei domini più esterni continua invece la tettonica compressiva con estesi piegamenti e con ulteriori traslazioni, almeno in parte gravitative, della coltre ligure; *le ultime deformazioni interessano il Pliocene inferiore* e sono ancora riconoscibili nelle strutture frontali sepolte sotto la Pianura Padana.

Più in particolare, per quanto attiene *all'Evoluzione Tettonica del Dominio Ligure Interno,* a parte la traslazione certamente più tardiva che ha portato la falda del Gottero a sopravanzare le sottostanti Unità Bracco e Colli-Tavarone-Serò per sovrascorrere direttamente, per oltre trenta chilometri, sul Ligure Esterno o addirittura sulla Falda Toscana, l'essenziale della tettonica precede la deposizione del B.T.P. ed è perciò interamente ascrivibile alle Fasi Liguri.

Piazza G. Cademartori, 22 – 16043 Chiavari (GE)
Tel./Fax.: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I. 01647830999

Questa tettonica è strettamente dipendente da quella delle vicine Alpi Occidentali e Marittime a cui le Liguridi Interne sono del resto saldate dal Bacino Terziario Piemontese stesso.

Le prime deformazioni del fondo oceanico, di cui la sola testimonianza nell'Appennino è rappresentata dal detritismo ofiolitico, *sono forse correlabili con la più documentata tettonica eoalpina delle Alpi.*

Le deformazioni più visibili, sigillate dalla trasgressione eocenica superiore – oligocenica, sono invece chiaramente coeve con quelle mesoalpine, tanto più che, come nelle Alpi Marittime, l'edificio è sormontato da una falda di flysch ad elmintoidi: la falda di M.te Antola.

L'evoluzione tettonica si è sviluppata in tre fasi: la prima, caratterizzata da pieghe isoclinali compresse e sinmetamorfiche, corrisponde alla formazione di un primo impilamento di Unità Liguri Esterne su cui sovrascorre anche l'Unità di M.te Antola; soprattutto per analogia con le Alpi, appare probabile che questa prima fase abbia avuto un vergenza europea.

Una seconda fase è consistita in un ulteriore raccorciamento che ha ripiegato i contatti tettonici formati nella fase precedente.

La terza fase corrisponde a delle superfici di taglio lungo cui si sono verificati dei sovrascorrimenti in senso opposto (retrocarreggiamenti) che hanno ancora modificato la geometria portandola ad una situazione ormai simile all'attuale; in effetti, a parte alcuni scorrimenti più tardivi, attribuibili alle fasi Toscane, come quello già menzionato della Unità Gottero, la catena non subirà modifiche sostanziali negli sviluppi orogenetici successivi.

oooOooo

Per quanto riguarda l'areale di interesse, l'interpretazione morfotettonica ha messo in evidenza sistemi di faglie circa diretti NW-SE e NE-SW; a scala territoriale, si riconoscono inoltre deformazioni rigide ad orientazione *Nord-Sud ed Est-Ovest*.

A scala di versante si registra una generalizzata e significativa variabilità delle giaciture di strato, legata agli intensi fenomeni plicativi, sia alla macroscala che alla mesoscala, a cui è stata sottoposta la F. di Val Lavagna nel corso della sua complessa evoluzione tettonico-strutturale.

3.3. GEOMORFOLOGIA

I rilevamenti di superficie, integrati dall'analisi delle Cartografie Tecniche (CTR Scala 1:5.000) e delle Foto Aeree, hanno permesso di *ricostruire in via preliminare il quadro geomorfologico dell'area di intervento e del suo intorno (cfr. TAVV.2 e 3).*

A SCALA DI AREALE, i motivi geomorfologici salienti sono rappresentati dalla piana alluvionale del T. Lavagna, dal suo marcato meandro che isola il "promontorio" in rilievo su cui insiste la località Quartaie e dagli articolati versanti che delimitano il fondovalle ai lati.

