

REVISIONE	DATA	NOTE
REV.1		

NUOVO IMPIANTO IDROELETTRICO DENOMINATO "**STATALE**" SUL RIO STATALE

PROVINCIA DI GENOVA
COMUNE DI NE

PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE:

ENERGIAVERDE S.r.l.
VIA VITTORIO VENETO 11 - 15076 OVADA (ALESSANDRIA)

N. 3

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

PROGETTAZIONE:

OVADAPROGETTI s.a.s.
ing. SERGIO COLOMBO
VIA VITTORIO VENETO 11 - 15076 OVADA (ALESSANDRIA)
tel/fax +39-0143-81293 - email sergio.colombo@ovadaprogetti.it

ORDINE INGEGNERI PROV. ALESSANDRIA
SETTORI CIVILE-AMB. INDUSTR. INFORM.
COLOMBO SERGIO
INGEGNERE
N° A-1879
SEZIONE A

GIUGNO 2015

QUESTO DOCUMENTO E' DI PROPRIETA' DELLA SOCIETA' OVADAPROGETTI s.a.s. - OGNI RIPRODUZIONE DEVE ESSERE ESPRESSAMENTE AUTORIZZATA

di Michele Malfatti e Stefano Bruzzone
Studio Associato di Geologia

COMUNE DI NE
Provincia di Genova

Progetto:

NUOVO IMPIANTO IDROELETTRICO DENOMINATO "STATALE" SUL RIO STATALE

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

Committente del progetto e Titolare della "Domanda di derivazione di acqua pubblica": ***ENERGIAVERDE S.r.l.*** **– Via V. Veneto 11 – 15076 Ovada (AL).**

Luglio 2015



Dott. Geol Stefano Bruzzone

Vico Sinope 19 R - 16155 Genova *e-mail mbgeo@tiscali.it* *C.F./P.IVA: 01932710997*
Tel./Fax 010.4075995
Cell. 333.2766761 - 348.9243743

INDICE

1 – *PREMESSA* *(Pag. 3)*

2 – *METODOLOGIA DI STUDIO* *(Pag. 4)*

3 – *INQUADRAMENTO GEOGRAFICO-FISICO* *(Pag. 5)*

4 – *INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE* *(Pag. 8)*
4.1 – Tettonica e assetto strutturale
4.2 – Litostratigrafia

5 – *CARATTERI SISMICI GENERALI* *(Pag. 18)*

6 – *CARATTERI GEOMORFOLOGICI GENERALI* *(Pag. 20)*

7 – *LINEAMENTI IDROGRAFICI GENERALI* *(Pag. 29)*

8 – *NORMATIVA DI RIFERIMENTO* *(Pag. 37)*
8.1 – Pericolosità e fattibilità dell'opera

9 – *ANALISI DI DETTAGLIO DEL PROGETTO* *(Pag. 42)*
9.1 – Opera di presa sul Rio Statale e sul Rio Foppo
9.2 – Condotta forzata dall'opera di presa al fabbricato di centrale
9.2 – Fabbricato di centrale e condotta di scarico

10 – *INDAGINI GEOGNOSTICHE E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA/GEOMECCANICA* *(Pag. 54)*

10.1 – Stese sismiche a rifrazione
10.2 – Analisi e sintesi delle risultanze delle indagini sismiche
10.3 – Rilievi geomeccanici
10.4 – Parametri geotecnici dei materiali di copertura
10.5 – Parametri geotecnici della roccia alterata e destrutturata
10.6 – Parametri geomeccanici dell'ammasso roccioso
10.7 – Zonazione sismica

11 – *FATTORI DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO* *(Pag. 68)*

12 – *CONCLUSIONI* *(Pag. 72)*

Elenco allegati

allegato 1: Carta geologica (fuori scala)
allegato 2: Carta geomorfologica (fuori scala)
allegato 3: Carta del rischio geologico (fuori scala)
allegato 4: Carta della suscettività al dissesto (fuori scala)
allegato 5: Carta delle indagini e della franosità (fuori scala)
allegati 6: Elaborati stese sismiche a rifrazione
allegati 7: Cluster Analysis
allegato 8: Profili di scabrezza
allegato 9: Abaco R_L-q_c
allegati 10: Test di Markland

1 – *PREMESSA*

Il presente elaborato illustra i risultati delle indagini geologiche e geomorfologiche svolte a corredo del progetto per la realizzazione di un impianto idroelettrico sul Rio Statale, in località Statale *(Foto 1)*, nel territorio comunale di Ne, in Provincia di Genova.



Foto 1 – *Località Statale in Comune di Ne (GE).*

La nuova centrale in progetto prevede, in realtà, la derivazione delle acque superficiali del Rio Statale e del Rio Foppo, suo affluente di sinistra, sfruttando due manufatti di presa già esistenti sui due corsi d'acqua subito a monte della loro confluenza e la costruzione di un nuovo fabbricato di centrale posizionato immediatamente a monte del ponte sul Rio Statale della strada provinciale (S.P.) 26 della Val Graveglia.

Avvenuta la captazione, l'acqua verrà convogliata alla centrale tramite una condotta forzata di lunghezza pari a circa 2390 m, completamente interrata, in parte (1765 m) al di sotto della strada comunale Cassagna-Statale, in parte in aree private (365 m) e, nell'ultimo tratto (260 m), a bordo alveo.

All'interno del fabbricato di centrale avverrà la trasformazione dell'energia potenziale dell'acqua in energia meccanica ed elettrica, mediante un gruppo turbina Pelton e generatore elettrico; l'energia prodotta dal generatore in bassa tensione verrà, poi, elevata a media tensione da un trasformatore elettrico ed immessa nella rete elettrica esistente.

L'acqua derivata all'opera di presa, dopo aver ceduto all'interno della turbina l'energia accumulata nel salto idraulico, sarà restituita, con le medesime caratteristiche chimico-fisiche di partenza, al Rio Statale, subito a monte della confluenza col Torrente

Reppia, utilizzando, così, un salto idraulico pari a circa 299 m.

I principali dati tecnici dell'impianto in progetto sono:

- salto idraulico lordo: 299 m circa;
- portata massima dell'impianto: 0.230 m^3/s;
- portata media annua derivabile: 0.059 m^3/s;
- massima potenza effettiva: 554 kW.

In base agli elaborati progettuali a disposizione, i nuovi manufatti saranno in gran parte interrati, così da limitare al massimo l'impatto ambientale dell'opera; per gli aspetti strettamente tecnici e progettuali si rimanda, comunque, agli elaborati scritti e grafici redatti a cura della Ovadaprogetti S.a.s. – Via V. Veneto n. 11 – Ovada (AL), a corredo della *Relazione Tecnica Descrittiva - Progetto Definitivo*.

Le presenti indagini sono state condotte allo scopo principale di evidenziare le situazioni di criticità geologica e geomorfologica, in modo da orientare correttamente le scelte progettuali e, ove necessario, indicare le soluzioni tecniche più opportune per la protezione e la messa in sicurezza dell'impianto e degli operatori durante l'esecuzione dei lavori.

2 – *METODOLOGIA DI STUDIO*

Le indagini si sono articolate nelle seguenti fasi di studio:

- ricerca bibliografica preliminare, finalizzata alla raccolta della documentazione geologica esistente (cartografie ufficiali della Provincia di Genova – Piano di Bacino Ambito 16; Carta Tecnica Regionale; foto aerofotogrammetriche);
- rilevamento di campagna lungo il tracciato interessato dal progetto e su una porzione significativa di territorio circostante;
- rilievi geomeccanici sui principali affioramenti rocciosi, per definire geometria ed assetto locale del substrato;
- n. 3 stese sismiche a rifrazione in corrispondenza di aree in frana;
- rilievi geomorfologici dei principali processi erosivi e di modellamento superficiale;
- analisi delle situazioni di pericolosità geologica-geomorfologica interferenti con le opere in progetto ed indicazione dei possibili interventi di mitigazione/sistemazione.

Il lavoro di campagna è stato svolto sia in base alla cartografia geologica reperita nel corso della ricerca bibliografica preliminare, sia in base a rilievi svolti su scale comprese tra 1:5.000 e 1:2.000.

3 – *INQUADRAMENTO GEOGRAFICO-FISICO*

Il Comune di Ne, facente parte della Città Metroplitana di Genova e sito circa 47 km ad est del capoluogo, si estende per quasi 64 km^2 all'interno della Val Graveglia, con quote variabili tra i 30 e i 1404 m s.l.m.; il territorio comunale di Ne si compone delle frazioni (o località) di Conscenti, dove ha sede il palazzo del Comune, Arzeno, Caminata, Castagnola, Chiesanuova, Frisolino, Graveglia, Nascio, Piandifieno, Pontori, Reppia, Sambuceto, Santa Lucia, Statale (nei pressi della quale si prevede di realizzare la nuova centrale in questione), Gaggia e Zerli.

L'ambito comunale in questione si sviluppa sul versante tirrenico dell'arco montuoso Ligure, nell'immediato entroterra della cittadina rivierasca di Lavagna e confina a nord con i comuni di Mezzanego e Borzonasca, a sud della stessa Lavagna, Sestri Levante e Casarza Ligure, ad ovest di Carasco e Cogorno e ad est di Varese Ligure e Maissana, questi ultimi in provincia di La Spezia.

Come si evince da quanto precedentemente riportato, l'ambiente che caratterizza il Comune di Ne è di natura prevalentemente montana, ricco di boschi e con un urbanizzazione che annovera, oltre ai nuclei abitativi di cui sopra, numerose case indipendenti sparse; gli spazi pianeggianti risultano decisamente limitati, mentre dominano le profonde valli incise dai torrenti principali.

Le temperature medie mensili raggiungono i massimi valori nei mesi di luglio e agosto (22.5 °C) e quelli minimi in gennaio (5.9 °C), con una temperatura media annua di 13.5 °C. L'andamento delle precipitazioni, a sua volta, presenta un minimo assoluto estivo nel mese di luglio, mentre il valore massimo si registra nei mesi di ottobre e novembre, seguiti da gennaio e/o aprile; la precipitazione media annua si aggira sui 1800 mm.

La zona è fondamentalmente attraversata dalla Strada Provinciale n. 26 della Val Graveglia, che collega Ne con Cogorno, ad ovest, e con Varese Ligure ad est, dove, tramite il Passo del Biscia, prosegue in territorio spezzino come S.P. 57; altra arteria di comunicazione importante è la S.P. 88 di Montedomenico, che permette il collegamento con le frazioni collinari di Sestri Levante.

La popolazione contava, al 31.12.2011 (dati Istat) poco meno di 2400 abitanti; l'economia comunale si basa ancora principalmente sull'agricoltura locale e sulla relativa produzione che annovera, tra l'altro, un olio di oliva di eccellente qualità.

Inoltre, l'apertura al pubblico della vecchia miniera di manganese di Gambatesa, ha consentito un generale aumento degli afflussi turistici nella valle.

Nella Carta Tecnica della Regione Liguria (cfr. elaborati grafici a corredo della

Relazione Tecnica Descrittiva - Progetto Definitivo, redatta dalla Ovadaprogetti S.a.S.) l'areale di diretto interesse per questo studio è rappresentato dall' elemento 232060.

La zona in cui si prevede di collocare il nuovo fabbricato di centrale si può raggiungere da lungomare della cittadina di Lavagna risalendo verso nord la S.P. 33 in sponda sinistra del Torrente Entella per circa 5 km, dove si svolta in direzione est intraprendendo la S.P. 26 che attraversa la Val Graveglia; di qui si procede per circa 10.5 km fino a raggiungere il ponte sul Rio Statale, che precede, di circa 200, m la svolta a destra sulla strada comunale che conduce agli abitati di Reppia e Statale (cfr. Stralcio immagine satellitare *(Figura 1)*.

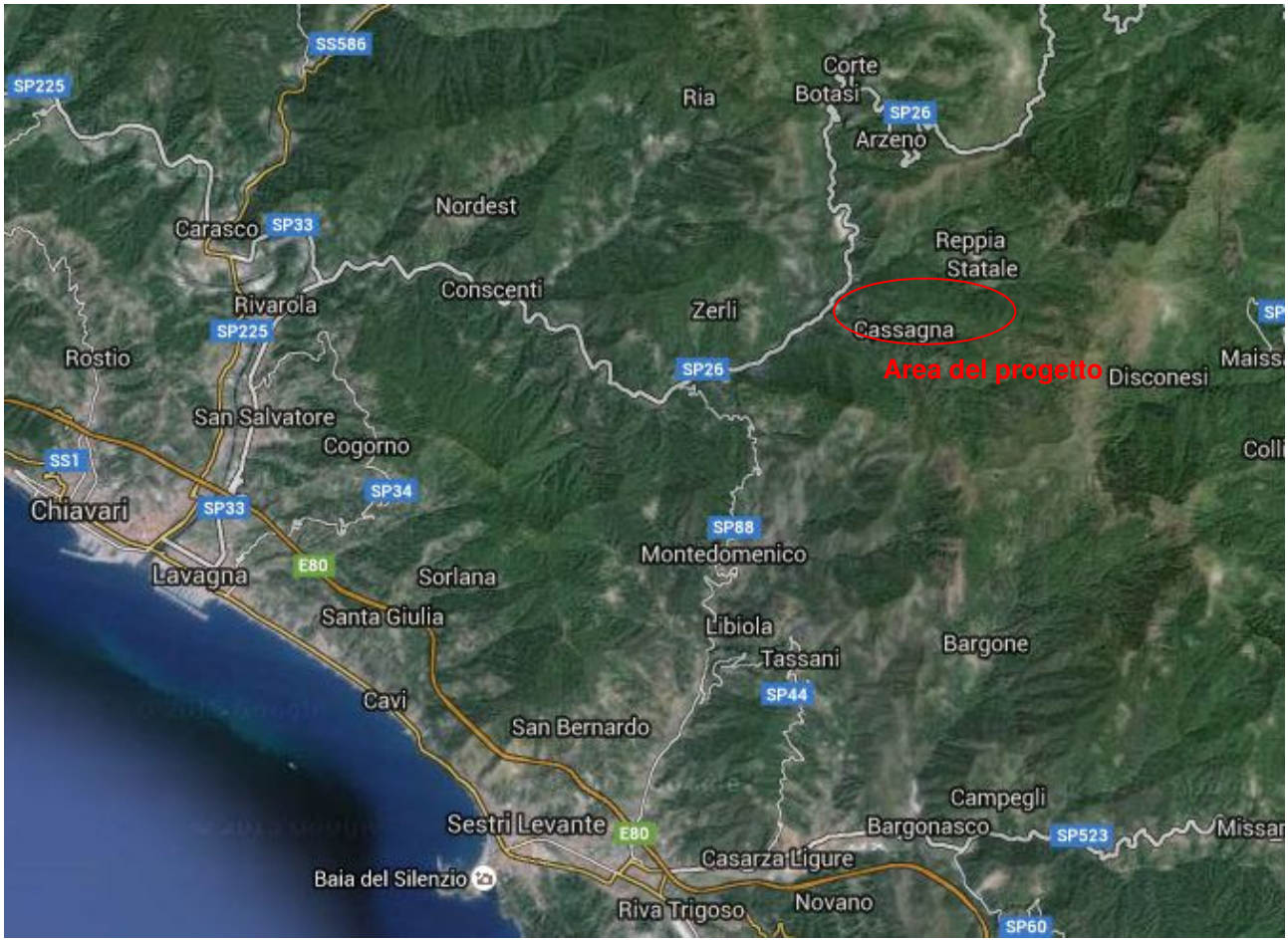
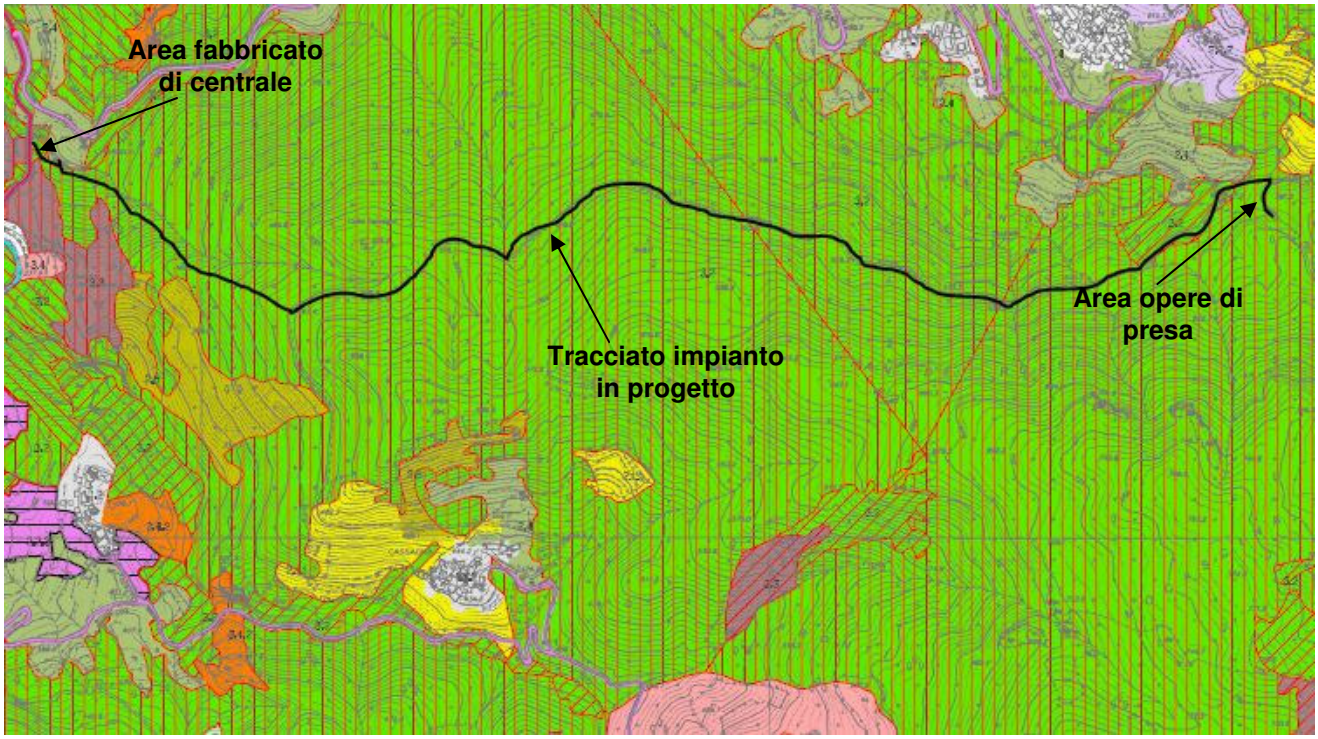


Fig. 1 *– Stralcio immagine satellitare.*

Nel tratto in esame le aree urbanizzate sono pressoché assenti, mentre prevalgono nettamente le aree boscate a media efficienza idrogeologica, come si può osservare nella seguente *Carta dell'uso del suolo (Figura 2)*.



1.1.1. Tessuto urbano continuo

1.1.2. Tessuto urbano discontinuo

1.1.3. Case sparse

1.2.1. Aree industriali o commerciali

1.2.2. Reti autostradali, ferroviarie e spazi accessori

Viabilita' principale (strade statali e provinciali)

Viabilita' secondaria

1.2.3. Aree portuali

1.3.1. Aree estrattive

1.3.2. Discariche

1.4.1. Aree verdi urbane

1.4.2. Aree sportive e ricreative

2.1. Seminativi

2.1.1. Seminativi in aree non irrigue

3.4. Zone con vegetazione rada o assente

3.4.1. Spiagge, dune

3.4.2. Rocce nude

3.4.3. Aree con vegetazione rada

3.4.4. Aree incendi recenti inf. 2 anni

4.1. Zone umide interne

5.1.1. Corsi d'acqua, canali
largh. minima alveo mt 10

Cave abbandonate a cielo aperto

Cave attive a cielo aperto

EFFICIENZA IDROGEOLOGICA

1 alta

2 media

3 bassa



Figura 2 *– Carta dell'uso del suolo (estratta dal PdB Ambito 16 - fuori scala).*

4 – *INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE*

4.1 - Tettonica e assetto strutturale

Nonostante la Val Graveglia, entro la quale ricade completamente il territorio in studio, sia stata oggetto, nel corso degli anni, delle ricerche scientifiche di numerose scuole geologiche, così come l'attigua valle del Torrente Petronio, che presenta numerose affinità per la prosecuzione dell'allineamento ofiolitico verso Sud, esistono tuttora divergenze sulle ricostruzioni dei rapporti stratigrafici e tettonici tra le diverse unità presenti, mentre rimangono lacunose le conoscenze circa il quaternario e, in generale, le coperture incoerenti e semi-coerenti.

Ancora piuttosto incerta risulta, quindi, la delimitazione areale degli affioramenti di alcuni livelli litologici, l'individuazione di alcuni terrazzi alluvionali di fondo valle, degli accumuli detritici di falda, di collasso, di frana e colluviali, delle coltri eluviali e di alterazione profonda, delle fasce di sconnessione tettonica e di milonitizzazione.

Queste difficoltà, che nel tempo hanno portato gli studiosi della materia a fornire molteplici interpretazioni litostratigrafiche e di reciproco rapporto fra le diverse formazioni rocciose, sono essenzialmente riconducibili al fatto che il territorio Ligure è costituito da unità strutturali ben distinte, ognuna delle quali è formata, al suo interno, da complessi di

rocce abbastanza omogenee, che differiscono in misura più o meno marcata dalle altre; questo perché ogni unità si è sviluppata in un dominio paleogeografico ben individuato ed ha avuto nel tempo una sua propria storia.

L'assetto strutturale della Liguria orientale è sinteticamente definibile come un sistema a falde a direzione NW-SE (vergenza appenninica) impostatosi durante l'orogenesi appenninica.

In realtà sono stati riconosciuti fenomeni tettonici recenti, databili al quaternario, che hanno condizionato l'evoluzione morfologica dell'Appennino Ligure, dando origine a sistemi di lineazioni a direzione, rispettivamente, appenninica, antiappenninica e N-S ed intersecanti i due precedenti sistemi.

Il Fiume Entella, corso d'acqua principale della zona, che separa Chiavari e Lavagna, scorre proprio lungo una faglia a direttrice N-S, che condiziona l'andamento delle valli e dei crinali di tutto il bacino, interrotta nella sua continuità dalla "Linea Portofino-Taro", lungo la quale scorre il Torrente Graveglia.

Probabilmente il Torrente Lavagna, il Torrente Graveglia ed il Fiume Vara costituivano originariamente un unico corso d'acqua; questo spiegherebbe la presenza tra il Lavagna e l'Entella di una confluenza "a gomito", ad indicare, appunto, un gomito di cattura.

Per quanto riguarda il territorio della Val Graveglia, in particolare, il dominio d'interesse è il cosiddetto "Piemontese-Ligure", di cui fanno parte sia i calcescisti ofiolitiferi di pertinenza alpina, sia le unità ofiolitifere liguridi di pertinenza appenninica.

Entrambi questi gruppi di unità derivano da sequenze ofiolitifere in origine sostanzialmente equivalenti e dalle loro coperture, depositatesi in uno stesso bacino a carattere oceanico; durante gli eventi che hanno accompagnato l'orogenesi alpina, tuttavia, la loro evoluzione tettonica si è evidentemente diversificata, portando a trasformazioni metamorfiche profondamente differenti.

Nelle sequenze ofiolitiche le rocce più antiche sono rappresentate da serpentiniti, originatesi, nel corso processi metamorfici di temperatura piuttosto bassa (inferiore a 500°), per idratazione di peridotiti (harzburgiti e lherzoliti), rocce costituenti il mantello superiore, che, durante gli eventi tettonici che hanno portato all'apertura dell' "Oceano Ligure-Piemontese", sono risalite fino a raggiungere il fondo di un bacino marino in formazione.

Proprio per la mancanza di crosta continentale, che per permettere la risalita di rocce dal mantello deve essere stata lacerata ed allontanata da movimenti tettonici a

livello di placche continentali, si può parlare di bacino oceanico.

Prima di essere serpentinizzate, peraltro, le rocce ultrafemiche (harzburgiti e lherzoliti) furono intruse da grandi masse di magmi basici (a composizione basaltica) che, raffreddandosi lentamente in condizioni profonde e di temperatura elevata, produssero masse gabbriche a diversa composizione (troctoliti, gabbri, Fe-gabbri, ecc.); quando poi le rocce ultrafemiche ed i complessi gabbrici iniziarono a risalire verso la superficie, subirono trasformazioni metamorfiche a temperatura variabile da alta, con produzione di gabbri occhiadini, a bassa, mutando in serpentiniti e rodingiti. Inoltre, durante le fasi di risalita, fusi basaltici penetrarono attraverso fratture dando luogo a filoni, con evidenti strutture indicatrici di un brusco raffreddamento lungo il contatto con le rocce incassanti, la cui temperatura era ormai scesa a valori relativamente bassi.

Infine, serpentiniti e gabbri affioranti sul fondo oceanico lungo pareti di faglie (e quindi fortemente brecciate) alimentarono, attraverso movimenti gravitativi, la formazione di brecce ofiolitiche sedimentarie.

Ulteriori arrivi di magmi basaltici, derivati da processi di fusione parziale che intanto proseguivano nel mantello, diedero origine a colate di basalti massicci ed a cuscini (pillow lavas), che si adagiarono, prevalentemente, in avvallamenti di un fondale molto accidentato.

Le colate furono successivamente ricoperte (a partire dall'Oxfordiano/Titoniano - circa 150 milioni di anni), da sedimenti silicei a livelli radiolaritici, di spessore molto variabile a seconda della morfologia del fondo, su cui, a loro volta, si depositarono localmente fanghi calcarei, più o meno silicei, in banchi regolari (Calcari a Calpionella del Malm - circa 140 miolioni di anni).

Nel Cretaceo inferiore (circa 120 milioni di anni) tutte le successioni ofiolitifere, i sedimenti silicei e, dove presenti, i Calcari a Calpionella, furono ulteriormente ricoperti dalle Argille a Palombini, sedimenti pelagici prevalentemente argillosi, con intercalati livelli di calcari fini ricchi in componente detritica; il contenuto in materiali terrigeni ed i caratteri sedimentologici ne indicano un’origine dovuta ad apporti da lontane terre emerse, sottoposte ad erosione.

Durante il Cretaceo superiore e fino al Paleocene, nel Dominio Piemontese-Ligure si accentua il carattere torbiditico degli apporti terrigeni (flyschs) alimentati da terre emerse in rapida erosione.

In sostanza, dunque, la serie stratigrafica presente nel bacino del Torrente Graveglia si può dividere in due parti: *ofioliti* alla base e *copertura sedimentaria*

soprastante.

Le ofioliti della Liguria Orientale sono distribuite in due masse principali, ovvero il *"Complesso Bargonasco-Val Graveglia"* ed il *"Massiccio del Bracco"*, quest'ultimo collocato a SE del primo ed in posizione più esterna nella catena appenninica.

Il Complesso Bargonasco-Val Graveglia comprende l'insieme ligure Ofioliti-Diaspri-Calcari a Calpionella, mentre si considerano a parte gli argilloscisti (intendendo per tali la porzione stratigraficamente soprastante ai Calcari a Calpionella), anche se ne rappresentano la continuazione stratigrafica.

L'insieme degli elementi tettonici del Massiccio del Bracco si immerge assialmente al di sotto delle Argille a Palombini della Val Petronio, mentre il complesso Bargonasco-Val Graveglia risulta essere tettonicamente sovrapposto al massiccio del Bracco.

I complessi ofiolitici della Liguria Orientale, raggruppati per semplicità nell'"Unità Bracco-Val Graveglia", sono dunque costituiti da un substrato di rocce ultrafemiche, cioè estremamente povere in SiO_2 e ricche in Fe e Mg (peridotiti di mantello a plagioclasio e/o a spinello) e femiche (gabbri) di origine profonda e da una copertura vulcano-sedimentaria.

Alcune rocce peridotitiche possono derivare anche da un fuso di composizione originaria basaltica, per separazione gravitativa delle fasi prima solidificate (in particolare olivina) e vengono anche identificate, in questo caso, come "cumuliti" o "peridotiti cumulitiche".

Come già detto, tuttavia, la maggior parte delle rocce peridotitiche risulta più o meno completamente serpentinizzata (*serpentiniti*) per la reazione di idratazione *olivina* + H_2O = *serpentino* + *magnetite,* che avviene in presenza di vapor d'acqua a temperature attorno a 500°C.

4.2 - Litostratigrafia

Di seguito viene fornita una descrizione dei litotipi che, come illustrato nel paragrafo precedente, affiorano in Val Graveglia, rispettando le successione stratigrafica dalla rocce basali (più antiche) a quelle di copertura (più recenti); nella trattazione vengono sottolineate quelle formazioni rocciose che, caratterizzando gran parte del bacino del Rio Statale (e del Rio Foppo), risultano direttamente interessate dalle opere in progetto.

Queste, come evidenziato nella Carta geolitologica *(Figura 3)* e riportato nella Carta geologica fuori scala ***(allegato 1)*** sono rappresentate dalle formazioni sedimentarie dei Diaspri di M.te Alpe, dei Calcari a Calpionella e della Argille a Palombini del Lago di Giacopiane.

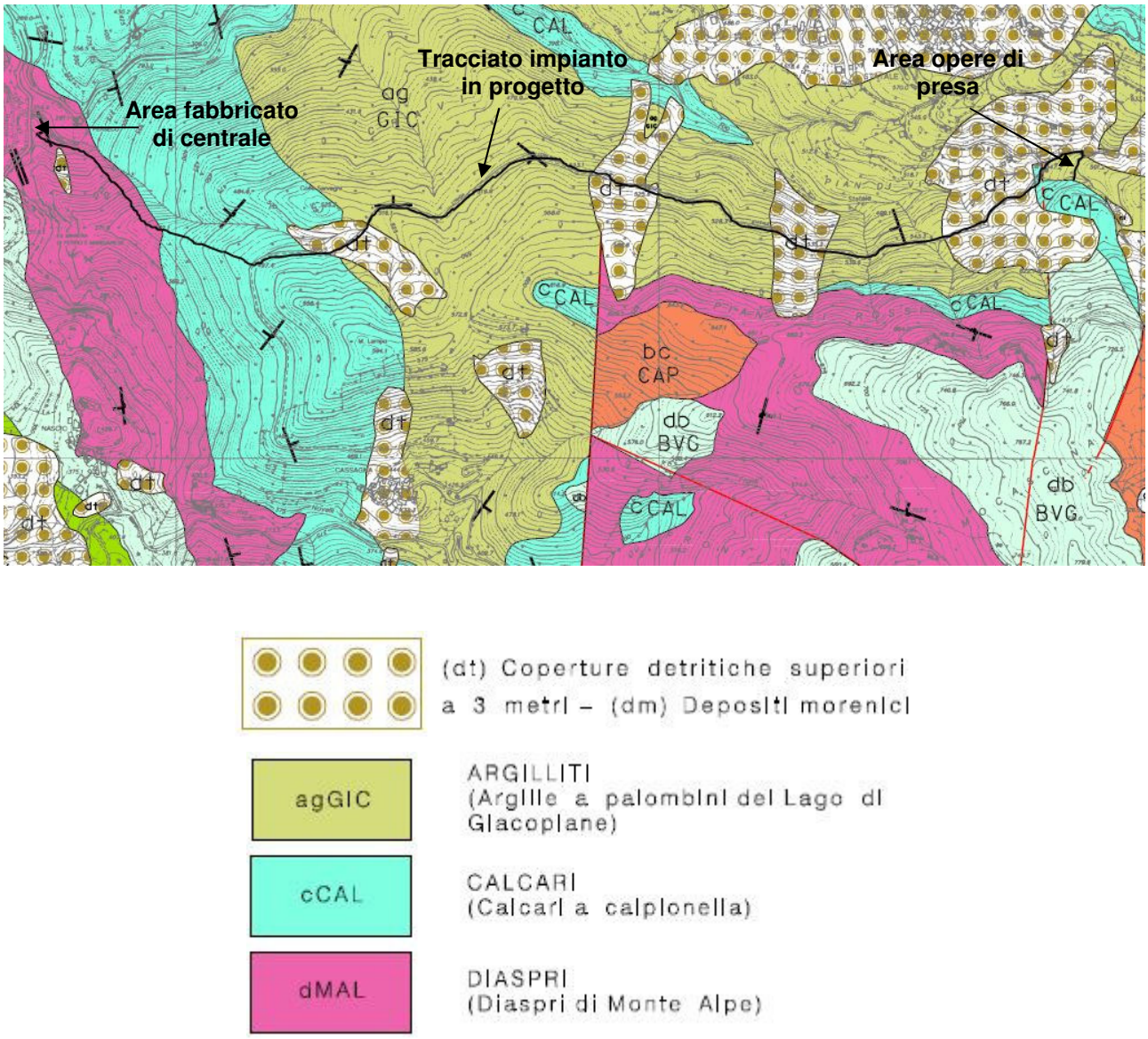


Figura 3 *– Carta geolitologica (estratta dal PdB Ambito 16 - fuori scala).*

Le ***serpentiniti*** affiorano estesamente entro una ampia area delimitata ad Ovest dall'allineamento costituito dal M.te Carmona, dal M.te Bossea e dal M.te Domenico e ad Est dalla linea spartiacque che separa la Val Graveglia dalla Val di Vara ed hanno generalmente mantenuto gli originari rapporti stratigrafici con i termini ad essa sovrastanti nella successione ofiolitica (brecce ofiolitiche, basalti, Diaspri del M.te Alpe), anche se localmente si possono essere verificati limitati movimenti lungo superfici tettoniche di importanza secondaria.

Le ***rocce gabbriche****,* formatesi per differenziazione magmatica da un iniziale fuso a composizione basaltica cristallizzato in condizioni intrusive, affiorano in modo limitato e talvolta con giacitura filoniana all'interno delle masse serpentinitiche presso la località dell'ex miniera di pirite, sopra l'abitato di Rocca di Roncallo (a quota 570 m.s.l.m.), presso l'abitato di Nascio, dove costituiscono una fascia continua che si estende fino alla località Case Moggia, lungo la strada comunale che da Ponte di Lagoscuro conduce a Zerli; un altro importante affioramento di gabbri si può osservare presso la località di Iscioli, lungo la strada che conduce a Sestri Levante. Talvolta nelle serpentiniti si trovano intercalazioni a chimismo particolare, di spessore generalmente inferiore al metro ed estese per qualche decina di metri, che prendono il nome di rodingiti e derivano dalla trasformazione metamorfica a bassa temperatura di originari filoni gabbrici o basaltici entro la roccia ultrafemica.

La ***copertura vulcano-sedimentaria***, invece, è rappresentata da intercalazioni di brecce sedimentarie *(Oficalciti - Brecce di M.te Capra - Brecce poligeniche indifferenziate,* tutte del *Giurassico sup.)*, composte prevalentemente da elementi di natura ofiolitica, da effusioni basaltiche, da sedimenti fini silicei (Diaspri) e successivi sedimenti calcarei (Calcari a Calpionella), che verso l'alto si arricchiscono progressivamente in frazione argillosa di origine detritica (Argille a Palombini). La copertura vulcano-sedimentaria affiora solitamente in rapporti indisturbati con l'originario substrato ofiolitico e il loro contatto viene, per lo più, considerato di natura stratigrafica, in quanto non risulta, generalmente, interessato da importanti movimenti tettonici che ne modifichino il carattere originario.

La copertura vulcano-sedimentaria, in successione stratigrafica completa e ben conservata, affiora estesamente nel settore mediano ed orientale della Val Graveglia, presentandosi in corpi allungati a direttrice circa N-S, a contatto con i termini ofiolitici; altrove, invece, appare in affioramenti discontinui di limitata estensione areale, interrotti da faglie locali e caratterizzati da una successione stratigrafica incompleta.

In particolare, le *oficalciti*, costituite da frammenti di varie rocce ofiolitiche, specialmente serpentiniti e gabbri, affiorano in modo limitato all'interno del bacino della Val Graveglia e costituiscono corpi relativamente poco estesi arealmente rispetto alle altre litologie cartografate.

Le *Brecce di M.te Capra*, composte da clasti provenienti da rocce gabbriche e/o da clasti, localmente preponderanti, di basalti filoniani, serpentiniti e plagiograniti, immersi in una abbondante matrice della stessa composizione degli elementi maggiori oppure di natura cloritica, affiorano estesamente in una zona compresa tra M.te Scrava, M.te

Ricasola e l'abitato di Arzeno, presso il M.te Chiappozzo lungo la dorsale che scende verso la località di Case Soprane, nonché verso il M.te Capra, dove presentano le caratteristiche tipo.

Le *Brecce indistinte*, infine, comprendono tutte quelle brecce ofiolitiche non ricadenti nelle precedenti due categorie e si rinvengono, essenzialmente, presso il M.te Bianco e nella valle compresa tra M.te Bernadeto e M.te Capra.

I ***basalti*** sono il risultato di colate laviche anche molto potenti, spesso con la caratteristica struttura a pillow riscontrata anche in molti basalti attuali, effusi lungo pendii sottomarini; localmente formano filoni che attraversano i gabbri e le serpentiniti, ma anche le brecce e le colate stesse. Anche i basalti, come i sedimenti sovrastanti, hanno subito trasformazioni metamorfiche di basso grado dovute alle fasi orogenetiche sopra descritte per le rocce sottostanti; i basalti affiorano estesamente nell'area orientale del bacino, dove è presente l'unità ofiolitica Bargonasco-Val Graveglia, in corpi continui a contatto con i Diaspri di M.te Alpe.

In particolare si segnala l'affioramento presente presso la località di Pian di Fieno, dove i basalti si trovano nella caratteristica facies a pillows (il miglior affioramento è osservabile oltre che sul taglio della Strada Provinciale Carasco-Reppia, anche sul fronte della cava dismessa presente sotto l'abitato di Nascio).

I ***Diaspri di M.te Alpe***, con livelli di radiolariti, affiorano nel tratto terminale del nuovo impianto in progetto, dove, in particolare, è previsto l'inserimento del nuovo fabbricato di centrale *(cfr. Figura 3)*; sono sedimenti silicei costituiti da quarzo microcristallino, ematite (che conferisce loro la colorazione rossa), e percentuali variabili di minerali argillosi.

Spesso i diaspri contengono concentrazioni di manganese che danno luogo a mineralizzazioni ricchissime di specie mineralogiche (braunite, rancieite, pirolusite, manganite, neotocite, bementite, rodonite, tinzenite, axinite, parsettensite, carfolite, piemontite, sursassite, rodocrosite, Ca-kutnahorite ed altre più rare).

È importante sottolineare che datando i diaspri al passaggio tra il Giurassico ed il Cretaceo, è stato possibile riferire al Giurassico la formazione delle sottostanti ofioliti.

I diaspri si presentano con la loro facies caratteristica in tutta l'area di affioramento e si trovano generalmente in contatto stratigrafico al di sopra della formazione dei basalti su cui poggiano in modo generalmente concordante e sottostanti alla formazione dei Calcari a Calpionella, con cui si presentano intercalati nelle zone di passaggio, dove assumono un caratteristico colore verde chiaro.

Affiorano inoltre un po' ovunque nel settore medio-orientale del bacino, nelle condizioni di giacitura sopradescritte, a costituire corpi potenti ed estesi arealmente, come si può osservare tra il M.te Comarella ed il M.te Bossea: questa fascia di diaspri si estende fino al M.te Roccagrande ed in località Pian dei Rossi e presso il M.te Bernadeto.

Un'altra località dove la formazione dei diaspri affiora in modo continuo è osservabile in corrispondenza del versante meridionale del M.te Ricasola; altrove i diaspri affiorano in modo più limitato in corpi discontinui.

I ***Calcari a Calpionella*** (Berriasiano-Valangiano) si rilevano, relativamente alle opere in progetto, in particolare nel tratto terminale della porzione di strada comunale lungo cui corre la condotta dall'opera di presa al fabbricato di centrale e da qui fino a circa metà del versante percorso dalla tubazione dopo la deviazione dalla strada di cui sopra *(cfr. Figura 3)*. Si tratta di calcari micritici per lo più bianchi, stratificati, spesso selciferi e talora in eteropia con le argille a palombini; sono, in sostanza, sedimenti calcarei molto fini, contenenti percentuali di silice e sottili intercalazioni argillose che, così come il carattere detritico, vanno gradatamente aumentando fino al passaggio alle *Argille a Palombini*, indicando che correnti di torbida sono alla base di un apporto di materiali detritici molto fini da lontane terre emerse in erosione.

I calcari a Calpionella costituiscono estesi e potenti affioramenti presso il M.te Bianco (versante Nord-Orientale), presso il M.te Chiappozzo ed il M.te Coppello.

Il più significativo affioramento di detta formazione si sviluppa a partire dal M.te Carmona verso Sud, attraverso il M.te Comarello e il M.te Ricasola, fino a Statale.

Le ***Argille a Palombini del Lago di Giacopiane*** (Neocomiano-Cenomaniano) interessano la maggior parte del tracciato della condotta a partire dalle opera di presa sul Rio Statale e sul Rio Foppo *(cfr. Figura 3)*.

Sono argilloscisti scuri con intercalazioni di calcari per lo più silicei e straterelli di arenarie siltose e affiorano in un'estesa area posta nella parte centrale del bacino, in contatto tettonico al di sopra del corpo ofiolitico del M.te Bossea; a loro volta sono sormontati tettonicamente dal Membro degli scisti zonati appartenente all'elemento del M.te Gottero.

Detta litologia costituisce un altro esteso affioramento compreso tra il Passo delle Cinque Vie, presso M.te Carmona, e la località di Piandifieno, dove scompare al di sotto della formazione dei Calcari a Calpionella (le due suddette formazioni si trovano in contatto stratigrafico ma in giacitura rovesciata).

Altri importanti affioramenti delle Argille a Palombini sono stati riconosciuti tra il M.te

Chiappozzo ed il passo del Biscia, presso Statale, tra il passo della Camilla e la località di Visagna e M.te Prato Pinello.

Il carattere detritico e la stessa granulometria dei materiali apportati dalle torbide sopramenzionate, aumentano sempre più nella successiva serie degli *Scisti della Val Lavagna* e nel *Flysch arenaceo del M.te Gottero*, nel quale, addirittura, frammenti detritici anche superiori al centimetro indicano la provenienza da uno zoccolo cristallino soggetto ad erosione.

Gli ***Scisti della Val Lavagna*** (Cretaceo superiore-Paleocene) sono definibili genericamente argilloscisti siltosi, talvolta ardesiaci, con sottili strati di arenarie e marne.

Nel bacino del Torrente Graveglia si rileva la presenza delle sole *ardesie* e degli *scisti "zonati"*.

Quella delle “ardesie” l.s. è una formazione caratterizzata, talora in maniera preponderante, dalla presenza della componente marnosa e costituita da alternanze di strati formati dai seguenti litotipi:

- ardesie, scisti marnoso-ardesiaci e scisti argilloso-marnosi, di colore grigio-nero al taglio e biancastro sulle superfici esposte, a grana molto fine o perfino non riconoscibile, ed in strati di potenza assai variabile, da pochi centimetri a diversi metri, fino ad una decina di metri;
- arenarie, costituite in grande prevalenza da quarzo e mica, con cemento argilloso e argilloso - siliceo, a volte debolmente marnoso;
- scisti argillosi ed argilloso-arenacei, di colori grigio-nero e grigio-verde, a facies lamellare e grossolanamente lastroide i primi ed a facies prevalentemente prismatica i secondi (coltellini).
- calcareniti massicce, di colore grigio-biancastro, interessate spesso da vene di calcite; formano strati di potenza variabile, talora superiore al metro, e si accompagnano talvolta con l'arenaria a costituire intercalazioni nell'ambito della formazione.