Il fondovalle è interessato dai depositi alluvionali (mobili, recenti ed antichi terrazzati) di varia potenza del T. Lavagna, caratterizzati da una significativa eterogeneità tessiturale e composizionale, sia verticale che orizzontale.

Piazza G. Cademartori, 22 – 16043 Chiavari (GE)
Tel./Fax.: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I. 01647830999

Prevalgono miscele di ghiaie (talvolta grossolane) e sabbie, alternate ad intervalli limosi e/o argillosi, occasionalmente torbosi, spesso lenticolari.

In avvicinamento ai rilievi collinari, ai sedimenti alluvionali, soprattutto nei primi orizzonti deposizionali a partire dal "bedrock", sono interdigitate *intercalazioni detritico-colluviali di pendio ascrivibili alla "frangia detritica pedemontana".*

In corrispondenza dell'alveo del T. Lavagna, l'erosione fluviale ha spesso portato ad affiorare i livelli superficiali del substrato, rappresentato da litologie ascrivibili alla F. di Val Lavagna.

L'azione di spianamento e/o deposito esercitata dai processi fluviali è testimoniata dalla presenza di *numerose forme morfologiche terrazzate recenti e dei relativi orli;* talvolta si osservano depositi alluvionali antichi caratterizzati da clasti arrotondati debolmente cementati, senza evidenti strutture sedimentarie.

La progressiva urbanizzazione della piana di fondovalle e la creazione delle relative infrastutture ha localmente rimaneggiato in maniera significativa i livelli superficiali dei depositi alluvionali, complicando la ricostruzione delle stratigrafie tipo del sottosuolo.

I versanti sono caratterizzati dall'alternanza di dorsali secondarie e morfologie ad impluvio / incisioni.

I crinali ed i versanti mostrano, a quote territorialmente ben correlabili, superfici subplanari di vario ordine riferibili all'azione di processi di spianamento morfologico – attuatisi in epoca plio-quaternaria in contesti tettonici-sismici-morfologici-climatici presumibilmente molto diversi da quelli attuali – raccordate tra loro da rotture di pendio generalmente molto marcate.

Mentre in asse alle dorsali si registrano condizioni di substrato generalmente subaffiorante, localmente affiorante, con coperture eluvio-colluviali medio-sottili (spessore presunto < 3m), in corrispondenza delle morfologie ad impluvio e delle superfici di spianamento si osserva talvolta un graduale ispessimento delle coltri, soprattutto laddove l'acclività è minore.

In corrispondenza degli acclivi pendii che raccordano tra loro i vari ordini di superfici di spianamento le coperture sciolte sono frequentemente interessate da processi di soliflusso superficiale, imputabili principalmente alla scarsa disciplina delle acque superficiali, all'acclività del profilo del substrato ed alle scadenti proprietà geotecniche dei terreni.

All'attività antropica sono da ascrivere il generalizzato terrazzamento delle coperture sciolte (finalizzato all'attività agricola) ed i progressivi processi di urbanizzazione (edificazione di fabbricati, di infrastrutture viarie, ecc.).

Il passaggio dalla piana di fondovalle al versante è generalmente suturato da una più o meno estesa zona di transizione, ascrivibile alla frangia detritica pedemontana.

Piazza G. Cademartori, 22 – 16043 Chiavari (GE)
Tel./Fax.: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I. 01647830999



A SCALA DI SITO, l'impianto miniidroelettrico ad acqua fluente denominato "Filanda" oggetto del progetto di ripristino si sviluppa in sponda destra del T. Lavagna, tra i Comuni di Moconesi, Tribogna e Cicagna (cfr. TAV.3).

Pur precisando che i rilievi di superficie sono stati ostacolati da una fitta vegetazione infestante e da difficoltà di accesso legate all'attraversamento di proprietà private, così come si evince sia dalle osservazioni esperite che dalla Relazione Tecnico-Descrittiva, *l'impianto risulta costituito dai seguenti elementi principali, in variabile stato di conservazione:*

- *Un'opera di presa* nell'alveo del T. Lavagna situata nel Comune di Moconesi, rappresentata da una traversa in muratura di pietrame e cemento di lunghezza pari a 38m, altezza 2.30m e larghezza 1.80m.

  Tale opera appare in buone condizioni di conservazione e *fondata prevalentemente su orizzonti lapidei ascrivibili ai livelli superficiali del substrato diffusamente affioranti in alveo.*

- *Un canale di carico* situato in sponda destra del T. Lavagna, di lunghezza pari a 1300m (di cui 1100m allo scoperto e 200m in galleria), sezione pari a 1.20m x 1.00m e pendenza media pari allo 0.15%.

  L'opera di adduzione attraversa situazioni geomorfologiche variabili, in via preliminare riportate sulla allegata Planimetria Tecnica di Rilevamento (cfr. TAV.3): interferisce prevalentemente con il substrato affiorante e le alluvioni mobili e/o recenti terrazzate di vario spessore, subordinatamente con la fascia detritica pedemontana.

  Il canale supera l'incisione del T. Litteglia mediante un ponte in pietra, mentre in corrispondenza della località Quartaie attraversa la dorsale rocciosa isolata dal meandro del T. Lavagna in galleria.

- *Una vasca di carico* della capacità totale di 1200m^3; interferisce con i depositi alluvionali recenti terrazzati che caratterizzano il fondovalle del T. Lavagna a Sud-Est della località Quartaie.

- *Una condotta forzata* costituita da una tubazione in ferro del diametro di 600mm lunga 40m.

- *Una sala macchine ed un canale di scarico,* sempre situati in località Quartaie, nel Comune di Cicagna; interferiscono sia con i superficiali depositi alluvionali che con i livelli superficiali del substrato, affioranti estesamente sia in alveo al T. Lavagna che alla base della scarpata / orlo di terrazzo.

Gli accertamenti geognostici da condursi prima della fase esecutiva (cfr. Capitoli 5 e 6) permetteranno di meglio definire il quadro geologico s.l., in particolare stratigrafico, lungo il tracciato dell'opera.

Sempre nel corso di tali indagini, occorrerà valutare l'eventuale interferenza con le preesistenze antropiche rilevate.

Piazza G. Cademartori, 22 – 16043 Chiavari (GE)
Tel./Fax.: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I. 01647830999

3.4. IDROGRAFIA ED IDROLOGIA

IDROGRAFIA

L'area di interesse si inquadra nel bacino idrografico principale del Torrente Lavagna, in sua destra orografica.

Tale bacino è costituito dal corso del T. Lavagna, disposto secondo un asse prevalente WNW-ESE, e dai suoi affluenti diretti, distribuiti in maniera asimmetrica: il versante settentrionale appare infatti molto più esteso rispetto a quello meridionale, che invece risulta ridotto sia per superficie che per contributo di volume d'acqua all'asta principale (cfr. Relazione Tecnico-Descrittiva).

Per quanto riguarda i tributari, nel suo primo tratto, dalle sorgenti alla località Ferriere, il T. Lavagna non riceve tributari importanti se non il Rio di Vallebuona ed il Rio delle Ferriere, entrambi sulla destra orografica; successivamente riceve, sempre in sponda destra, il Rio Lumarzo, il T. Litteglia, il Rio della Bolle, il Rio Pendola, il Fosso di Roncazzi e quello di Camposasco, più altri di minore importanza.

Ma è la sponda orografica sinistra, come già esposto, a fornire i tributari più significativi: il Rio d'Urri, il T. Neirone, il Canale di Moconesi, il T. Malvaro ed il Canale di Isolona.