Il membro delle Ardesie di M.te Verzi affiora estesamente come elemento tettonico indipendente sul lato occidentale e sud-occidentale del bacino della Val Graveglia, nell'area compresa tra le località di S. Oberto, Chiapparola, Tolceto e M.te Valle.

Le ardesie si trovano in contatto tettonico al di sopra delle *Arenarie di M.te Zatta* e degli scisti zonati, in quest'ultimo caso limitatamente alla località di Tolceto.

La formazione degli *Argilloscisti zonati* (scisti argillosi grigi e scisti argilloso – arenacei e/o marnosi bruni) si trova, incece, stratigraficamente sotto alle *Arenarie di M.te*

Gottero ed è costituita essenzialmente da fitte e caratteristiche alternanze fra straterelli di scisti argillosi grigi, con tonalità bluastre, e straterelli di scisti di colore bruno nocciola.

Le variazioni dei colori sono sempre piuttosto nette secondo le stratificazioni, così che ne deriva una caratteristica facies argilloscistosa zonata. La potenza degli straterelli è generalmente di pochi centimetri, ma qualche volta può superare il decimetro.

Gli affioramenti degli argilloscisti zonati sono costantemente associati a quelli delle Arenarie di Monte Gottero e sono particolarmente estesi e continui soprattutto nella parte centrale e nord-orientale della Val Graveglia; in particolare si sviluppano in un'ampia fascia da M.te Lungo a M.te delle Artue fino alla località di Corghetto a Sud, dove poggiano prevalentemente in contatto tettonico sopra la formazione delle argille a palombini e di vari termini della successione ofiolitica (basalti e gabbri, ecc.).

A loro volta passano stratigraficamente verso l'alto alla formazione delle Arenarie di M.te Zatta. Presso il versante meridionale del M.te Zatta gli scisti si estendono dal passo di M.te Camilla al M.te Coppello in una fascia continua ma di spessore eterogeneo da Ovest ad Est.

Le ***Arenarie del M.te Gottero*** (Cretaceo superiore-Paleocene), rappresentano arenarie torbiditiche, quarzoso feldspatiche, diffuse nella Liguria orientale, ove costituiscono in particolare i monti Gottero, Zatta e Ramaceto, e che, per quanto riguarda il tratto ligure in oggetto, si estendono principalmente fra il Monte Carnella e la costa di Sestri Levante e Riva Trigoso, attraverso la Val Graveglia e la Valle Gromolo.

La formazione è costituita da regolari alternanze tra i litotipi di seguito descritti:

- arenarie a composizione predominante quarzoso-feldspatica-micacea a mica bianca e grana generalmente fine, in strati di potenza assai variabile, da diversi metri ad appena qualche decimetro;
- argilloscisti che si alternano agli strati di arenaria essenzialmente in tre facies diverse, e cioè: argilloscisti grigio-verdi, finemente arenacei, manganesiferi, divisibili in scaglie piano-parallele; argilloscisti grigio-scuri fino a neri, talvolta micacei, divisibili in scaglie; scisti argilloso-arenacei e micacei, divisibili per fratturazione in forme prismatiche allungate, a sezione trasversale rettangolare o a losanga.
- scisti argilloso-marnosi e ardesiaci, leggermente marnosi o a facies marnosa di tipo decisamente ardesiaco, che si presentano raramente negli affioramenti delle arenarie, per cui costituiscono un litotipo avente ruolo decisamente subordinato rispetto ai due precedenti.

Le ***Argilliti di Giaiette*** (Paleocene), infine, sono argilliti con sporadiche

intercalazioni arenacee e calcaree. Comprendono, in pratica, tutti gli scisti argillosi che stanno sopra alle Arenarie di M.te Gottero o che vi costituiscono potenti intercalazioni.

Si tratta di una formazione argilloscistosa costituita da:

- scisti argillosi, divisibili in piccole e sottili lamelle solitamente grigio-verde o beige;
- scisti argillosi rossi e verdi, in intercalazioni generalmente lentiformi; le tonalità dominanti sono il rosso vinato ed il rosso mattone; il verde è sempre tenue e di solito i due colori sfumano con gradualità l'uno nell'altro.
- arenarie, a grana finissima e quasi sempre manganesifere, in straterelli di potenza più frequente intorno a pochi centimetri, qualche volta superiore al decimetro;
- calcari argillosi pseudopalombini, intercalati sotto forma di strati e lenti negli argilloscisti grigio-verdi; si possono presentare compattissimi, a frattura concoide e tagliente, scheggiosi, di colore grigio al taglio e biancastro sulle superfici alterate, oppure compatti, con carattere argilloso, a frattura minutamente concoide, a pasta morbida, talora finemente granulare, interessato spesso da vene di calcite bianca e di colore grigio al taglio e bruno rugginoso sulle superfici esposte.

Le Argilliti di Giaiette affiorano in una fascia continua (seppur dislocata localmente da faglie sub-verticali con componente trascorrente del movimento) al nucleo di una grande struttura sinclinale vergente verso Nord-Est, con direzione assiale variabile da N130° a N170°. In questo contesto le argilliti risultano fasciate al tetto ed al letto dalle Arenarie di M.te Gottero con cui si trovano in rapporti stratigrafici, anche se parzialmente discordanti.

Questa formazione si estende in affioramento dalla località di S. Oberto, a Nord, fino alla località di Finocchietto presso M.te Domenico, a Sud, ed è osservabile lungo i tagli stradali presso gli abitati di Nè, di Conscenti e di Frisolino, dove affiora con le sue caratteristiche più tipiche.

Come meglio precisato nel successivo *Capitolo 6*, per concludere, al di sopra delle unità di substrato si estendono, localmente, *depositi alluvionali mobili attuali*, *depositi alluvionali terrazzati recenti*, *terreni rimaneggiati e/o riportati*, *coperture detritiche potenti e/o coltri eluvio-colluviali*.

5 – *CARATTERI SISMICI GENERALI*

Rispetto alla media del nostro Paese la Liguria presenta una sismicità globalmente moderata, prevalentemente concentrata nell’estremo ponente, in provincia di Imperia e, in

minor misura, nell'estremo levante, in provincia di La Spezia, risparmiando, invece, il genovese ed il savonese, caratterizzati, sostanzialmente, da un basso rischio sismico (*Figura 4).*

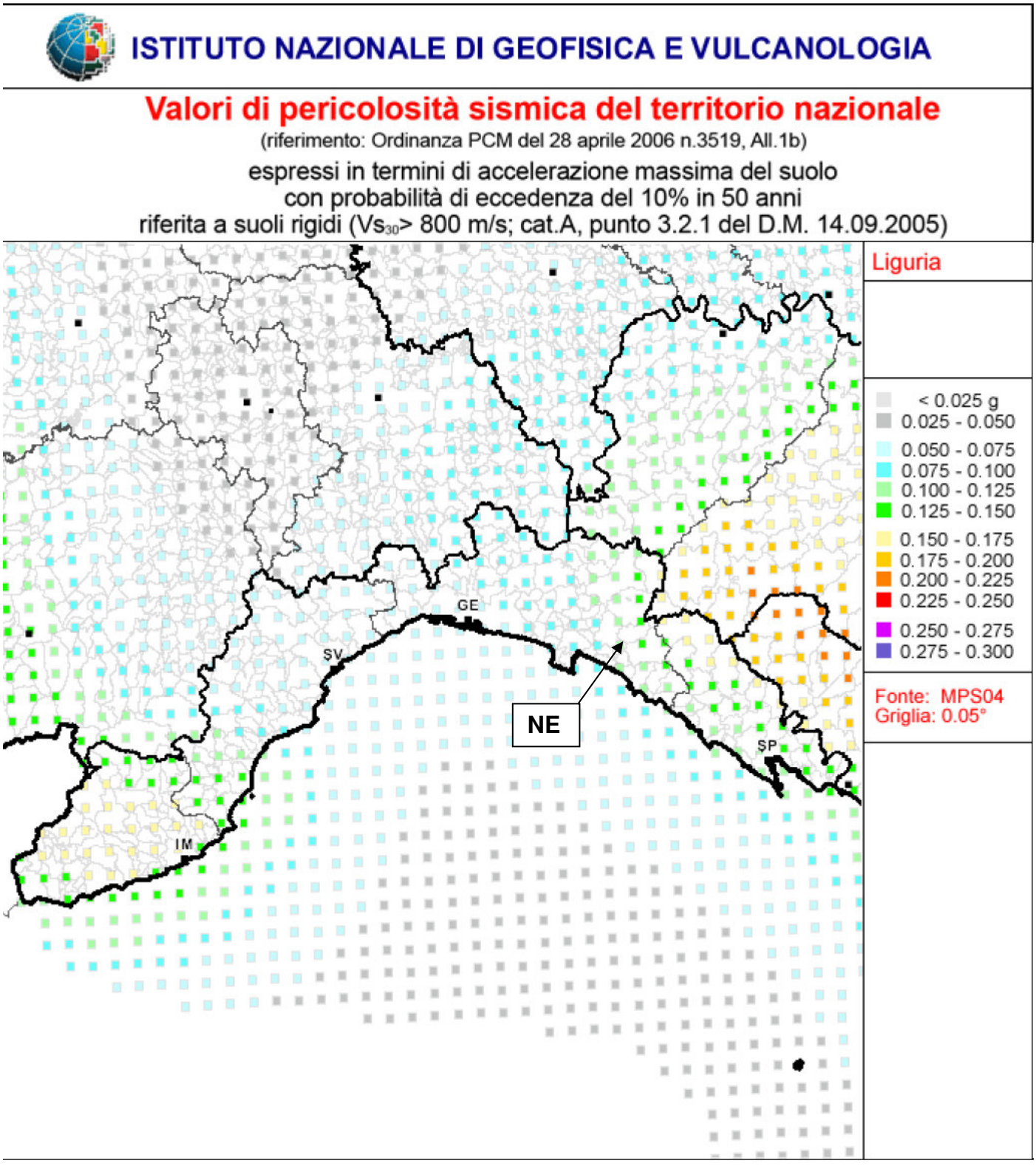


Figura 4 *– Pericolosità sismica del territorio nazionale (INGV).*

Fra i terremoti relativamente recenti, il più disastroso si verificò il 23 febbraio 1887 con epicentro in mare, nei pressi di Diano Marina; valutato del IX-X grado della scala Mercalli-Cancani-Sieberg, causò oltre 600 vittime, radendo al suolo interi paesi, tra i quali i più noti sono Bussana, Ceriana e Taggia.

La maggior parte degli epicentri dei sismi verificatisi in questo secolo risulta situato in prossimità della costa, sia su terraferma che in mare, o lungo una fascia a direttrice NNO-SSE, estesa dal Monviso al Mar Ligure, passando dai dintorni di Cuneo e di San Remo. Gli ipocentri sono in genere molto superficiali, eccetto alcuni localizzati nel Mar Ligure e individuati vicino al limite crosta-mantello.

In considerazione della sismicità storica e degli aspetti neotettonici generali, precedentemente descritti, la legislazione nazionale in materia sismica (**Ordinanza del P.C.d.M. n° 3274 del 20/03/2003** - *"Primi elementi in materia di criteri per la classificazione sismica del territorio nazionale"* e successive modifiche e integrazioni), recepita dalla Regione Liguria con il **D.G.R. 1362 del 19.11.2010** - *"Aggiornamento della classificazione sismica della Regione Liguria"*, ha inserito il Comune di Ne nella *classe sismica 3* (cfr. *Paragrafo 10.7* del presente elaborato).

6 – *CARATTERI GEOMORFOLOGICI GENERALI*

L'assetto territoriale della Val Graveglia, tipicamente ligure, presenta pendii a declivio naturale ed altri rimodellati a terrazzi.

Laddove il rimaneggiamento antropico è sostanzialmente assente, il controllo morfologico è essenzialmente controllato dalla natura litologica del substrato roccioso. Da ciò deriva che la prevalenza di formazioni prive di una stratificazione evidente o di sistemi di fratturazione regolari, oppure caratterizzate da una intensa fratturazione e tettonizzazione (Argilliti di Giaiette, *Argille a Palombini del Lago di Giacopiane*, Membro degli scisti zonati della formazione degli Scisti della Val Lavagna, complessi gabbrici, serpentiniti ed i vari tipi di brecce ofiolitiche quando si presentano molto tettonizzate) conduce ad una più accentuata propensione al dissesto, in quanto più facilmente erodibili e disgregabili dalle acque superficiali, sia diffuse che incanalate. È altresì evidente che la maggiore diffusione delle coperture detritiche ed eluvio-colluviali, anche di potenza maggiore di 3 m, tendenzialmente interpretabili come antichi episodi franosi ormai stabilizzati (*paleofrane*), si rileva generalmente in corrispondenza delle aree di affioramento di queste rocce, concentrate, in particolare, nella parte centrale del bacino della Val Graveglia, in corrispondenza di un esteso affioramento degli scisti zonati, delle

argille a palombini e delle serpentiniti, ma anche nell'area d'interesse per questo studio, dove, come detto in precedenza, vi è un importante presenza delle *Argille a Palombini del Lago di Giacopiane*. Un'altra importante zona con queste caratteristiche si estende sul lato orientale della Val Graveglia, tra la località Cascine Cantalia e M.te Ricasola, in corrispondenza dell'affioramento di serpentiniti, argille a palombini e brecce ofiolitiche.

Nelle suddette zone è quindi marcata la predisposizione dei versanti a divenire sede di processi gravitativi superficiali o profondi.

Altre situazioni di criticità, seppur generalmente più contenute, possono verificarsi laddove prevalgano quelle litologie in cui la stratificazione o i sistemi di frattura presentano una disposizione a franappoggio, o a traverpoggio con componente a franappoggio rispetto al pendio. Ciò può accadere, in particolar modo, nelle Arenarie del M.te Gottero, nel Membro delle Ardesie di M.te Verzi, nei *Calcari a Calpionella* e nei *Diaspri del M.te Alpe* (presenti nell'area d'intervento lungo il versante che ospiterà il tratto terminale della condotta fino al fabbricato di centrale), nei Basalti (massicci o a pillows) e nelle Brecce ofiolitiche moderatamente tettonizzate; si tratta, infatti, o di formazioni regolarmente stratificate che, a causa delle deformazioni tettoniche subite, vengono ad assumere una giacitura sfavorevole delle superfici di strato, o di formazioni massive con disposizione a franappoggio dei sistemi di frattura.

Le formazioni sopra elencate, dove si presentano all'affioramento con queste caratteristiche di giacitura e/o di conservazione, possono essere sede di dissesti più o meno estesi, attivati da particolari fattori (erosione spondale, modificazione delle caratteristiche geotecniche dell'ammasso roccioso per imbibizione, ecc.), che vanno a compromettere la loro intrinseca situazione di precaria stabilità. Aree di questo tipo sono comunque meno estese e continue rispetto a quelle precedentemente descritte e si caratterizzano, in genere, per la presenza di coperture detritiche poco potenti (1-3 m) e poco estese, salvo casi particolari in cui condizioni locali hanno favorito particolari situazioni di squilibrio del versante, dando luogo così ad accumuli più potenti.

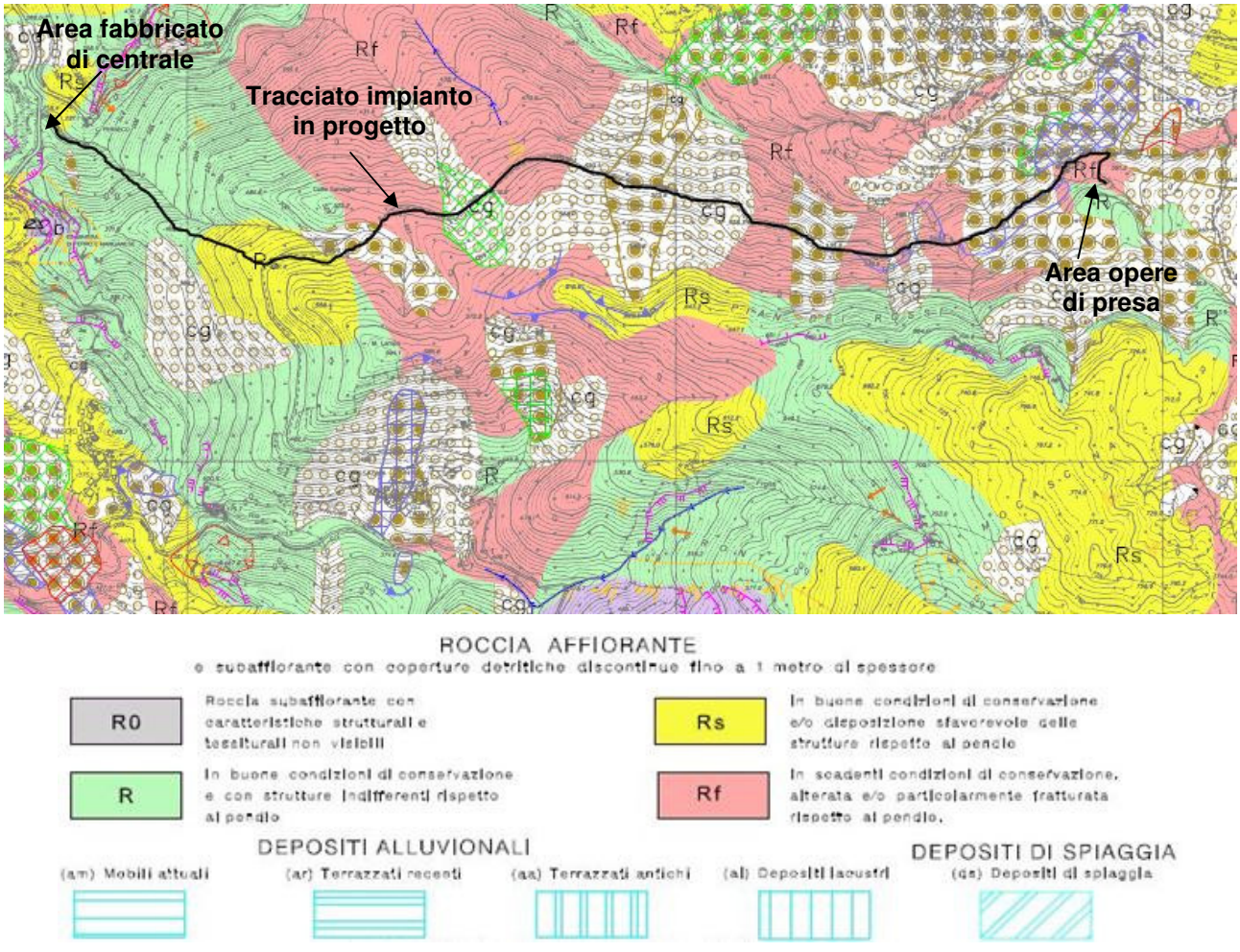
Va detto, tuttavia, che le Arenarie del M.te Gottero, il Membro delle Ardesie di M.te Verzi, i *Calcari a Calpionella* e i *Diaspri del M.te Alpe,* frequentemente presentano una giacitura favorevole, a reggipoggio o a traverpoggio, rispetto al pendio e risultano poco alterate e/o fratturate. In questo caso si rilevano zone caratterizzate da versanti acclivi o molto acclivi, fino, localmente, a pseudo-verticali; si tratta in genere di aree complessivamente stabili ed interessate solo localmente da fenomeni di dissesto (generalmente per crollo) a causa dell'azione degli agenti meteorici esterni che possono

innescare situazioni di squilibrio gravitativo. Questi settori appaiono generalmente privi di significative coperture detritiche, salvo locali accumuli prodotti per l'effetto di particolari condizioni locali.

Nei tratti più intensamente antropizzati, invece, la riorganizzazione geomorfologica superficiale presuppone rimodellamenti operati dall'uomo nei secoli scorsi mediante rimaneggiamento degli originari materiali sciolti di copertura. Questi, sostanzialmente, nel territorio in esame possono essere suddivisi in:

- coltri di potenza da 1 a 3 m (coperture detritiche e depositi eluvio-colluviali);
- coltri di potenza superiore ai 3 m (coperture detritiche potenti);
- depositi alluvionali (distinguibili in: mobili attuali, terrazzi recenti, terrazzi antichi);
- grossi riporti;
- discariche.

Nel comparto in esame, come evidenziato nella Carta geomorfologica *(Figura 5)* e riportato nella Carta geomorfologica fuori scala ***(allegato 2)***, si rileva soltanto la presenza di coltri di potenza da 1 a 3 m, o superiore a 3 m.



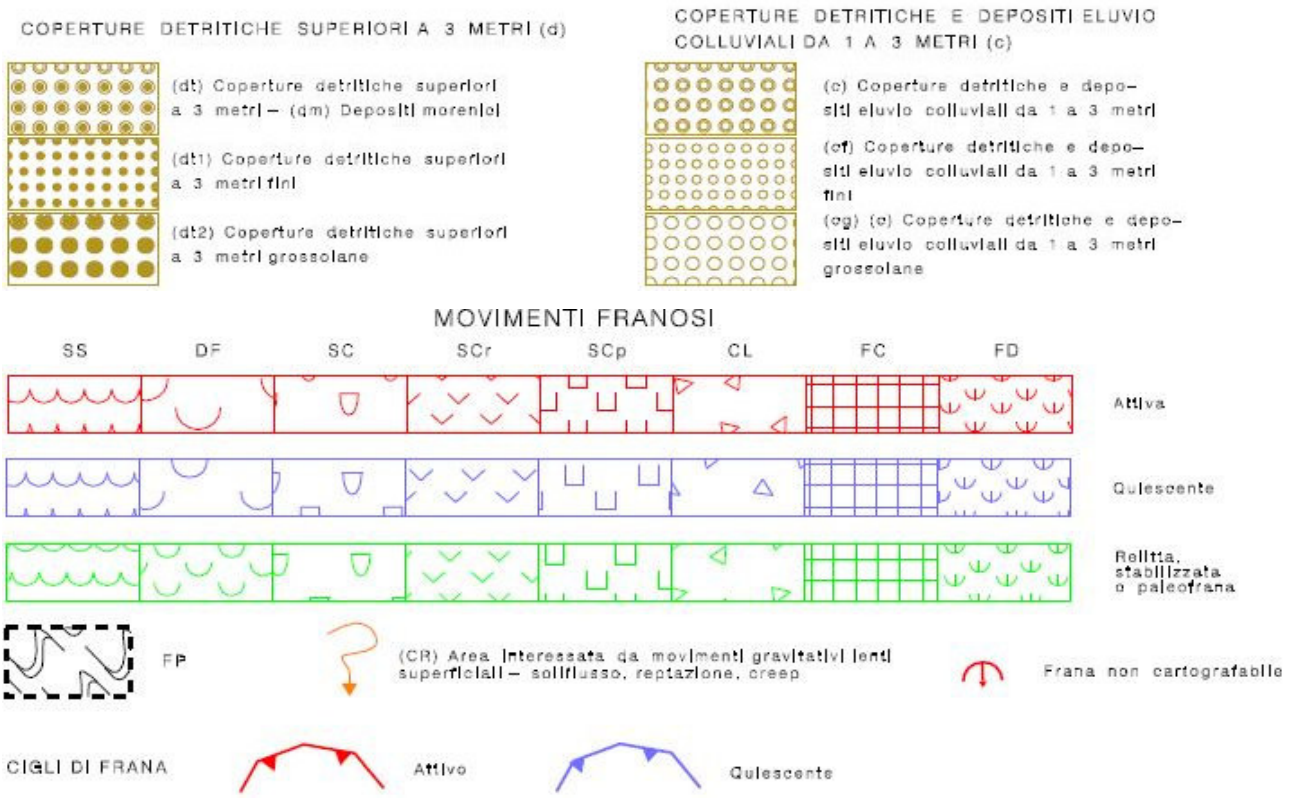


Figura 5 *– Carta geomorfologica (estratta dal PdB Ambito 16 - fuori scala).*

Le *coperture detritiche e i depositi eluvio-colluviali, di potenza generalmente compresa tra 1 e 3 m*, rappresentano gli accumuli prodotti da locali fenomeni di dissesto antichi (*soliflusso, creeping,* scivolamenti planari e/o rotazionali ecc.), stabilizzati o quantomeno quiescenti, rimodellati e ricicatrizzati dagli agenti naturali esogeni, oppure da interventi antropici quali terrazzamenti agricoli; localmente si possono osservare rimaneggiamenti delle originarie coltri eluvio-colluviali, effettuati dall'uomo mediante azione di asporto, trasporto ed accumulo finalizzati a bonifiche e/o incentivazioni dell'attività agricola.

Queste coperture detritiche si presentano distribuite in modo eterogeneo alla scala del bacino del Torrente Graveglia e, talora, presentano passaggi e digitazioni talmente graduali con livelli di roccia alterata, che diventa difficile, soprattutto nel caso di litologie argillitiche e gabbriche, distinguere il confine tra materiale terrigeno e cappellaccio d'alterazione del substrato roccioso.

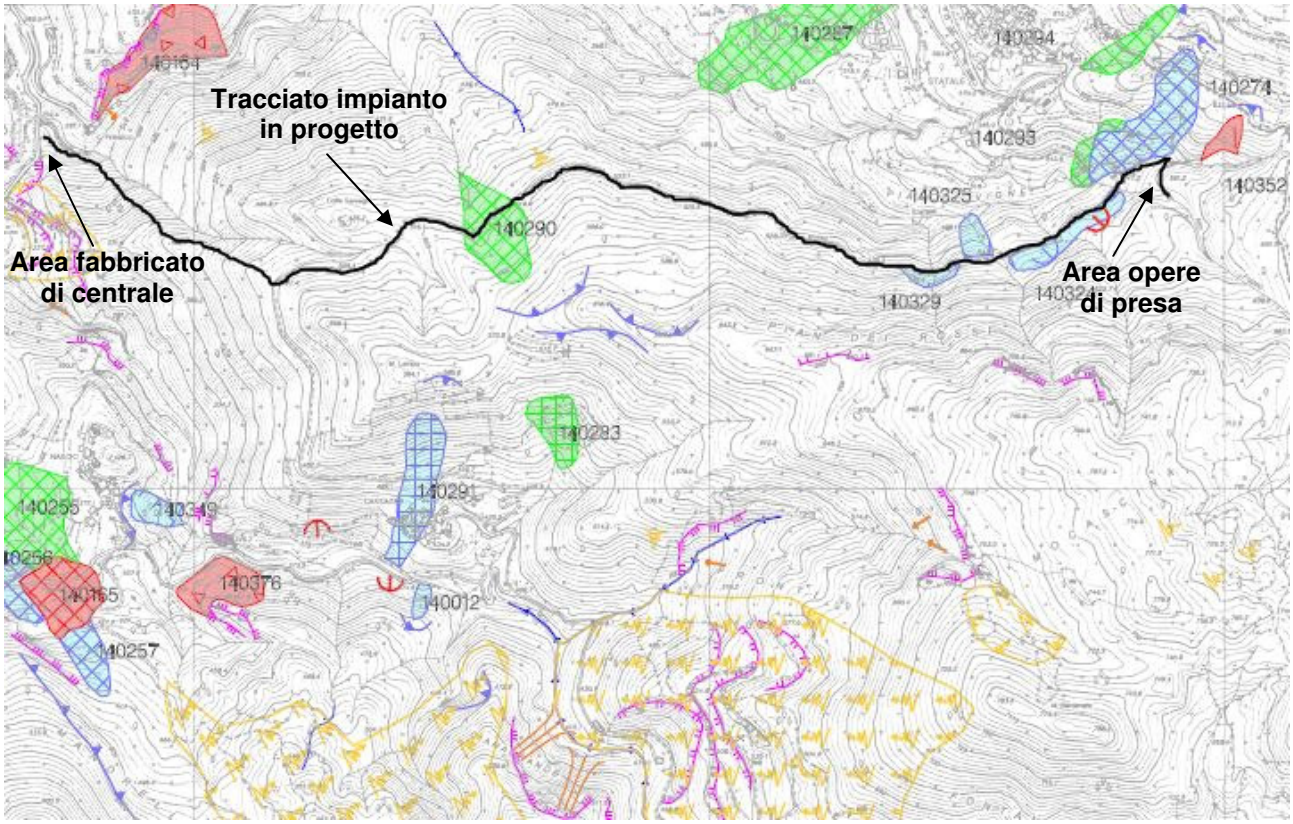
La granulometria di questa classe di coltri è fortemente influenzata dalla litologia da cui la stessa deriva, nonché dai meccanismi che l'hanno generata.

La composizione delle coltri presenta, comunque, sempre forti componenti medio-grossolane e scheletro detritico poco elaborato, con matrice fine che dipende

sostanzialmente dalla natura della roccia madre, con prevalenza di componenti limoso-sabbiose nel caso di substrati contenenti litologie poco alterabili ed argillose nel caso di substrati argillitici.

Per quanto riguarda le *coltri di potenza superiore a 3 m*, diffusamente presenti nel territorio della Val Graveglia, queste sono quasi sempre riconducibili ad antichi movimenti franosi che hanno interessato il versante, talvolta riconoscibili in campagna attraverso l'individuazione di cigli di distacco o scollamento a monte, o di tipiche morfologie bombate sull'unghia avanzata del loro profilo.

Laddove le dimensioni del corpo detritico (larghezza, lunghezza e potenza dell'accumulo), nonché l'eventuale rimaneggiamento di natura antropica, lo rendano possibile, questi accumuli vengono identificati come paleofrane. Come documentato nei successivi *Capitoli 8-9-10-11*, nella cartografia ufficiale consultata *(cfr. Figura 6 - Carta della franosità reale)*, si nota come il tracciato della tubazione in progetto costeggi, per brevi tratti sviluppati a monte o a valle, quattro corpi detritici cartografati come frane quiescenti, mentre, circa a metà del tracciato, in corrispondenza di un impluvio, attraversi, per circa 150 m, una frana stabilizzata. Questi settori saranno necessariamente oggetto di più approfondite indagini in sito.



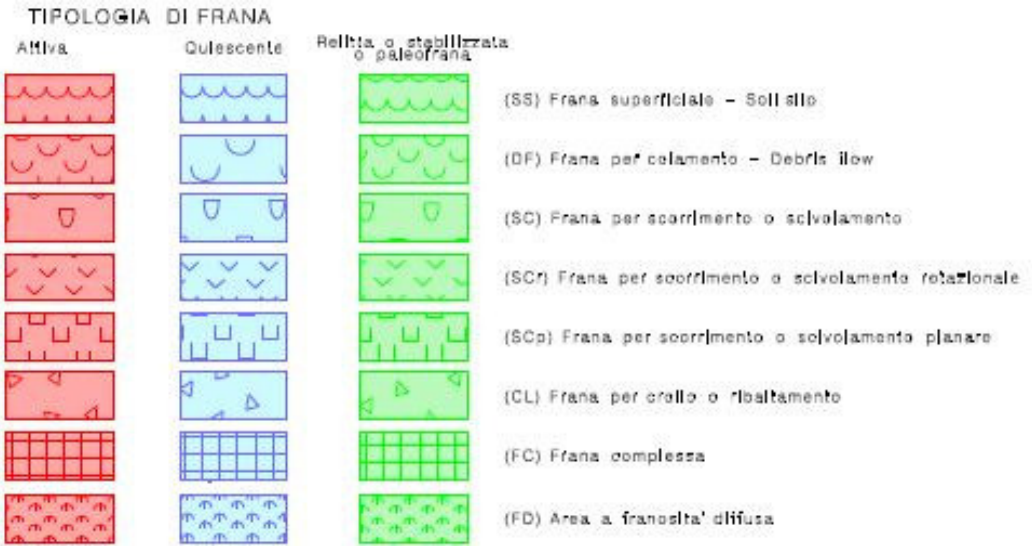


Figura 6 *– Carta della franosità reale (estratta dal PdB Ambito 16 - fuori scala).*

In alcune occasioni gli episodi franosi hanno inciso tanto profondamente sull'assetto del territorio da intervenire in maniera consistente sui lineamenti geografici dei versanti, nonché sull'andamento delle aste torrentizie.

Nella generalità dei casi queste coltri medio-potenti si possono considerare stabilizzate, o, quanto meno, quiescenti, benché non manchino episodi di riattivazione, tuttavia frequentemente innescati da scorretti interventi dell'uomo.

La granulometria di questo tipo di coltri risulta prevalentemente grossolana, con anche locali trovanti "ciclopici".

In relazione ai fenomeni gravitativi, in generale in Val Graveglia si concentra una forte densità di elementi negativi, indicatori di manifestazioni di squilibrio antichi e recenti dei versanti.

In particolare, le situazioni più frequenti sono rappresentate da vaste aree ricoperte da coltri detritiche potenti derivanti da frane complesse o deformazioni gravitative profonde, a monte delle quali si rilevano evidenti cigli di frana o rotture di pendio.

Risulta evidente, peraltro, l'influenza della tettonica sulle forme di dissesto all'interno del bacino, motivo più evidente laddove sia più spinto il rapporto tettonico tra le ofioliti e le coperture sedimentarie (parte alta del bacino) rispetto alla zona valliva.

In corrispondenza di alcuni cigli di frana (o rotture di pendio) privi di accumuli a valle, è presumibile sia stata più efficace l'erosione o più spinto il collasso gravitativo verso le aste sottostanti, entro le quali è stato conseguentemente maggiore il trasporto solido.

Le coltri potenti, peraltro, risultano generalmente prive di segni di riattivazione a grande scala, a meno di localizzati dissesti legati soprattutto ad interventi antropici, quali

apertura di strade e costruzioni di edifici; questi interventi, spesso, non sono stati abbinati a sufficienti opere di regimazione delle acque e/o di bonifica idrogeologica a scala del versante.

I fenomeni di attivazione e di scollamento sono, invece, più frequentemente superficiali, coinvolgendo una potenza di terreno compresa tra 2 e 4 m, e raramente si è rilevata un'interferenza dell'instabilità con il substrato. Questa situazione è testimoniata da dissesti relativamente recenti, quali quelli manifestatisi nelle località di M.te Donico e Costa Coguzzi.

Laddove il movimento franoso non abbia avuto origine dalla mancata disciplina delle acque, sono risultati fattori determinanti l'erosione da parte di corsi d'acqua o l'abbandono dell'azione manutentiva sul territorio da parte dell'uomo.

La generalizzata scarsa regimazione delle acque sui versanti, oltre a determinare ampie aree di dilavamento e di denudamento, nonché l'instaurarsi di situazioni di instabilità di ampiezza spesso non cartografabile, presuppone una potenziale evoluzione delle situazioni a rischio a scala molto ampia, sia in zone a più alta suscettività al dissesto (in rapporto anche alla tettonica), che in quelle a minore suscettività.

Mentre, come detto, gli interventi antropici (apertura di strade o di alti fronti di scavo, realizzazione di rilevati, ecc.) hanno rappresentato, spesso, la causa determinante di frane e scollamenti, anche se il peso della loro influenza ha avuto diverso effetto a seconda della predisposizione intrinseca del versante all'instabilità, minori interferenze negative sono derivate, nel tempo, dalle pur numerose attività estrattive, attuate su versanti rocciosi generalmente stabili (struttura dell'ammasso favorevole).

Se da un lato la maggiore frequenza degli episodi di instabilità sono rilevabili in concomitanza di coltri, con accelerazione derivante dagli effetti dell'urbanizzazione (sbancamenti, scarichi di acque, ecc.), dall'altro esistono evidenti fattori predisponenti i dissesti, legati sostanzialmente all'intrinseco assetto geologico del territorio.

In particolare, si sottolinenano situazioni stratigrafiche caratterizzate da forti contrasti di permeabilità (coltri-substrati impermeabili) e/o nelle quali il substrato possiede passaggi graduali con i materiali di copertura attraverso cappellacci ed eluvi di significativa potenza.

La frequenza di contestualità tra questi due controproducenti situazioni determina i principali fenomeni di dissesto ma è anche all'origine degli episodi di instabilità antichi di maggiori proporzioni.

La maggiore vulnerabilità caratterizza i substrati argillitici, serpentinitici e gabbrici,

soprattutto in abbinamento a sfavorevoli condizioni geomorfologiche ed idrogeologiche.

In presenza di formazioni massicce (basalti) o stratificate, ma più resistenti all'alterazione, è frequente rilevare meccanismi di detrizione su scarpate acclivi o pseudo-verticali (in questo caso condizionate da strutture tettoniche) attraverso crolli e rotolamenti di materiali di varie dimensioni.

Nel primo caso, un'urbanizzazione non idoneamente inserita, ha talora attivato o accelerato i fenomeni di dissesto, mentre nel secondo caso più frequentemente gli effetti della naturale instabilità dei versanti hanno agito sui manufatti.

Lungo le aste dei corsi d'acqua principali in pendio, poi, sono ben sviluppate forme di incisione particolarmente rilevanti, confinate da versanti acclivi e talvolta da pareti verticali (gole, forre), riconducibili spesso ad elementi tettonici che hanno agevolato l'approfondimento del profilo logitudinale dell'asta torrentizia; ciò consente di interpretare la reale dinamicità dei pendii in relazione all'acclività dei versanti ed alla erodibilità della litologia di base.

Ruscellamenti diffusi sono, per lo più, localizzati lungo versanti caratterizzati da roccia affiorante o subaffiorante (aree denudate), laddove ad agevolare il meccanismo di distribuzione delle acque libere contribuisce principalmente la medio-alta acclività.

I processi di ruscellamento diffuso si sviluppano, generalmente, in corrispondenza delle aree di affioramento dei litotipi ofiolitici e delle relative coperture sedimentarie; a causa della particolare composizione chimica e mineralogica che caratterizza le suddette litologie, infatti, la vegetazione stenta a svilupparsi, dando luogo ad una copertura erbacea o arbustiva rada o assente. Le acque meteoriche possono pertanto scorrere pressoché libere sui versanti privi di vegetazione ed operare un'intensa e diffusa azione erosiva.

La presenza di formazioni calcaree, inoltre, determina entro il bacino segni tangibili di carsismo, più frequentemente relitto, e mascherato dalle massicce sistemazioni morfologiche avvenute in epoca storica da parte dell'uomo.

I processi carsici non danno comunque origine a forme morfologiche particolarmente rilevanti: il carsismo nella Val Graveglia si esplica prevalentemente a scala mesoscopica e microscopica, dando luogo a limitate forme di dissoluzione o a piccoli canali carsici anche sotterranei; l'unica forma carsica di una certa importanza, è stata osservata presso il Passo del Biscia in località Piani di Oneto, dove è presente una *dolina* di significative dimensioni.

In generale, poi, il fondovalle del bacino del Torrente Graveglia, specie nella parte valliva, così come lungo le principali incisioni ad esso laterali, è colmato da materassi

alluvionali sopra i quali scorre il corso d'acqua.

Lateralmente ad esso, sulle opposte sponde, si osservano così ampi terrazzi pseudopianeggianti, sopraelevati alcuni metri sopra l'alveo attivo, riconducibili all'antica azione di deposito del torrente stesso.

I deposi alluvionali, terrazzati e mobili attuali, sono presenti nel tratto medio ed inferiore dei principali corsi d'acqua che scorrono nel bacino. Questi materiali assumono una certa continuità ed estensione areale a partire dai tratti mediani dei torrenti Graveglia, Reppia e Chiesanuova verso valle, mentre sono sostanzialmente assenti lungo il Rio Statale ed il Rio Foppo, direttamente interessati dalla realizzazione del progetto in questione.

Il Torrente Graveglia, in particolare, presenta alluvioni recenti e terrazzate arealmente ben sviluppate a partire dalla località del Foppo (quota 135 m slm e soltanto omonima del Rio Foppo in esame, sviluppato a quote superiori ai 500 m), mentre lungo il Torrente Chiesanuova si riscontrano situazioni similari a partire dalla località di Carron, alla confluenza del Torrente Garibaldo con il Rio Valle delle Pozze.

A monte di questi tratti i corsi d'acqua, ed i relativi affluenti, tra cui anche il Rio Statale ed il Rio Foppo, si trovano in condizioni di prevalente erosione ed i depositi alluvionali, pur localmente presenti, sono di spessore e di estensione decisamente limitata.

Come detto, tra i depositi alluvionali si possono distinguere quelli “mobili attuali”, ovvero soggetti a successivi trasporti verso valle e conseguenti rielaborazioni e ridistribuzioni lungo l'asta in funzione del regime idraulico del torrente (e quindi dell'energia di trasporto delle acque), dalle alluvioni terrazzate recenti, riconducibili appunto al deposito del corso d'acqua ed alla formazione dei pianori confinanti con l'alveo attivo, ma ancora potenzialmente inondabili.

Conoidi derivanti da corsi d'acqua laterali secondari, colluvi detritici di pendio, o, sporadicamente, l’azione antropica, possono localmente alterare l'originario assetto morfologico di fondovalle, rendendo più complessa l’individuazione delle alluvioni.

Per quanto riguarda la granulometria dei materiali alluvionali, essa risulta fortemente condizionata dalla natura geologica del bacino e può essere generalizzata in ciottolosa e/o ghiaiosa, e quindi sempre discretamente grossolana.

Discorso a parte meritano i terrazzamenti alluvionali antichi generalmente localizzati a quote più elevate rispetto ai motivi morfologici di fondovalle e riconducibili a periodi nei quali il livello di base del corso d'acqua risultava sopraelevato e, probabilmente, non si erano ancora innescati, nella loro massima dinamicità, i fenomeni di erosione e trasporto

avvenuti successivamente; ne consegue che la granulometria di questi terrazzi risulta meno grossolana, tendenzialmente sabbioso-limosa.

Nella porzione medio-alta del bacino del Torrente Graveglia, infine, sono state e sono tuttora presenti la maggior parte delle attività estrattive presenti nella valle; cave di pietra in attività sono infatti situate lungo la parte alta del torrente e lungo il torrente Reppia, altre, più a valle, in località Foppo; una, di dimensioni maggiori, in località Ciana Grande. Sono inoltre presenti un certo numero di cave non più attive nelle quali l'estrazione del materiale è cessata da un intervallo di tempo variabile da pochi anni a diverse decine di anni.

Questi luoghi sono caratterizzati da una forte modificazione delle originarie caratteristiche morfologico-naturalistico-ambientali, anche a causa della realizzazione di grossi riporti.

Presso la miniera di Cassagna le manomissioni effettuate in epoca storica e recente hanno ridefinito la morfologia di ampie porzioni del versante, interferendo col reticolo idrografico superficiale. In alcuni casi si può parlare di vere e proprie discariche di materiali lapidei di scarto derivanti dall'estrazione di materiali, in altri casi i cumuli detritici rappresentano stoccaggi temporanei destinati a successiva lavorazione.

7 – LINEAMENTI IDROGRAFICI GENERALI

Il bacino del Torrente Graveglia, di cui, come detto, fanno interamente parte il territorio comunale di Ne e, dunque, l'area d'interesse per questo studio, è ubicato nell'entroterra delle cittadine di Lavagna, Cogorno e Sestri Levante, località della Liguria orientale, facenti parte della Città Metropolitana di Genova.