Per quanto attiene all'areale di interesse, *il reticolo idrografico è rappresentato dal T. Lavagna e dai suoi tributari di destra Rio Roncossuolo e T. Litteglia.*

IDROLOGIA

IDROLOGIA SUPERFICIALE

I succitati corsi d'acqua assumono il ruolo di aste principali di smaltimento per tutte le acque, disciplinate o meno, che scorrono sui versanti e sul fondovalle.

Per l'intera area di interesse occorre segnalare una carente regimazione delle acque superficiali; in tal senso, in concomitanza con eventi pluviometrici intensi e/o prolungati nel tempo *sono prevedibili intensi processi di ruscellamento, sia diffuso che concentrato*.

IDROGEOLOGIA

Per quanto concerne le CARATTERISTICHE DI PERMEABILITÀ:

- *I Materiali Sciolti di Copertura (riporti, coltri, eluvi, alluvioni, ecc.),* sono da considerarsi *prevalentemente permeabili per porosità;* occorre tuttavia osservare come all'interno della suddetta classe ricadano formazioni e/o orizzonti caratterizzati da valori dei coefficienti di permeabilità anche molto diversi tra loro: in particolar modo la permeabiltà risulta strettamente legata alle peculiari caratteristiche tessiturali (granulometria) e composizionali dei depositi sciolti.

Piazza G. Cademartori, 22 – 16043 Chiavari (GE)
Tel./Fax.: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I. 01647830999



PERICOLOSITA' GEOLOGICA

- *Il Substrato Roccioso, ascrivibile alla F. di Val Lavagna – Facies degli Scisti Manganesiferi,* può essere considerato come *orizzonte generalmente impermeabile.*

Per quanto attiene alle CIRCOLAZIONI IDRICHE SUBSUPERFICIALI:

- Sulla *Piana di Fondovalle, si può ipotizzare la presenza di una falda idrica subsuperficiale* strettamente dipendente dal regime pluviometrico e dunque destinata a subire sensibili escursioni stagionali.

  Gli accertamenti geognostici da eseguirsi prima della fase esecutiva (cfr. Capitoli 5 e 6) permetteranno la determinazione della profondità del tetto della falda stessa.

- Sui *Versanti*, in concomitanza a precipitazioni intense e/o persistenti, *il contrasto di permeabilità rappresentato dall'interfaccia coperture sciolte – substrato può favorire l'instaurarsi di zone di intensa impregnazione idrica e/o di temporanei flussi idrici,* soprattutto in corrispondenza dell'orizzonte rappresentato dai livelli più superficiali ed alterati del substrato.

CIRCOLAZIONI IDRICHE PROFONDE in seno all'ammasso roccioso sono ipotizzabili solamente lungo significative superfici di discontinuità e/o faglia.

4. PERICOLOSITA' GEOLOGICA

Ai sensi del D.M. 14 Settembre 2005 (cfr. Art. 7.2.1.) "il modello geologico del sito deve essere orientato alla ricostruzione dei caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di *pericolosità geologica* del territorio".

In tale ottica, *vengono di seguito rielaborate in via preliminare le risultanze geologiche esposte nei precedenti capitoli al fine di fornire valutazioni sulla pericolosità geomorfologica, idraulica e sismica.*

4.1. PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA

PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA

Le ricostruzioni geomorfologiche derivanti dai rilievi di superficie esperiti e dall'esame delle cartografie mostrano come *le aree interferenti con la proposta progettuale non registrino allo stato attuale segni manifesti riferibili a squilibri geomorfologici attivi e/o quiescenti profondi,* in accordo con l'interpretazione desunta dalle cartografie del Piano di Bacino "183" – Torrente Lavagna che per tali aree non propongono criticità.

Tuttavia, come fattori sfavorevoli possono essere citate le scarpate e/o rotture di pendio rilevate in destra al T. Lavagna sia in corrispondenza degli orli di terrazzo fluviale che lungo i versanti e/o pareti rocciose a monte; ivi sono stati osservati occasionali cigli di distacco superficiale.

Piazza G. Cademartori, 22 – 16043 Chiavari (GE)
Tel./Fax.: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I. 01647830999



PERICOLOSITÀ IDROLOGICA

Per quanto riguarda gli aspetti idrologici, come specificato nella Relazione Tecnico-Descrittiva relativa alla Procedura di Screening (cfr. Paragrafo 2.5.1. Piano di Bacino) redatta dai Progettisti in data Luglio 2008, *il rischio di esondabilità ed il relativo calcolo del tirante idrico associato alla portata di piena con tempo di ritorno duecentennale legato alla realizzazione del locale centrale e della vasca di carico verrà affrontato prima della fase esecutiva mediante un approfondito studio idraulico da sottoporre ad iter autorizzativo da parte della Provincia di Genova – Area 06 (Difesa del Suolo e Pianificazione di Bacino).*

4.2. PERICOLOSITA' SISMICA

In relazione alla *pericolosità sismica dell'area sono state valutate, in via preliminare, le condizioni Geo-Strutturali, Litostratigrafiche, Geomorfologiche ed Idrogeologiche in grado di favorire Risposte Sismiche Locali (Effetti di Sito), sia sotto forma di Amplificazioni delle accelerazioni sismiche che inducendo Effetti Cosismici.*

Tra le CONDIZIONI GEOLOGICO-STRUTTURALI, si evidenziano alcune discontinuità tettoniche fragili (certe e/o presunte) che potrebbero indurre effetti di sito nel caso di attivazione sismica.

Tra le CONDIZIONI LITOSTRATIGRAFICHE, il contrasto di competenza sia tra litofacies differenti che tra le coperture sciolte ed il sottostante "bedrock" potrebbe favorire fenomeni di amplificazione locale.

Tra le CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE sfavorevoli in termini di effetti di sito si segnalano:

- La potenza sia dei depositi alluvionali recenti che della fascia detritica "pedemontana", laddove riscontrata, e la presenza di falde subsuperficiali al loro interno.
- La possibile presenza di paleoalvei del T. Lavagna incisi nel bedrock e gli "effetti di bordo" che si potrebbero innescare al margine della piana di fondovalle.
- L'alternanza tra crinali secondari e marcate incisioni che caratterizza i versanti a monte del tracciato, possibile sede di effetti di focalizzazione delle onde sismiche.
- La presenza di marcate rotture di pendenza.
- La presenza dell'attraversamento del crinale in galleria in corrispondenza della località Quartaie.

In termini di *SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE delle coperture sciolte,* nelle more delle risultanze derivanti dalle prospezioni geognostiche da condursi prima della fase esecutiva (cfr. Capitoli 5 e 6), la preliminare valutazione dei dati tessiturali (significativa eterogeneità granulometrica e presunta abbondanza di frazioni medio-grossolane, ecc.) risultanti dalle indagini esperite *confortano circa una improbabile liquefacibilità dei suddetti orizzonti sciolti.*

Piazza G. Cademartori, 22 – 16043 Chiavari (GE)
Tel./Fax.: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I. 01647830999



5. MODELLO GEOLOGICO E GEOLOGICO-TECNICO PRELIMINARI

Ai sensi del D.M. 14 Settembre 2005 (cfr. Art. 7.2.1), il modello geologico dell'area è stato sviluppato in modo da *costituire utile elemento di riferimento per l'inquadramento, da parte del Progettista, delle problematiche geotecniche e geomeccaniche a piccola ed a grande scala.*

Occorre tuttavia segnalare come le preliminari interpretazioni / modellazioni fornite dal presente eleborato, basate esclusivamente sui rilievi geologici s.l. di superficie e su dati bibliografici, debbano essere approfondite e/o integrate dalle risultanze derivanti da puntuali accertamenti geognostici.

Tali accertamenti potranno essere configurati in prospezioni indirette (prove penetrometriche dinamiche continue medio-leggere) e/o dirette (trincee geognostiche esplorative adeguatamente approfondite) da eseguirsi prima della fase esecutiva.