Il Graveglia rappresenta l'ultimo importante affluente del Torrente Lavagna e dalla loro confluenza nasce il Fiume Entella, che sfocia in mare tra Lavagna e Chiavari, altra importante cittadina del levante genovese.

Il bacino del Torrente Graveglia ha un'estensione di circa 64 Km^2, uno sviluppo areale che segue una direttrice circa SW-NE, a distanza di circa 5 -10 Km dalla costa e confina con i bacini idrografici dei Torrenti Gromolo e Petronio a Sud, del Fiume Vara ad Est ed a Nord, del Torrente Sturla ad Ovest ed a Nord.

Il bacino, a partire dalla confluenza con il Lavagna e procedendo in senso orario, è delimitato dai rilievi dei *M.te Carnella, M.te dei Preti, M.te Lungo, M.te Carmona, M.te Camilla, M.te Cian, M.te Zatta* (massima elevazione del bacino)*, M.te Prato Pinello, M.te Copello, M.te Chiappozzo, M.te Biscia, M.te Porcile, M.te Capra, Colle d'Arena, M.te*

Bocco, M.te Roccagrande, M.te Bianco, M.te Domenico, M.te Capenardo, M.te le Rocchette e M.te S. Giacomo, le cui altezze variano tra un minimo di 600-700 ed un massimo di 1200-1300 m s.l.m..

In ragione dei caratteri geo-litologici sopra discussi, deriva che, dal punto di vista idrogeologico, il bacino del Torrente Graveglia è caratterizzato da formazioni che si possono sostanzialmente classificare come:

- permeabili per porosità;
- permeabili per fessurazione, fratturazione e carsismo;
- impermeabili.

Le formazioni *permeabili per porosità* comprendono tutti gli accumuli di materiali sciolti scarsamente cementati, quali, in generale, le coperture detritiche, i depositi alluvionali, i corpi di frana attivi o quiescenti, nonché i riporti di origine antropica, di cui si è detto nel paragrafo precedente.

Si considerano invece formazioni *permeabili per fratturazione, fessurazione e carsismo*, sia quegli ammassi rocciosi massivi o stratificati che posseggono, già a partire dal momento della loro formazione, un intrinseca permeabilità per fessurazione, sia quelli che, a causa delle deformazioni tettoniche subite nel corso della loro storia geologica, vengono ad assumere una permeabilità "secondaria" per fratturazione; a queste due categorie si aggiungono, poi, quelle litologie prevalentemente calcaree che, sottoposte all'azione chimica delle acque meteoriche, diventano sede di importanti processi carsici.

Formazioni da potersi considerare permeabili per fessurazione, fratturazione o carsismo sono dunque: i *Calcari a Calpionella* e i *Diaspri di M.te Alpe* (presenti, come detto nei paragrafi precedenti nell'area in esame), le Arenarie del M.te Gottero, i differenti tipi di Brecce ofiolitiche, le Oficalciti, i Gabbri, le Serpentiniti, i Diabasi e i Basalti (massivi o a pillows).

Le formazioni *impermeabili*, infine, sono rappresentate da quei corpi rocciosi che, per loro natura litologica, non permettono, quanto meno in maniera significativa, un drenaggio profondo delle acque superficiali, né l'instaurarsi di significativi meccanismi geologici nel sottosuolo. Tra queste si annoverano, pertanto: le *Argille a Palombini del Lago di Giacopiane* (anch'esse diffusamente presenti nel comparto d'interesse), gli Argilloscisti della Val Lavagna, le Argilliti di Giaiette e le Ardesie del Membro di Monte Verzi.

Il bacino del Torrente Graveglia, nel suo complesso, è costituito in maniera prevalente da formazioni permeabili o semipermeabili e si caratterizza per meccanismi

idrogeologici profondi di grande importanza; va detto, tuttavia, che l'ubicazione delle sorgenti presenti in valle, solitamente indipendente dal contatto tra formazioni a diversa permeabilità, ma più spesso legata alla presenza di lineazioni tettoniche e/o al passaggio tra roccia sub-affiorante e coltri potenti, porta ad ipotizzare una forte influenza delle complicazioni tettoniche sul reticolo sottosuperficiale di drenaggio.

I percorsi idrici profondi, peraltro, determinano una buona salvaguardia della qualità delle acque e ciò è testimoniato dalla frequenza di sorgenti captate ad uso potabile.

Sul fondovalle la configurazione del modesto materasso alluvionale non ha costituito storicamente un acquifero significativo, tanto da non permettere, a meno di modesti attingimenti a scopo irriguo, la messa in opera di pozzi.

Le caratteristiche idrogeologiche del bacino in questione sono tendenzialmente favorevoli allo sviluppo di un buon ruscellamento superficiale, che si attiva frequentemente su pendii con roccia affiorante ad alta acclività, mentre non si registra la presenza di significative zone di impregnazione e di ristagno; ne consegue che molte delle problematiche di dissesto idrogeologico della zona si siano verificate, nel tempo, proprio laddove concentrazioni importanti di acque superficiali interferiscono con situazioni già predisposte al dissesto.

Dal punto di vista della gerarchizzazione del reticolo idrografico proposta da A. N. Strahler, il Torrente Graveglia raggiunge un grado piuttosto elevato, mantenendo l'*ordine 6* del Torrente Orti, suo affluente, e raccogliendo poi i deflussi del Torrente Reppia e del Torrente Chiesanuova, entrambi del 5° ordine. Più in dettaglio, il reticolo idrografico del Torrente Graveglia è composto come di seguito riportato.

Affluenti di sponda sinistra

Vallone del Confine: è il primo rivo di una certa entità sul versante sinistro della Val Graveglia. Nasce dalle pendici della Costa di San Giacomo che, partendo dal M.te Capenardo, separa il territorio del Comune di Nè da quello di Cogorno. Il suo bacino è fortemente boscato e pressoché privo di opere di antropizzazione. Ha sbocco nel corso principale tra Santa Lucia e Ponte di Gaggia.

Valle del Merlo e Rio Tolceto: due piccoli rivi (superficie intorno a 1 km^2) che presentano caratteristiche molto simili; la parte alta presenta una ricca copertura vegetale (Boschi del Merlo) e pendenze medie ridotte, mentre verso il basso le valli si stringono e acquistano maggiore pendenza. L'abitato di Tolceto (tra 250 e 350 m s.l.m.) sorge in una zona più pianeggiante; le sezioni di chiusura dei rivi si trovano a poche centinaia di metri l'uno dall'altro, tra Conscenti e Caminata.

Rio Sambuceto: presenta il bacino più esteso tra gli affluenti di sponda sinistra (2,22 km^2) dalla tipica forma a triangolo, con parte alta più estesa e parte valliva più ristretta ed una buona copertura vegetale a castagneti. Lo spartiacque culmina sul monte Capenardo, che separa la Val Graveglia da quella del Torrente Gromolo.

Rio Frisolino: prende origine dal M.te Domenico ed il suo tratto terminale sbocca all'interno del nucleo abitato di Frisolino; ha un bacino con pendenze medie dei versanti e dell'asta piuttosto ridotte. Il 95% della sua superficie è coperta da boschi di angiosperme in mediocri condizioni.

Rio Sagra: caratterizzato da un percorso molto breve (circa 1 km), raccoglie le acque scolanti sulle pendici occidentali del M.te Bianco, che si erge sopra l'abitato di Nascio, con versanti molto ripidi dalla copertura boschiva molto ridotta e di scarso valore.

Rio Bianco: è un piccolo rivo a ridosso del versante settentrionale del M.te Bianco e termina all'altezza di località Pian di Fieno.

Affluenti di testata

Rio Novelli: raccoglie i deflussi provenienti dalla dorsale, caratterizzata quasi ovunque da quote superiori ai 1000 m s.l.m., che unisce il M.te Bianco al M.te Capra. Il suo bacino, che tra l'altro ospita i centri abitati di Nascio e Cassagna, presenta una parte alta (sino a quote di 650-700 m s.l.m. circa) coperta, per lo più, da prati e arbusteti, mentre verso valle si sviluppano anche boschi di castagni. La sezione finale è situata in località Ponte Lagoscuro, dove ha inizio il Torrente Graveglia propriamente detto.

Rio di Statale**:* insieme al breve tratto terminale del ***Rio Foppo, suo affluente di sinistra, è il corso d'acqua direttamente interessato dal progetto in esame. Ha massima quota dello spartiacque in corrispondenza del M.te Porcile (1249.50 m s.l.m.) ed il relativo bacino risulta compreso tra quelli del Rio Novelli a sud, del Torrente Reppia a nord-ovest e la Val di Vara a nord-est; in esso confluisce anche il Rio Degli Orti, che ha origine dal passo del Biscia. Confluisce, immediatamente a valle del ponte sulla provinciale Carasco-Reppia, col Torrente Reppia e con il Rio Novelli, dando origine, così, al Torrente Graveglia propriamente detto.

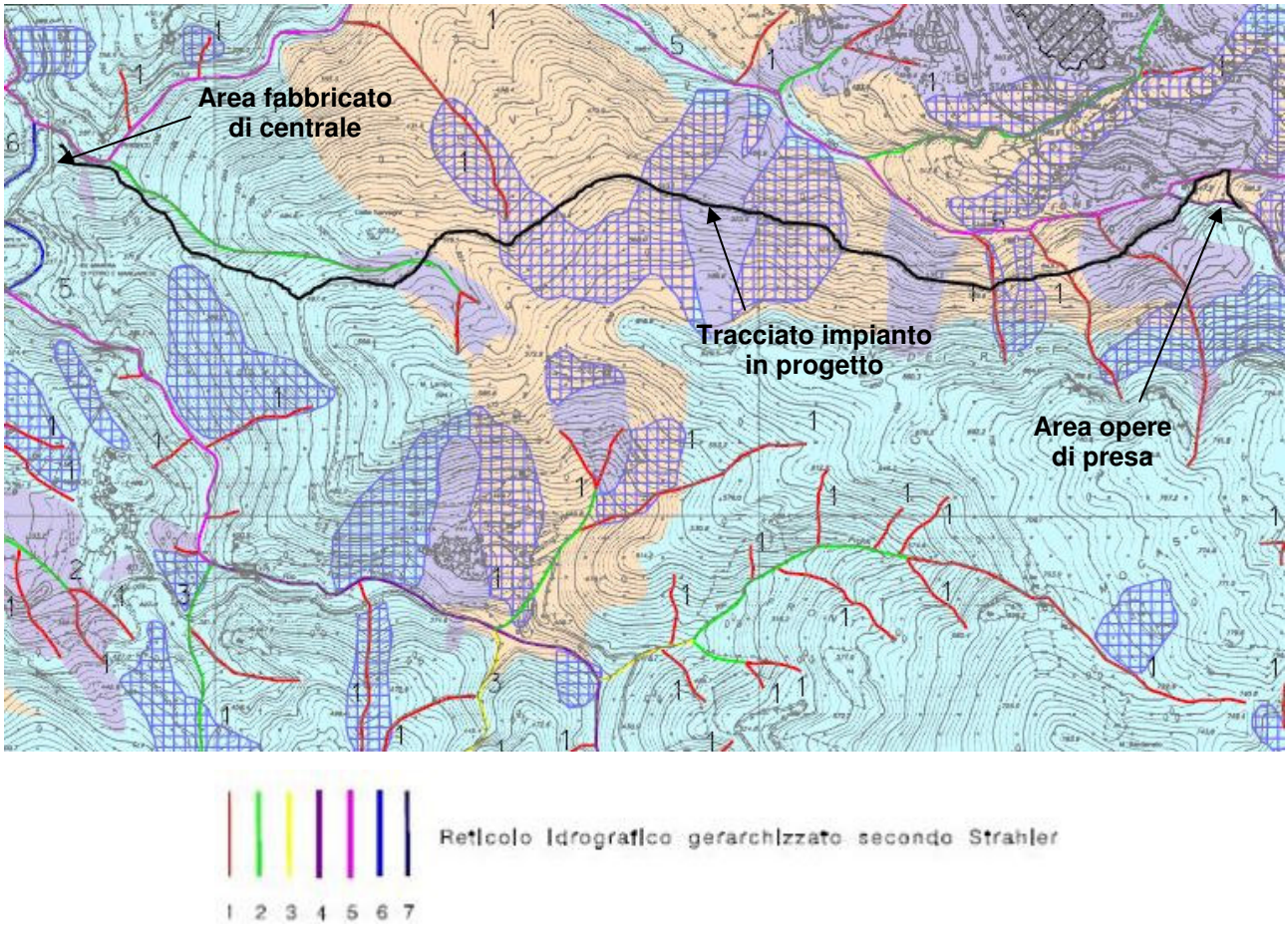
La linea spartiacque di delimitazione del bacino idrografico del Rio Statale e del Rio Foppo si colloca, mediamente, a quote comprese tra gli 800-900 ed i 1200-1300 m s.l.m. seguendo, in senso orario a partire dalla sorgente del Rio Statale, le creste del M.te Biscia (989 m s.l.m.), del M.te Porcile (il più elevato coi suoi 1289 m s.l.m.), il M.te Capra (1058 m s.l.m.) ed il M.te Ricasola (776 m s.l.m.).

Il bacino del Rio Statale, la cui asta principale misura circa 4.3 km, impegna un'area di circa 7.7 km^2, sviluppandosi secondo una direttrice mediamente est-ovest ad una decina di km di distanza dal litorale ligure.

A sua volta, il Rio Foppo, la cui asta principale si estende per circa 1.2 km, presenta un bacino di circa 0.7 km^2, sviluppato in direzione mediamente sud-est/nord-ovest, sempre a circa 10 km dalla costa.

La presenza del paese di Statale, di numerose miniere e del Passo del Biscia, via di comunicazione con la Val di Vara, sono alla base di un reticolo stradale e di una presenza antropica mediamente più alta rispetto agli altri bacini. La copertura boschiva, benché in condizioni non ottimali, è fitta fino agli 800 m s.l.m. circa.

Per quanto riguarda le condizioni di drenaggio, il tratto d'interesse per questo studio si caratterizza, come descritto nei precedenti paragrafi, per la presenza dominante di rocce argillitiche, sostanzialmente impermeabili, e, nel tratto terminale, rocce calcaree e diaspri più o meno permeabili in funzione del grado di fratturazione e/o fessurazione (*cfr. Figura 7* – Carta idrogeologica); importante, come già detto, è anche la presenza di coltri di copertura, a loro volta più o meno permeabili in funzione della granulometria relativa.



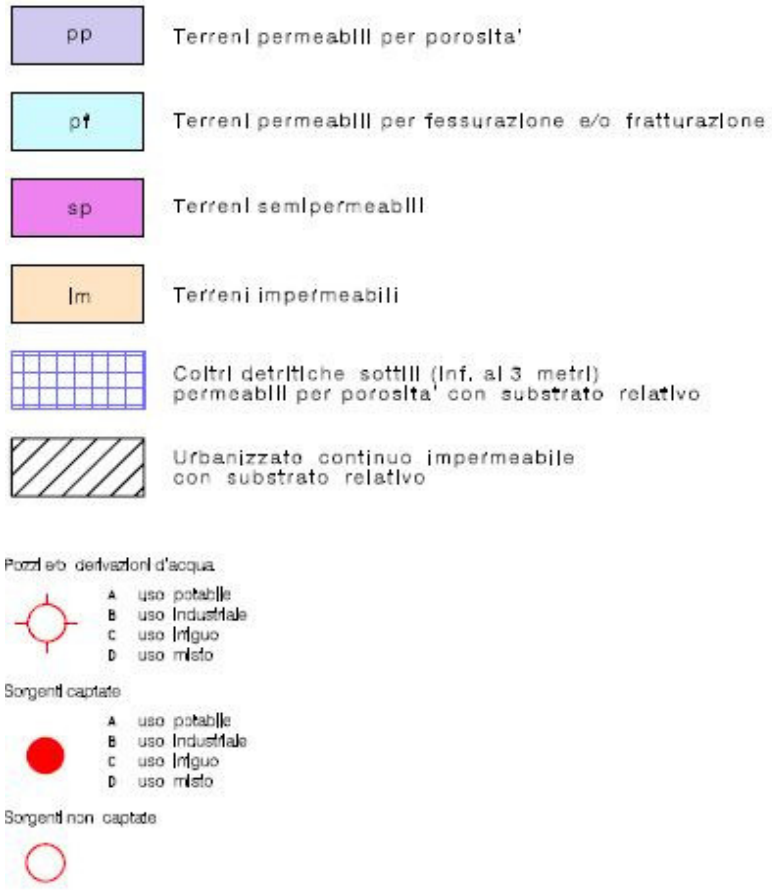


Figura 7 *– Carta idrogeologica (estratta dal PdB Ambito 16 - fuori scala).*

Alla chiusura in esame delle nuove opera di presa sul Rio Statale e sul Rio Foppo, i bacini idrografici dei corsi d'acqua presentano le seguenti caratteristiche:

PUNTO DI PRESA 1 (Rio Statale):

- corso d'acqua sotteso: Rio Statale;
- ubicazione: Comune di Ne;
- area bacino imbrifero alla chiusura opera di presa: 2.50 km^2;
- quota massima: 1289 m s.l.m. (Monte Porcile);
- quota sezione di chiusura opera di presa: 554.90 m s.l.m.;
- lunghezza asta principale del rio alla chiusura opera di presa: 1.8 km;
- coordinate Gauss-Boaga: N 4910457 m/E 1538809 m.

PUNTO DI PRESA 2 (Rio Foppo):

- corso d'acqua sotteso: Rio Foppo;
- ubicazione: Comune di Ne;
- area bacino imbrifero alla chiusura opera di presa: 0.70 km^2;

- quota massima: 1058 m s.l.m. (Monte Capra);
- quota sezione di chiusura opera di presa: 561.91 m s.l.m.;
- lunghezza asta principale del rio alla chiusura opera di presa: 1.1 km;
- coordinate Gauss-Boaga: N 4910399 m/E 1538804 m.

PUNTO DI RESTITUZIONE:

- corso d'acqua sotteso: Rio Statale;
- ubicazione: Comune di Ne;
- area bacino imbrifero alla chiusura locale centrale: 4.50 km^2;
- quota massima: 1289 m s.l.m. (Monte Porcile);
- quota sezione di chiusura alla restituzione: 270 m s.l.m.;
- lunghezza asta principale del rio alla chiusura al punto di restituzione: 4.4 km;
- coordinate Gauss-Boaga: N 4910506 m/E 1536663 m.

Per la dettagliata trattazione degli aspetti idraulici si rimanda, comunque, agli elaborati scritti e grafici redatti a cura della Ovadaprogetti S.a.s. a corredo del *Progetto definitivo.*

Torrente Reppia: con un'estensione areale di 22.2 km^2, il suo bacino occupa circa un terzo della superficie complessiva di quello del Torrente Graveglia, configurandosi come il maggiore dei bacini affluenti al corso d'acqua principale; al suo interno, di conseguenza, insistono numerosi centri urbani, quali Reppia, Botasi, Arzeno e Prato. Il punto più elevato del bacino è rappresentato dal M.te Zatta, che, con oltre 1400 m s.l.m., è il più alto rilievo della Val Graveglia. La parte sommitale del bacino, a ridosso dello Zatta, mostra versanti molto scoscesi, pressoché spogli di vegetazione arborea, e corsi d'acqua fortemente incisi e ripidi, laddove la parte pedemontana, a valle dell'abitato di Reppia, ha un'asta principale molto profonda, con tracciato tortuoso e versanti molto ripidi.

Affluenti di destra orografica.

Valle della Colla: è un piccolo rivo che nasce dalle pendici del M.te Bossea e solca una valle ricchissima di acque. Alle sue spalle sorge l'abitato di Zerli.

Torrente Chiesanuova: nasce dalla confluenza dei rivi Nossiglia e Terrisso; la relativa valle è percorsa da strade che collegano i piccoli nuclei urbani di Pontori, Nossiglia, Terrisso e Chiesanuova. Il Rio Terrisso risulta molto più ricco di boschi rispetto al Rio Nossiglia, il cui versante sinistro (Costa Comarella) appare molto spoglio. Il Torrente

Chiesanuova, detto anche Garibaldo, ha foce all'interno del paese di Conscenti, che attraversa in un tratto tombinato.

Torrente di Né: Il suo bacino confina a nord con quello del Rio di Mezzanego, affluente di sinistra dello Sturla; boschi, prati e pascoli se ne dividono, all'incirca equamente, la superficie. Si immette nel Graveglia in località Ponte di Gaggia e, nonostante la ridotta estensione, presenta pendenze medie non rilevanti.

Valle dei Paggi: rappresenta l'ultimo degli affluenti di destra del Graveglia, prima della sua immissione nell'Entella, e sbocca all'altezza di località S. Lucia.

Asta principale del Torrente Graveglia

Il Torrente Graveglia, come già riportato, ha origine in località Ponte di Lagoscuro, dalla confluenza tra il Torrenti Reppia, il *Rio Statale* ed il Rio Novelli.

A partire da monte, il primo tratto, sino alla cava di Foppo, si presenta fortemente inciso; lungo la sponda destra corre la strada provinciale (S.P. 26), a monte della quale sono ubicate diverse cave a cielo aperto. In corrispondenza del ponte di accesso al piazzale della cava di Foppo il torrente attraversa una gola molto stretta e profonda, mentre, dopo tale forra, la valle si apre sulla piana di Frisolino, dove il torrente diminuisce sensibilmente la sua pendenza e manifesta diversi tratti con evidenti fenomeni di sovralluvionamento, in particolare a monte dei restringimenti offerti dai ponti e in corrispondenza dei tratti curvilinei.

Procedendo verso valle il torrente presenta andamento sinuoso con pendenze medie sino a Caminata, attraversando terrazzi di origine alluvionale che occupano il fondo valle.

Immediatamente dopo l'abitato di Caminata si regista la presenza in alveo, per un tratto di circa 300 m, di blocchi lapidei di grosse dimensioni, presumibilmente connessi ad un movimento franoso più o meno remoto; la pezzatura notevole dei massi (qualche metro cubo) tende ad escludere, infatti, la possibilità che questi siano stati trascinati in loco dalla corrente.

Importanti depositi di materiale, sia a monte che a valle, si rilevano alla confluenza del Torrente Chiesanova nel Graveglia, presso il nodo di località Conscenti, a valle della quale, e sino alla foce nel Fiume Entella, il Graveglia mantiene caratteristiche costanti sull'intero sviluppo (circa 4.5 km): la pendenza è mediamente pari all'1%, le sezioni hanno forma trapezoidale o rettangolare, di larghezza variabile tra 15 e 20 m (sino a 40-50 m nell'ultimo tratto, in loc. Prioria) e altezza di 4-5 m rispetto alle aree rialzate laterali, quasi sempre occupate da coltivazioni o prati.

8 – *NORMATIVA DI RIFERIMENTO*

Come meglio precisato nel seguito del presente elaborato, l'indagine è stata eseguita nel rispetto della seguente normativa:

- **Decreto Ministeriale 14.01.2008**
  Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni.
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Circolare 2 febbraio 2009**
  Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007**
  Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.
- **Eurocodice 8 (1998) - Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture**
  Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003).
- **Eurocodice 7.1 (1997)**
  Progettazione geotecnica – Parte I: Regole Generali. UNI.
- **O.P.C.M. 3274/03 e D.G.R. 1362/10**
  Zonazione sismica.
- **Piano di Bacino Ambito 16**
  Approvato con D.C.P. n. 3 del 29.01.2003 e s.m.i..
- **R.R. n. 3 del 14/07/2011**
  Disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua.
- **R.D. 3267/23 e L.R. 4/99**
  Vincolo idrogeologico.
- **L.R. n. 38 del 30 dicembre 1998**
  Disciplina della valutazione di impatto ambientale.
- **L.R. n. 16 del 2008**
  Disciplina dell'attività edilizia.
- **Legge n. 9 del 9 gennaio 1991**
  Norme per l'attuazione del nuovo Piano Energetico Nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali.

- **Legge n. 10 del 9 gennaio 1991**

  Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.
- **D. Lgs. n. 387 del 29 dicembre 2003**

  Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

8.1 - Pericolosità e fattibilità dell'opera

Il progetto in esame prevede, come già riportato in premessa, di sfruttare due opere di presa già esistenti sul Rio Statale e sul Rio Foppo, poco a monte della loro confluenza, che si verifica subito a valle del ponte della strada comunale Statale-Cassagna.

Le due traverse in alveo sono di proprietà della Cooperativa Agricola di Statale S.r.l., con la quale andrà stipulato una accordo di co-uso.

La briglia sul Rio Statale, in buono stato di conservazione, si colloca circa 100 m a monte della confluenza col Rio Foppo ed è stata realizzata in calcestruzzo, con spalle saldamente intestate, su entrambe le sponde, nel versante roccioso. L'opera, larga complessivamente circa 5.50 m ed alta circa 0.40 m, presenta una gaveta centrale di larghezza pari a circa 2.00 m, ribassata rispetto alle due ali laterali di circa 0.25 m; a valle della briglia il rio si caratterizza per alcune rapide.

Anche la briglia sul Rio Foppo, ubicata poco a monte della confluenza col Rio Statale, è stata realizzata in calcestruzzo, è dotata di gaveta centrale e presenta un buono stato di conservazione; il rio, immediatamente a monte della confluenza mostra tipici caratteri torrentizi, con alveo stretto e incassato e diversi salti naturali.

Entrambe le opere di presa sono raggiungibili dalla strada comunale Statale-Cassagna, tramite due sentieri che risalgono i rivi.

Le acque captate dai corsi d'acqua verranno convogliate, tramite una condotta forzata di lunghezza pari a circa 2390 m, completamente interrata, al fabbricato di centrale, che si prevede posizionato immediatamente a monte del ponte sul Rio Statale della Strada Provinciale 26 (cfr. elaborati progettuali predisposti dalla Ovadaprogetti S.a.s., a corredo della *Relazione Tecnica Descrittiva - Progetto Definitivo*).

Rimandando per una dettagliata trattazione degli aspetti progettuali alla *Relazione Tecnica Descrittiva* della Ovadaprogetti S.a.S., di seguito si riassumono i principali dati relativi all'impianto idroelettrico proposto:

- area del bacino sottesa dalla presa: 2.50 km^2 (Rio Statale) e 0.7 km^2 (Rio Foppo);

- portata media annua naturale: 0.079 m^3/s (Rio Statale) e 0.022 m^3/s (Rio Foppo);
- deflusso minimo vitale: 0.015 m^3/s (Rio Statale) e 0.005 m^3/s (Rio Foppo);
- portata media annua turbinabile: 0.047 m^3/s (Rio Statale) e 0.012 m^3/s (Rio Foppo);
- portata media annua non turbinata: 0.032 m^3/s (Rio Statale) e 0.010 m^3/s (Rio Foppo);
- portata massima derivabile: 0.180 m^3/s (Rio Statale) e 0.050 m^3/s (Rio Foppo);
- salto idraulico lordo: 299 m;
- condotta forzata: 2390 m di lunghezza e 0.45 m di diametro;
- potenza massima nominale: 675 kW;
- potenza media nominale di concessione: 173 kW;
- rendimento: 0.85;
- potenza massima effettiva dell'impianto: 554 kW;
- potenza media effettiva dell'impianto: 145 kW;
- producibilità effettiva media: 1.270.000 kWh/anno.

Per quanto riguarda la pericolosità e la fattibilità dell'opera, si sottolinea, in particolare, quanto di seguito riportato.

Relativamente alle procedure di Valutazione di Impatto Ambientale, ai sensi dell'allegato della **Legge Regionale n. 38 del 30 dicembre 1998**, *"Disciplina della Valutazione di Impatto Ambientale"*, l'impianto in oggetto rientra tra quelli sottoposti a procedura di verifica, in quanto destinato alla produzione di energia idroelettrica con potenza superiore ai 200 kW (*punto 3g dell'allegato 3*), con derivazione di acque superficiali con portata superiore a 200 litri al minuto secondo (*punto 10h dell'allegato 3).*

Con riferimento, poi, alle **Leggi 9/91 e 10/91**, inerenti il *"Piano Energetico e relative Norme di Attuazione"*, e al **D. Lgs. n. 387** del 29.12.2003, relativo alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili, quella in oggetto costituisce **un'opera di pubblico interesse e di pubblica utilità** ai sensi:

- **del comma 4, art. 1 della Legge 10/91** - *"l'utilizzazione delle fonti di energia rinnovabile, tra cui l'idroelettrica, è considerata di pubblico interesse e di pubblica utilità e le opere relative sono equiparate alle opere dichiarate indifferibili ed urgenti ai fini dell'applicazione delle leggi sulle opere pubbliche"*;
- **del comma 1, art. 12 del Decreto Legislativo n. 387** - "*le opere per la realizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, nonché le opere connesse*

e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli stessi impianti, autorizzate ai sensi del comma 3, sono di pubblica utilità ed indifferibili ed urgenti".

L'**art. 29** della **L.R. n. 16/2008**, *"Disciplina dell'attività edilizia"*, specifica le modalità per l'ottenimento dell'*"Autorizzazione unica di produzione di energia alimentata da fonti rinnovabili"*; al **comma 12** si riporta, infatti, che *"il provvedimento finale a conclusione della conferenza dei servizi comporta […] l'approvazione delle varianti alla vigente disciplina urbanistico-edilizia e territoriale (lettera b) ed il rilascio di ogni altra autorizzazione, concessione, approvazione, parere e nulla osta, necessari alla realizzazione ed all'esercizio delle infrastrutture energetiche"*. Inoltre, ai sensi del **comma 14** *"gli impianti sono da considerarsi ammissibili sotto il profilo urbanistico nelle zone classificate agricole"*.

L'impianto proposto risulta, peraltro, perfettamente in linea con le attuali indicazioni vigenti in merito allo sviluppo e potenziamento di fonti di energie alternative rinnovabili.

Sempre a livello normativo, poi, tra il materiale consultato particolare attenzione è stata prestata alla cartografia riportata in allegato al Piano di Bacino – Ambito 16, rilevando quanto segue:

- nella *Carta del rischio geologico* (cfr. stralcio cartografico fuori scala – ***allegato 3***) e nella *Carta della suscettività al dissesto* (cfr. stralcio cartografico fuori scala – ***allegato 4***), l'area d'intervento è perimetrata in zona a rischio da *lieve o trascurabile (R0)* a *moderato (R1)*, con suscettività al dissesto da *molto bassa (Pg0),* come nel caso del sedime d'imposta del fabbricato di centrale, ad *elevata (Pg3b)*, come per parte della condotta di derivazione, passando per una suscettività media *(Pg2)* (opere di presa e parte del tracciato della condotta) e *bassa (Pg1)* (parte del tracciato della condotta).

Si precisa, in riferimento a quanto sopra riportato, che con *"Pg3b"*, in particolare, vengono indicate aree prive, al momento, di movimenti gravitativi attivi e quiescenti, in cui sono presenti indicatori indiretti di elevata suscettività, valutabili dalla combinazione di elementi geomorfologici, litologici, strutturali e di uso del suolo. Sono comprese in tali aree le frane stabilizzate e relitte (paleofrane) e le zone a franosità diffusa inattive (*Art. 12/Comma 2/Lett. b/punto 2.2 delle Norme di Attuazione del PdB – Ambito 16*).

Nelle aree Pg3b, è consentita anche la nuova edificazione e l'esecuzione di opere infrastrutturali purché tali interventi siano previsti dallo strumento urbanistico comunale adeguato al Piano di Bacino (*Art. 16/Comma 3 ter delle Norme di Attuazione del PdB – Ambito 16*), o comunque, a fronte del parere vincolante della Provincia espresso sulla

base di uno studio di maggior dettaglio presentato dal Comune, che vengano svolte indagini tese a (*Allegato 1 alle Norme di Attuazione del PdB – Ambito 16*):

a) analizzare e verificare in sito, sulla base dell'acquisizione di dati in sede locale, quegli elementi che hanno portato nel piano di bacino, in base all'applicazione della metodologia di cui alla specifica Linea guida n. 2/2000 "Indicazioni metodologiche per la redazione della carta di suscettività al dissesto dei versanti", alla classificazione della suscettività al dissesto elevata (acclività, litologia, elementi geomorfologici, potenza e granulometria delle coltri, stato della roccia, uso del suolo, e classificazione idrogeologica ecc.);

b) verificare che, in coerenza con la metodologia di classificazione sviluppata nel piano, tali aree, pur presentando caratteristiche fisiche tali da confermare il relativo inquadramento nella classe di suscettività al dissesto elevata, determinino un livello di pericolosità più contenuto rispetto a quello rappresentato dalle frane quiescenti, tale da poter sostenere anche interventi di nuova edificazione;

c) inquadrare, analizzare e valutare i dati acquisiti, alla scala di maggior dettaglio, nel contesto più ampio dell'unità geomorfologica nella quale è inserita l'area di interesse, al fine di verificarne, a scala di versante, le eventuali interferenze negative con l'intervento proposto e dimostrare che le condizioni di suscettività del territorio a contorno dell'area di intervento non interferiscano negativamente sull'intervento stesso;

d) dimostrare che l'attuazione della tipologia d'intervento proposto non aggravi il grado di suscettività al dissesto dell'area ma, anzi, permetta il miglioramento delle condizioni di stabilità dell'areale interessato, attraverso opportune e possibili opere volte a modificare, in senso favorevole la stabilità, i fattori geologici e geotecnici determinanti il relativo grado di suscettività al dissesto.

e) individuare ed analizzare le particolari condizioni di criticità locali rilevate, la cui considerazione comporti, eventualmente, la necessità di adottare in sede di progettazione degli interventi, specifiche modalità di attuazione degli stessi, finalizzate ad assicurare la tutela della pubblica e privata incolumità e il non aumento del rischio idrogeologico.

Si sottolinea, in ogni caso, che, per quanto concerne le aree cartografate come *"Pg3b"*, il progetto in esame contempla di fatto soltanto l'esecuzione di uno scavo di modesta profondità e larghezza lungo il lato monte della strada comunale esistente per il posizionamento della tubazione prevista, con successivo interramento di quest'ultima. Da quanto detto consegue, in sostanza, che la realizzazione degli interventi non determinerà in alcun modo un aggravio della suscettività al dissesto del comparto, ma anzi, se i lavori

saranno realizzati a regola d'arte, nel rispetto delle indicazioni fornite nel seguito del presente elaborato, potrà verificarsi un generale miglioramento della stabilità del tratto d'interesse.

La presente indagine, in sostanza, è stata indirizzata ad individuare le criticità ed il contesto geomorfologico nel quale si inseriscono gli interventi in progetto e a valutare, sotto il profilo geologico e geotecnico/geomeccanico, le caratteristiche dell'area in epigrafe, al fine di accertare se i parametri dei terreni siano confacenti con quanto previsto; tutto ciò è finalizzato, in definitiva, a definire gli elementi che determinano il livello di pericolosità geologica e idraulica dell'area e ad indicare, nel rispetto dei fattori del vincolo idrogeologico, modalità tecnico-esecutive d'intervento tali, non solo da non interferire negativamente con le condizioni di stabilità del versante e con l'equilibrio ambientale dell'intorno, ma, se possibile, addirittura capaci di recare giovamento in tal senso.

Preliminarmente al rilevamento sul campo dunque, è stato eseguito un lavoro di ricerca bibliografica del materiale disponibile in letteratura e, contestualmente, si è proceduto ad un'analisi delle foto aeree relative all'area di interesse.

Quindi, tramite un accurato rilevamento di campagna, sono state verificate le informazioni tratte dalle cartografie sopra citate ed esaminate in dettaglio anche quelle situazioni riconducibili a dissesti di piccola o media entità.

Questo lavoro si è basato su appositi sopralluoghi eseguiti nell'area d'imposta delle nuove strutture ed in un adeguato intorno utilizzando una base topografica di dettaglio (scala 1:2.000).

Come riportato nel *Capitolo 10* del presente elaborato, inoltre, ove ritenuto necessario sono stati effettuati esami particolarmente approfonditi tramite esecuzione di specifiche indagini geognostiche (rilievi geomeccanici e stese sismiche a rifrazione).

Per quanto riguarda, infine, gli aspetti paesaggistici, ambientali, vegetazionali, ecc., si rimanda agli elaborati redatti dalla Ovadaprogetti S.a.s, a corredo del *Progetto Definitivo*.

9 – *ANALISI DI DETTAGLIO DEL PROGETTO*

Come già detto in precedenza, per gli aspetti strettamente tecnici e progettuali (ivi compresi l'analisi delle precipitazioni, i calcoli idraulici, ecc.) si rimanda, per diretta competenza, agli elaborati scritti e grafici redatti a cura della Ovadaprogetti S.a.s., a corredo della *Relazione Tecnica Descrittiva - Progetto Definitivo*.

Nel seguito della presente relazione vengono, invece, illustrati i risultati dei rilevamenti e delle indagini geognostiche in sito, tramite una descrizione puntuale riferita ai tratti salienti del progetto in epigrafe, ovvero:

- *opere di presa;*
- *condotta forzata dall'opera di presa alla centrale;*
- *fabbricato di centrale e condotta di scarico.*

9.1 - Opere di presa sul Rio Statale e sul Rio Foppo

Questo settore del progetto prevede lo sfruttamento di due traverse già esistenti, rispettivamente, sul Rio Statale circa 100 m a monte della confluenza col Rio Foppo, in un tratto dove il suo alveo inciso è largo circa 3.00 m, e sul Rio Foppo circa 100 m a monte della confluenza col Rio Statale, in un tratto in cui il suo alveo inciso è largo circa 2.50 m.

La captazione sarà, in ogni caso, del tipo ad acqua fluente senza bacino di regolazione, in modo da contenere quanto più possibile l'impatto ambientale delle opere di presa.

Per quanto riguarda il *Rio Statale*, si prevede di realizzare la captazione dell'acqua tramite una presa a trappola, costituita da un'apertura (larghezza 2.50 m) lungo la gaveta esistente, disposta ortogonalmente alla corrente e collegata alle vasche dissabbiatrici e di carico laterali tramite una tubazione di diametro pari a 0.80 m; la presa verrà chiusa superiormente da una serie di profilati metallici tra i quali l'acqua può cadere ed essere captata. Le vasche diassabbiatrici e di carico, ubicate immediatamente a valle della presa sul Rio Statale al piede del versante roccioso in sponda orografica sinistra, sono previste in cemento armato gettato in opera, con solaio e parete lato monte interrati e parete a vista, lato fiume, rivestita in pietra locale.

In sostanza, l'acqua "catturata" dalla presa a trappola passa alla vasca dissabbiatrice (internamente larga 1.50 m, lunga 4.60 m, alta tra 1.60 e 2.00 m) e, quindi, attraverso lo sgrigliatore metallico ed un piccolo setto verticale di separazione, alla vasca di carico, dove, come specificato oltre, attraverso un condotta interrata di diametro 0.20 m, giunge anche l'acqua convogliata dal Rio Foppo.

La vasca di carico rappresenta un semplice prolungamento della vasca dissabbiatrice, mantenendone stessa larghezza e quota di estradosso (554.95 m s.l.m.), ma con altezza pari a 2.20 m e lunghezza di 2.50 m. A lato della parete di valle della vasca di carico sarà posizionato il locale valvola e controllo (internamente largo 2.20 m, lungo 3.00 m, alto 4.10 m), dove risulta ubicato l'imbocco della condotta di derivazione

forzata, regolabile tramite una valvola di sovravelocità, sistemata in un'apposita camera interrata.

Dalla vasca di carico parte, inoltre, una condotta (diametro 100 mm) che convoglia l'acqua alla vasca di raccolta della Cooperativa Agricola di Statale S.r.l., situata in sponda destra poco più a valle; tale derivazione rimarrà prioritaria rispetto a quella idroelettrica.

Sulla destra della captazione, oltre un muretto di separazione, si ha, infine, la soglia di passaggio del *"Deflusso Minimo Vitale (DMV)"*, che coincide con la soglia per il passaggio della fauna ittica, realizzata in massi cementati; questa risulta 6 cm più bassa (quota di 554.84 m s.l.m.) rispetto alla soglia di captazione (554.90 m s.l.m.), di modo che possano sempre scorrere almeno i 0.015 m^3/s di DMV, prima della captazione in concessione.

Per quanto riguarda il *Rio Foppo*, analogamente al caso precedente, la captazione dell'acqua sarà realizzata tramite una presa a trappola; questa risulterà costituita da un'apertura (larghezza 1.50 m) lungo traversa esistente, disposta ortogonalmente alla corrente e chiusa superiormente da una serie di profilati metallici tra i quali l'acqua può cadere ed essere captata e, quindi, raccolta in una vasca dotata di paratoia dissabbiatrice.

Dalla vasca, chiusa nella parte superiore da una griglia metallica, si sviluppa, per circa 60 m, una condotta interrata di diametro pari a 0.20 m, che, come già riportato, convoglia l'acqua alla vasca di carico situata a valle dell'opera di presa sul Rio Statale.

Sulla sinistra della captazione, oltre un muretto di separazione, si ha la soglia di passaggio del *"Deflusso Minimo Vitale (DMV)"*, che coincide con la soglia per il passaggio della fauna ittica, realizzata in massi cementati; questa risulta 3 cm più bassa (quota di 561.88 m s.l.m.) rispetto alla soglia di captazione (561.91 m s.l.m.), di modo che possano sempre scorrere almeno i 0.005 m^3/s di DMV, prima della captazione in concessione.

Sulla base dei sopralluoghi esperiti in sito, nonché dell'analisi cartografica e aerofotogrammetrica eseguita, si ritiene che, dal punto di vista geologico-geomorfologico, le opere in progetto verranno inserite in un contesto stabile.

L'inserimento delle strutture nel terreno comporterà sbancamenti di altezza massima compresi tra circa 3.00 (Foppo) e 4.00 (Statale) metri, che interesseranno, in entrambi i casi, quasi esclusivamente il substrato roccioso, per la cui caratterizzazione geomeccanica si rimanda al successivo *Capitolo 10*, e, solo parzialmente, un sottile manto di coltre eluvio-colluviale e/o i depositi alluvionali grossolani (ciottoli e blocchi in matrice ghiaioso-sabbiosa) *(Foto 2-3)*.

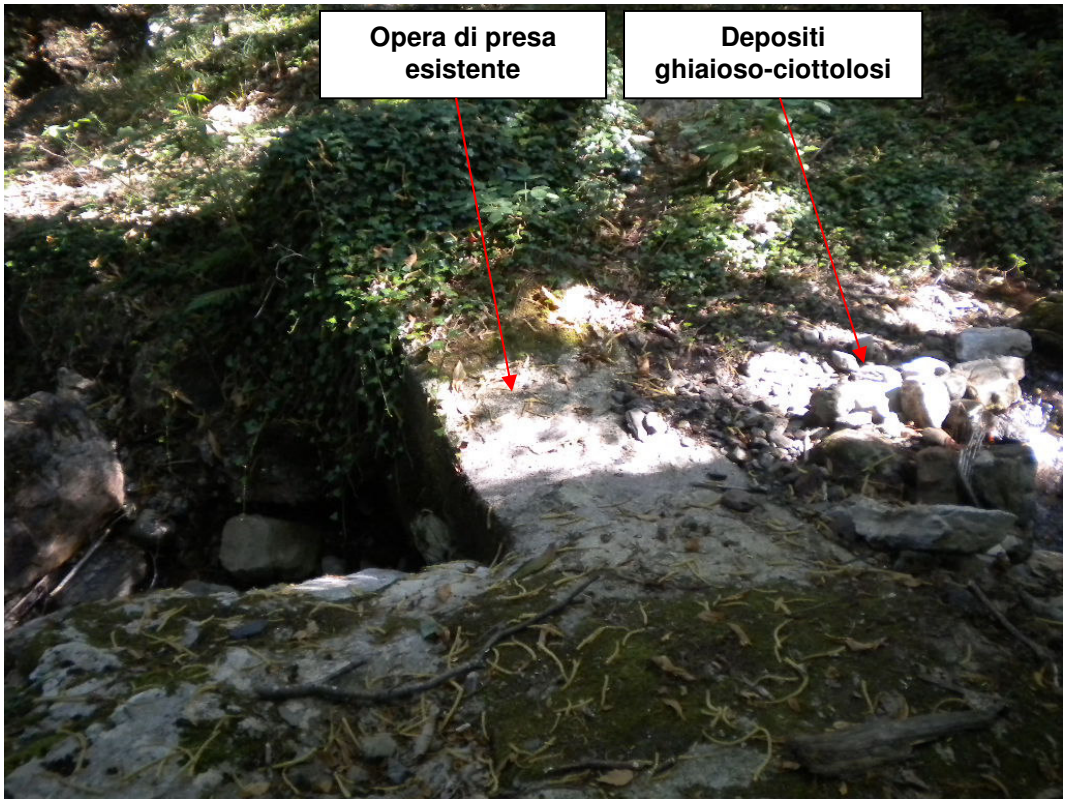


Foto 2 – *Opera di presa esistente sul Rio Foppo.*



Foto 3 – *Opera di presa esistente sul Rio Statale.*

Rimandando al *Capitolo 11* del presente elaborato per quanto riguarda le verifiche tramite Test di Markland circa l'eventualità di distacco di cunei rocciosi, in particolare

durante l'esecuzione dei lavori, a salvaguardia dell'incolumità degli operatori, si suggerisce, in prima istanza, relativamente a questa parte dell'impianto in progetto, quanto segue:

- dimensionare adeguatamente ed appoggiare stabilmente sul substrato roccioso affiorante o sub-affiorante in alveo e/o lungo le sponde dei rii in questione, le vasche dissabbiatrici e di carico in progetto e le opere accessorie;
- limitare, compatibilmente alle esigenze derivanti dalle strutture di convogliamento dell'acqua derivata, le dimensioni dei manufatti, rivestendo in pietra locale gli eventuali tratti a vista delle opere, al fine di minimizzarne l'impatto sull'ambiente;
- realizzare una sistemazione locale delle sponde di valle (anche quella destra attualmente interessata da un modesto smottamento di terreno a copertura del substrato roccioso argillitico – *Foto 4*) e del fondo alveo del rio, con massi di grandi dimensioni e/o interventi anche di ingegneria naturalistica, al fine di evitare fenomeni erosivi locali in alveo e, soprattutto, al piede dei limitrofi versanti.

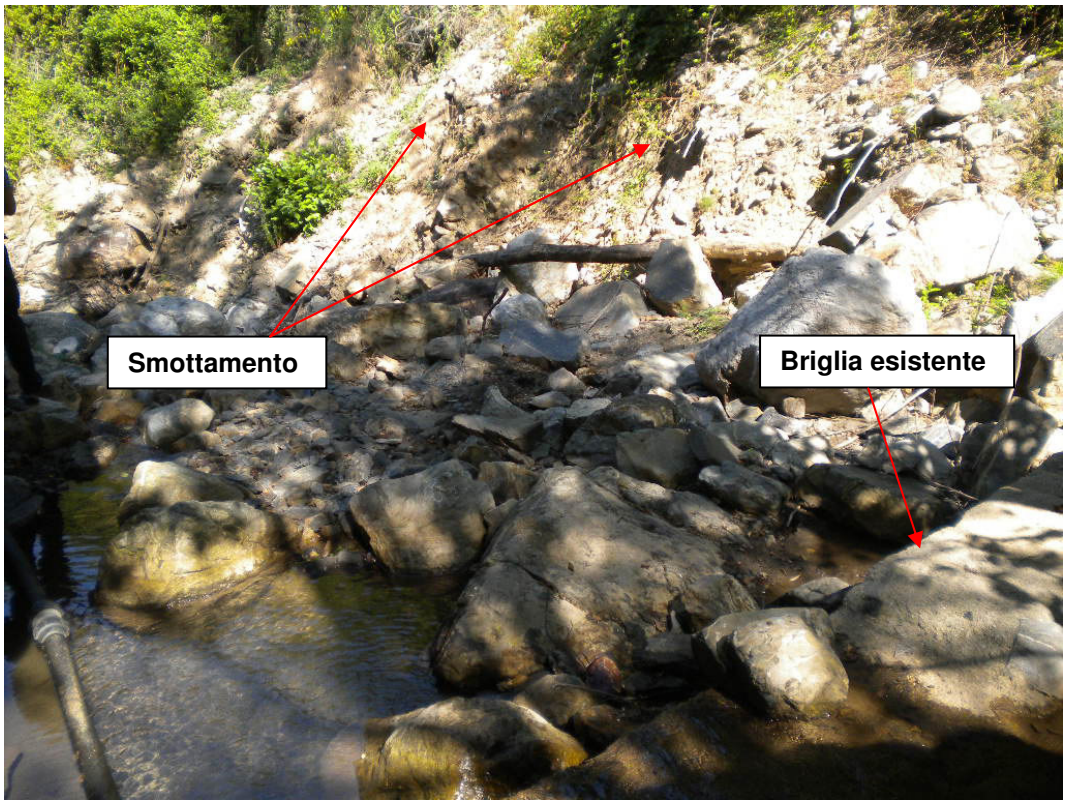


Foto 4 – *Piccolo smottamento in sponda destra, subito a valle della briglia sul Rio Statale.*

Relativamente al sistema di dissabbiatura si raccomanda di rispettare le seguenti regole operative per la pulizia delle vasche:

- non aprire le paratoie di spurgo durante i periodi di magra del corso d'acqua, onde evitarne l'intorbidimento immediatamente a valle della vasca;
- effettuare l'apertura delle paratoie di spurgo, ad ogni portata di piena e di morbida del rio, in modo graduale, al fine di evitare la formazione di depositi di materiale.

Rispettando le indicazioni gestionali sopra riportate, le sabbie, temporaneamente trattenute dal dissabbiatore, potranno essere reimmesse nel corso d'acqua in condizioni di naturale torbidità dello stesso, escludendo, considerata la dimensione delle particelle trattenute, problematiche legate ad un suo eccessivo intorbidimento.

9.2 - Condotta forzata dall'opera di presa al fabbricato di centrale

La condotta forzata di derivazione in progetto, mette in collegamento la vasca di carico di cui al precedente paragrafo, posta a quota di 554.10 m s.l.m. sul Rio Statale, con il fabbricato di centrale che ospita la turbina Pelton, il cui asse si trova a quota di 254.63 m s.l.m..

La tubazione, di diametro interno pari a 450 mm e lunghezza pari a circa 2390 m, è prevista in acciaio, bitumata esternamente e trattata con resine epossidiche internamente; la stessa risulterà completamente interrata seguendo un percorso così fatto:

- per i primi 85 m in uscita dalla vasca di carico si svilupperà in aree private, con pendenza costante e concorde con quella dell'alveo del Rio Statale, fino ad incontrare la strada comunale sterrata Cassagna-Statale, a quota di circa 551.00 m s.l.m.;
- da qui la condotta proseguirà per circa 1765 m, sempre interrata, lungo il lato monte della strada di cui sopra, fino in prossimità di una miniera di ferro e manganese, a quota pari a circa 485 m s.l.m.;
- a questo punto la tubazione abbandona la strada, attraversandola verso destra e scendendo, con pendenza maggiore, per circa 270 m su aree private, seguendo, almeno in parte, un sentiero esistente, per poi lasciarlo e percorrere gli ultimi 10 m circa su aree private fino al fabbricato di centrale, posto praticamente in adiacenza del ponte della S.P. 26 sul Rio Statale, sempre in sponda orografica sinistra.

Da quanto sopra riportato, si evince che questa parte di opera, benché insistente per la prima parte del suo sviluppo su aree classificate a suscettività al dissesto *elevata (Pg3b)* (cfr. Carta della suscettività al dissesto - ***allegato 4***), non comporterà alcun aggravio all'equilibrio geologico, geomorfologico e idrogeologico dei luoghi, richiedendo, di fatto, la semplice esecuzione di un cassonetto di scavo di altezza e larghezza estremamente limitate, che verrà poi richiuso in tempi relativamente brevi e che insisterà,

per la maggior parte, sul lato monte di una strada già esistente. Si sottolinea, peraltro, che nel tratto terminale compreso tra la strada comunale ed il fabbricato di centrale, il tracciato della condotta, oltre ad attraversare aree classificate a suscettività al dissesto, al più, *media (Pg2)* (cfr. Carta della suscettività al dissesto - ***allegato 4***), avrà, per buona parte, andamento quasi ortogonale alle isoipse, riducendo così drasticamente la possibilità di un'interferenza negativa dello scavo nei confronti di aree potenzialmente instabili.

Come documentato nelle fotografie seguenti (*Foto 5-6-7-8*), durante i sopralluoghi esperiti si è rilevato che la nuova condotta insisterà sul lato monte di una strada sterrata priva, per la maggior parte, di criticità di rilievo in relazione al tipo di intervento da eseguire, e si inserirà in un contesto di generale stabilità geomorfica, con frequenti affioramenti del substrato roccioso.



Foto 5 – *Vista di tratto della strada comunale (da E verso O).*



Foto 6 – *Vista di tratto della strada comunale (da E verso O).*



Foto 7 – *Vista di tratto della strada comunale (da O verso E).*

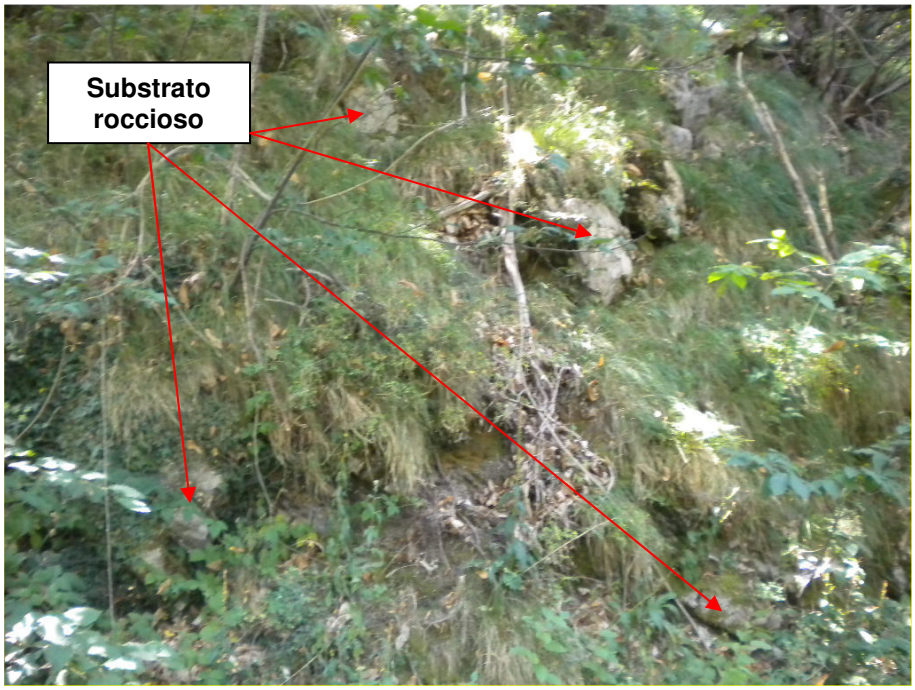


Foto 8 – *Sub-affioramento del substrato roccioso sul lato monte della strada comunale.*

In generale nell'intorno del tracciato della condotta, si è rilevata la presenza di un manto terrigeno relativamente sottile, soprattutto nella porzione terminale tra la strada e la centrale, dove il substrato roccioso è quasi sempre affiorante o sub-affiorante *(Foto 9)*; lungo i versanti insiste una vegetazione arborea-arbustiva comunque ben sviluppata e i dissesti osservati sono per lo più riconducibili all'incuria della zona, al locale distacco e al conseguente rotolamento di blocchi lapidei e a locali fenomeni di ruscellamento diffuso.



Foto 9 – *Sub-affioramento del substrato roccioso lungo il tratto terminale del tracciato della condotta.*

Quanto sopra riportato, come meglio precisato nel seguito della relazione, richiederà particolare cautela soprattutto durante l'esecuzione dei lavori ed anche lungo i tratti non ricompresi nelle aree ad elevata suscettività al dissesto cartografate (cfr. Carta della suscettività al dissesto - ***allegato 4***), ma, a parere dello scrivente, una volta ultimate le opere, le stesse non potranno in alcun modo peggiorare lo stato dei luoghi, che, al contrario, grazie agli interventi di pulizia, manutenzione programmata e continuativa ed eventuale sistemazione di tratti ritenuti più instabili, anche con opere di ingegneria naturalistica, potranno trarre giovamento dalla realizzazione del progetto.

Per quanto riguarda, invece, i tre tratti cartografati come *"Frana quiescente"* o *"Frana relitta, stabilizzata o paleofrana"*, interferenti con la condotta *(*cfr. *Carta delle indagini e della franosità - fuori scala*: ***allegato 5*** *e Figg. 5 e 6)*, pur non rilevando segnali che facciano presagire imminenti problematiche significative in rapporto alle previsioni progettuali, si è ritenuto opportuno approfondire le indagini come di seguito sintetizzato e dettagliato nel successivo *Capitolo 10* del presente elaborato:

- esecuzione di n. 1 stesa sismica a rifrazione, siglata *S1*, in corrispondenza della frana quiescente indicata come *Fq1 (cfr. allegato 5)*;
- esecuzione di n. 1 stazione geomeccanica, siglata *SG3*, in corrispondenza della frana quiescente indicata come *Fq2 (cfr. allegato 5)*, dove, lungo la banchina di monte della strada, il substrato roccioso è risultato affiorante;
- esecuzione di n. 1 stesa sismica a rifrazione, siglata *S2*, in corrispondenza della

frana stabilizzata indicata come *Fs (cfr. allegato 5)*.

Infine, va detto che, attualmente, la strada comunale in questione è chiusa al transito veicolare a causa di una recente frana (presumibilmente legata agli eventi alluvionali che hanno interessato il territorio ligure nell'autunno 2014), ovviamente non cartografata negli elaborati grafici a corredo del PdB Ambito 16, siglata *Fnc* e sviluppata, come riportato nella *Carta delle indagini e della franosità - fuori scala* (***allegato 5****),* in un tratto compreso tra la *Fq2* e la *Fs* di cui sopra.

In questa zona, che in generale presenta le medesime criticità già segnalate in precedenza, si è verificato uno smottamento a causa, probabilmente, della presenza di un importante manto di coltre detritica e/o cappellaccio d'alterazione di un substrato argillitico sul lato valle della pista sterrata, del contrasto di competenza e della diversa risposta ai processi di alterazione tra livelli argillitici e bancate calcareo-arenacce costituenti il substrato roccioso (*Argille del Lago di Giacopiane*), della marcata acclività del tratto in questione e, come detto, delle forti e concentrate piogge che recentemente hanno colpito, tra gli altri, anche il territorio comunale di Ne. Tale frana ha inciso un tratto di versante sviluppato a valle della strada comunale, asportandone oltre metà carreggiata per un tratto di lunghezza pari a circa 50-60 m (*Foto 10-11*).



Foto 10 – *Tratto di strada comunale franato sul lato valle (vista da O verso E).*

Anche in questo caso, in corrispondenza della frana non cartografata nel PdB Ambito 16, indicata come *Fnc (cfr. allegato 5),* si è proceduto all'esecuzione di n. 1 stesa sismica a rifrazione, siglata S3, sviluppata lungo la banchina di monte della strada, dove si prevede di inserire la nuova tubazione e che non è stata coinvolta nel dissesto a causa, come descritto nel successivo *Capitolo 10*, della relativa superficialità del substrato

roccioso, peraltro in condizioni di conservazione evidentemente migliori rispetto alla porzione crollata.



Foto 11 – *Tratto di strada comunale franato sul lato valle (vista da verso O).*

Per quanto si ritenga che, anche in questo settore, i lavori in progetto non possano arrecare un peggioramento allo stato dei luoghi, sarà evidentemente necessario concertare preventivamente con gli uffici comunali competenti, metodologie (e tempistiche) di sistemazione dell'area.

Si suggerisce, fin d'ora, di valutare attentamente dimensioni e, in particolare, peso dei mezzi d'opera che dovranno transitare sulla strada in oggetto, mantenendosi comunque il più possibile sul lato monte della stessa, meno soggetto a cedimenti anche locali.

9.3 - Fabbricato di centrale e condotta di scarico

Il fabbricato di centrale verrà inserito in prossimità della spalla del ponte della S.P. 26 della Val Graveglia sul Rio Statale, in sponda orografica sinistra del corso d'acqua.

Il locale, di dimensioni esterne in pianta pari a 9.80 m x 6.10 m ed altezza esterna di 7.00 m, a partire dalla quota del piazzale, sarà interrato il più possibile nel versante, al fine di minimizzare al massimo l'impatto visivo dell'opera sull'ambiente circostante (cfr. elaborati scritti e grafici predisposti dalla Ovadaprogetti S.a.s., a corredo della *Relazione Tecnica Descrittiva - Progetto Definitivo*).

I tre lati interrati sono previsti in cemento armato gettato in opera con tamponatura in muratura, mentre l'unico lato fuori terra sarà rivestito in pietra locale.

All'interno dell'edificio, a cui si accederà dal piazzale tramite un portone di

larghezza pari a 2.00 m, verrà sistemata la turbina Pelton ad asse orizzontale con generatore, i quadri elettrici di gestione e controllo macchine ed il trasformatore.

In continuità con il fabbricato di centrale è, inoltre, prevista la realizzazione di un locale chiuso con accesso indipendente dall'esterno per l'ENEL (dimensioni interne: 3.00 x 4.05 m) e di un locale misure (dimensioni interne: 3.00 x 1.25 m).

Al di sotto della turbina, infine, si prevede una vasca di scarico di lunghezza pari a quella del manufatto sovrastante, larghezza interna di 1.50 m, altezza di 1.80 m, confluente nella condotta di scarico, rappresentata da un tubo in acciaio di diametro pari a 600 mm, completamente interrato per una lunghezza complessiva di circa 10 m (cfr. elaborati scritti e grafici predisposti dalla Ovadaprogetti S.a.s., a corredo della *Relazione Tecnica Descrittiva - Progetto Definitivo*).

Il rilievo geologico-geomorfologico di superficie eseguito non ha evidenziato, nel sedime d'intervento, elementi riconducili a cedimenti del terreno o movimenti gravitativi di particolare entità e, pertanto, allo stato attuale, l'area appare nel complesso stabile.

L'inserimento delle strutture nel terreno comporterà sbancamenti di altezza massima pari a circa 8.00 metri, che interesseranno, di fatto, esclusivamente il substrato roccioso *(Foto 12-13)*.

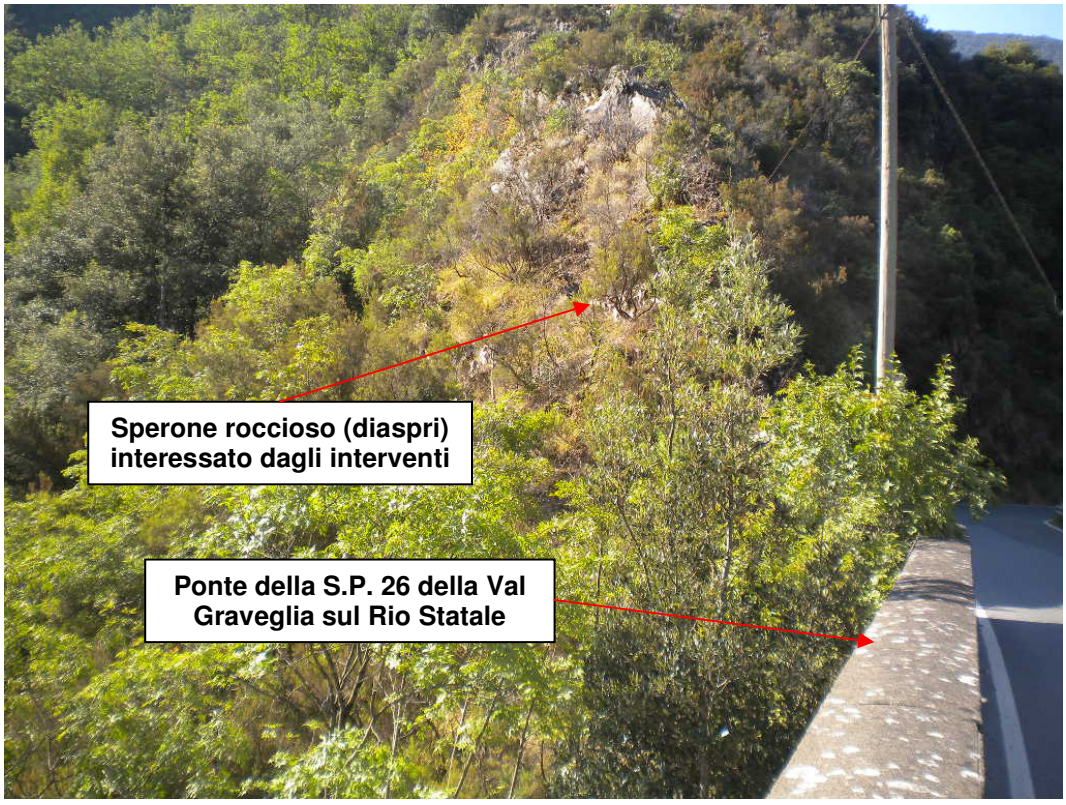


Foto 12 – *Sedime d'imposta del nuovo fabbricato di centrale (vista da N).*

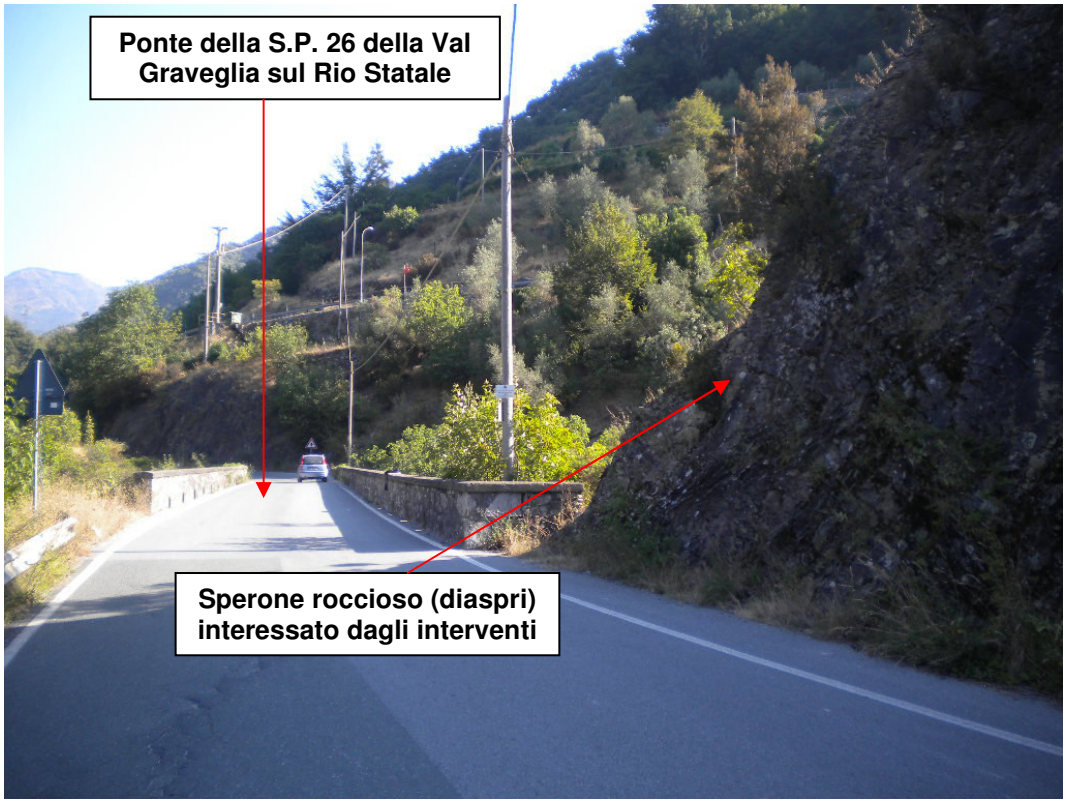


Foto 13 – *Sedime d'imposta del nuovo fabbricato di centrale (Vista da S).*

Si rimanda comunque ai successivi *Capitoli 10* e *11* per la caratterizzazione geotecnica/geomeccanica dei materiali coinvolti e per la verifica circa l'eventualità di distacco di cunei rocciosi, in particolare durante l'esecuzione dei lavori, a salvaguardia dell'incolumità degli operatori.

Si suggerisce, comunque, relativamente a questa parte dell'impianto in progetto, quanto segue:

- interrare e mantenere distante dall'alveo inciso del corso d'acqua quanto più possibile il nuovo fabbricato di centrale, compatibilmente con le quote altimetriche e la morfologia dei luoghi, per limitare al massimo l'impatto dell'opera sull'ambiente;
- realizzare, in corrispondenza dello scarico, una sistemazione locale della sponda di valle e del fondo alveo del rio, con massi di grandi dimensioni (peso superiore a 1.5 tonnellate), al fine di evitare fenomeni erosivi locali in alveo.

10 – *INDAGINI GEOGNOSTICHE E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA*

10.1 - Stese sismiche a rifrazione

Come riportato nel *Paragrafo 9.2* della presente relazione, si è ritenuto opportuno approfondire le indagini, tramite l'esecuzione di stese sismiche a rifrazione, lungo tre tratte

del tracciato della condotta forzata, come di seguito riportato *(cfr. Carta delle indagini e della franosità - fuori scala:* ***allegato 5****)*:

- n. 1 stesa sismica a rifrazione, siglata *S1*, in corrispondenza di una frana quiescente cartografata nel PdB Ambito 16 (cfr. *Figg. 5 e 6* del presente elaborato) indicata come *Fq1 (cfr.* ***allegato 5****)*;
- n. 1 stesa sismica a rifrazione, siglata *S2*, in corrispondenza di una frana stabilizzata cartografata nel PdB Ambito 16 (cfr. *Figg. 5 e 6* del presente elaborato) indicata come *Fs (cfr.* ***allegato 5****);*
- n. 1 stesa sismica a rifrazione, siglata *S3*, in corrispondenza di una frana non cartografata nel PdB Ambito 16 (cfr. *Paragrafo 9.2* del presente elaborato), in quanto avvenuta in tempi recenti, indicata come *Fnc (cfr.* ***allegato 5****).*

Come già detto e dettagliato nel successivo *Paragrafo 10.3*, inoltre, in corrispondenza di un'ulteriore frana quiescente cartografata nel PdB Ambito 16 (cfr. *Figg. 5 e 6* del presente elaborato) indicata come *Fq2* nella *Carta delle indagini e della franosità - fuori scala (****allegato 5****)*, è stato effettuato un rilievo geomeccanico, in quanto, lungo la banchina di monte della strada, il substrato roccioso è risultato affiorante.

Per avere più specifiche informazioni riguardo la stratigrafia dei terreni in esame, quindi, lungo gli allineamenti denominati S1, S2 e S3, sono state determinate le velocità delle onde sismiche alle profondità raggiunte in proporzione alla lunghezza della stesa, tramite utilizzo di sismografo modello "16S12" e software di elaborazione "Intersism" di licenza "Geo&Soft".

- ***S1 – in corrispondenza della Fq1*** *(Foto 14)*



Foto 14 – *Stesa sismica a rifrazione S1 (vista da E).*

I dati registrati sono stati analizzati ed hanno permesso di differenziare gli strati di terreno attraversati sostanzialmente in tre spessori, nei quali si individuano nettamente diversi valori della velocità di propagazione delle onde (cfr. Elaborati indagine sismica a rifrazione/STESA S1 - *allegato 6a*):

- velocità livello superiore: 268.2 m/s;
- velocità livello intermedio: 599.0 m/s;
- velocità minima livello inferiore: 1069.9 m/s.

- ***S2 – in corrispondenza della Fs*** *(Foto 15)*



Foto 15 – *Stesa sismica a rifrazione S2 (vista da E).*

I dati registrati sono stati analizzati ed hanno permesso di differenziare gli strati di terreno attraversati sostanzialmente in tre spessori, nei quali si individuano nettamente diversi valori della velocità di propagazione delle onde (cfr. Elaborati indagine sismica a rifrazione/STESA S2 - *allegato 6b*):

- velocità livello superiore: 200.2 m/s;
- velocità livello intermedio: 634.0 m/s;
- velocità minima livello inferiore: 1335.9 m/s.

- ***S3 – in corrispondenza della Fnc*** *(Foto 16)*



Foto 16 – *Stesa sismica a rifrazione S3 (vista da E).*

I dati registrati sono stati analizzati ed hanno permesso di differenziare gli strati di terreno attraversati sostanzialmente in tre spessori, nei quali si individuano nettamente diversi valori della velocità di propagazione delle onde (cfr. Elaborati indagine sismica a rifrazione/STESA S3 - *allegato 6c*):

- velocità livello superiore: 186.8 m/s;
- velocità livello intermedio: 505.4 m/s;
- velocità minima livello inferiore: 1175.3 m/s.

10.2 - Analisi e sintesi delle risultanze delle indagini sismiche

- ***S1 – in corrispondenza della Fq1***

I dati registrati hanno evidenziato, al di sotto di un manto di materiali sciolti di copertura (coltre detritica e/o riporto), di spessore comunque modesto, la presenza di un livello di roccia alterata e destrutturata, a copertura di un substrato roccioso piuttosto compatto.

In sintesi si può verosimilmente definire la seguente stratigrafia dei terreni attraversati:

- materiali sciolti di copertura: da piano campagna (p.c.) fino a profondità circa comprese tra 0.50 e 1.20 m;
- roccia alterata e destrutturata: da circa 0.50-1.20 m da p.c. a profondità circa

comprese tra 2.50 e 3.30 m da p.c.;

- substrato roccioso: al di sotto di profondità variabili tra circa 2.50 e 3.30 m da p.c..

I dati sopra riportati sono graficamente illustrati nella sezione verticale a corredo degli *Elaborati delle indagini sismiche a rifrazione* (STESA S1 - *allegato 6a*).

- ***S2 – in corrispondenza della Fs***

I dati registrati hanno evidenziato, al di sotto di un manto di materiali sciolti di copertura (coltre detritica e/o riporto), di spessore comunque modesto, la presenza di un livello di roccia alterata e destrutturata, a copertura di un substrato roccioso piuttosto compatto.

In sintesi si può verosimilmente definire la seguente stratigrafia dei terreni attraversati:

- materiali sciolti di copertura: da piano campagna (p.c.) fino a profondità circa comprese tra 1.20 e 1.60 m;
- roccia alterata e destrutturata: da circa 1.20-1.60 m da p.c. a profondità variabili, circa comprese tra un minimo di 3.80 ed un massimo di 6.40 m da p.c.;
- substrato roccioso: al di sotto di profondità variabili tra circa 3.80 e 6.40 m da p.c..

I dati sopra riportati sono graficamente illustrati nella sezione verticale a corredo degli *Elaborati delle indagini sismiche a rifrazione* (STESA S2 - *allegato 6b*).

- ***S3 – in corrispondenza della Fnc***

I dati registrati hanno evidenziato, al di sotto di un manto di materiali sciolti di copertura (coltre detritica e/o riporto), di spessore comunque modesto, la presenza di un livello di roccia alterata e destrutturata, a copertura di un substrato roccioso piuttosto compatto.

In sintesi si può verosimilmente definire la seguente stratigrafia dei terreni attraversati:

- materiali sciolti di copertura: da piano campagna (p.c.) fino a profondità circa comprese tra 0.70 e 1.10 m;
- roccia alterata e destrutturata: da circa 0.70-1.10 m da p.c. a profondità circa comprese tra 3.00 e 4.20 m da p.c.;
- substrato roccioso: al di sotto di profondità variabili tra circa 3.00 e 4.20 m da p.c..

I dati sopra riportati sono graficamente illustrati nella sezione verticale a corredo degli *Elaborati delle indagini sismiche a rifrazione* (STESA S3 - *allegato 6c*).

10.3 - <u>Rilievi geomeccanici</u>

Come descritto in precedenza, tutte le strutture principali che comporranno il nuovo impianto idroelettrico in esame interagiranno, quasi esclusivamente, con il substrato roccioso, costituito da litotipi ascrivibili alle formazioni dei *Diaspri di Monte Alpe* (zona fabbricato di centrale) e delle *Argille a Palombini del Lago di Giacopiane* (zona opere di presa).

Dal momento che tali litotipi affiorano estesamente nelle aree in esame e saranno interessati da sbancamenti di altezza significativa, si è proceduto all'esecuzione di dettagliati rilievi geologico-strutturali, con misurazione delle principali discontinuità delle rocce, indicati come SG1 (area presa Rio Foppo), SG2 (area presa Rio Statale), SG4 (area fabbricato di centrale) (cfr. *Carta delle indagini e della franosità - fuori scala: **allegato 5***).

Come già detto nei precedenti paragrafi, analoga indagine (siglata SG3) è stata eseguita in corrispondenza della frana quiescente cartografata nel PdB Ambito 16 (cfr. *Figg. 5 e 6* del presente elaborato) ed indicata come *Fq2* nella *Carta delle indagini e della franosità - fuori scala (**allegato 5***), ove il substrato roccioso, ascrivibile alle *Argille a Palombini del Lago di Giacopiane*, è risultato affiorante.

- <u>AREA OPERA DI PRESA RIO FOPPO</u> *(Foto 17)*

La roccia si presenta interessata da una stratificazione e da tre sistemi di fratture principali. Le immersioni e le inclinazioni delle superfici di discontinuità misurate sono state riportate su stereogrammi polari; dalla loro analisi, mediando i valori, si evidenzia l'esistenza di 4 sets di discontinuità (cfr. Cluster Analysis - *allegato 7a*) le cui caratteristiche sono di seguito sommariamente descritte:

Litotipo: argilliti con intercalazioni calcaree (*Argille a Palombini del Lago di Giacopiane*)	direzione dell'immersione	inclinazione
stratificazione	340°	20°
giunto	32°	58°
giunto	80°	82°
giunto	182°	76°



Foto 16 *– Rilievo geomeccanico del substrato roccioso (Rio Foppo).*

- AREA OPERA DI PRESA RIO STATALE *(Foto 18)*

La roccia si presenta interessata da una stratificazione e da tre sistemi di fratture principali. Le immersioni e le inclinazioni delle superfici di discontinuità misurate sono state riportate su stereogrammi polari; dalla loro analisi, mediando i valori, si evidenzia l'esistenza di 4 sets di discontinuità (cfr. Cluster Analysis - *allegato 7b*) le cui caratteristiche sono di seguito sommariamente descritte:

Litotipo: argilloscisti con intercalazioni calcaree (*Argille a Palombini del Lago di Giacopiane*)	direzione dell'immersione	inclinazione
stratificazione	259°	43°
giunto	132°	52°
giunto	10°	75°
giunto	146°	46°



Foto 18 *– Rilievo geomeccanico del substrato roccioso (Rio Statale).*

- AREA FRANA QUIESCENTE *Fq2 (Foto 19)*

La roccia si presenta interessata da una stratificazione e da tre sistemi di fratture principali. Le immersioni e le inclinazioni delle superfici di discontinuità misurate sono state riportate su stereogrammi polari; dalla loro analisi, mediando i valori, si evidenzia l'esistenza di 4 sets di discontinuità (cfr. Cluster Analysis - *allegato 7c*) le cui caratteristiche sono di seguito sommariamente descritte:

Litotipo: argilloscisti e bancate calcaree (*Argille a Palombini del Lago di Giacopiane*)	direzione dell'immersione	inclinazione
stratificazione	190°	05°
giunto	325°	78°
giunto	120°	75°
giunto	60°	60°



Foto 19 *– Rilievo geomeccanico del substrato roccioso (Fq2).*

- AREA FABBRICATO DI CENTRALE (*Foto 20-21-22*)

La roccia si presenta interessata da una stratificazione e da tre sistemi di fratture principali. Le immersioni e le inclinazioni delle superfici di discontinuità misurate sono state riportate su stereogrammi polari; dalla loro analisi, mediando i valori, si evidenzia l'esistenza di 4 sets di discontinuità (cfr. Cluster Analysis - *allegato 7d*) le cui caratteristiche sono di seguito sommariamente descritte:

Litotipo: diaspri (*Diaspri di M.te Alpe*)	direzione dell'immersione	inclinazione
stratificazione	164°	76°
giunto	350°	32°
giunto	124°	34°
giunto	146°	64°



Foto 20-21-22 *– Rilievo geomeccanico del substrato roccioso (Fabbricato di centrale).*

In generale, inoltre, per le condizioni delle discontinuità, oltre la valutazione della morfologia, dell'apertura, della persistenza, della terminazione, della spaziatura media, dell'eventuale materiale di riempimento, delle condizioni idrauliche, sono stati determinati i profili di scabrezza con il *Pettine di Barton* ed il confronto tra le forme

assunte dal profilometro e la tabella conduce al seguente valore medio (cfr. classificazione dei profili di scabrezza - *allegato 8*):

- JRC = 8 – 10 (diaspri);
- JRC = 6 – 8 (argilliti).

I giunti della roccia poco alterati, previa pulizia con apposita pietra smeriglio, sono stati testati con il martello di Schmidt (sclerometro di tipo "L" – energia di percussione = 0.75 N*m) per valutare sul materiale indisturbato un valore medio della resistenza a compressione uniassiale.

Le serie di letture effettuate, corrette secondo la verticale gravitazionale, portano, in generale ad un valore medio del rimbalzo:

- R_L = 20 (diaspri);
- R_L = 16 (argilliti).

10.4 - Parametri geotecnici dei materiali di copertura

Benché si sia evidenziato che questi terreni interagiranno in maniera decisamente modesta con le nuove opere in progetto, basandosi sui dati registrati nel corso delle prove di sismica a rifrazione (per quanto riguarda i materiali sciolti di copertura), su precedenti esperienze professionali maturate su materiali analoghi a quelli in oggetto, nonché sui numerosi dati reperibili in letteratura, si ritiene che questi, dal punto di vista geotecnico, possano essere parametrizzati come di seguito riportato:

Materiali sciolti di copertura

- **Peso di volume (γ): 17-18 kN/m^3**
- **Angolo di attrito (φ'): 24-25°**
- **Coesione drenata (c'): 0 kPa**
- **Coesione non drenata (cu): 5-10 kPa**

Depositi alluvionali grossolani

- **Peso di volume (γ): 18-19 kN/m^3**
- **Angolo di attrito (φ'): 29-30°**
- **Coesione (c): 0 kPa**

10.5 - Parametri geotecnici della roccia alterata e destrutturata

Basandosi sui dati registrati nel corso delle prove di sismica a rifrazione, su precedenti esperienze professionali maturate su materiali analoghi a quelli in oggetto, nonché sui numerosi dati reperibili in letteratura, si ritiene che questi, dal punto di vista geotecnico, possano essere parametrizzati come di seguito riportato:

- **Peso di volume (γ): 20-21 kN/m^3**
- **Angolo di attrito (φ'): 26-27°**
- **Coesione (c): 20-30 kPa**

10.6 - Parametri geomeccanici dell'ammasso roccioso

Dall'esame strutturale degli ammassi rocciosi sopra riportato, si è potuto risalire, con sufficiente precisione per il problema allo studio, alle caratteristiche geomeccaniche dei litotipi presenti nell'area.

In ragione di prove eseguite attraverso la pesata idrostatica su campioni di rocce analoghe a quelle in oggetto, si ritiene che il peso di volume dell'ammasso roccioso sia:

- γ = **26 kN/m^3** (diaspri);
- γ = **25 kN/m^3** (argilliti).

A seguito delle prove in situ eseguite con lo sclerometro di tipo "L" e dai valori assunti per il peso di volume delle rocce risultano, come da abaco (*allegato 9*), i seguenti valori di resistenza a compressione:

- **q_c = 28 MPa** (diaspri);
- **q_c = 24 MPa** (argilliti).

In ragione del rilevamento, delle misure e delle prove eseguite si è proceduto all'elaborazione dei dati per determinare le qualità geomeccaniche dell'ammasso roccioso secondo la classificazione di Bieniawski e sommariamente risulta:

- DIASPRI:

- **Valore dell'RMR di base (BRMR): 38**
- **Valore dell'RMR corretto (RMR): 36**
- **Coesione secondo Bieniawski (kPa): 198**
- **Angolo di attrito secondo Bieniawski: 30-32°**
- **Classe di Bieniawski: III**

- ARGILLITI:

- **Valore dell'RMR di base (BRMR): 34**
- **Valore dell'RMR corretto (RMR): 32**
- **Coesione secondo Bieniawski (kPa): 174**
- **Angolo di attrito secondo Bieniawski: 28-29°**
- **Classe di Bieniawski: III**

Riguardo il valore della coesione, il sottoscritto ritiene comunque precauzionale ridurre, in entrambi i casi, il parametro elaborato con la sopra citata classificazione ed attribuire di conseguenza alla forza coesiva tra i giunti la seguente valutazione:

- **Coesione ammasso roccioso (kPa): 70** (diaspri)
- **Coesione ammasso roccioso (kPa): 50** (argilliti)

In fase esecutiva si ritiene opportuno tenere in debita considerazione i parametri geotecnici e geomeccanici dei materiali indagati, come sopra riportati, rimandando, per diretta competenza, alle scelte tecniche ed ai calcoli del Progettista incaricato per quanto riguarda le strutture di fondazione e di sostegno delle nuove opere.

10.7 - Zonazione sismica

Il Comune di Ne, come detto nel *Capitolo 5* del presente elaborato, risulta inserito in classe sismica 3 (D.G.R. 1362/10).

In base alle risultanze delle indagini eseguite, si ritiene che le opere in progetto, con particolare riferimento ai veri e propri manufatti, ovvero le opere di presa e le strutture accessorie (vasca dissabbiatrice, scala si risalita per l'ittiofauna, ecc.) ed il fabbricato di centrale, interagiranno con un terreno riferibile al tipo "A" (substrato roccioso con coperture inferiori a 5 m di spessore - O.P.C.M. 3274/03).