Le risultanze derivanti dagli accertamenti geognostici, da esporre in apposita Relazione Geologica e Geologico-Tecnica Esecutiva, permetteranno di ottemperare pienamente all'Art.7.1.3. (Prescrizioni Generali) del D.M. 14 Settembre 2005: "Le indagini per la caratterizzazione del sito, per la definizione del modello geologico e per la modellazione geotecnica/geomeccanica dei terreni vanno commisurate all'importanza ed all'estensione dell'opera ed alle conseguenze che gli interventi possono produrre sull'ambiente circostante, in tutte le fasi realizzative e ad opera terminata, con particolare riferimento alle opere esistenti".

5.1. MODELLO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO PRELIMINARE

Ad integrazione delle informazioni fornite al Capitolo 3 circa *l'Ambiente Geologico caratteristico dei siti di intervento e degli areali al loro contorno,* vengono di seguito sintetizzate le *principali distinzioni stratigrafiche interpretative* risultanti dalle preliminari indagini esperite:

(R) *Livelli detritici superficiali, rimaneggiati e/o di riporto,* costituiti da scheletro eterometrico in matrice sabbioso-limosa con subordinate frazioni argillose.

(C) *Coltri di pendio da eluvio-colluviali a detritico-colluviali,* costituite da scheletro eterometrico in matrice eterogenea, da sabbioso-limosa a limoso-argillosa.

(AL_{sg} – AL_{la}) *Orizzonti Alluvionali con Intercalazioni Detritico-Colluviali di Pendio,* da poco a molto addensati: si tratta presumibilmente di alternanze tra sabbie e ghiaie in matrice da limoso-sabbiosa ad argilloso-limosa (AL_{sg}), con intervalli limosi e/o argillosi (AL_{la}).

(SA-E) *Orizzonti rappresentati dai livelli più superficiali del substrato (SA), intensamente alterati e fratturati, alternati ad intercalazioni eluviali (E).*

Piazza G. Cademartori, 22 – 16043 Chiavari (GE)
Tel./Fax.: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I. 01647830999

(S) *Substrato (F. di Val Lavagna – Facies degli Scisti Manganesiferi)* costituito da alternanze tra livelli argillitici, siltoso-arenacei e, subordinatamente calcareo-marnosi, presumibilmente caratterizzato dal graduale miglioramento delle proprietà geomeccaniche con la profondità.

5.2. MODELLO GEOLOGICO-TECNICO PRELIMINARE

Nel presente paragrafo si intende fornire una *prima stima dei parametri fisici e meccanici dei terreni investigati (Modello Geologico-Tecnico Preliminare) sulla base delle risultanze derivanti sia dai rilievi geologico-tecnici di superficie esperiti nel presente lavoro che di analisi geotecnico-geomeccaniche condotte dagli Scriventi in zone limitrofe nel corso di precedenti lavori professionali (Parametrizzazione Geotecnica e Geomeccanica).*

Ai sensi dell'Art. 7.2.2. del D.M. 14 Settembre 2005 sarà comunque responsabilità del Progettista fornire la caratterizzazione geotecnica corrispondente alle diverse fasi del progetto.

In prima analisi, nelle more delle autonome valutazioni di merito del Progettista, *per gli orizzonti stratigrafici distinti è proponibile la seguente Parametrizzazione Ragionata:*

ORIZZONTI STRATIGRAFICI	γ Peso di Volume Secco (kN/m^3)	c' Coesione Drenata (kPa)	φ' Angolo di Attrito Efficace (°)
(R)	**14 – 16**	**0**	**22 – 24**
(C)	**15 – 17**	**0**	**24 – 27**
(AL_{sg})	**17 – 19**	**0**	**26 – 29**
(AL_{la})	**14 – 16**	**0**	**20 – 23**
(SA-E)	**19 – 21**	**20 – 50**	**29 – 31**
(S)	**22 – 23**	**50 – 300**	**32 – 34**