PARAMETRI SISMICI

Tipo di elaborazione: Stabilità di pendii/fondazioni

Sito in esame.

latitudine:	44,3472315134981
longitudine:	9,46050969178485
Classe:	2
Vita nominale:	50

Siti di riferimento:

Sito 1	ID: 17147	Lat: 44,3655	Lon: 9,4344	Distanza: 2903,693
Sito 2	ID: 17148	Lat: 44,3679	Lon: 9,5042	Distanza: 4167,026
Sito 3	ID: 17370	Lat: 44,3179	Lon: 9,5075	Distanza: 4956,044
Sito 4	ID: 17369	Lat: 44,3156	Lon: 9,4377	Distanza: 3959,221

Parametri sismici:

Categoria sottosuolo:	A
Categoria topografica:	T2
Periodo di riferimento:	50 anni
Coefficiente cu:	1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81 %
Tr:	30 [anni]
ag:	0,039 g
Fo:	2,496
Tc*:	0,212 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63 %
Tr:	50 [anni]
ag:	0,049 g
Fo:	2,468
Tc*:	0,240 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10 %
Tr:	475 [anni]
ag:	0,127 g
Fo:	2,393
Tc*:	0,283 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 975 [anni]

ag: 0,165 g

Fo: 2,375

Tc*: 0,290 [s]

Coefficienti Sismici:

SLO	SLD	SLV	SLC
Ss: 1,000	Ss: 1,000	Ss: 1,000	Ss: 1,000
Cc: 1,000	Cc: 1,000	Cc: 1,000	Cc: 1,000
St: 1,200	St: 1,200	St: 1,200	St: 1,200
Kh: 0,009	Kh: 0,012	Kh: 0,041	Kh: 0,054
Kv: 0,005	Kv: 0,006	Kv: 0,021	Kv: 0,027
Amax: 0,455	Amax: 0,582	Amax: 1,497	Amax: 1,945
Beta: 0,200	Beta: 0,200	Beta: 0,270	Beta: 0,270

11 – *FATTORI DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO*

L'area in esame risulta ricompresa tra le zone sottoposte a vincolo idrogeologico soltanto per quanto riguarda buona parte del tracciato della condotta *(Figura 8)*; in questo tratto, comunque, non essendo previsti sbancamenti di entità significativa, ne interferenze col corso d'acqua e/o con essenze vegetali di pregio, si ritiene che i fattori del vincolo idrogeologico non subiranno interazioni di carattere negativo, a seguito della realizzazione dei lavori in progetto. In merito agli aspetti strettamente idraulici, vegetazionali, ambientali, ecc., si rimanda comunque ai relativi elaborati predisposti dalla Ovadaprogetti S.a.s. a corredo del *Progetto Definitivo*.

Per quanto concerne il sedime d'imposta dei manufatti annessi alle opere di presa (vasche, ecc.) e del fabbricato di centrale, essendo invece previsti scavi in roccia di entità molto importante (altezza massima pari a circa 3.00-4.00 m nel caso, rispettivamente, delle opere di presa sul Rio Foppo e sul Rio Statale e fino a circa 8.00 m nel caso del fabbricato di centrale, si è proceduto all'esecuzione di verifiche circa il possibile distacco di cunei rocciosi, tramite *Test di Markland* (*allegati 10*).

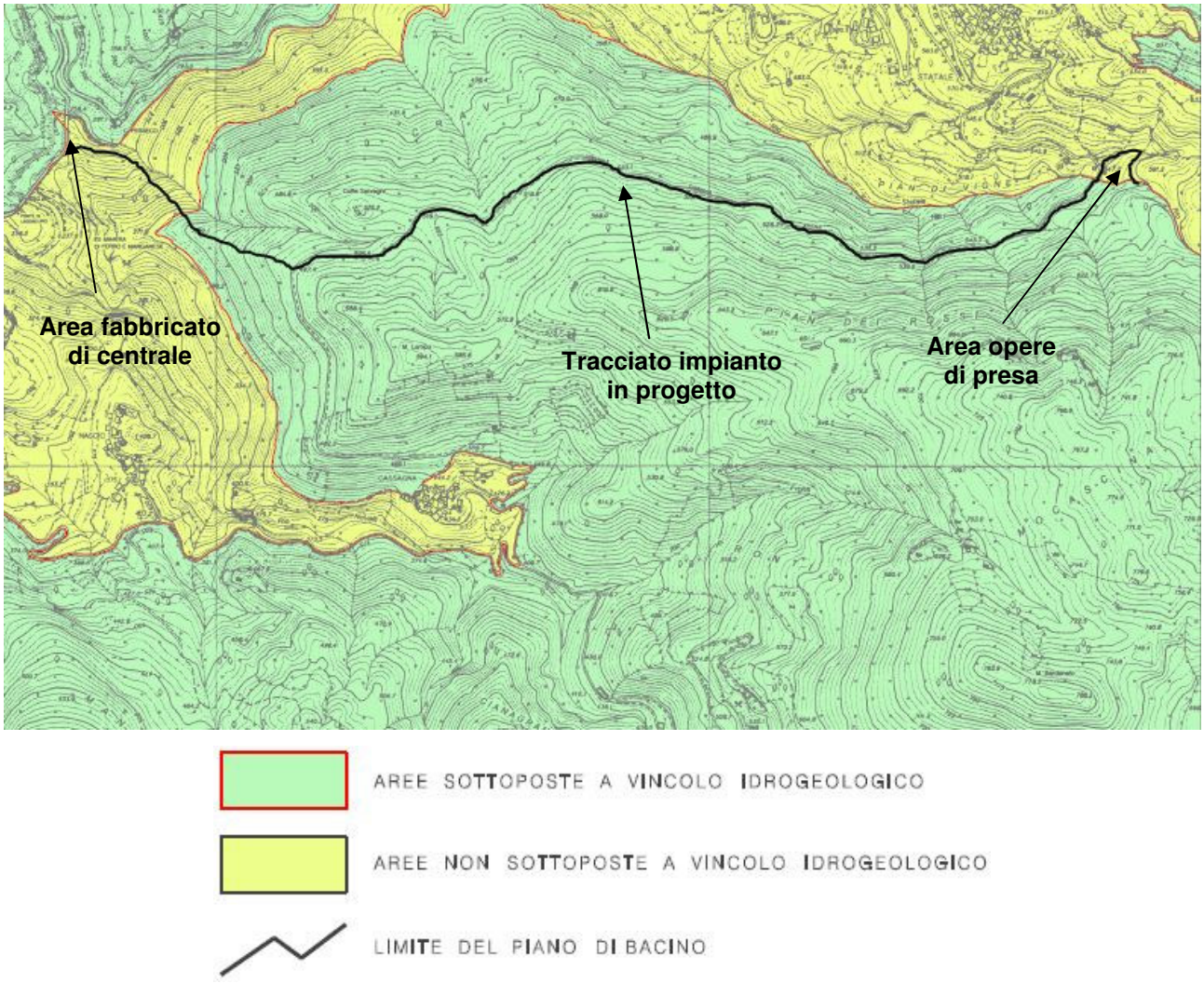


Figura 8 *– Carta delle aree sottoposte a vincolo idrogeologico.*

Lo scopo del test di Markland è quello di quantificare la possibilità della rottura di un cuneo di roccia nel quale lo scorrimento avviene lungo la linea di intersezione di due discontinuità planari.

Il fattore di sicurezza del pendio dipende dall'inclinazione della linea di intersezione, dalla resistenza al taglio della superficie della discontinuità e dalla geometria del cuneo. Il caso limite si verifica quando il cuneo degenera in un piano, cioè i due piani hanno inclinazione ed immersione coincidenti e quando la resistenza al taglio di questo piano è dovuta solo all'attrito.

Lo scorrimento, in queste condizioni, si verifica quando l'inclinazione del piano è maggiore dell'angolo di attrito e si può eseguire una verifica di stabilità preliminare confrontando l'inclinazione della linea di intersezione dei due piani e l'angolo di attrito della superficie rocciosa: il pendio è potenzialmente instabile quando il punto, in un diagramma equiareale, che definisce la linea di intersezione dei due piani, cade all'interno dell'area

delimitata dal grande cerchio che rappresenta il pendio ed il cerchio che rappresenta l'angolo di attrito.

- AREA OPERA DI PRESA RIO FOPPO

Se si eccettua la parziale presenza di un modesto spessore di depositi alluvionali e coltre eluvio colluviale e/o detritica, che può essere preventivamente rimosso in fase di pre-scavo, gli sbancamenti più importanti interesseranno esclusivamente l'ammasso roccioso *(Argille a Palombini del Lago di Giacopiane)*, per un'altezza stimabile fino ad un massimo di 3.00 metri circa (cfr. elaborati progettuali a corredo della *Relazione Tecnica Descrittiva - Progetto Definitivo* della Ovadaprogetti S.a.S.).

Le verifiche effettuate (cfr. Test di Markland - *allegato 10a*) evidenziano, data la giacitura delle discontinuità e del fronte principale, l'esistenza di potenziali superfici di scivolamento, ma, tenuto conto dell'angolo d'attrito caratteristico della roccia in questione, indicano fattori di sicurezza estremamente elevati (Rs_{min} = 12.42), anche in condizioni sismiche, tendendo ad escludere la possibilità di distacco di porzioni di roccia in situazione di scavo completamente realizzato.

- AREA OPERA DI PRESA RIO STATALE

Se si eccettua la parziale presenza di un modesto spessore di depositi alluvionali e materiali sciolti di copertura (coltre detritica e/o riporti), che può essere preventivamente rimosso in fase di pre-scavo, gli sbancamenti più importanti interesseranno esclusivamente l'ammasso roccioso *(Argille a Palombini del Lago di Giacopiane)*, per un'altezza stimabile fino ad un massimo di 4.00 metri circa (cfr. elaborati progettuali a corredo della *Relazione Tecnica Descrittiva - Progetto Definitivo* della Ovadaprogetti S.a.S.).

Le verifiche effettuate (cfr. Test di Markland - *allegato 10b*) evidenziano, data la giacitura delle discontinuità e del fronte principale e l'angolo d'attrito caratteristico della roccia in questione e tenuto conto delle condizioni sismiche, la concreta possibilità di distacco di porzioni di roccia in condizioni di scavo completamente realizzato.

- AREA FABBRICATO DI CENTRALE

Gli sbancamenti interesseranno, di fatto, esclusivamente l'ammasso roccioso *(Diaspri di Monte Alpe)*, per un'altezza stimabile fino ad un massimo di 8.00 metri circa

(cfr. elaborati progettuali a corredo della *Relazione Tecnica Descrittiva - Progetto Definitivo* della Ovadaprogetti S.a.S.).

Le verifiche effettuate (cfr. Test di Markland - *allegato 10c*) evidenziano, data la giacitura delle discontinuità e del fronte principale, l'esistenza di potenziali superfici di scivolamento, ma, tenuto conto dell'angolo d'attrito caratteristico della roccia in questione, indicano fattori di sicurezza estremamente elevati (Rs_{min} = 7.12), anche in condizioni sismiche, tendendo ad escludere la possibilità di distacco di porzioni di roccia in situazione di scavo completamente realizzato.

Si sottolinea che non è comunque possibile, in generale, escludere a priori il distacco di blocchi rocciosi da monte, indipendentemente dalla realizzazione dei lavori in oggetto.

In base a tutto quanto sopra riportato, in ogni caso, data l'importanza degli sbancamenti richiesti per l'inserimento del fabbricato di centrale nel versante e delle vasche pertinenti le opere di presa e tenuto conto di possibili locali variazioni dell'orientazione delle discontinuità dell'ammasso roccioso, si raccomanda, comunque, di:

- tenere in debita considerazione i parametri geotecnici/geomeccanici dei materiali riportati nella presente relazione e la possibile, occasionale, circolazione idrica, concentrata nelle fessurazioni della porzione più superficiale e alterata del substrato roccioso;
- ridurre al minimo i tempi tra l'esecuzione degli sbancamenti e la realizzazione delle opere, effettuando comunque gli scavi a campioni verticali e/o orizzontali limitati;
- intestare le opere fondazionali dei manufatti in area opere di presa e fabbricato di centrale quanto meno nella porzione più superficiale e alterata del substrato roccioso, rimandando, per diretta competenza, alle scelte del Progettista incaricato per quanto riguarda tipo e dimensionamento delle opere;
- limitare, in fase esecutiva, quanto più possibile le vibrazioni dovute ai macchinari utilizzati, valutando di volta in volta, con la supervisione di geologo abilitato, l'eventuale necessità di procedere alla pulizia e al disgaggio di pareti rocciose potenzialmente instabili e/o alla messa in sicurezza dei tratti di versante più acclivi, a tutela, in particolare, degli operatori impegnati nei lavori;
- non eseguire alcuno sbancamento durante o immediatamente dopo intensi e/o prolungati eventi meteorologici, proteggendo, in previsione di tali eventi, i fronti di scavo aperti con teli impermeabili;

- valutare, una volta completati i lavori, l'opportunità o la necessità di mettere in sicurezza in maniera permanente i tratti di fronte roccioso eventualmente rimasti aggettanti sulle opere realizzate e potenzialmente pericolosi per gli operatori che dovranno accedervi, ad esempio tramite messa in opera di rete paramassi ad alta resistenza (rete tipo "Maccaferri" a doppia torsione) a contatto; la rete andrà ancorata al substrato roccioso per mezzo di una chiodatura sistematica e spaziatura a quinconce, ed eventualmente armata;
- rispettare tutte le norme vigenti a tutela della salvaguardia ed incolumità degli operatori, come prescritto dal D. Lgs. 81/2008 e s.m.i., relativamente ai cantieri temporanei.

Così operando e mantenendo le stesse cautele anche lungo il tracciato della condotta, in particolare nei tratti ricompresi segnalate nella *Carta delle indagini e della franosità - fuori scala (**allegato 5**)*, si ritiene che non si verificheranno problemi durante l'esecuzione dei lavori e che, una volta ultimate le opere, le stesse non potranno in alcun modo peggiorare lo stato di dissesto in essere, ma semmai produrre un giovamento, grazie alla pulizia necessariamente effettuata lungo il tracciato d'interesse e all'eventuale messa in sicurezza, anche attraverso interventi di ingegneria naturalistica, di settori che presentassero criticità rilevanti in corso d'opera.

Si ribadisce, inoltre che:

- per quanto riguarda la frana ad oggi esistente sarà necessario concertare preventivamente con gli uffici comunali competenti, metodologie (e tempistiche) di sistemazione dell'area;
- occorrerà valutare attentamente dimensioni e, in particolare, peso dei mezzi d'opera che dovranno transitare sulla strada comunale Statale-Cassagna per la posa della condotta forzata, mantenendosi comunque il più possibile sul lato monte della stessa, meno soggetto a cedimenti anche locali.

12 – *CONCLUSIONI*

Il nuovo impianto idroelettrico sul Rio Statale (e sul Rio Foppo), se verranno tenute in debita considerazione le informazioni e rispettate le indicazioni riportate, in particolare, nei precedenti *Capitoli 9, 10 e 11* ed i lavori saranno eseguiti a regola d'arte, risulta perfettamente in linea con le disposizioni di legge vigenti.

Con riferimento, infatti, alle **Leggi 9/91 e 10/91**, inerenti il *"Piano Energetico e relative Norme di Attuazione"*, e al **D. Lgs. n. 387** del 29.12.2003, relativo alla promozione

dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili, quella in oggetto costituisce **un'opera di pubblico interesse e di pubblica utilità** ai sensi:

- **del comma 4, art. 1 della Legge 10/91** - *"l'utilizzazione delle fonti di energia rinnovabile, tra cui l'idroelettrica, è considerata di pubblico interesse e di pubblica utilità e le opere relative sono equiparate alle opere dichiarate indifferibili ed urgenti ai fini dell'applicazione delle leggi sulle opere pubbliche"*;
- **del comma 1, art. 12 del Decreto Legislativo n. 387** - "*le opere per la realizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli stessi impianti, autorizzate ai sensi del comma 3, sono di pubblica utilità ed indifferibili ed urgenti*".

L'**art. 29** della **L.R. n. 16/2008**, *"Disciplina dell'attività edilizia"*, specifica le modalità per l'ottenimento dell'*"Autorizzazione unica di produzione di energia alimentata da fonti rinnovabili"*; al **comma 12** si riporta, infatti, che *"il provvedimento finale a conclusione della conferenza dei servizi comporta […] l'approvazione delle varianti alla vigente disciplina urbanistico-edilizia e territoriale (lettera b) ed il rilascio di ogni altra autorizzazione, concessione, approvazione, parere e nulla osta, necessari alla realizzazione ed all'esercizio delle infrastrutture energetiche"*. Inoltre, ai sensi del **comma 14**, *"gli impianti sono da considerarsi ammissibili sotto il profilo urbanistico nelle zone classificate agricole"*.

L'impianto proposto risulta, peraltro, perfettamente in linea con le attuali indicazioni vigenti in merito allo sviluppo e potenziamento di fonti di energie alternative rinnovabili.

Relativamente alle procedure di Valutazione di Impatto Ambientale, ai sensi dell'allegato della **Legge Regionale n. 38 del 30 dicembre 1998**, *"Disciplina della Valutazione di Impatto Ambientale"*, l'impianto in oggetto rientra tra quelli sottoposti a procedura di verifica, in quanto destinato alla produzione di energia idroelettrica con potenza superiore ai 200 kW (*punto 3g dell'allegato 3*), con derivazione di acque superficiali con portata superiore a 200 litri al minuto secondo (*punto 10h dell'allegato 3).*

Per quanto riguarda, poi, in particolare il Piano di Bacino - Ambito 16 (approvato con D.C.P. n. 65 del 12.12.2002), si è rilevato che nella *Carta del rischio geologico* (cfr. stralcio cartografico fuori scala – ***allegato 3***) e nella Carta della suscettività al dissesto (cfr. stralcio cartografico fuori scala – ***allegato 4***) l'area d'intervento è perimetrata, rispettivamente, in zona a rischio da *lieve o trascurabile (R0)* a *moderato (R1)*, con suscettività al dissesto da *molto bassa (Pg0),* come nel caso del sedime d'imposta del fabbricato di centrale, ad *elevata (Pg3b)*, come per parte della condotta di derivazione, passando per una suscettività media *(Pg2)* (opere di presa e parte del tracciato della

condotta) e *bassa (Pg1)* (parte del tracciato della condotta).

Si precisa, in riferimento a quanto sopra riportato, che con *"Pg3b"*, in particolare, vengono indicate aree prive, al momento, di movimenti gravitativi attivi e quiescenti, in cui sono presenti indicatori indiretti di elevata suscettività, valutabili dalla combinazione di elementi geomorfologici, litologici, strutturali e di uso del suolo. Sono comprese in tali aree le frane stabilizzate e relitte (paleofrane) e le zone a franosità diffusa inattive (*Art. 12/Comma 2/Lett. b/punto 2.2 delle Norme di Attuazione del PdB – Ambiti 12 e 13*).

Nelle aree Pg3b, è consentita anche la nuova edificazione e l'esecuzione di opere infrastrutturali purché tali interventi siano previsti dallo strumento urbanistico comunale adeguato al Piano di Bacino (*Art. 16/Comma 3 ter delle Norme di Attuazione del PdB – Ambiti 12 e 13*), o comunque, a fronte del parere vincolante della Provincia espresso sulla base di un esame di maggior dettaglio presentato dal Comune, come riportato nel *Paragrafo 8.1* del presente elaborato.

La presente indagine, volta a definire gli elementi che determinano il livello di pericolosità e ad individuare le modalità tecnico-esecutive dell'intervento, attesta che la realizzazione delle opere in progetto non aggraverà le condizioni di stabilità del versante e non arrecherà modifiche di carattere negativo alla regimazione delle acque ed alla copertura vegetale.

Per quanto riguarda, poi, l'impatto dei manufatti sull'ambiente, va detto che gli elementi conduttori della progettazione dell'intera opera, tenuto anche conto dell'impianto di cantiere, sono stati i seguenti:

- minimizzazione degli impatti, di qualsivoglia natura, sulla strutturazione ecosistemica ideale del sito e maggior rispetto possibile delle emergenze ambientali presenti;
- raggiungimento, al termine delle opere di ripristino ambientale e rinaturazione di fine intervento, di una situazione che non solo risulti conservativa dei valori preesistenti, ma produca un bilancio, per il maggior numero di aspetti possibili (vegetazionale, paesaggistico, ecc.), addirittura positivo.

A tal fine, particolare attenzione andrà posta già nella delicata fase di cantiere, che necessiterà di un'accurata progettazione esecutiva degli accessi e dell'impianto e una calendarizzazione meditata, ponendo principalmente l'attenzione sulla prevenzione di intorbidimenti dell'acqua.

Nei tratti più naturali interessati dagli interventi occorrerà mettere a dimora, una volta realizzato un adeguato recupero morfologico, le specie arbustive e/o arboree presenti prima dell'intervento; in questo senso si potrà ricorrere, eventualmente, a tecniche

di ingegneria naturalistica, impiegando, per quanto possibile, specie autoctone, in particolare erbacee, secondo criteri che consentano, oltre che il recupero della stabilità dei tratti acclivi, la migliore integrazione nell'ambiente circostante. Specie colonizzatrici, comunque compatibili con l'ambiente naturale locale, potranno essere utilizzate qualora il reperimento sul mercato di alcune specie autoctone risultasse problematico. In questo caso, tali specie potranno favorire migliori condizioni per lo sviluppo delle specie autoctone, permettendo loro di diffondersi spontaneamente in seguito.

Le piste provvisorie di cantiere, eliminate a fine lavori, dovranno essere sottoposte ad adeguati interventi di ripristino e rinaturalizzazione, riproponendo le caratteristiche vegetazionali del sito e, dal punto di vista floristico, utilizzando, possibilmente, piante riferibili ai genotipi locali.

Va precisato, inoltre, che, al fine di garantire una continuità di passaggio dell'ittiofauna tra valle e monte dell'opera di sbarramento artificiale esistente, per spostamenti periodici dettati da esigenze riproduttive, o giornalieri per la ricerca di cibo, verrà realizzata, a corredo delle opere in questione, sia sul Rio Statale che sul Rio Foppo, una scala di risalita della fauna ittica in massi cementati, (cfr. elaborati progettuali della Ovadaprogetti S.a.S. a corredo della *Relazione Tecnica Descrittiva - Progetto Definitivo*).

Si sottolineano, di seguito, alcuni dei principali effetti positivi che deriverebbero dalla realizzazione dell'impianto proposto:

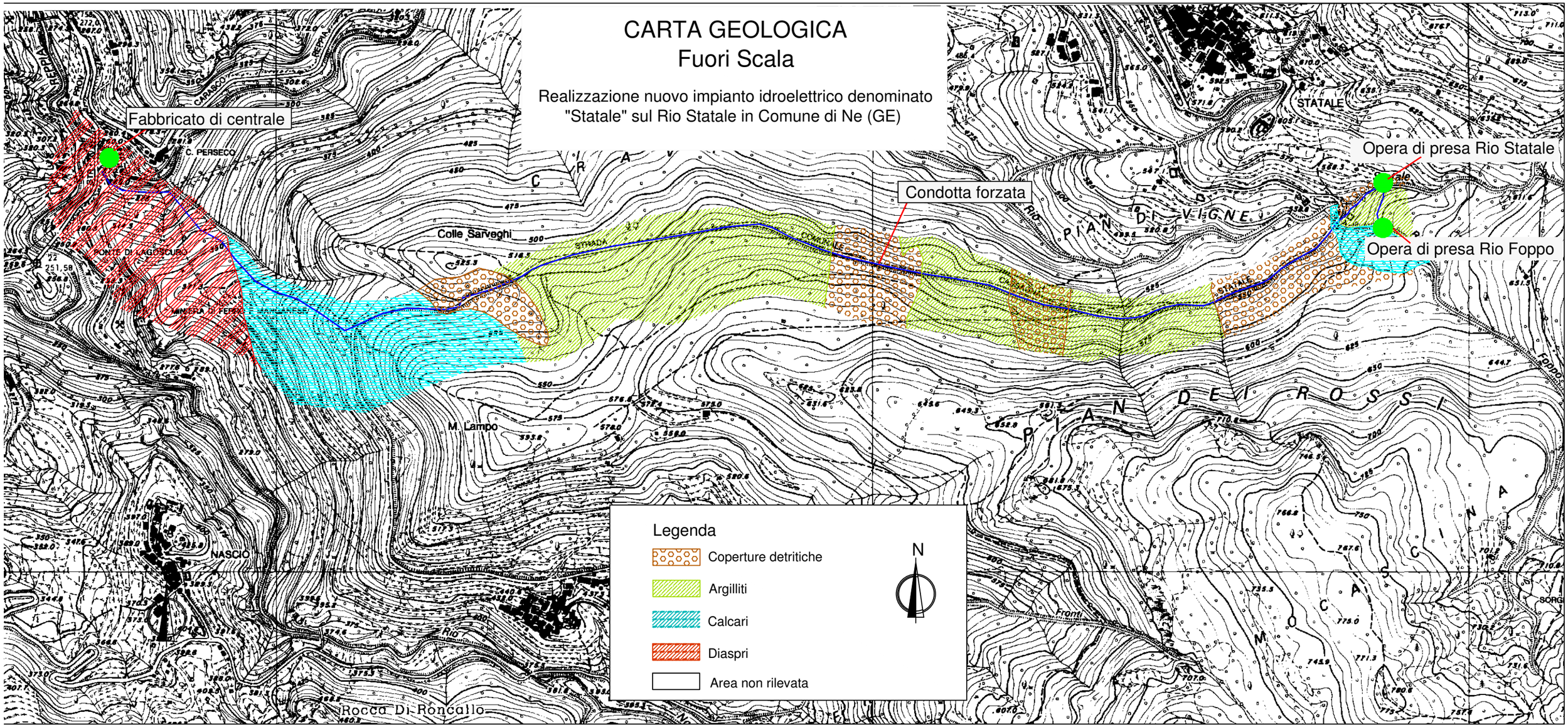
- produzione di circa 1.270.000 kWh/anno di energia elettrica "pulita", in grado di soddisfare, mediamente, i consumi energetici annui di circa 500 famiglie;
- mancata emissione in atmosfera di circa 620 tonnellate di anidride carbonica all'anno, necessarie alla produzione della stessa quantità di energia dell'impianto proposto da fonti tradizionali, quali il gasolio;
- manutenzione, da parte del gestore dell'impianto idroelettrico, delle derivazioni esistenti in concessione alla Cooperativa Agricola di Statale S.r.l. e soluzione, grazie alla messa in opera delle griglie di presa e delle vasche dissabbiatrici, dei problemi d'intasamento dell'attuale condotta di captazione, con aumento del volume d'acqua disponibile.

Infine, va detto che, per poter misurare portate e volumi derivati, in corrispondenza di ciascuna sezione di controllo, costituita dalle sezioni d'imbocco alle due opere di presa, è prevista l'installazione di una stazione di misura in continuo delle portate idriche derivate dal Rio Statale e dal Rio Foppo; gli apparati previsti sono del tipo ad ultrasuoni, a sonda d'immersione, con alimentazione a batteria, o dalla linea di connessione alla centrale.

Le misure di livello ed il conseguente calcolo delle corrispondenti misure di velocità dell'acqua e di portata, tramite software dedicato, avverranno secondo una scansione temporale discreta, da concordare con gli Enti preposti al controllo e, comunque, ad intervallo almeno orario. In ottemperanza alle vigenti disposizioni di legge, il concessionario si impegna ad agevolare tutte le verifiche e le ispezioni che l'Autorià concedente, o altri Enti incaricati del controllo, vogliano effettuare, in qualsiasi momento, sulla derivazione concessa.

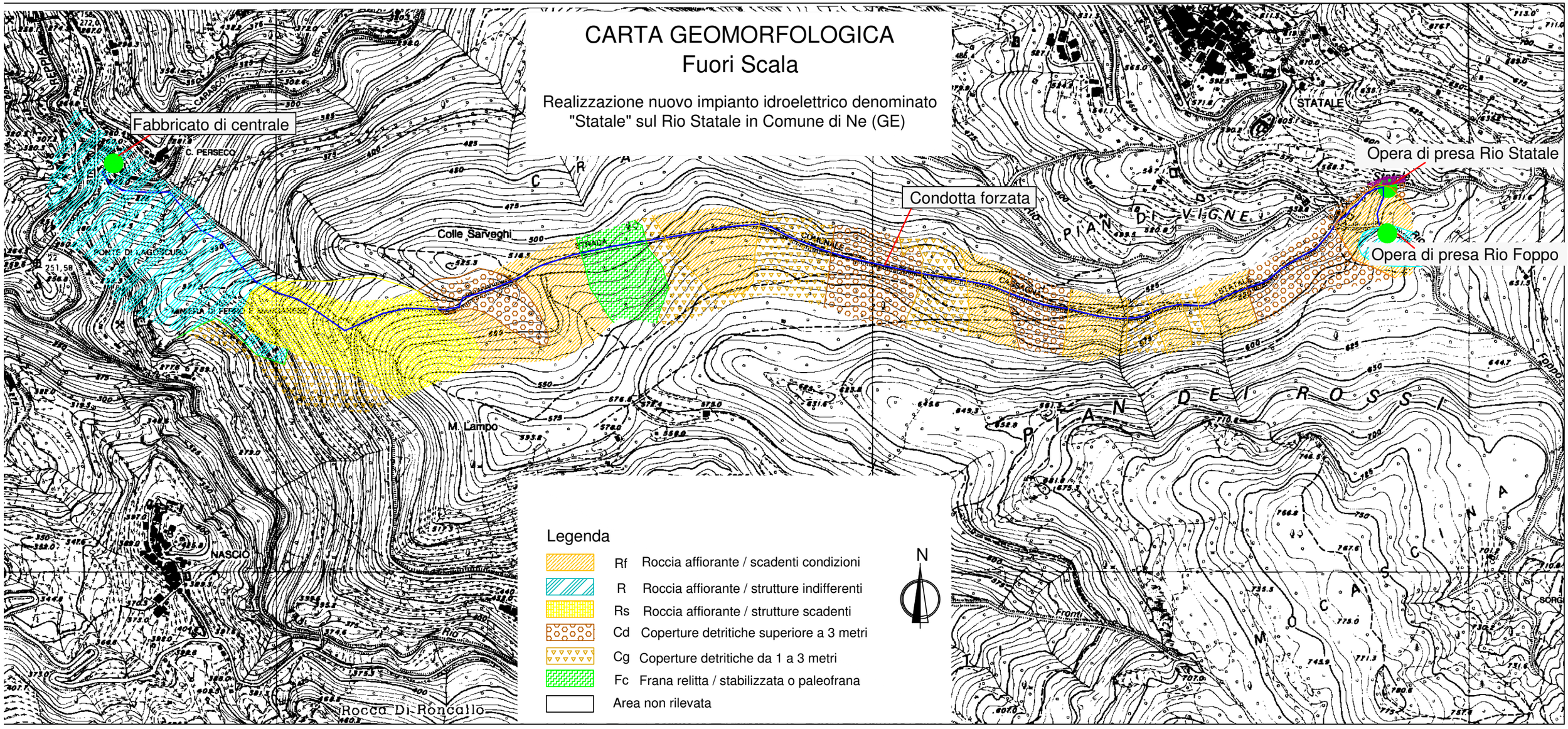
CARTA GEOLOGICA
Fuori Scala

Realizzazione nuovo impianto idroelettrico denominato
"Statale" sul Rio Statale in Comune di Ne (GE)

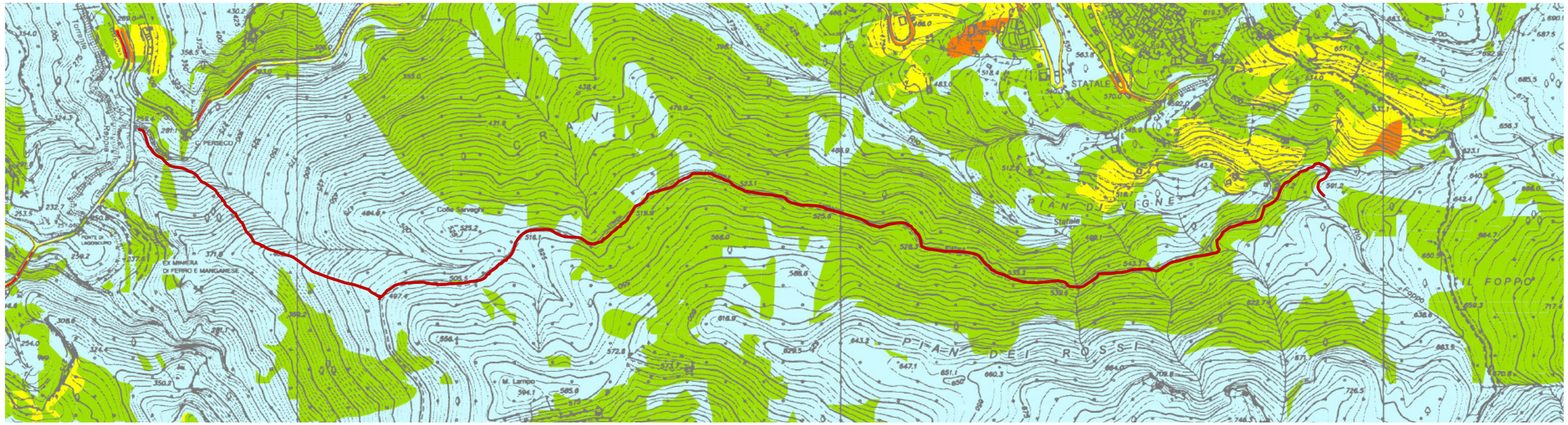


CARTA GEOMORFOLOGICA
Fuori Scala

Realizzazione nuovo impianto idroelettrico denominato "Statale" sul Rio Statale in Comune di Ne (GE)



Allegato 3



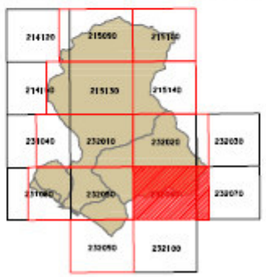
232060
232070

Provincia di Genova

PIANO DI BACINO

AMBITO 16

Piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico di cui all'art. 1, comma 1 del D.L. 11/06/1998 n. 180 convertito in legge 03/08/1998 n.267 e s.m.i.



CARTA DEL RISCHIO GEOLOGICO

FUORI SCALA

N

Tracciato indicativo condotta

LEGENDA

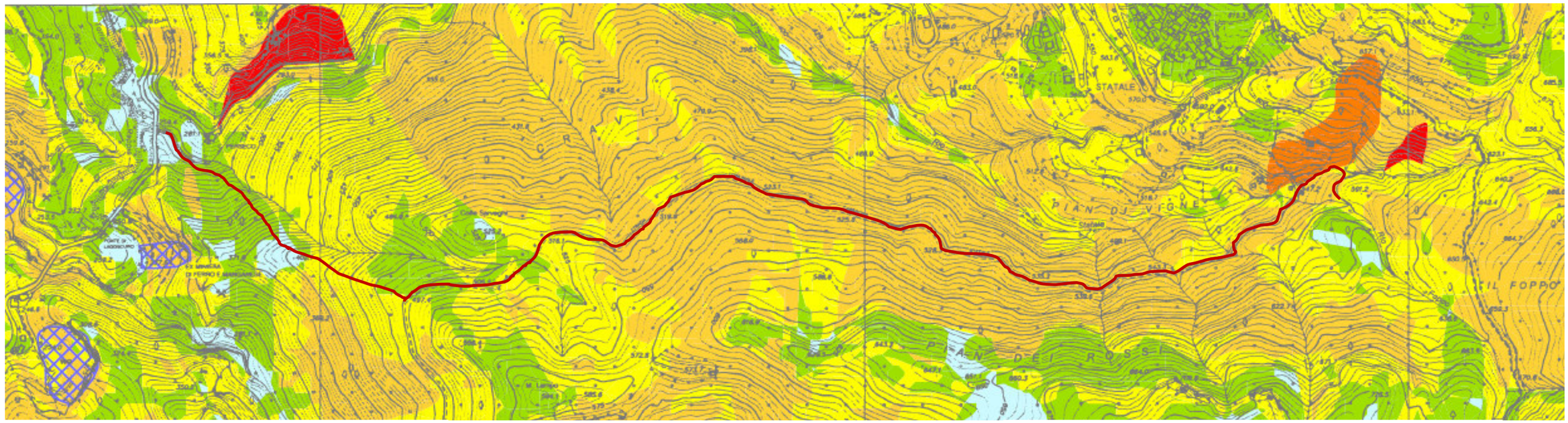
CLASSI DI RISCHIO GEOLOGICO

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

CLASSI SPECIALI

TIPO A – Cave attive, miniere attive e discariche in esercizio

X Area oggetto di accordo di programma approvato cpn D.G.R. n. 1047 del 7/8/2012



Provincia di Genova

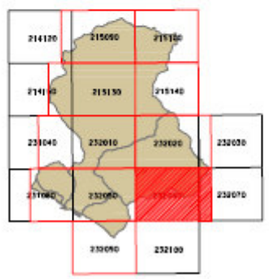


232060
232070

PIANO DI BACINO

AMBITO 16

Piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico di cui all'art. 1, comma 1 del D.L. 11/06/1998 n. 180 convertito in legge 03/08/1998 n.267 e s.m.i.



CARTA DELLA SUSCETTIVITA' AL DISSESTO

FUORI SCALA

N

Tracciato indicativo condotta

LEGENDA

CLASSI DI SUSCETTIVITA' AL DISSESTO		NORME DI ATTUAZIONE
MOLTO ELEVATA	Pg4	Art. 16, c. 2
ELEVATA	Pg3a	Art. 16, c. 3
ELEVATA	Pg3b	Art. 16, c. 3–ter
MEDIA	Pg2	Art. 16, c. 4
BASSA	Pg1	Art. 16, c. 4
MOLTO BASSA	Pg0	Art. 16, c. 4
CLASSI SPECIALI		
TIPO A – Cave attive, miniere attive e discariche in esercizio		Art. 16bis, c. 2
TIPO B_1 – Cave inattive e miniere abbandonate		Art. 16bis, c. 3
TIPO B_2 – Discariche dismesse e riporti antropici		Art. 16bis, c. 5
Aree di costa alta/falesia attiva per le quali si rinvia al Piano di Tutela dell'Ambiente Marino e Costiero Approvato con DCR n. 18 del 25/09/2012		

CARTA DELLE INDAGINI E DELLA FRANOSITA'

Fuori Scala

Realizzazione nuovo impianto idroelettrico denominato "Statale" sul Rio Statale in Comune di Ne (GE)

Fabbricato di centrale

Opera di presa Rio Statale

Opera di presa Rio Foppo

Condotta forzata

Sg1

Sg2

Sg3

S1

S2

S3

Fs

Fnc

Fq1

Fq2

Legenda

- Fq Frana quiescente
- Fnc Frana non classificata
- Fs Frana relitta / stabilizzata o paleofrana
- Sg1 Stazione geomeccanica
- S1 Stesa sismica a rifrazione

N

allegati 6

Elaborati indagini sismiche a rifrazione

allegato 6a

Stesa sismica a rifrazione S1

ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE
Stesa 1
Impianto idroelettrico "Statale"
Loc. Statale - Comune di NE (GE)

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
24.75	0.00	ofd#1.dat
17.25	0.00	eld#1.dat
8.25	0.00	ms#1.dat
-0.75	0.00	els#1.dat
-8.25	0.00	ofs#1.dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da 24.75 [ms]	FBP da 17.25 [ms]	FBP da 8.25 [ms]	FBP da -0.75 [ms]	FBP da -8.25 [ms]
1	0.00	0.00	43.30	33.80	19.30	5.00	26.50
2	1.50	0.00	40.00	31.00	16.30	8.40	29.10
3	3.00	0.00	38.00	29.30	13.40	10.70	32.00
4	4.50	0.00	36.80	26.50	10.30	13.80	33.60
5	6.00	0.00	36.00	25.30	8.00	15.90	36.00
6	7.50	0.00	34.40	22.80	5.40	18.80	38.30
7	9.00	0.00	31.60	20.80	6.60	21.70	40.70
8	10.50	0.00	29.90	18.30	8.80	23.50	42.90
9	12.00	0.00	27.90	16.40	11.90	25.70	44.50
10	13.50	0.00	26.80	14.00	15.30	28.50	45.90
11	15.00	0.00	24.90	11.80	18.10	30.00	47.50
12	16.50	0.00	22.80	5.20	20.30	32.60	50.30

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

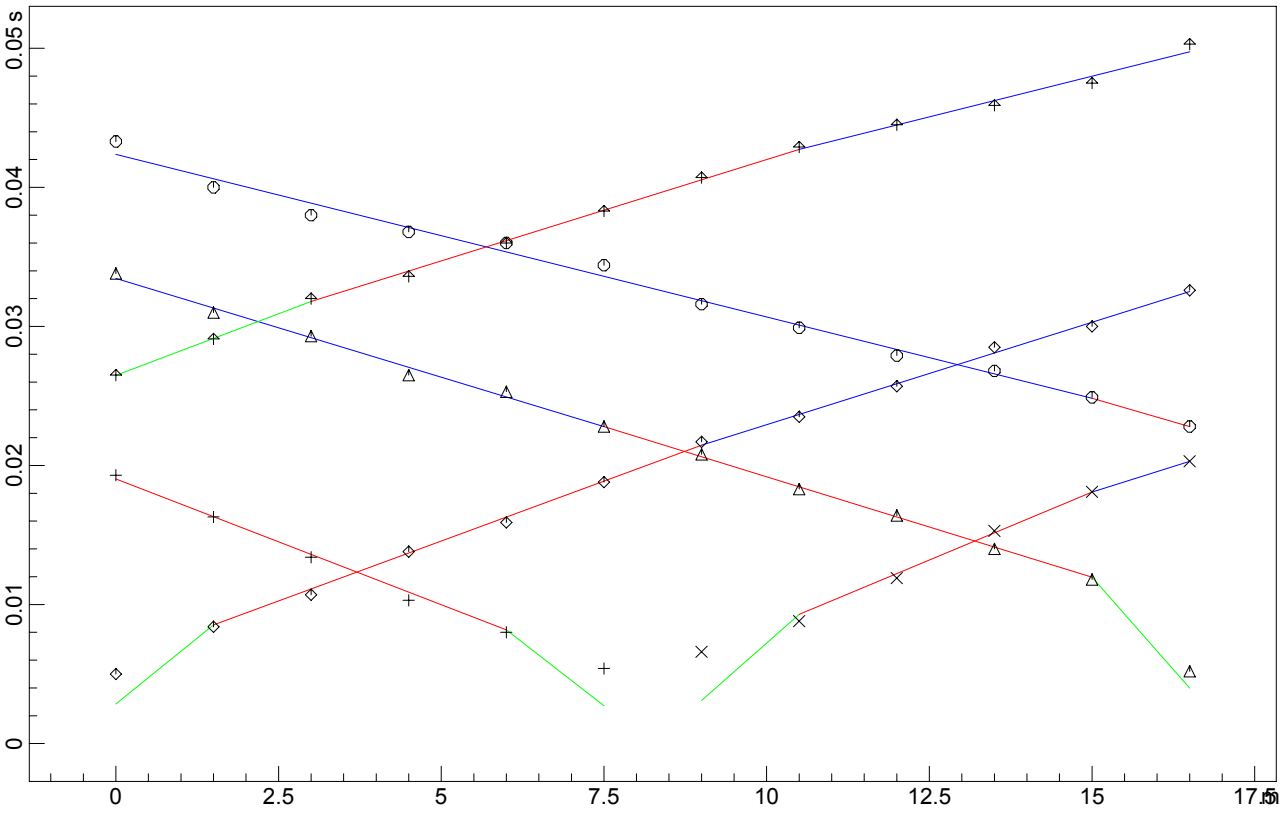
N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	0.6	2.8
2	0.6	2.8
3	0.6	3.0
4	0.5	2.8
5	0.5	2.9
6	0.7	2.8
7	0.8	3.0
8	0.6	3.3
9	0.8	2.7
10	1.0	2.7
11	1.1	2.9
12	1.3	2.5