Per quanto attiene alla determinazione della CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE (cfr. O.P.C.M. n.3274 del 20 Marzo 2003 e D.M. 14 Settembre 2005), *si rimanda alle risultanze delle indagini prescritte a supporto della Fase Esecutiva della progettazione.*

Per quanto riguarda il *RISCHIO DI LIQUEFACIBILITÀ, si rimanda alle considerazioni espresse nel Paragrafo 4.2.*

Piazza G. Cademartori, 22 – 16043 Chiavari (GE)
Tel./Fax.: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I. 01647830999



6. CONCLUSIONI

Così come si evince dalla Relazione Tecnico-Descrittiva, a cui si rimanda per ulteriori dettagli, *la proposta progettuale prevede il ripristino dell'impianto miniidroelettrico ad acqua fluente denominato "Filanda" sul bacino del T. Lavagna.*

Gli interventi a progetto consistono sia nel recupero delle strutture esistenti che nella realizzazione ex-novo dei dettagli costruttivi indispensabili per l'ottimale sfruttamento della risorsa idrica ed il mantenimento degli equilibri del sistema fluviale nel suo complesso.

In considerazione della scala e delle caratteristiche degli interventi, si può esprimere un complessivo favorevole parere di fattibilità geologica delle opere, ottimizzabili ed adattabili alle situazioni preliminarmente riscontrate attraverso un adeguato progetto geotecnico-strutturale esecutivo.

Al fine di:

- meglio definire le interpretazioni stratigrafiche ed idrogeologiche proposte nel presente elaborato (Modello Geologico),
- ottenere puntuali parametrizzazioni geotecniche delle coperture sciolte e geomeccaniche degli ammassi rocciosi (Modello Geologico-Tecnico),
- definire le categorie di suolo fondazionale,
- fornire indicazioni esecutive finalizzate al superamento degli aspetti geologico-applicativi più delicati,

appare necessario programmare ed eseguire adeguati approfondimenti di indagine geologica s.l., da attuarsi prima della Progettazione Esecutiva; in particolare:

- Accurata ispezione del tracciato del canale di carico e, in particolare, delle sue porzioni in galleria.
- Esecuzione di un dettagliato rilievo geologico-strutturale / geomeccanico degli ammassi rocciosi interferenti con gli interventi.
- Definizione del modello idrogeologico, sia superficiale che subsuperficiale, dell'area.
- Conduzione di accertamenti geognostici puntuali (prove penetrometriche dinamiche continue, pozzetti e/o trincee esplorative) in corrispondenza degli eventuali sistemi fondazionali a progetto (locale macchine, vasca di carico, opere di presa, ecc.).

Dovrà inoltre essere attentamente valutata l'eventuale interferenza tra le opere previste a progetto ed i manufatti antropici preesistenti rilevati.

Piazza G. Cademartori, 22 – 16043 Chiavari (GE)
Tel./Fax.: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I. 01647830999

I succitati approfondimenti di indagine prescritti consentiranno dunque di fornire tutti gli elementi conoscitivi e le prescrizioni necessarie all'ottimizzazione dell'intervento nella fase di Progettazione Esecutiva.

Chiavari, lì 24 Luglio 2008

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





Piazza G. Cademartori, 22 – 16043 Chiavari (GE)
Tel./Fax.: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I. 01647830999