VELOCITA' DEGLI STRATI

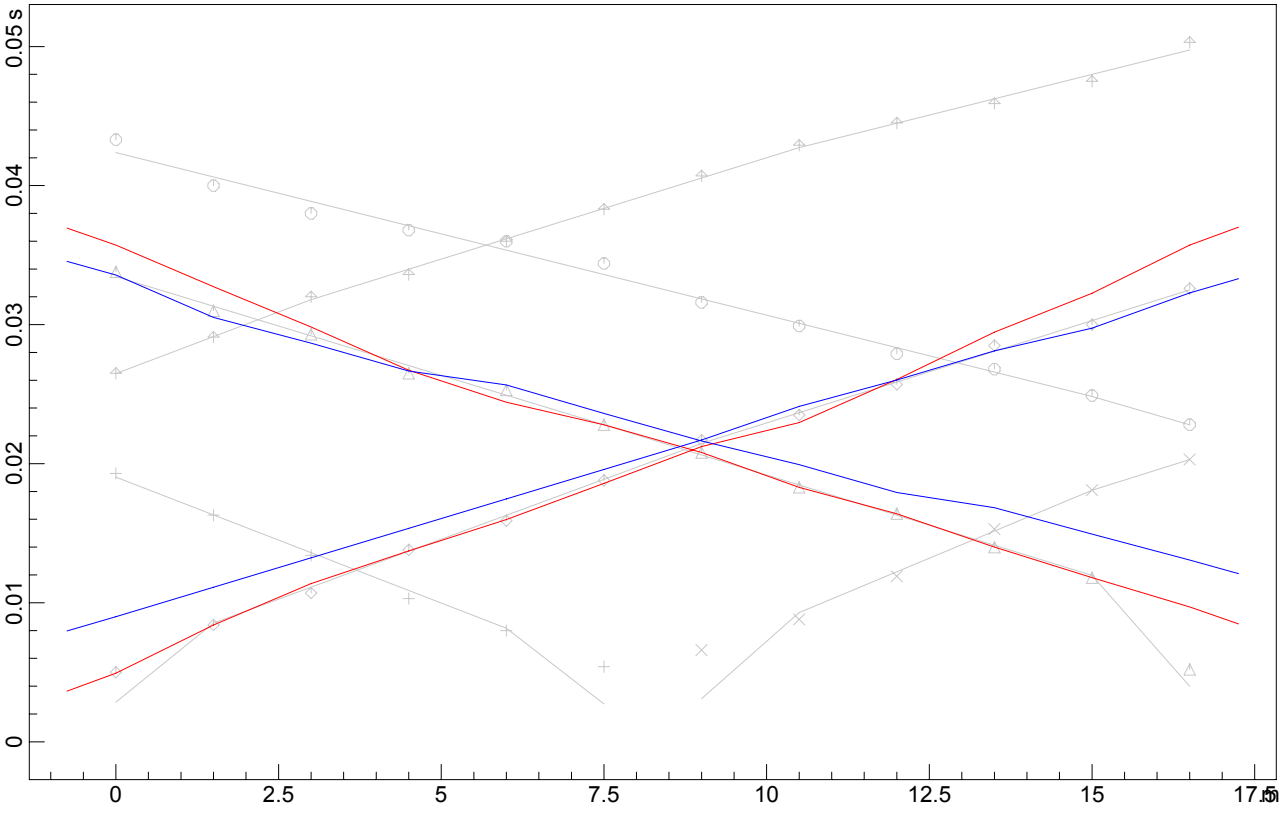
N. Strato	Velocità [m/s]
1	268.2
2	599.0
3	1069.9

INDAGINE SISMICA - Stesa 1
Impianto idroelettrico "Statale"
Loc. Statale - Comune di NE (GE)

DROMOCRONE ORIGINALI



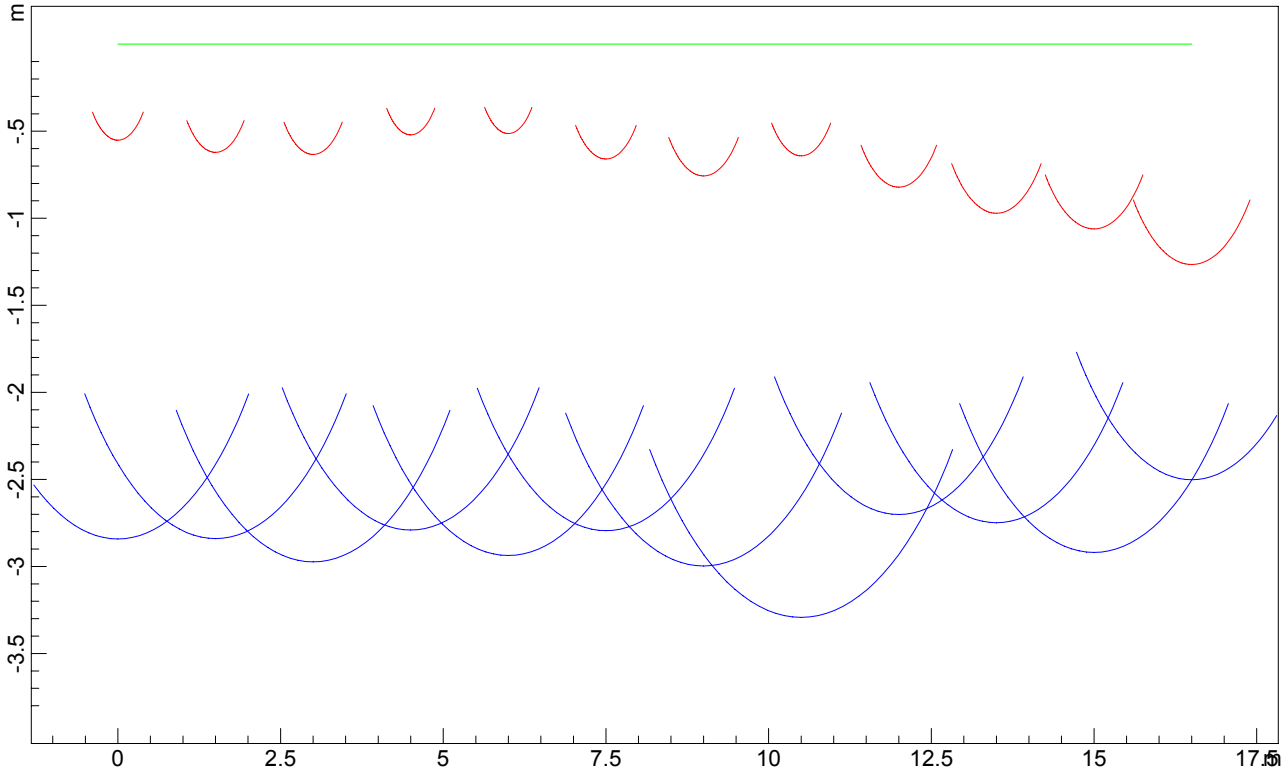
DROMOCRONE TRASLATE



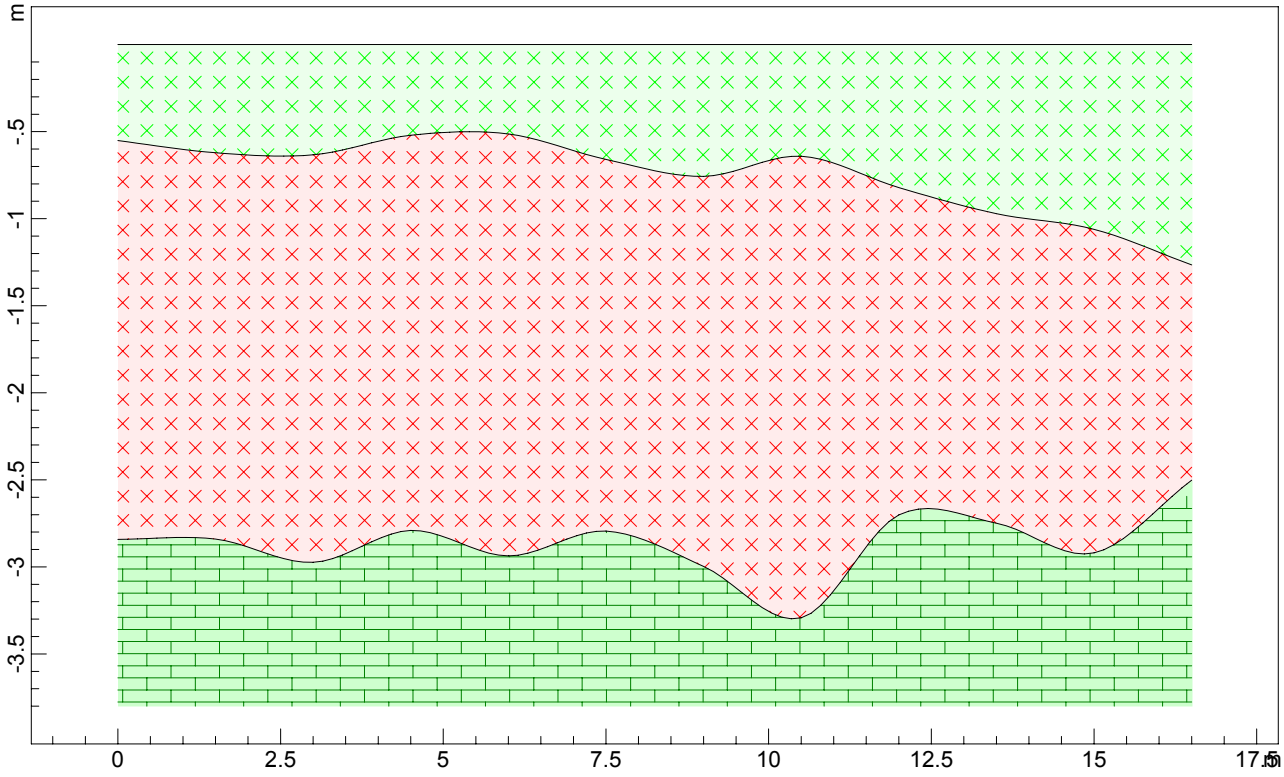
www.geoandsoft.com

INDAGINE SISMICA - Stesa 1
Impianto idroelettrico "Statale"
Loc. Statale - Comune di NE (GE)

PROFONDITA' RIFRATTORI



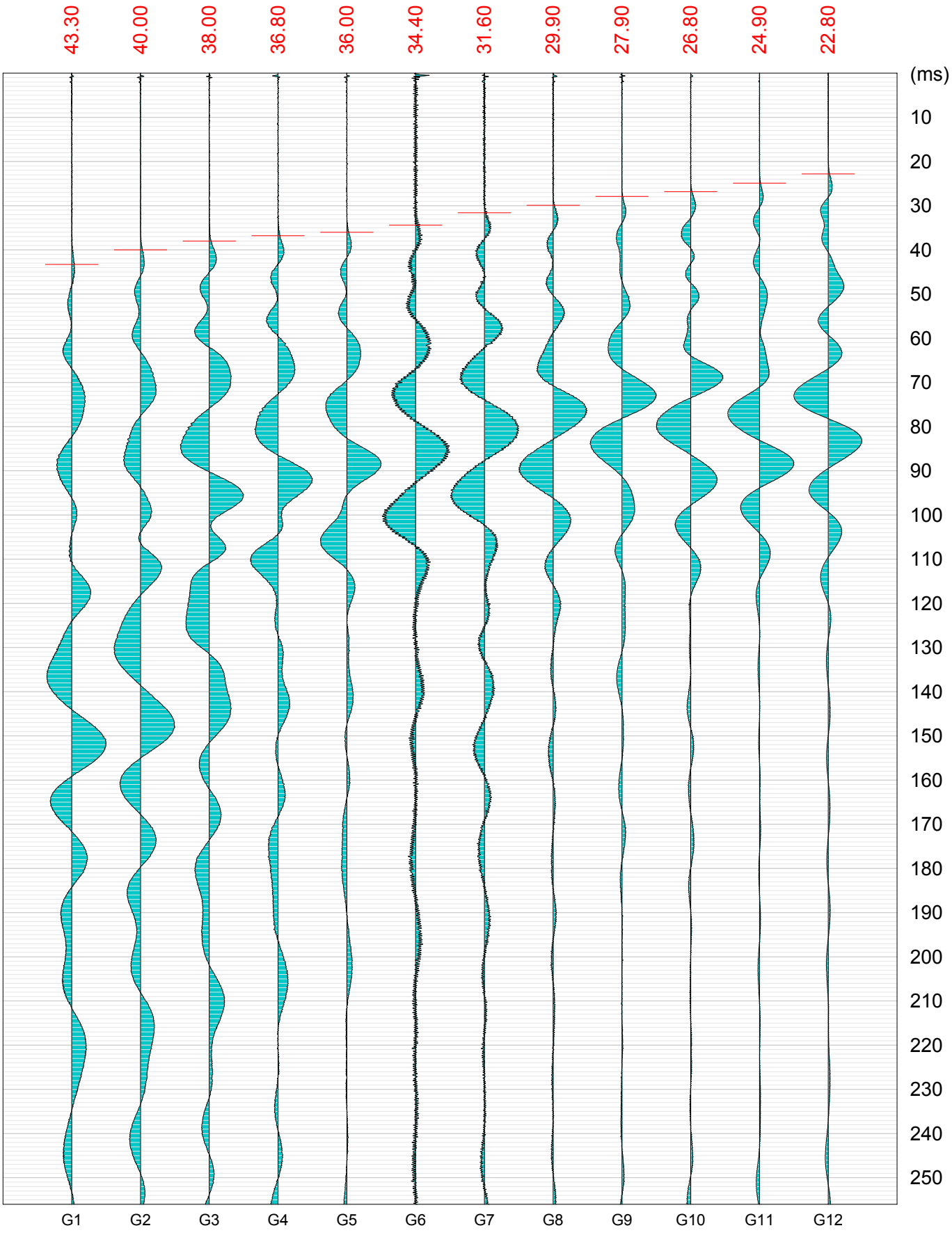
SEZIONE VERTICALE



268.2 m/s 599.0 m/s 1069.9 m/s

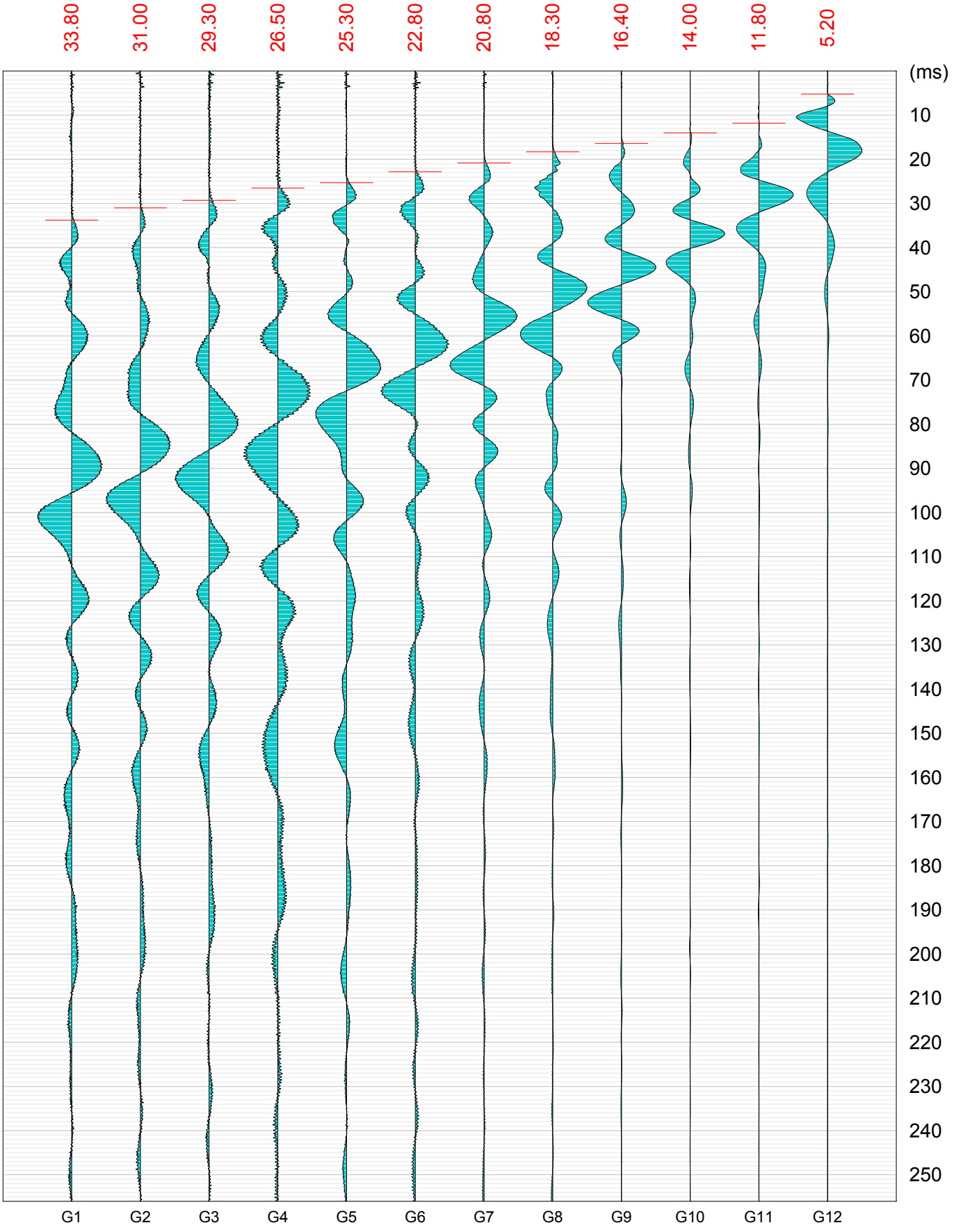
www.geoandsoft.com

INDAGINE SISMICA - Stesa 1
Impianto idroelettrico "Statale"
Loc. Statale - Comune di NE (GE)



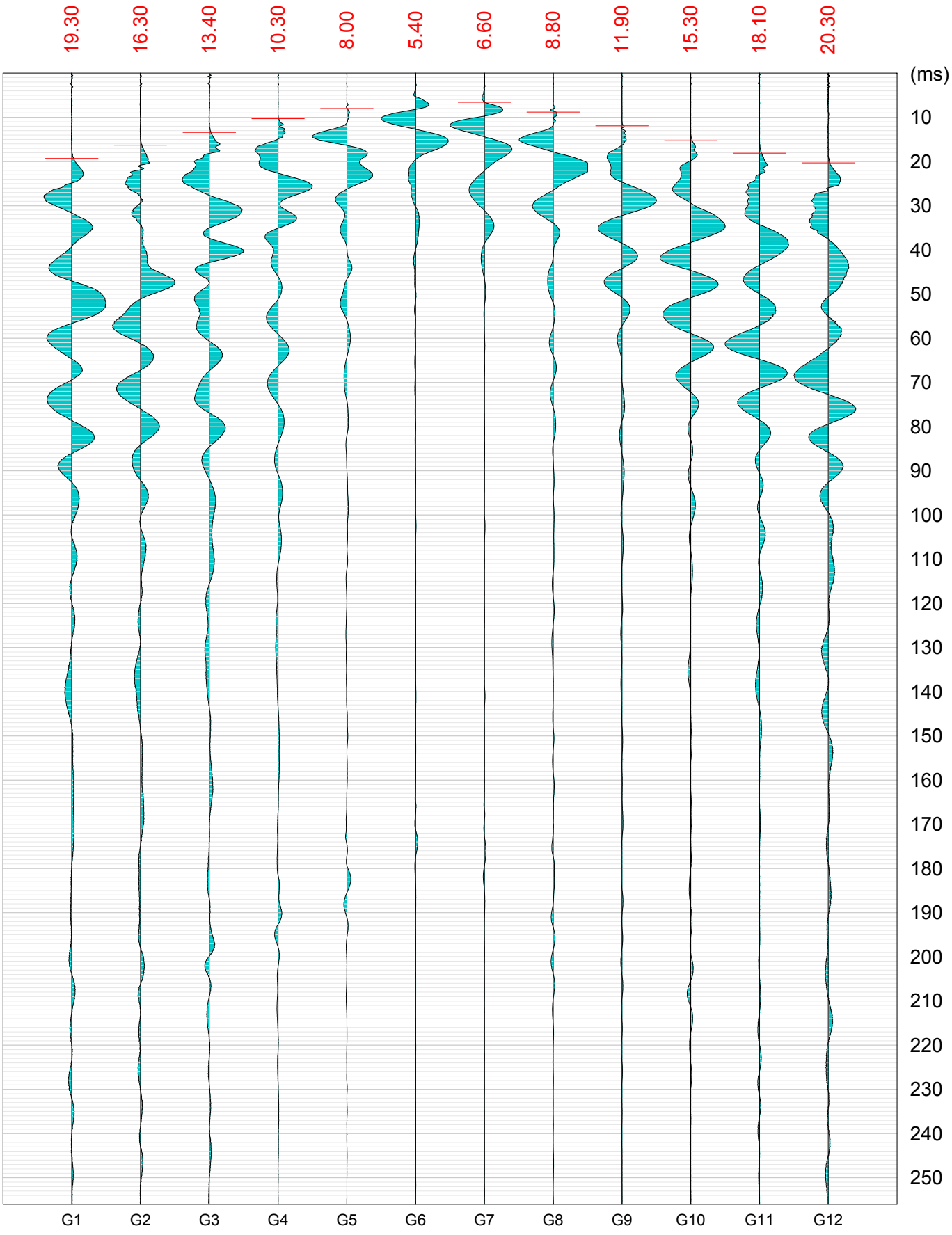
www.geoandsoft.com

INDAGINE SISMICA - Stesa 1
Impianto idroelettrico "Statale"
Loc. Statale - Comune di NE (GE)



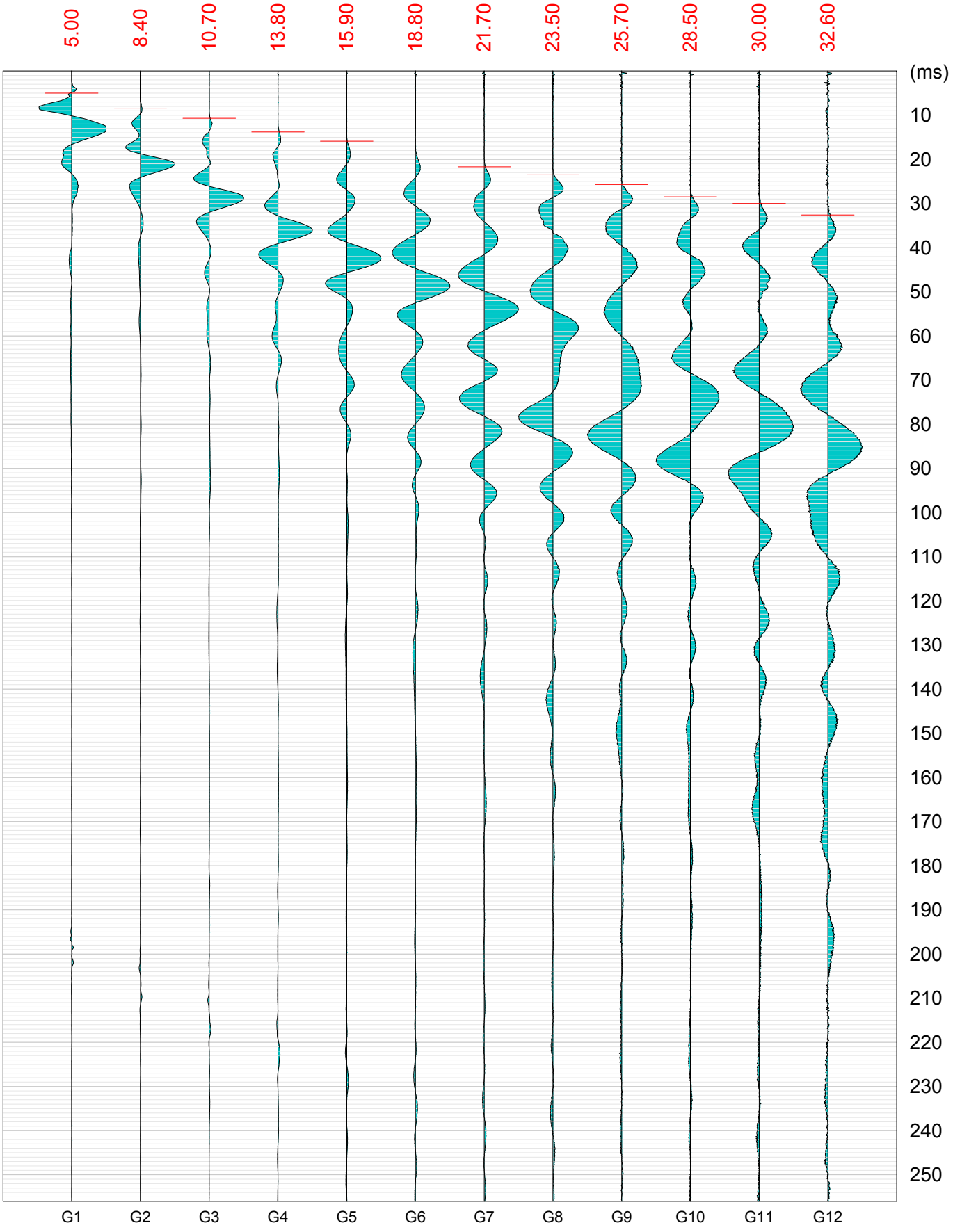
www.geoandsoft.com

INDAGINE SISMICA - Stesa 1
Impianto idroelettrico "Statale"
Loc. Statale - Comune di NE (GE)



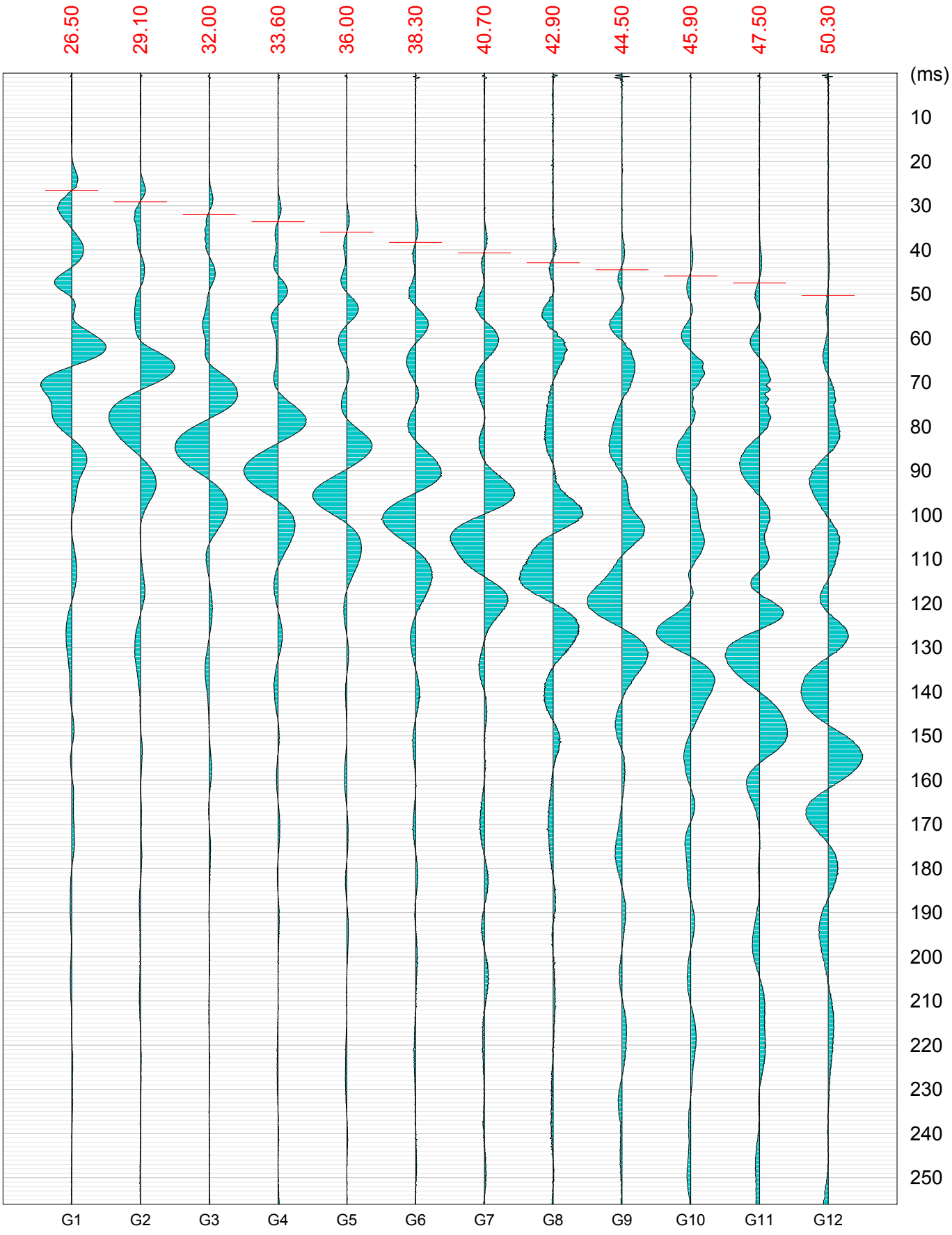
www.geoandsoft.com

INDAGINE SISMICA - Stesa 1
Impianto idroelettrico "Statale"
Loc. Statale - Comune di NE (GE)



www.geoandsoft.com

INDAGINE SISMICA - Stesa 1
Impianto idroelettrico "Statale"
Loc. Statale - Comune di NE (GE)



www.geoandsoft.com

allegato 6b

Stesa sismica a rifrazione S2

ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE
Stesa 2
Impianto idroelettrico "Statale"
Loc. Statale - Comune di NE (GE)

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
41.25	0.00	ofd#1.dat
28.75	0.00	eld#1.dat
13.75	0.00	ms#1.dat
-1.25	0.00	els#1.dat
-13.75	0.00	ofs#1.dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da 41.25 [ms]	FBP da 28.75 [ms]	FBP da 13.75 [ms]	FBP da -1.25 [ms]	FBP da -13.75 [ms]
1	0.00	0.00	85.10	48.90	23.00	15.20	34.30
2	2.50	0.00	79.30	47.90	22.00	18.50	36.50
3	5.00	0.00	75.30	44.70	19.30	21.00	37.30
4	7.50	0.00	72.20	42.30	18.00	24.00	38.80
5	10.00	0.00	70.70	41.90	16.50	26.80	41.30
6	12.50	0.00	68.70	40.10	12.00	30.50	42.50
7	15.00	0.00	65.90	38.30	10.50	31.10	44.00
8	17.50	0.00	60.00	36.20	19.70	31.90	45.30
9	20.00	0.00	55.60	30.40	24.10	35.50	47.30
10	22.50	0.00	52.50	24.80	29.00	38.00	49.30
11	25.00	0.00	48.10	16.80	33.30	42.60	51.00
12	27.50	0.00	45.50	12.00	37.80	43.50	52.80

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

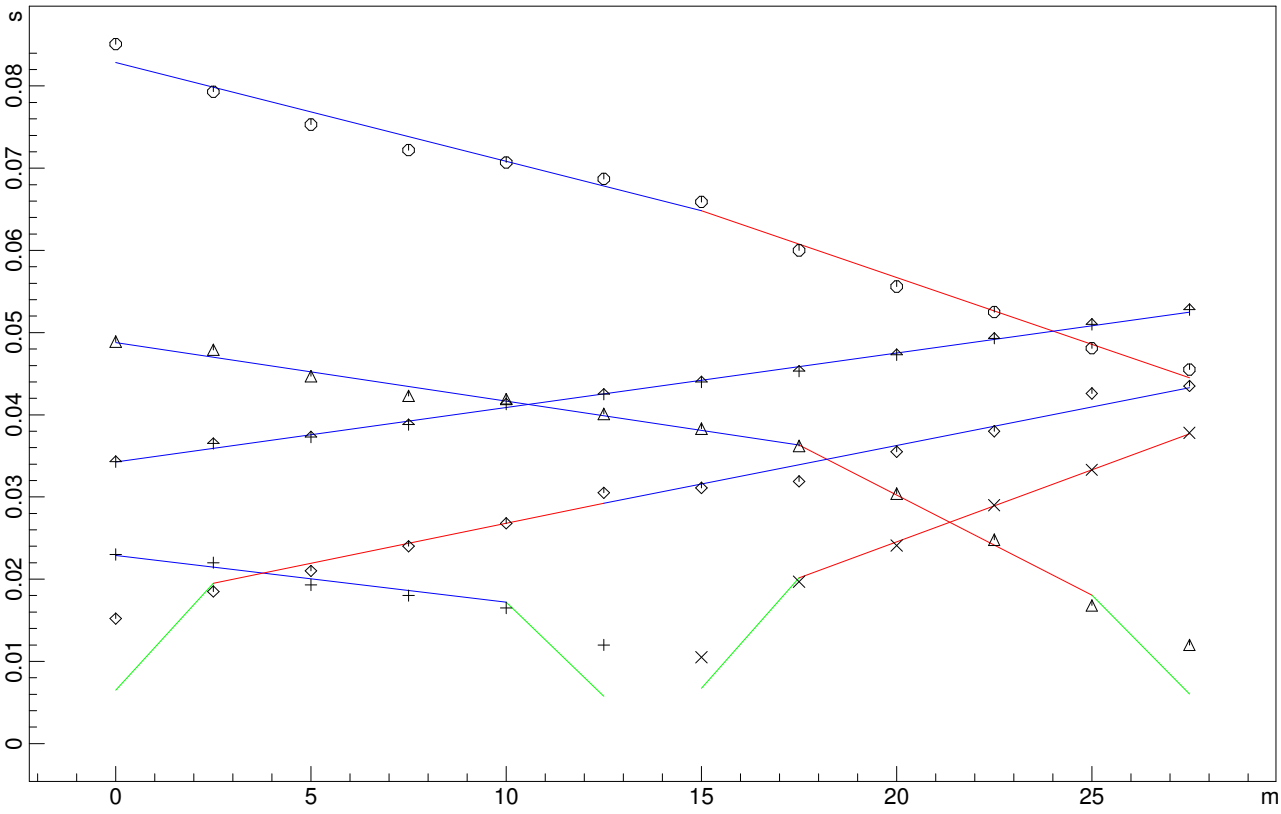
N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	1.2	6.3
2	1.4	5.6
3	1.3	5.4
4	1.3	5.2
5	1.3	4.8
6	1.3	4.6
7	1.5	3.7
8	1.5	3.8
9	1.4	4.6
10	1.5	4.8
11	1.3	5.0
12	1.7	3.8

VELOCITA' DEGLI STRATI

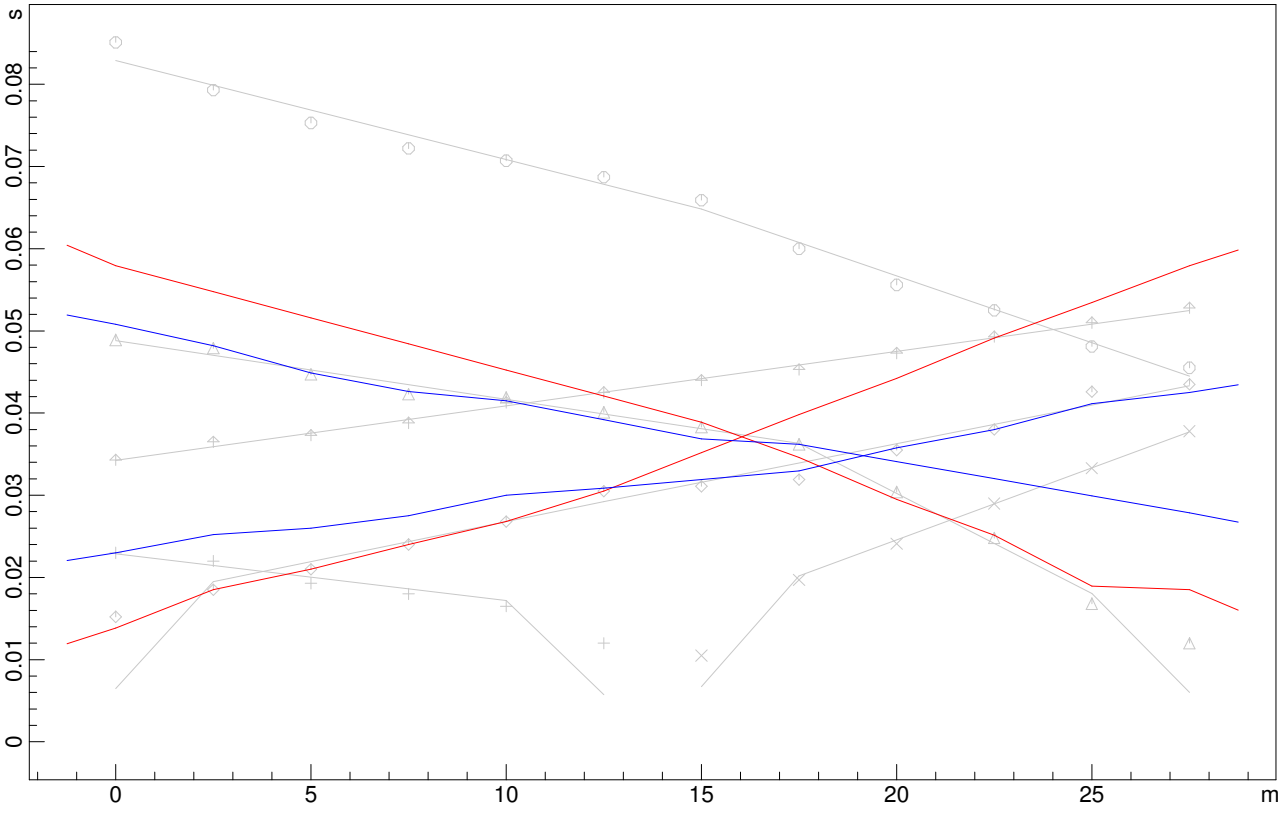
N. Strato	Velocità [m/s]
1	200.2
2	634.0
3	1335.9

INDAGINE SISMICA - Stesa 2
Impianto idroelettrico "Statale"
Loc. Statale - Comune di NE (GE)

DROMOCRONE ORIGINALI



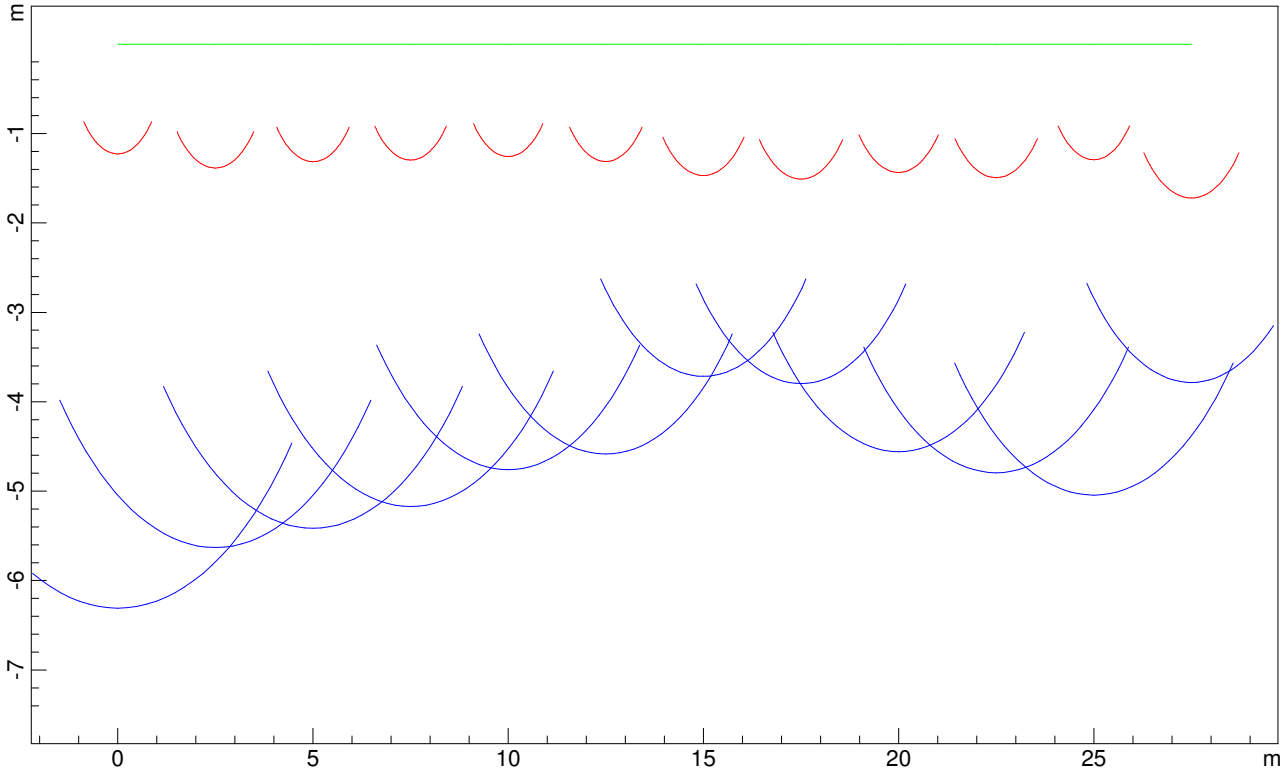
DROMOCRONE TRASLATE



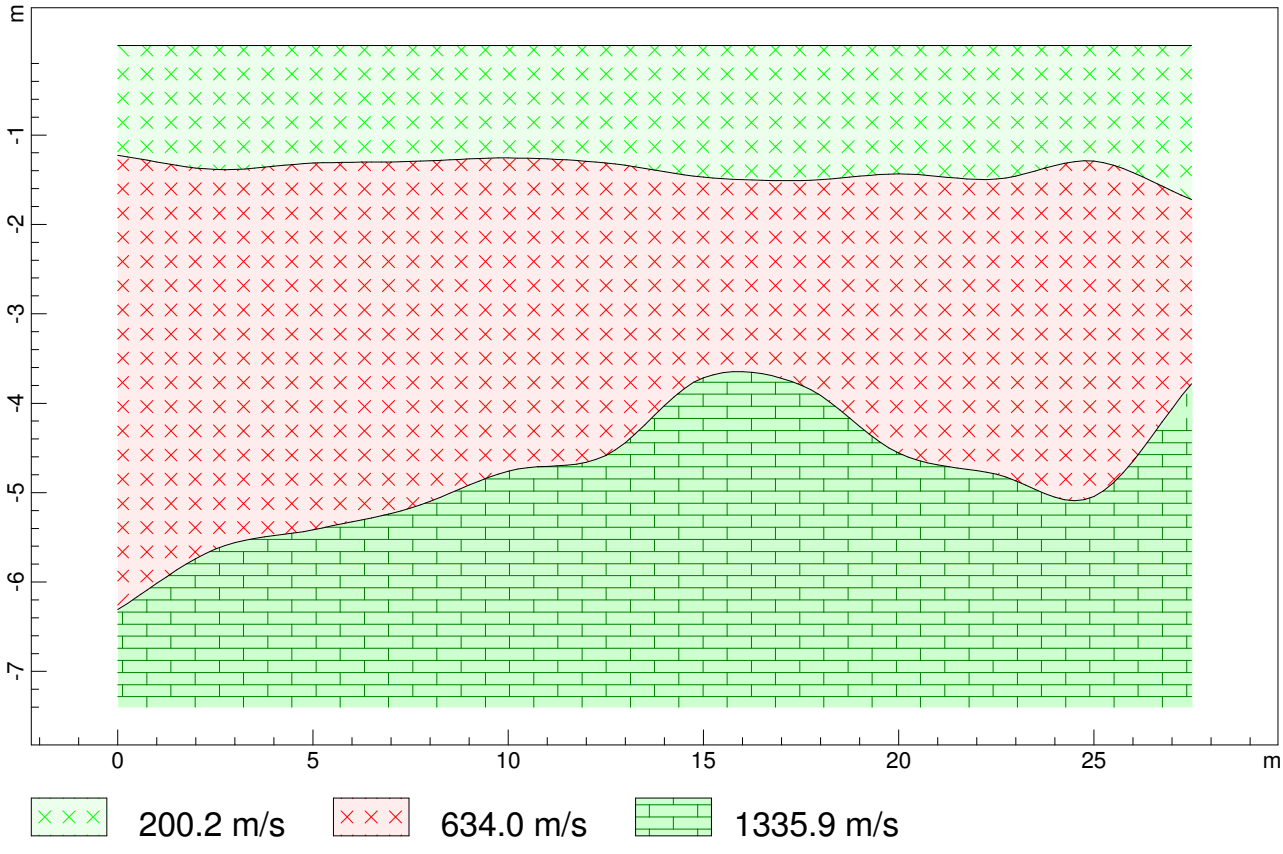
www.geoandsoft.com

INDAGINE SISMICA - Stesa 2
Impianto idroelettrico "Statale"
Loc. Statale - Comune di NE (GE)

PROFONDITA' RIFRATTORI



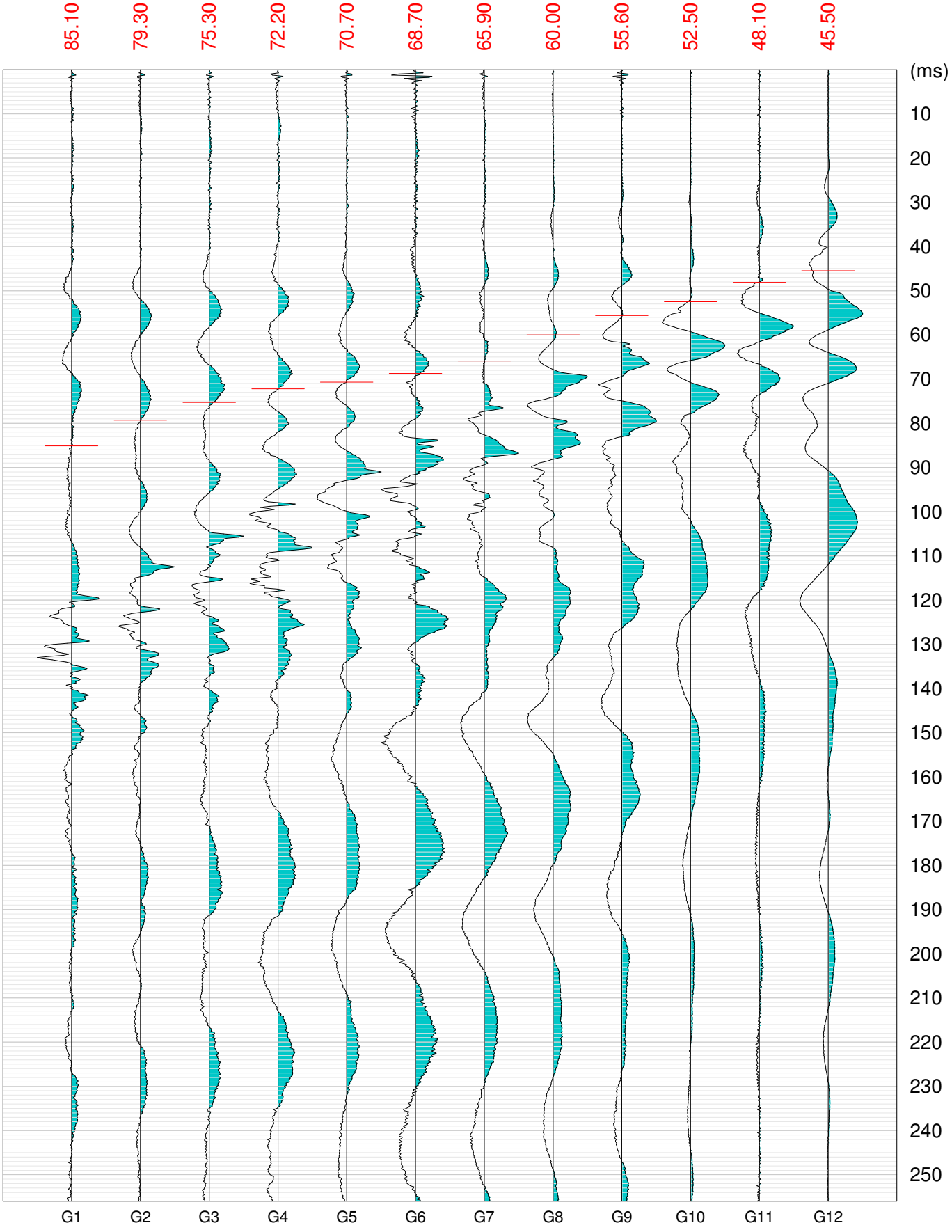
SEZIONE VERTICALE



200.2 m/s 634.0 m/s 1335.9 m/s

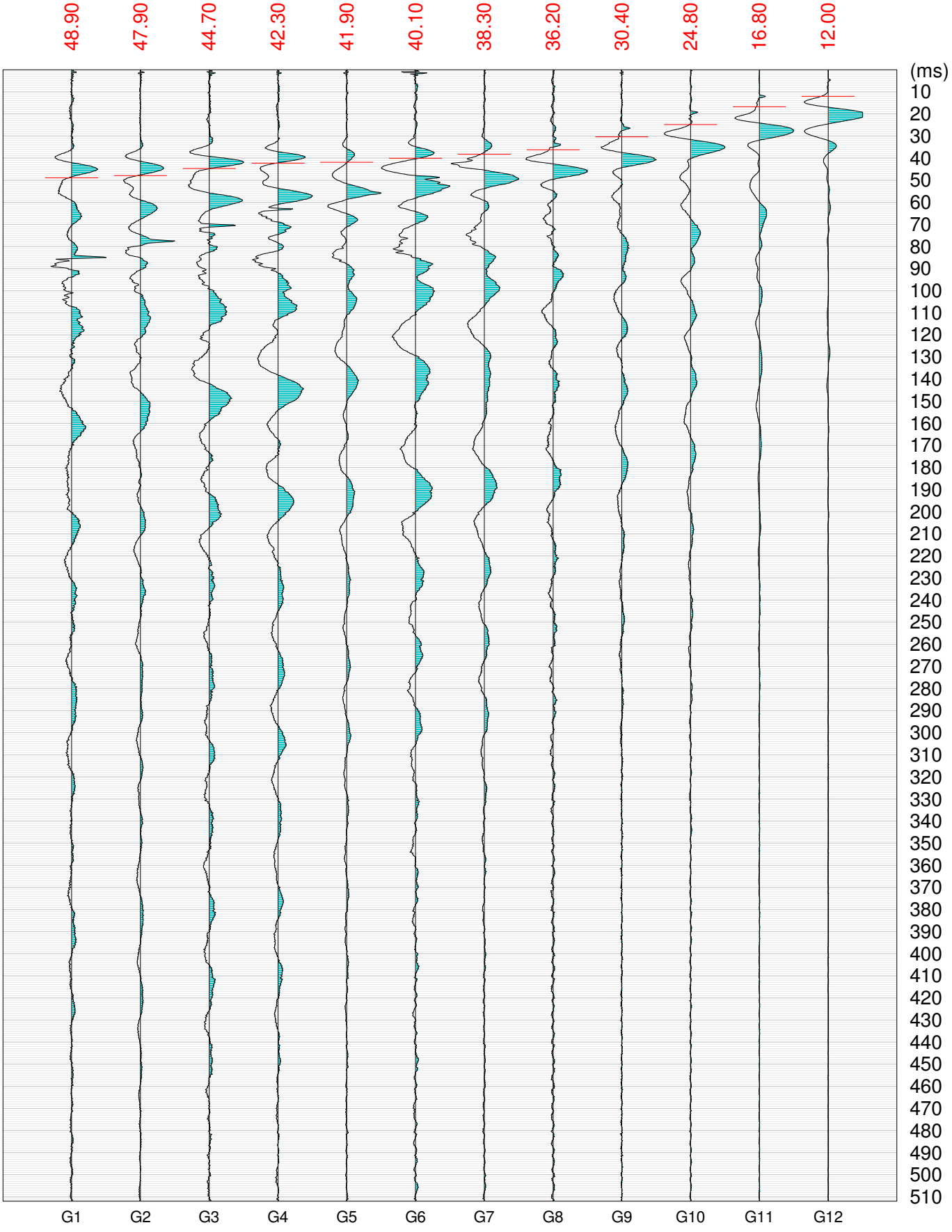
www.geoandsoft.com

INDAGINE SISMICA - Stesa 2
Impianto idroelettrico "Statale"
Loc. Statale - Comune di NE (GE)



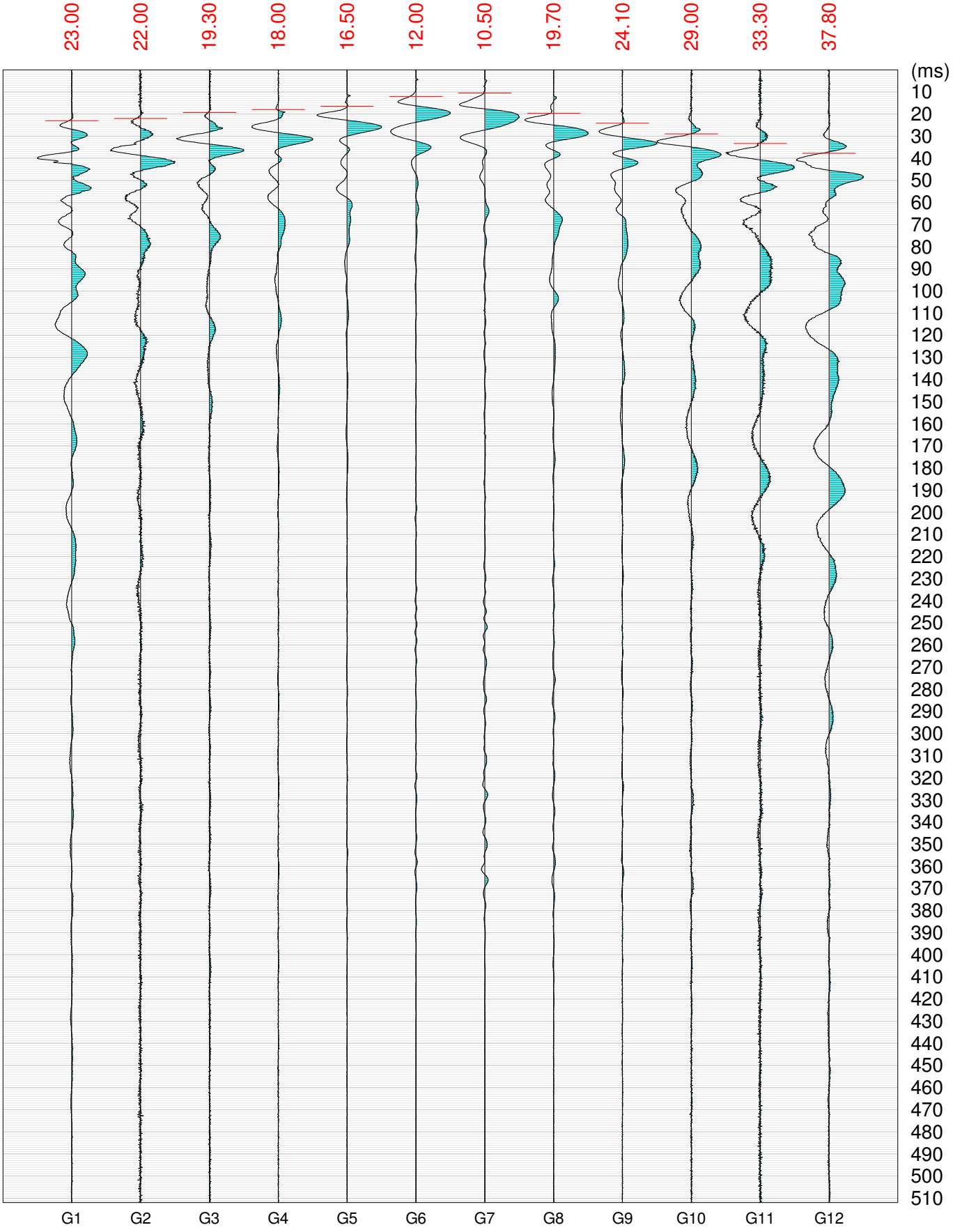
www.geoandsoft.com

INDAGINE SISMICA - Stesa 2
Impianto idroelettrico "Statale"
Loc. Statale - Comune di NE (GE)



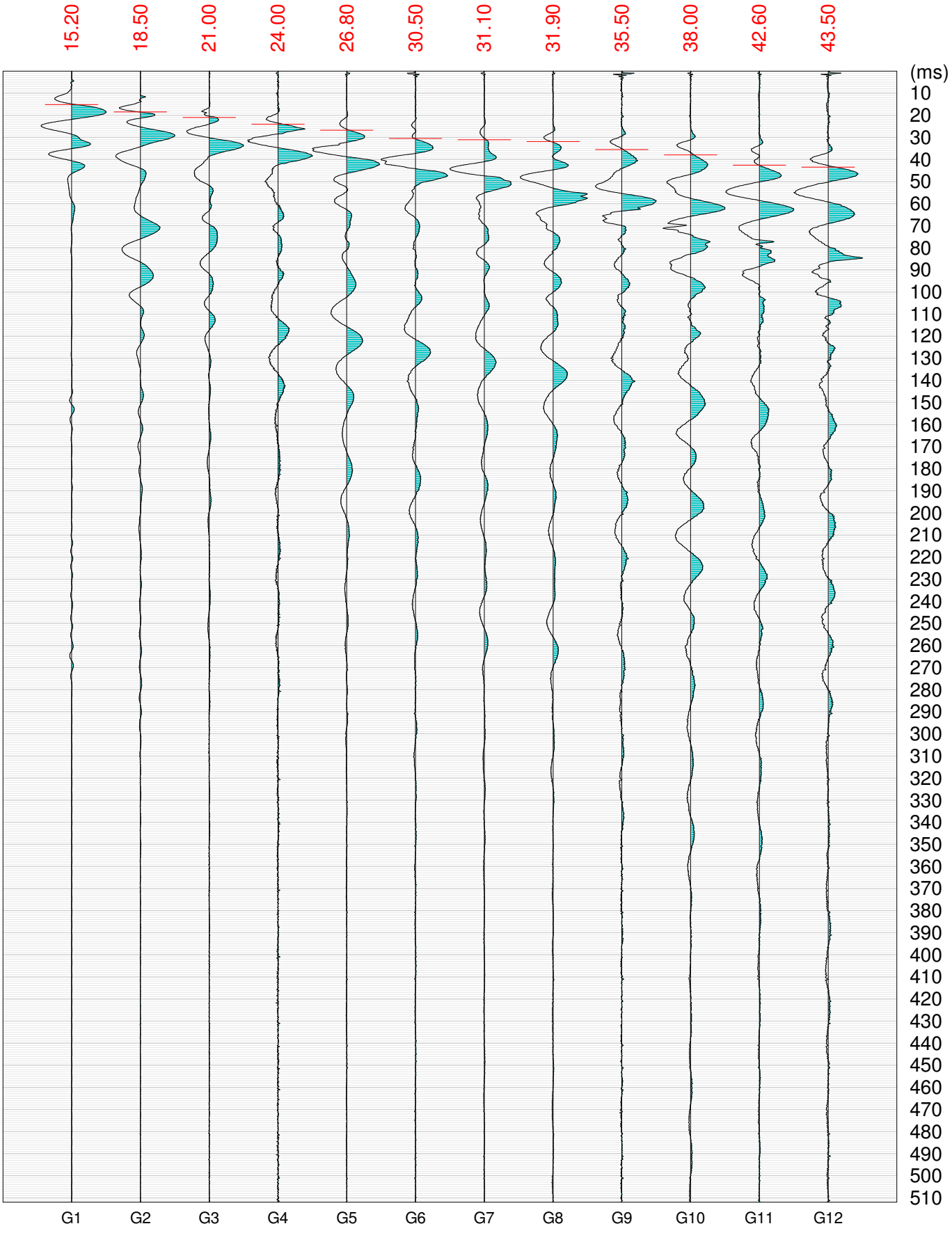
www.geoandsoft.com

INDAGINE SISMICA - Stesa 2
Impianto idroelettrico "Statale"
Loc. Statale - Comune di NE (GE)



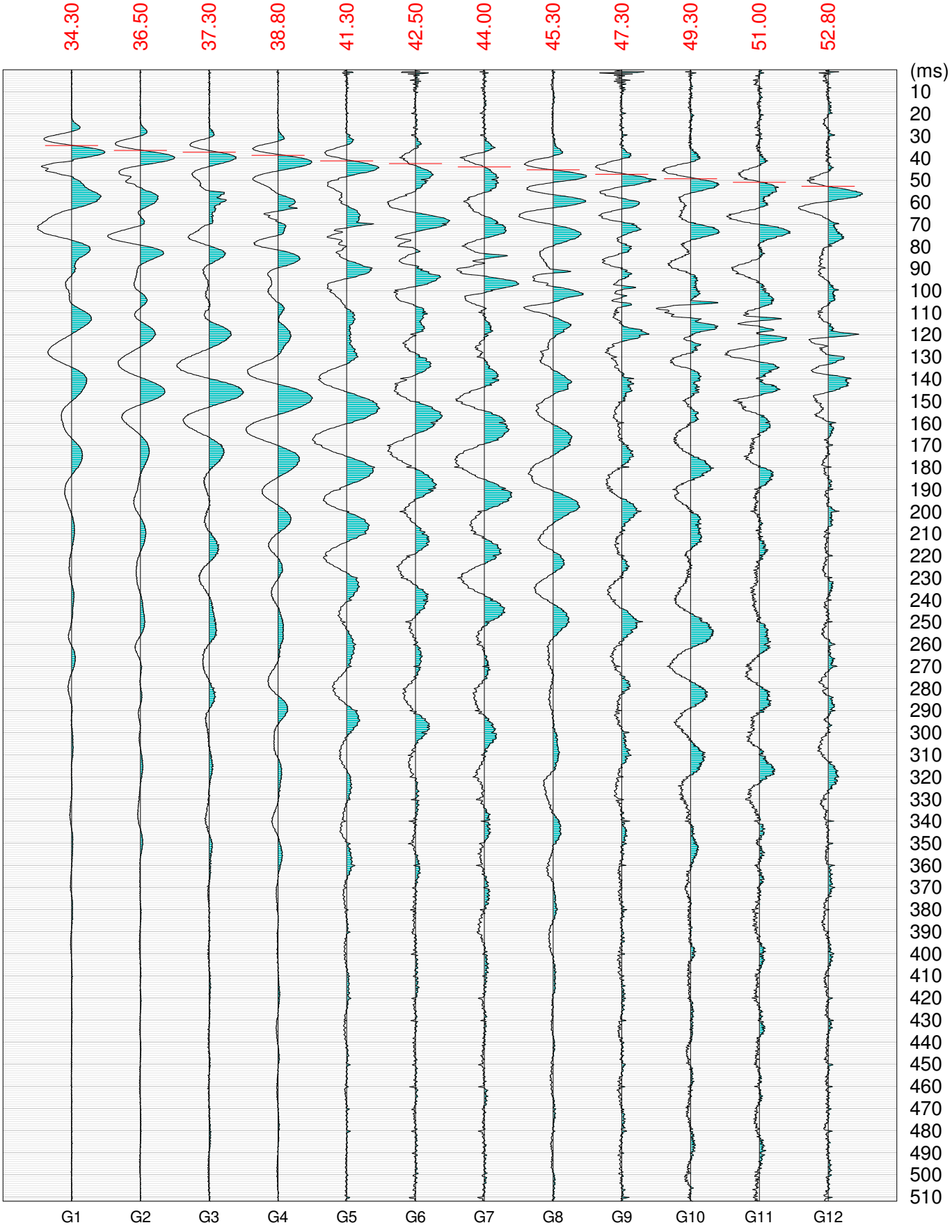
www.geoandsoft.com

INDAGINE SISMICA - Stesa 2
Impianto idroelettrico "Statale"
Loc. Statale - Comune di NE (GE)



www.geoandsoft.com

INDAGINE SISMICA - Stesa 2
Impianto idroelettrico "Statale"
Loc. Statale - Comune di NE (GE)



www.geoandsoft.com

allegato 6c

Stesa sismica a rifrazione S3

ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE
Stesa 3
Impianto idroelettrico "Statale"
Loc. Statale - Comune di NE (GE)

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
24.75	0.00	ofs#1.dat
17.25	0.00	els#1.dat
8.25	0.00	ms#1.dat
-.75	0.00	eld#1.dat
-8.25	0.00	ofd#1.dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da 24.75 [ms]	FBP da 17.25 [ms]	FBP da 8.25 [ms]	FBP da -0.75 [ms]	FBP da -8.25 [ms]
1	0.00	0.00	53.30	42.80	22.60	9.30	21.10
2	1.50	0.00	51.50	40.10	19.60	12.10	22.70
3	3.00	0.00	49.30	37.90	17.40	15.10	24.60
4	4.50	0.00	47.00	35.70	14.10	18.10	26.60
5	6.00	0.00	45.50	33.60	10.70	21.50	29.20
6	7.50	0.00	42.30	30.00	8.10	22.90	30.50
7	9.00	0.00	40.50	28.20	6.40	26.70	34.90
8	10.50	0.00	39.30	26.00	8.00	29.80	38.40
9	12.00	0.00	36.00	22.50	11.60	33.90	41.40
10	13.50	0.00	33.80	19.80	15.80	37.90	44.30
11	15.00	0.00	32.40	15.10	19.10	40.00	46.60
12	16.50	0.00	29.10	10.80	22.60	42.20	48.70

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

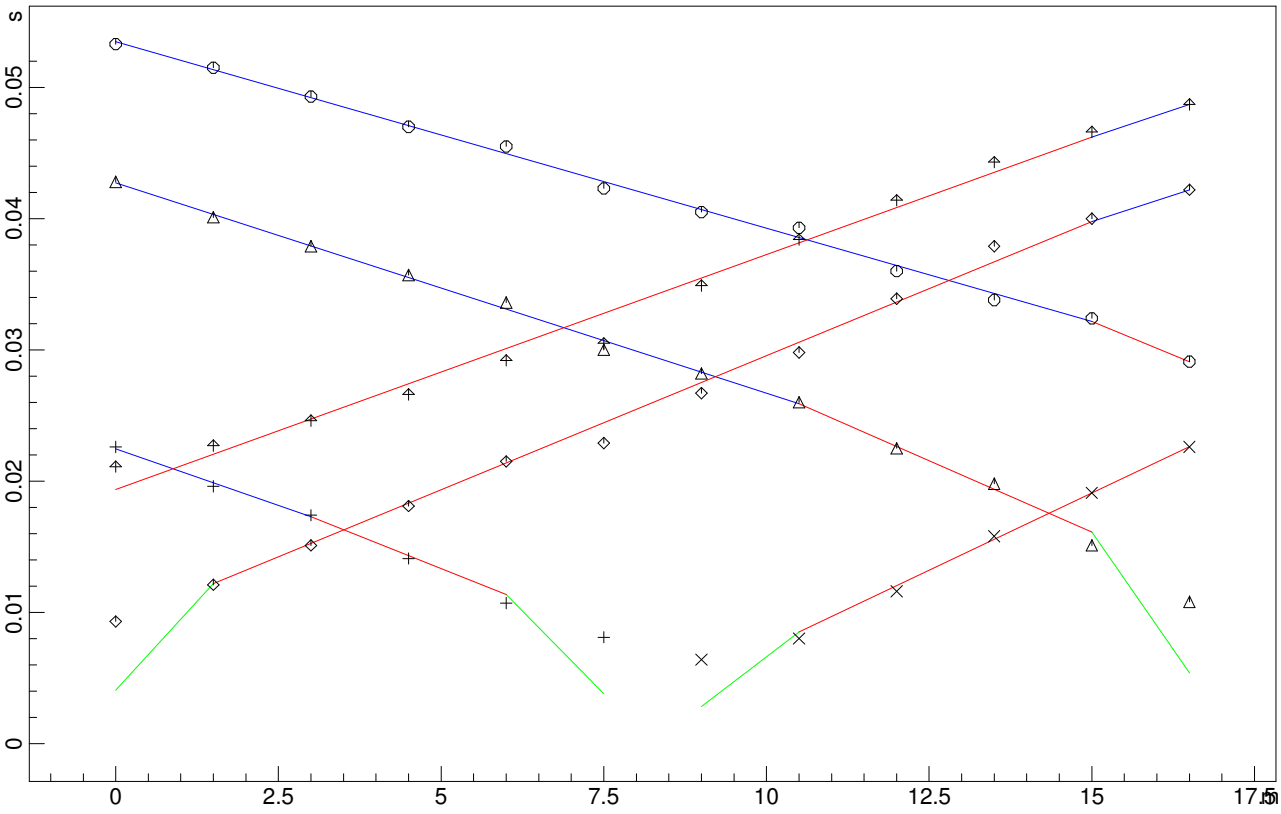
N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	1.1	3.3
2	1.0	3.8
3	1.0	3.7
4	0.9	3.8
5	0.9	3.9
6	0.8	4.2
7	0.9	3.8
8	1.0	3.1
9	1.0	3.2
10	1.1	3.1
11	0.9	3.5
12	1.0	3.5

VELOCITA' DEGLI STRATI

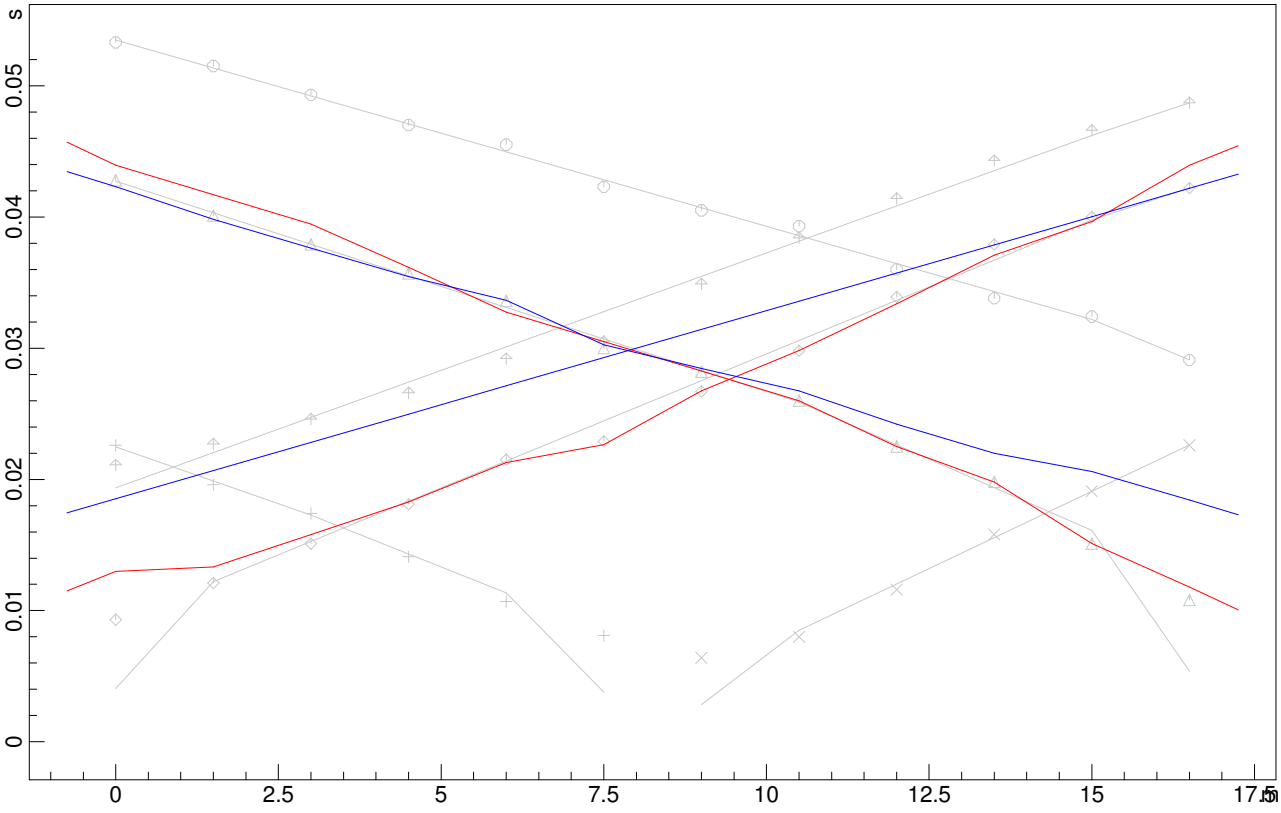
N. Strato	Velocità [m/s]
1	186.8
2	505.4
3	1175.3

INDAGINE SISMICA - Stesa 3
Impianto idroelettrico "Statale"
Loc. Statale - Comune di NE (GE)

DROMOCRONE ORIGINALI



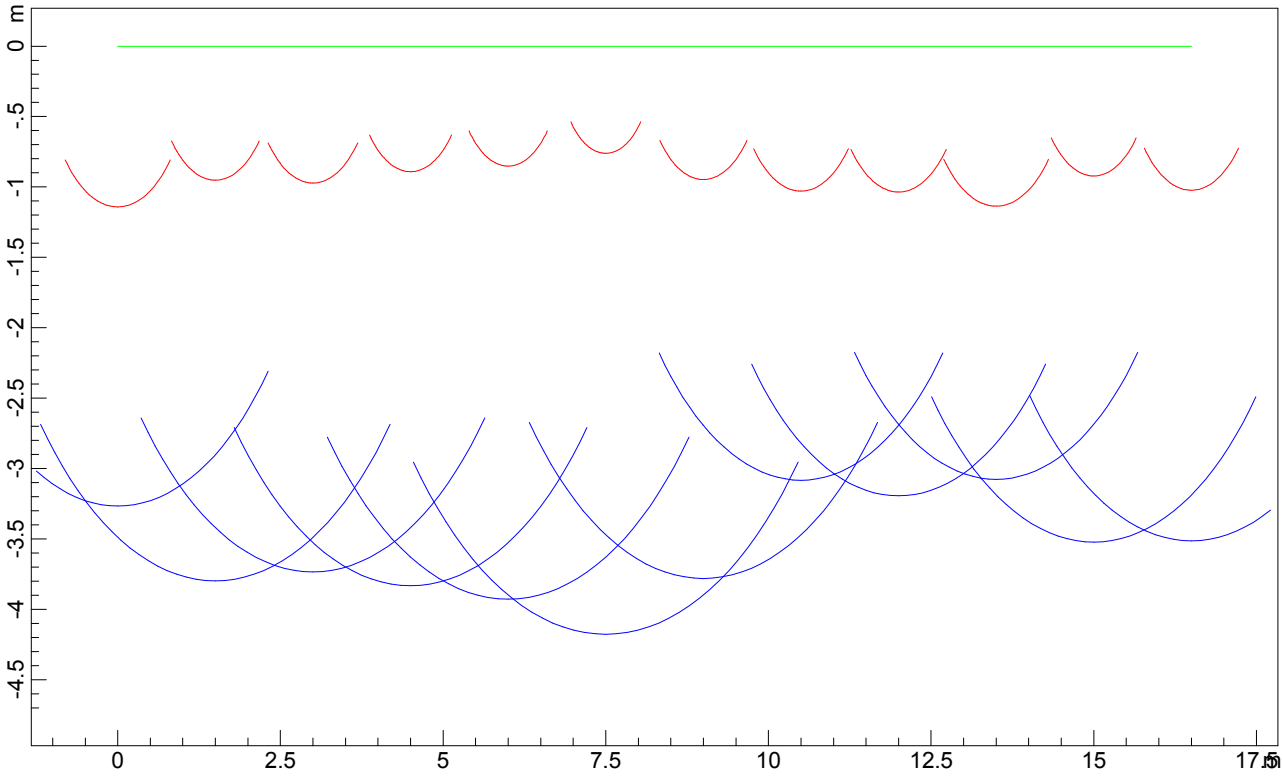
DROMOCRONE TRASLATE



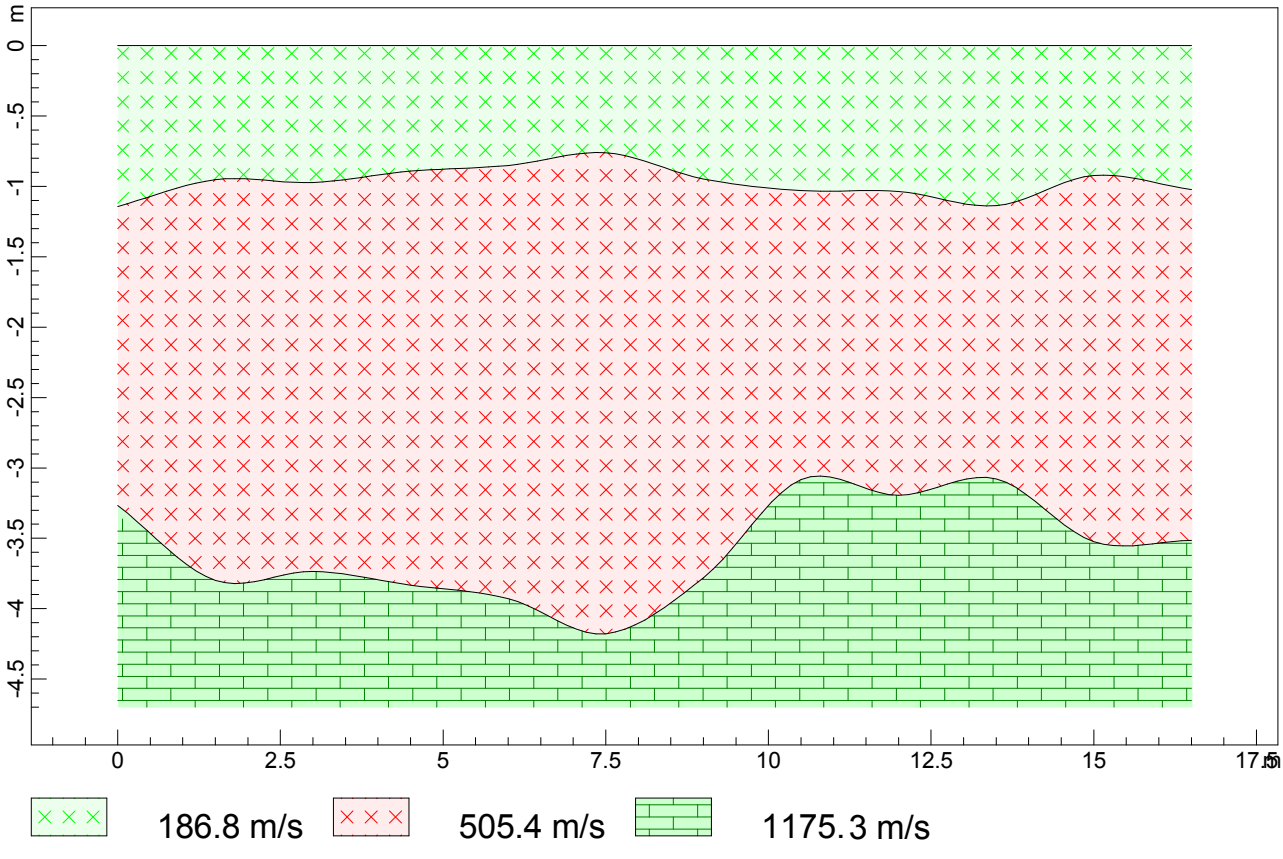
www.geoandsoft.com

INDAGINE SISMICA - Stesa 3
Impianto idroelettrico "Statale"
Loc. Statale - Comune di NE (GE)

PROFONDITA' RIFRATTORI



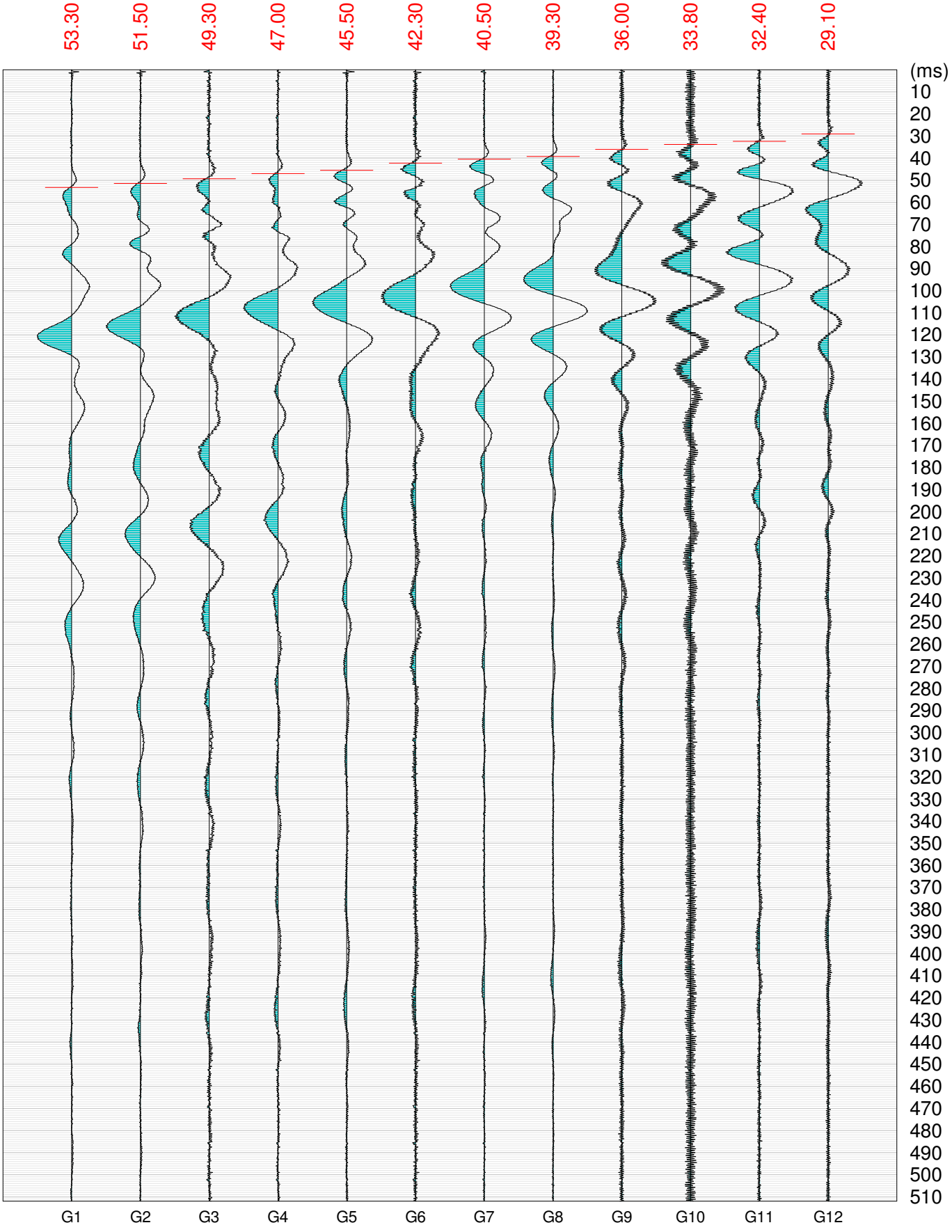
SEZIONE VERTICALE



186.8 m/s 505.4 m/s 1175.3 m/s

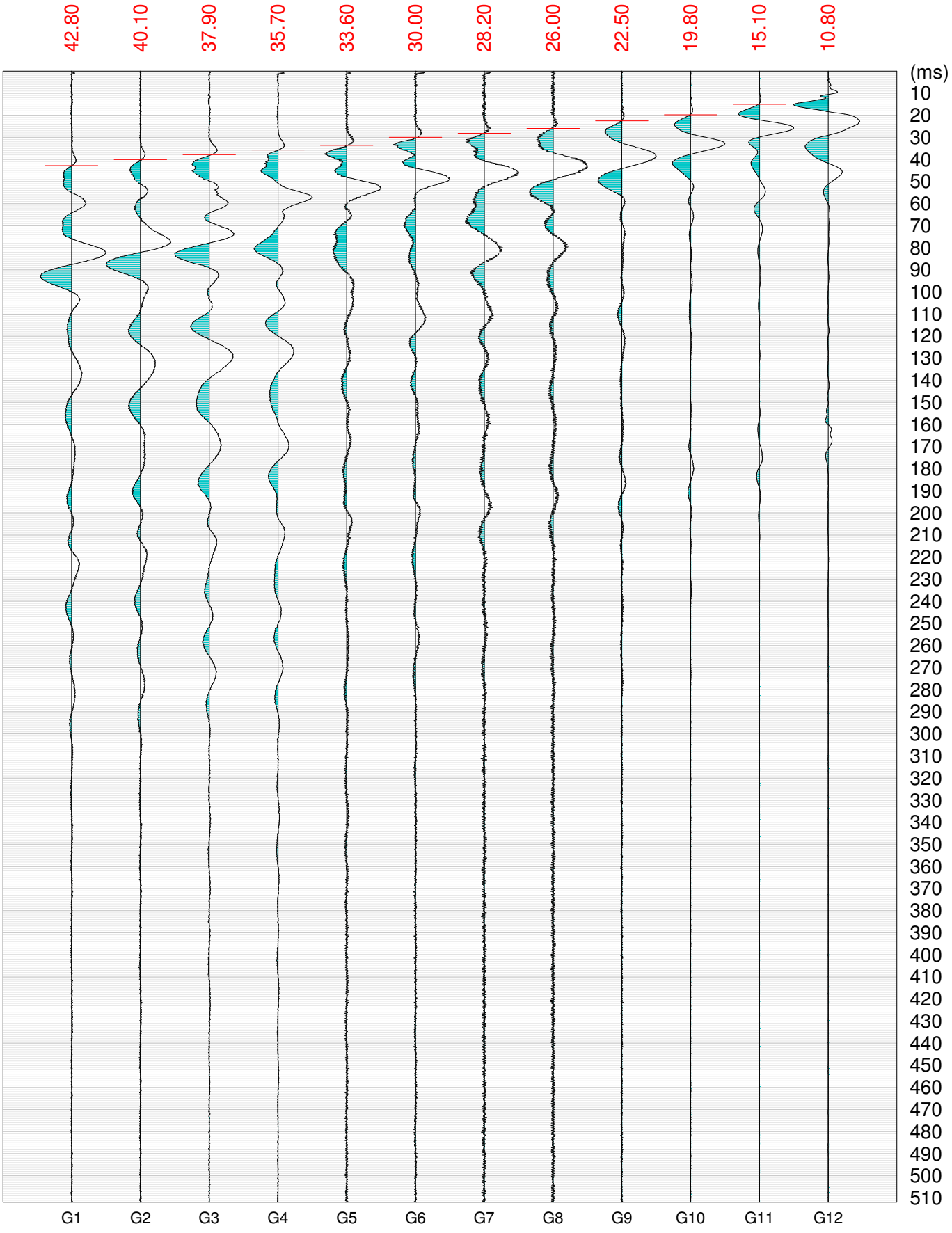
www.geoandsoft.com

INDAGINE SISMICA - Stesa 3
Impianto idroelettrico "Statale"
Loc. Statale - Comune di NE (GE)