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- ◊ BIENIAWSKI Z. (1989) – *Engineering rock mass classification.* J. Wiley & Sons.
- ◊ BORGHINI G., BERNINI M. & PAPANI G. (2000) – *Individuazione e mappatura di faglie attive e/o strutture sismogenetiche in Appennino Nord-occidentale.* Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Parma.
- ◊ CASELLA F. & TERRANOVA R. (1964) – *Studio stratigrafico e tettonico dei terreni cretacei nella valle Lavagna e nelle zone limitrofe (Appennino ligure orientale).* Atti dell'Istituto di Geologia della Università di Genova, Vol. I, Fascicolo II.
- ◊ CASTELLO B., MORO M., CHIARABBA C. & DI BONA M., DOUMAZ F.,SELVAGGI G. & AMATO A. (2004) – *Carta della sismicità in Italia*. Centro Nazionale Terremoti, INGV.
- ◊ CATTANEO M., EVA C. & MERLANTI F. (1987) – *Alcune considerazioni sulla sismicità dell'Appennino Nord-Occidentale*. Mem. Descr. della Carta Geologica d'Italia, Vol. XXXV.
- ◊ D.M. 14 SETTEMBRE 2005 – *NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI*. G.U.R.I. 23 settembre 2005, n.222, s.o. n. 159.
- ◊ ELTER. P, LASAGNA S., MARRONI M., PANDOLFI L., VESCOVI P. & ZANZUCCHI G. (2005) – *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla Scala 1:50.000 - Foglio 215 – Bedonia.* Regione Emilia Romagna.
- ◊ FANUCCI F. & NOSENGO S. (1977) – *Rapporti tra neotettonica del versante marittimo dell'Appennino Ligure e del margine continentale e fenomeni morfogenetici.* Boll. Soc. Geol. It., 96 (1-2).
- ◊ FOCARDI P. (1982) – *Parametri geomorfologici che influiscono sugli effetti sismici.* Boll. Ing., 9.
- ◊ LANCELLOTTA R. (1993) – *Geotecnica.* Zanichelli Ed., Bologna.
- ◊ MARINOS P. & HOEK E. (2000) – *GSI: A geological friendly tool for rock mass strength estimation.* Proceedings of the International Conference on Geotechnical & Geological Engineering (GeoEng 2000), Technomic Publishing Co. Inc, Pagg. 1422-1440, Melbourne, Australia.
- ◊ MARINOS P. & HOEK E. (2001) – *Estimating the geothecnical properties of heterogeneous rock masses such as flysch.* Bull. Engg. Geol. Env., 60, Pagg. 85-92.
- ◊ PICCARDO G.B., RAMPONE E., SCAMBELLURI M., TRIBUZIO R., BERETTA C. & ROMAIRONE A., with contribution of ELTER P. & MOLLI G. (1999) – *Excursion to the Ligurian Peridotites and Ophiolites.* Third International Workshop on Orogenic Lherzolites and Mantle Processes, Genova.
- ◊ PROVINCIA DI GENOVA – *Piano di Bacino Stralcio per la Difesa Idrogeologica, Geomorfologica, per la Salvaguardia della Rete Idrografica e per la Compatibilità delle Attività Estrattive – Torrente Lavagna (ai sensi dell'Art.17, Comma 6 ter, della Legge 18/5/1989 n°183).*
- ◊ RAMELLA A., FANUCCI F., FIRPO M. & PICCAZZO M. (1987) – *Considerazioni sui caratteri morfostrutturali dell'Appennino Ligure e suoi rapporti con il margine continentale.* Quad. Ist. Geol. Univ. Genova, Anno 8, Vol. 5, Pagg. 263-270.
- ◊ TERRANOVA R. (1966) – *La serie cretacea degli "argilloscisti" fra le valli dei torrenti Entella e Petronio (Appennino Ligure)*. Atti Ist. Geol. Univ. Genova, Anno IV, Vol. I, Fascicolo I.
- ◊ ZANZUCCHI G. (Ed) (1994) – *Appennino Ligure-Emiliano.* Guide Geologiche Regionali, Società Geologica Italiana, Roma, BE.MA. Editrice.

Piazza G. Cademartori, 22 – 16043 Chiavari (GE)
Tel./Fax.: 0185-323302 E-mail: bp.geo@virgilio.it P.I. 01647830999