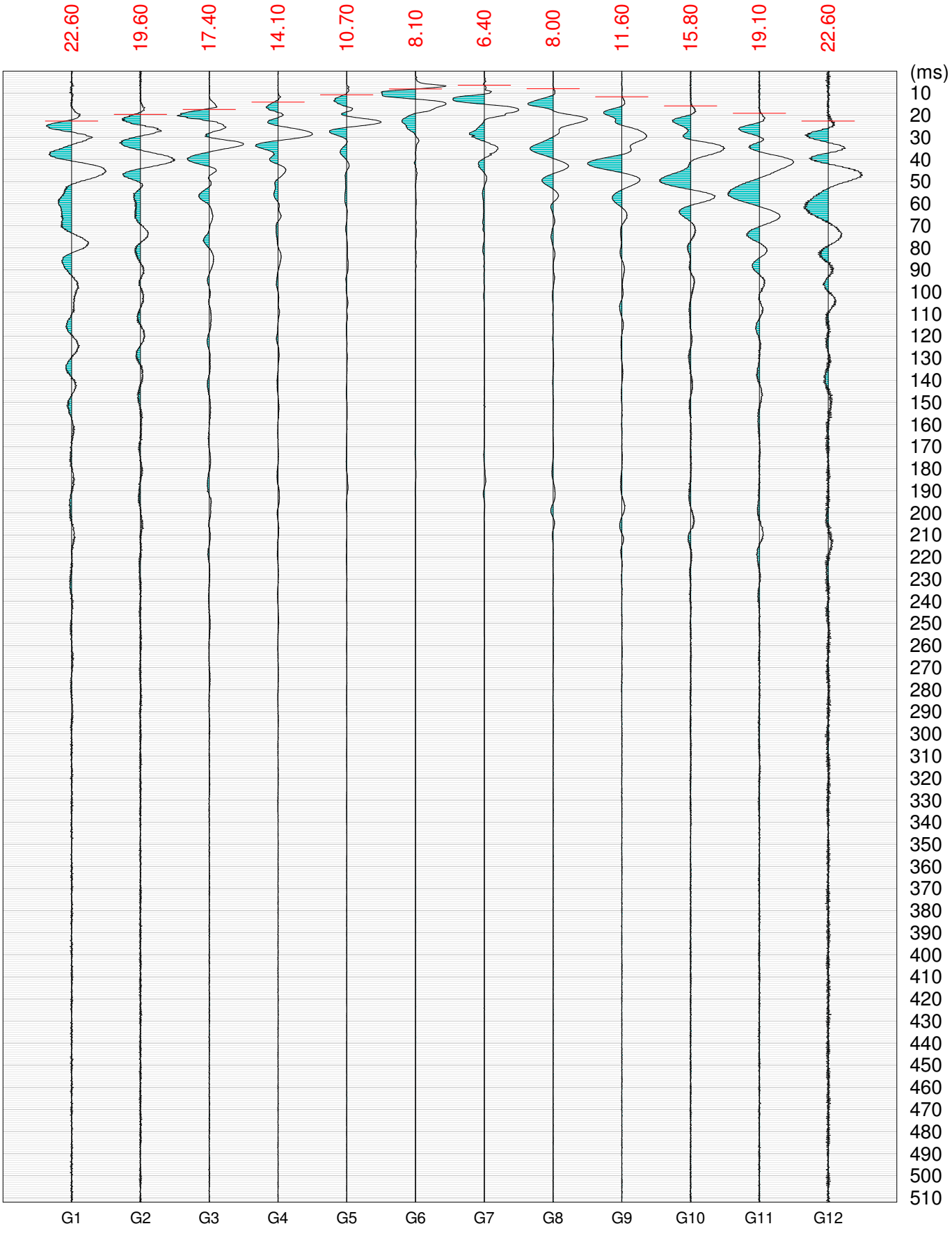
www.geoandsoft.com

INDAGINE SISMICA - Stesa 3
Impianto idroelettrico "Statale"
Loc. Statale - Comune di NE (GE)



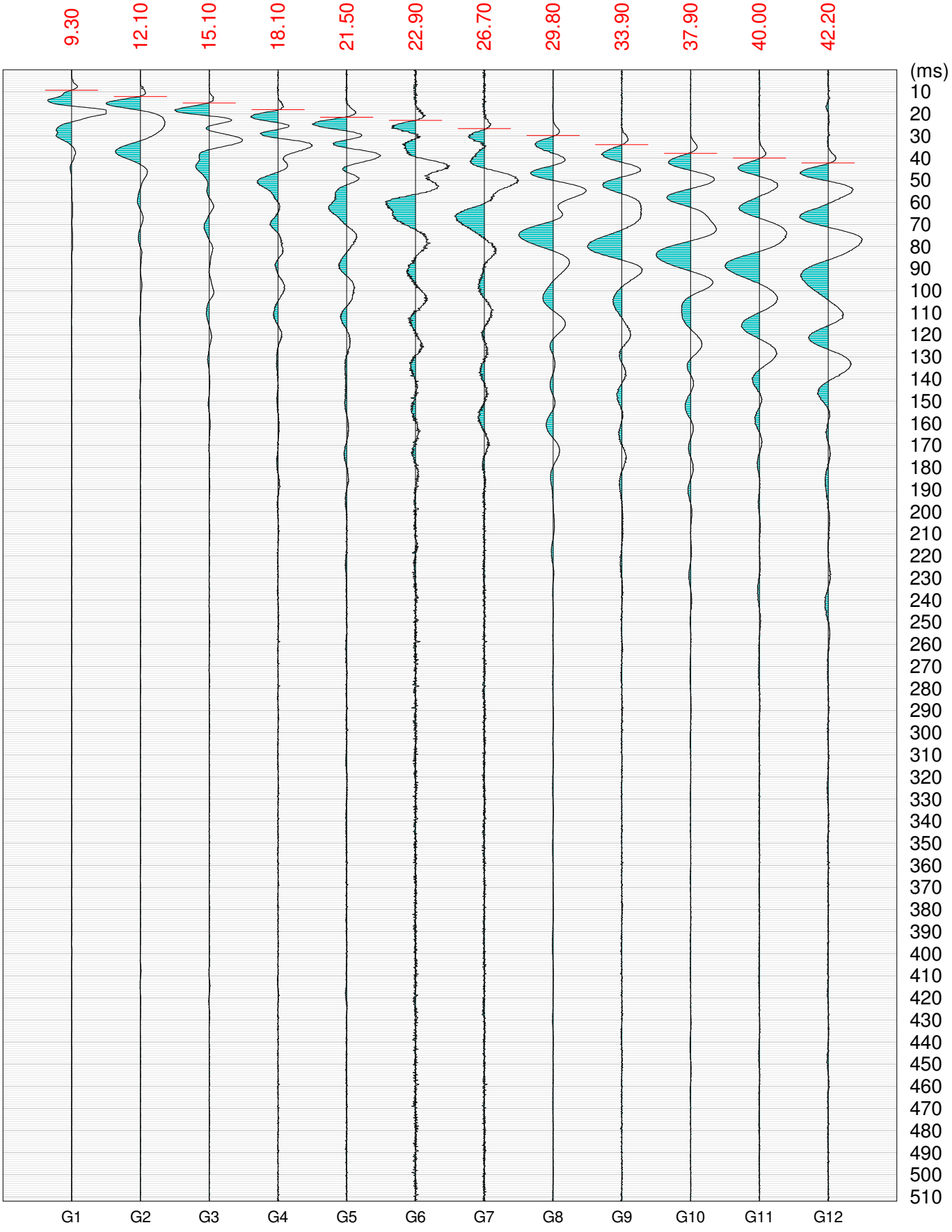
www.geoandsoft.com

INDAGINE SISMICA - Stesa 3
Impianto idroelettrico "Statale"
Loc. Statale - Comune di NE (GE)



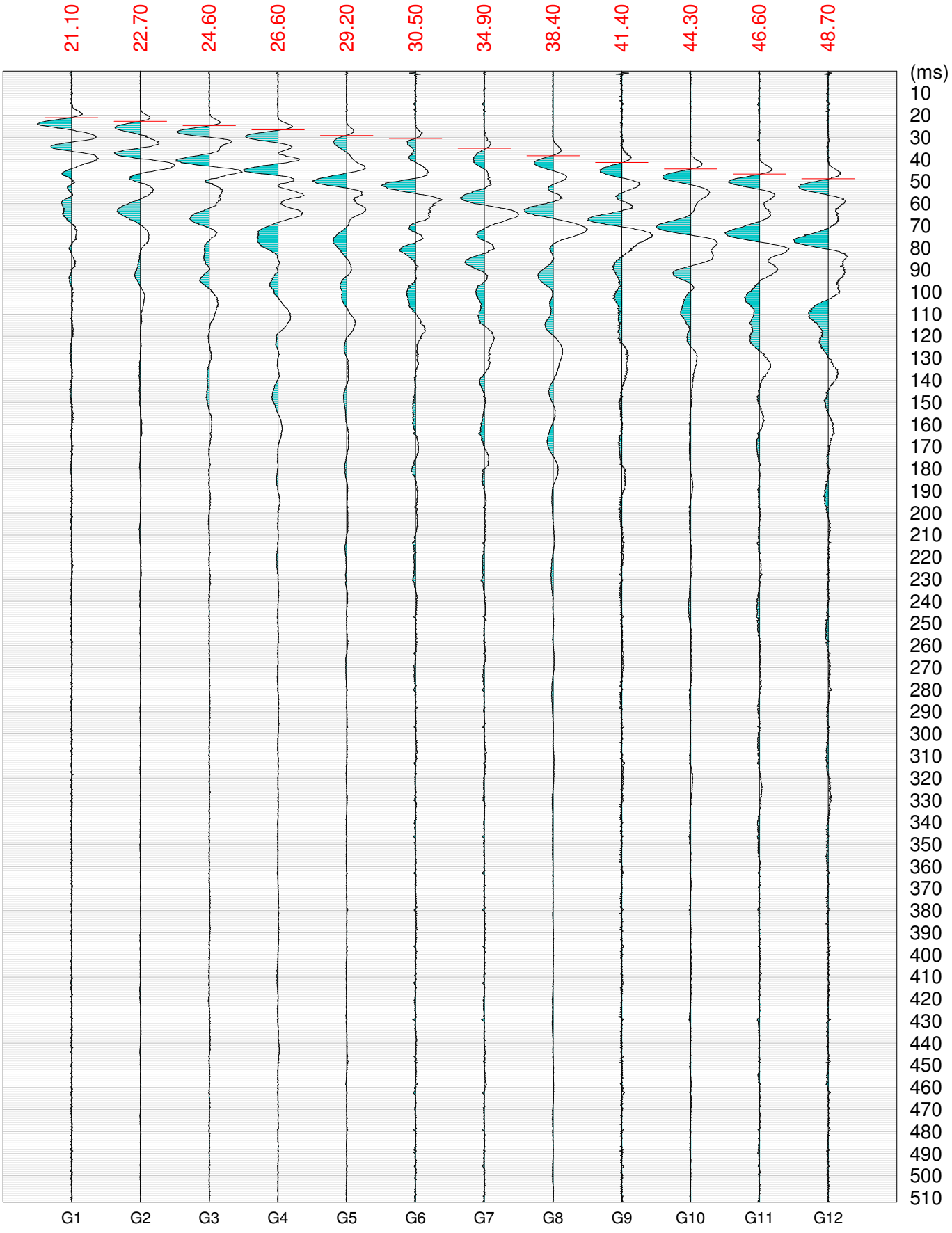
www.geoandsoft.com

INDAGINE SISMICA - Stesa 3
Impianto idroelettrico "Statale"
Loc. Statale - Comune di NE (GE)



www.geoandsoft.com

INDAGINE SISMICA - Stesa 3
Impianto idroelettrico "Statale"
Loc. Statale - Comune di NE (GE)



www.geoandsoft.com

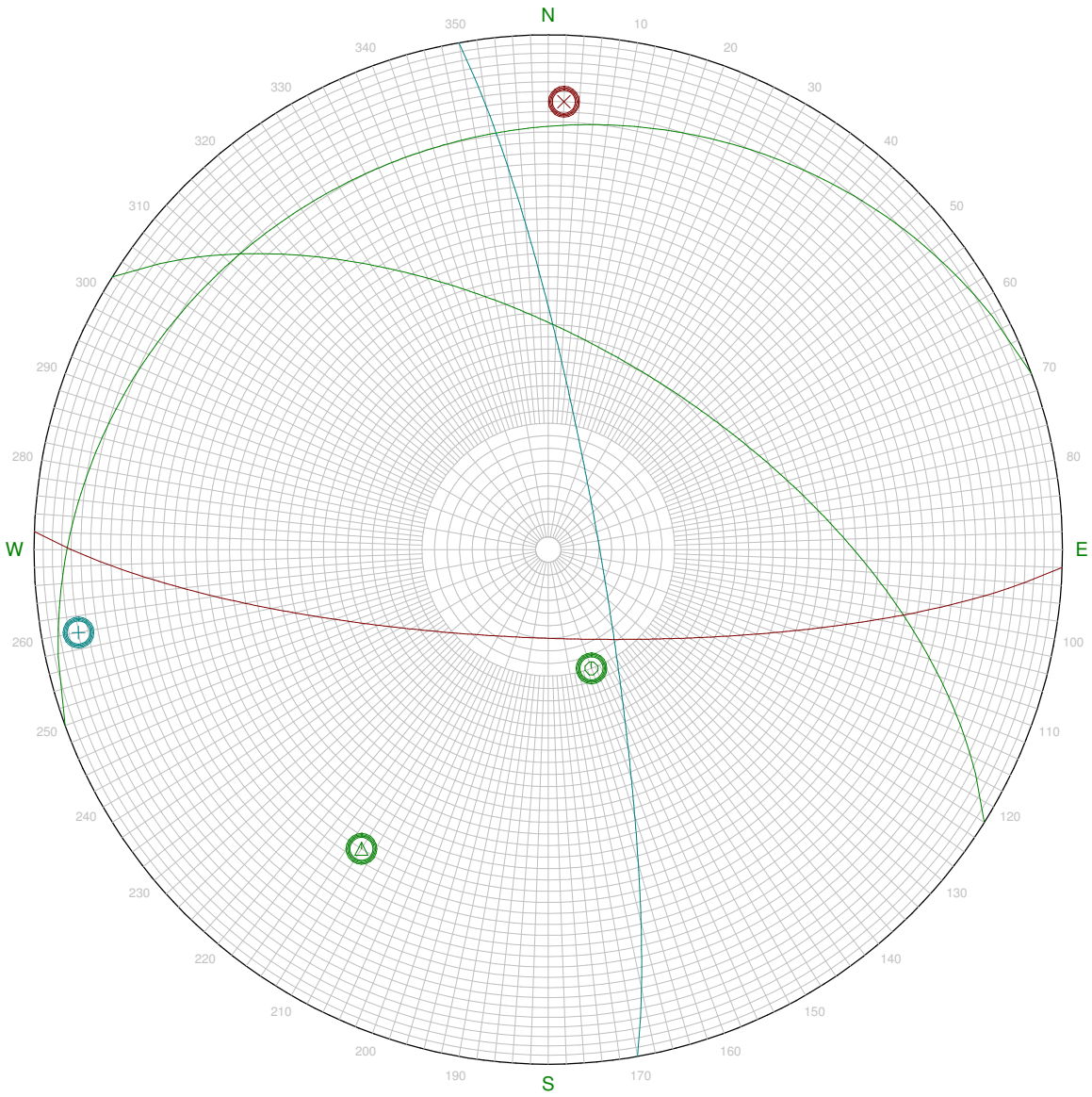
allegati 7

Cluster Analysis

RILIEVO STRUTTURALE

cluster analysis

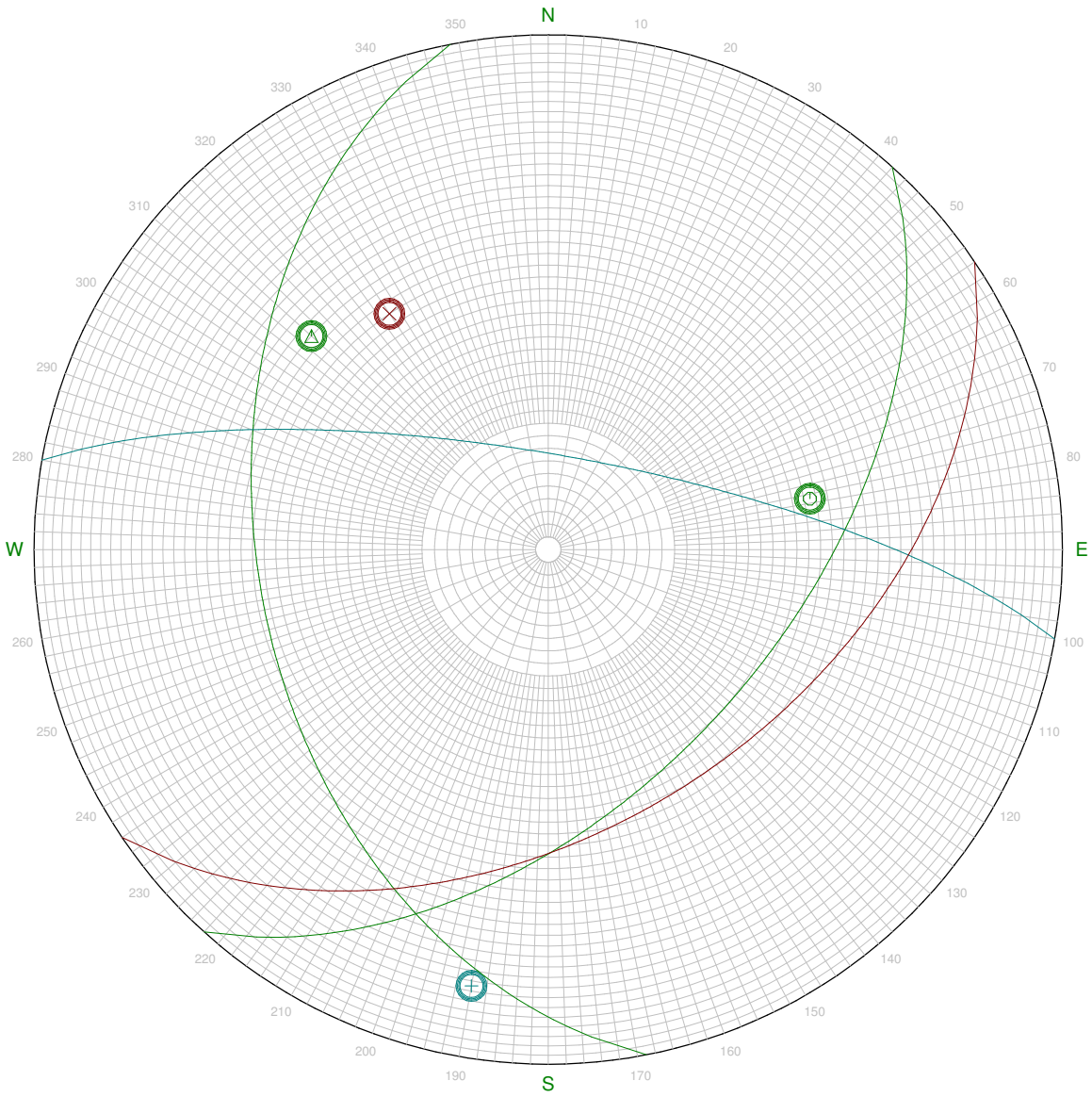
Stazione geomeccanica (Rio Foppo)



RILIEVO STRUTTURALE

cluster analysis

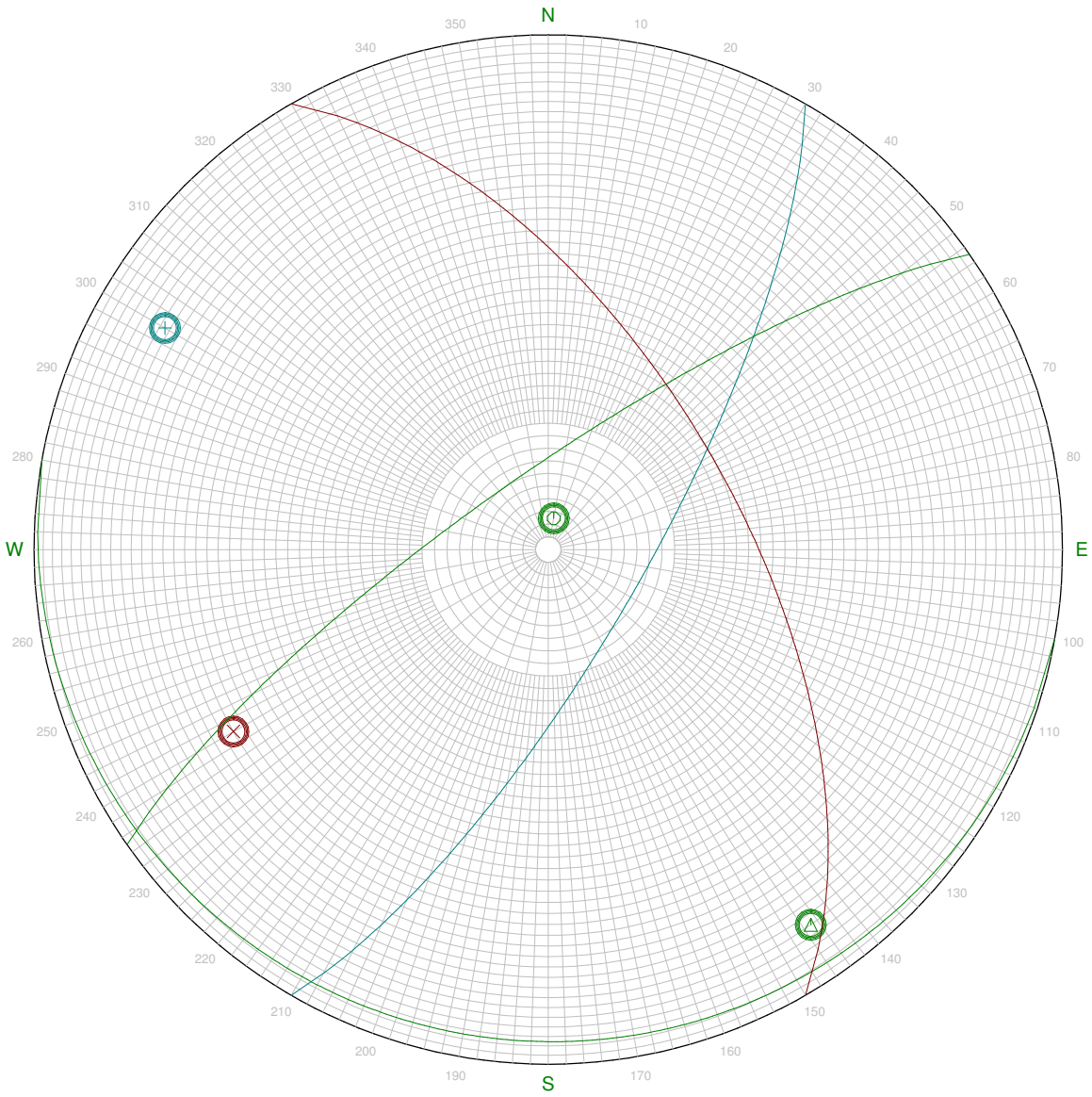
Stazione geomeccanica (Rio Statale)



RILIEVO STRUTTURALE

cluster analysis

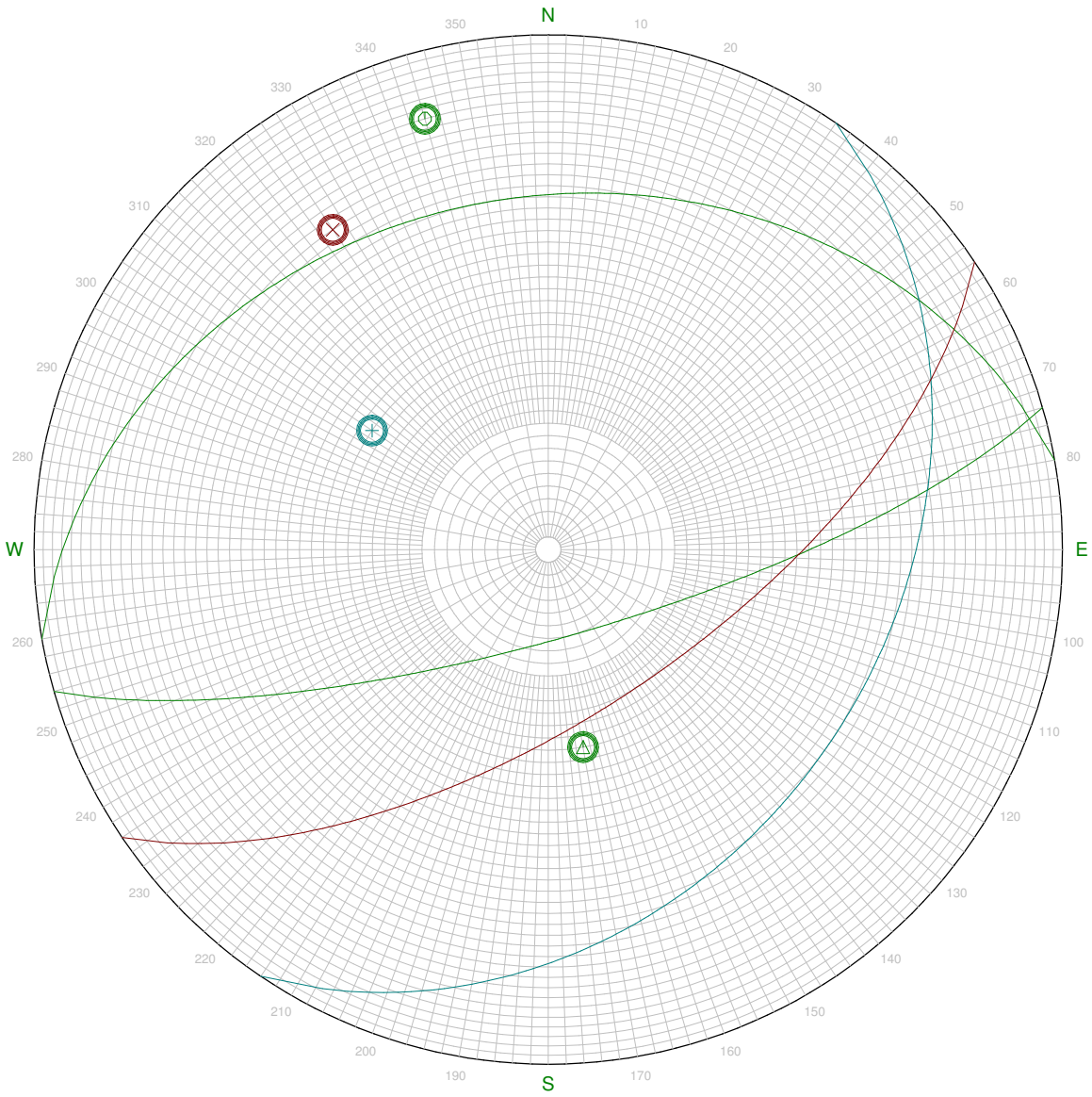
Stazione geomeccanica (Fq2)

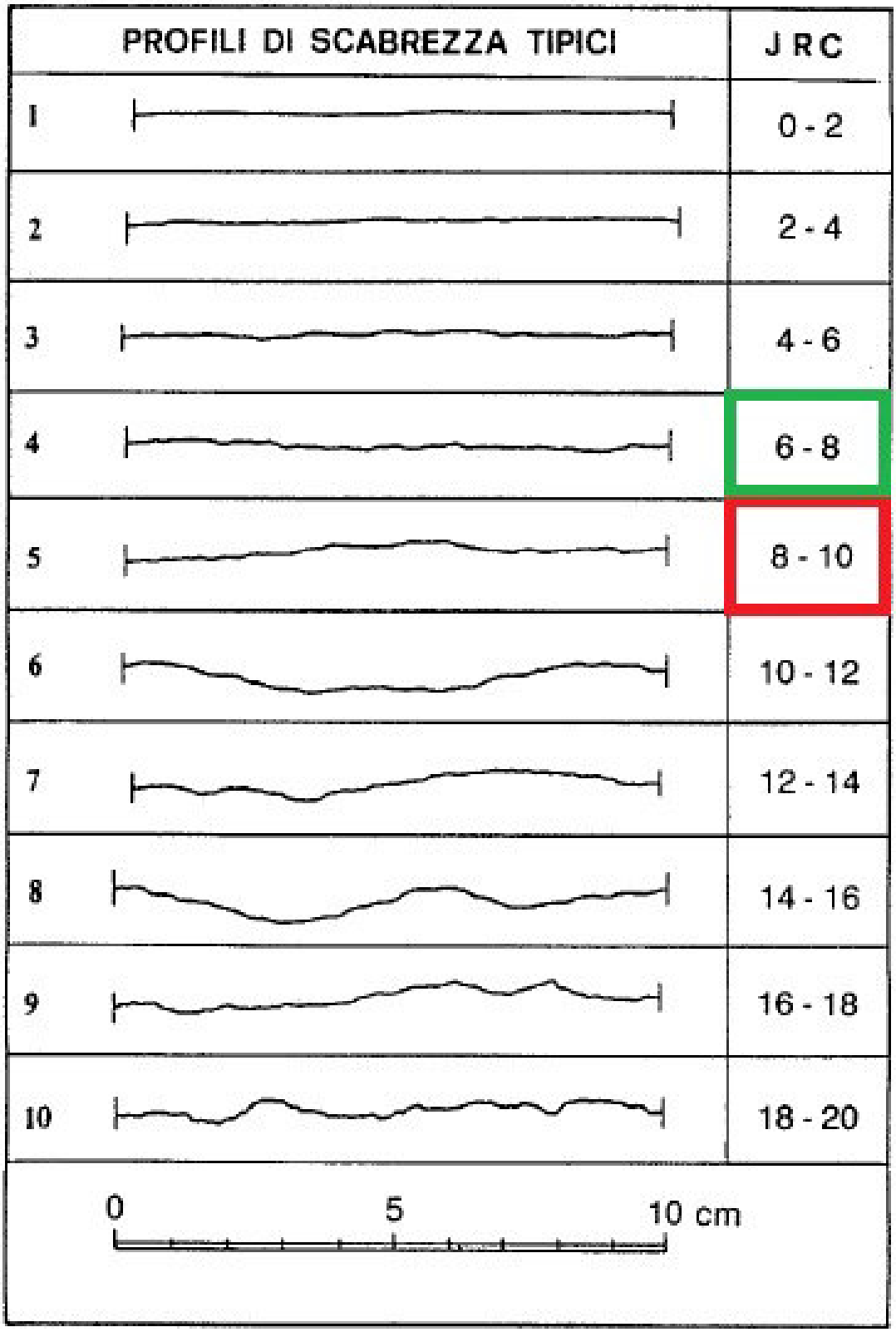


RILIEVO STRUTTURALE

cluster analysis

Stazione geomeccanica (Fabbricato di centrale)





Classificazione dei profili di scabrezza secondo Barton e corrispondenti valori del parametro JRC.

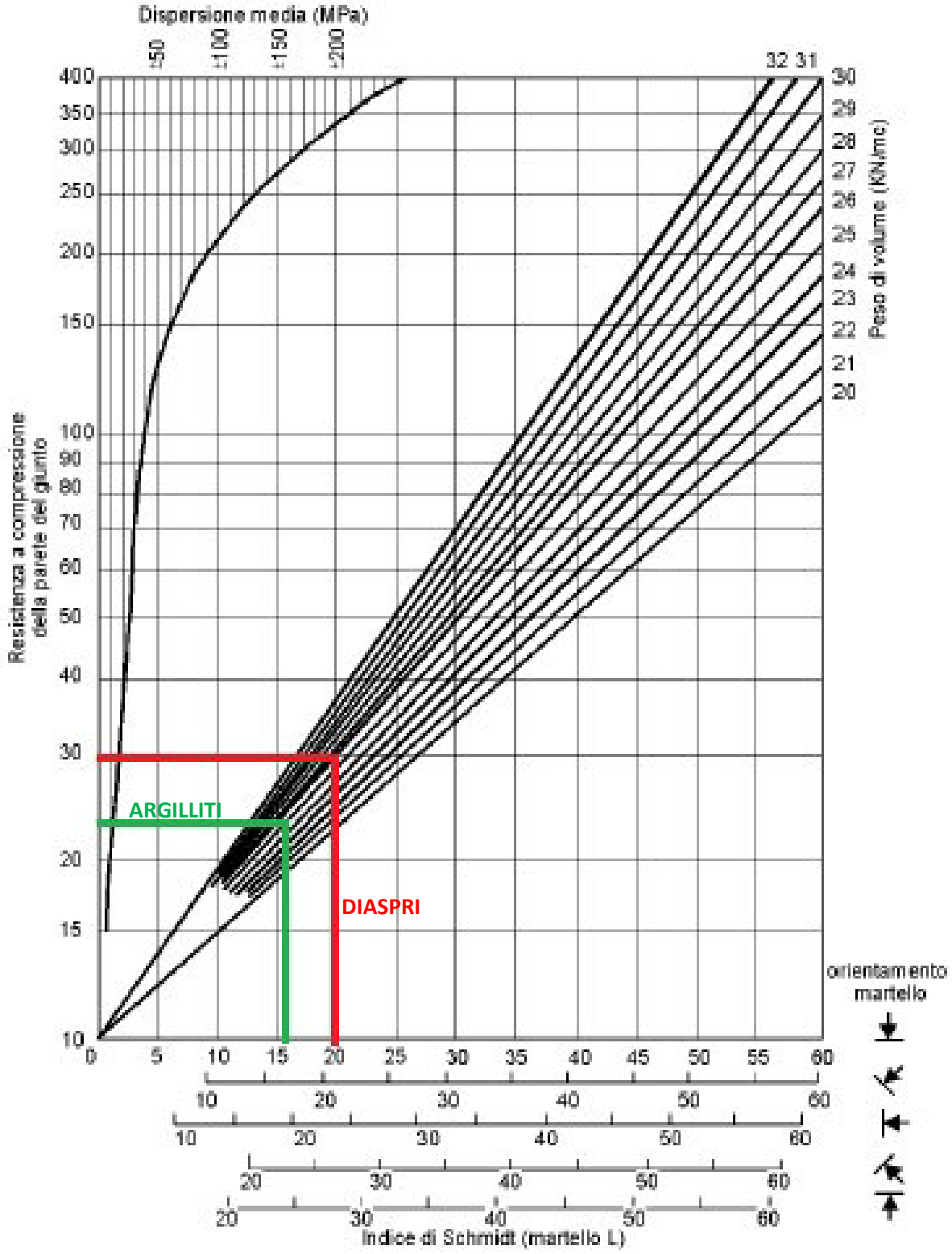


Grafico R_L - q_c con Martello di Schimdt tipo L (energia di percussione = 0.075 kg x m).

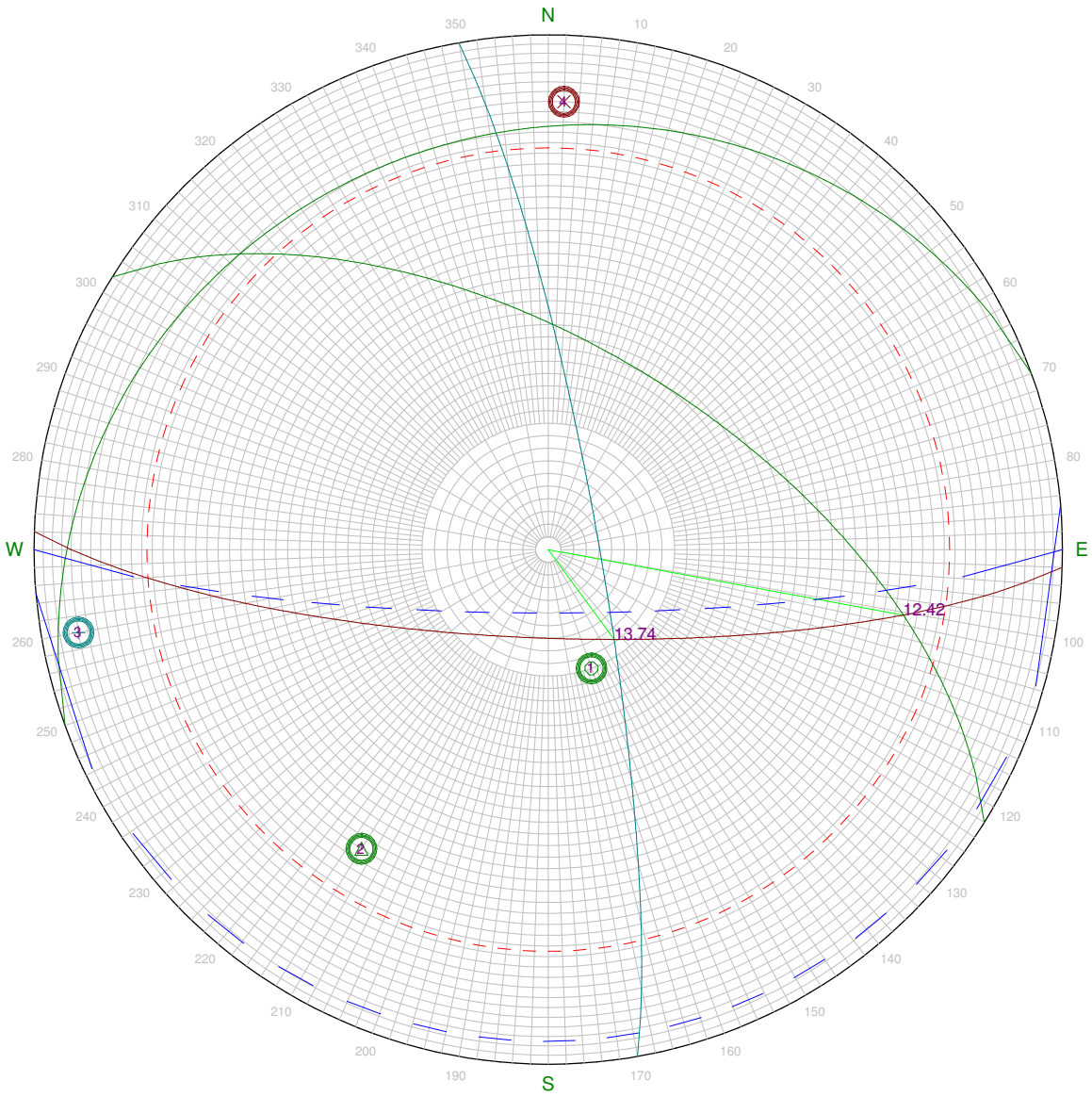
allegati 10

Test di Markland

RILIEVO STRUTTURALE

cluster analysis

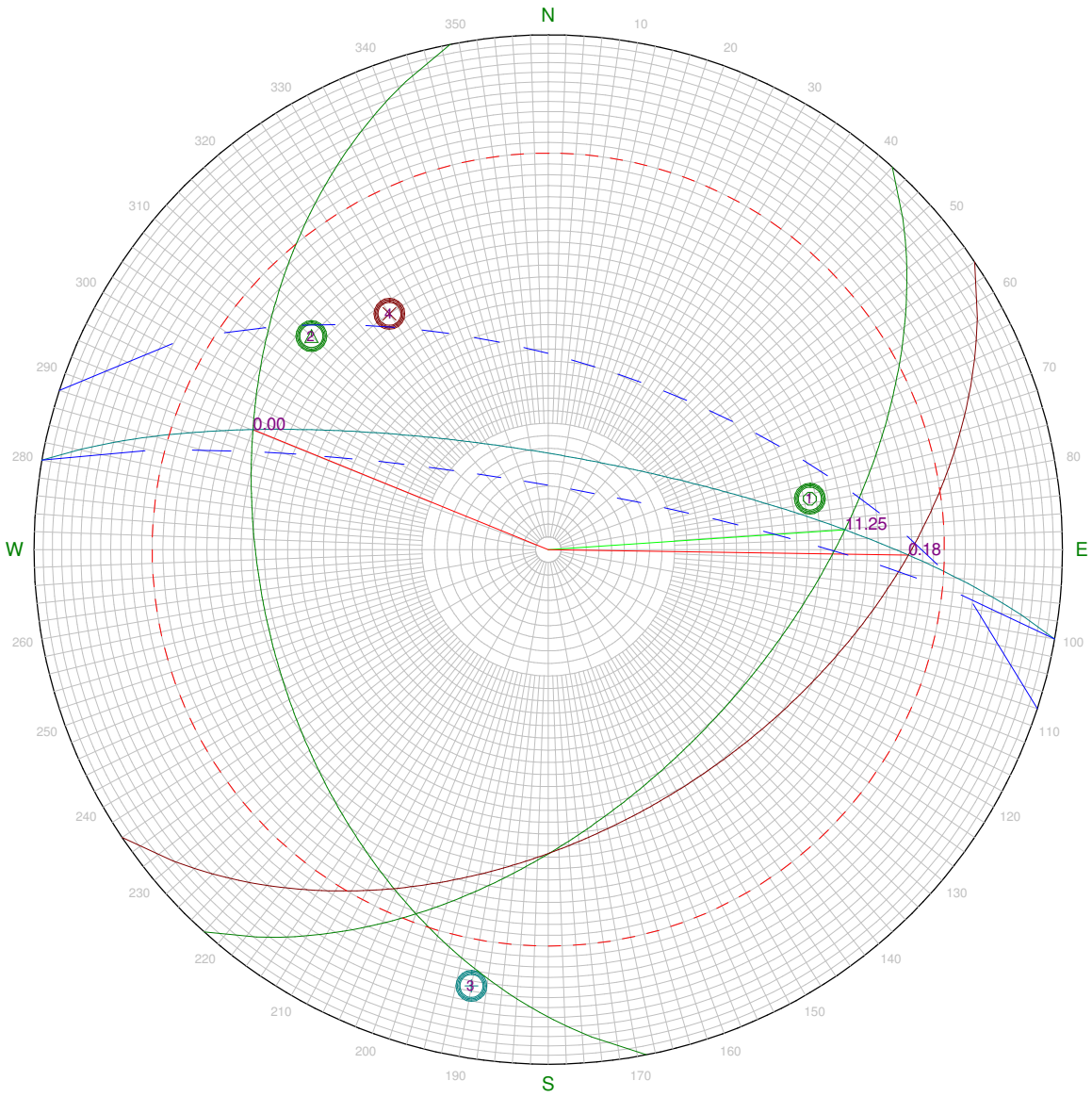
Test di Markland (Rio Foppo)



RILIEVO STRUTTURALE

cluster analysis

Test di Markland (Rio Statale)



RILIEVO STRUTTURALE

cluster analysis

Stazione geomeccanica (Fabbricato di centrale)

