

COMUNE DI SAN ROMANO IN GARFAGNANA

(Provincia di Lucca)

**Indagini geologico-tecniche “Intervento di recupero e
riqualificazione aree degradate e dismesse, area di
Sillicagnana”**

RELAZIONE GEOLOGICA

il Tecnico

Dott. Geol. Simone Castelli

San Romano in Garfagnana - Settembre 2023

INDICE

1. Premessa	pag. 2
2. Inquadramento	pag. 2
3. Dati geognostici	pag. 2
3.1 Carta geologica e geomorfologica	pag. 4
3.2 Carta litotecnica	pag. 5
4. Valutazione geologico tecnica	pag. 6
5. Conclusioni	pag. 7
5.1 Fattibilità	pag. 9

ALLEGATI AL TESTO :

- Carta della franosità, PAI, Autorità di Distretto Appennino Settentrionale
- Mappa della pericolosità da alluvione, PGRA, Autorità di Distretto Appennino Settentrionale
- Carta del Vincolo Idrogeologico
- Carte della pianificazione intercomunale P.S.i. vigente
- Carte della pianificazione comunale R.U. vigente

- Dati di base
- Prove campagna di indagine 2023
 - prove HVSR
 - prove penetrometriche DPM

1. Premessa

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di San Romano in Garfagnana (Lucca) sono state condotte indagini di supporto, sotto il profilo geologico e geotecnico alla valutazione della fattibilità di una variante mediante approvazione del progetto secondo l'art.34 della Legge regionale della Toscana 10 novembre 2014, n. 65, come redatta dall'Arch. Fabrizio Cinquini. Tale variante fa riferimento al progetto di Fattibilità Tecnico Economica relativo all'intervento di recupero e riqualificazione aree degradate e dismesse.

Le valutazioni tecniche specifiche relative all'intervento sono contenute negli elaborati allegati del Progettista, arch. Stefano Dini.

2. Inquadramento

Come già trattato nella relazione tecnica di variante, l'area oggetto di studio risulta collocata all'interno del perimetro urbanizzato della frazione in loc. Sillicagnana, nel comune di San Romano in Garfagnana ed è stata interessata in passato, dal punto di vista geologico, da fenomeni franosi attualmente quiescenti. Le coperture di versante risultano abbondanti, anche oltre i 10 m, con matrici limose e clasti appartenenti soprattutto alla formazione delle arenarie "Macigno", che affiorano a monte dell'abitato, oltre il contatto tettonico che ribassa le Unità liguri, nello specifico le "Argille e Calcari", rispetto alla Falda Toscana e quindi alle arenarie stesse. I materiali di copertura laddove il versante risulta più acclive, soprattutto al di sotto della strada provinciale, sono interessati da fenomeni di soliflusso. Nell'area di intervento, posta al di sopra della strada provinciale, su di un versante con circa 10° di acclività, non sono evidenti segni legati a fenomeni attivi. Dal punto di vista idraulico, rispetto alla quota del sito che si colloca a circa 500 m.s.l.m. il Serchio scorre a circa 365 m.s.l.m. Il fosso della Madonna, affluente di sinistra del Serchio facente parte del reticolo significativo della Regione Toscana, dista circa 100 metri dal sito e non interferisce con l'area.

3. Dati geognostici

La campagna di indagine è stata condotta in due modalità distinte: mediante la raccolta dei dati preesistenti adiacenti all'area di intervento e con la realizzazione in sito di apposite prove geognostiche funzionali alla descrizione geologica del terreno per la fase progettuale, in linea con quanto prescritto nella relazione tecnica a supporto dello studio di fattibilità della variante urbanistica.

Tra i dati pregressi sono state raccolte 3 prove di rumore sismico passivo HVSR e una linea sismica a rifrazione in onde P ed S, provenienti in parte dagli allegati al RU vigente e al PS intercomunale, in parte dal Progetto VEL della regione. Le condizioni di sito in cui sono state realizzate tali prove sono comparabili con quelle dell'area oggetto di studio, in quanto gran parte dell'abitato di Sillicagnana poggia su coperture di versante e su detriti di frana quiescente.

Da tali prove si desume come le caratteristiche delle coperture e del substrato siano abbastanza scadenti e simili tra di loro. Infatti dalla lettura delle velocità sismiche, specialmente dalla rifrazione delle onde S, non influenzata dalla presenza di falda, si nota come il passaggio tra i materiali più allentati con Vs 200 m/s, e quelli più integri, con Vs prossima a 400 m/s, non presenti marcati salti di impedenza. Anche le prove HVSR sono coerenti con quanto appena esposto. Gli spessori delle coperture meno rigide, in prossimità del sito di intervento, mediamente si attestano intorno ai 5 m di profondità.

La nuova campagna di indagine è stata condotta all'interno del perimetro di variante, soprattutto in corrispondenza delle zone maggiormente significative ai fini progettuali, quindi nell'area da destinarsi a parcheggio. Nello specifico sono state eseguite, in questa fase, due prove di rumore sismico passivo HVSR e due prove penetrometriche DPM con installazione di piezometri a tubo aperto, per la lettura dei dati relativi all'oscillazione della falda.

Durante le prove penetrometriche e nella fase di monitoraggio, corrispondente ad un periodo di bassa ricarica, non è stata rilevata la presenza di una vera e propria falda. Nella prova P1 è stata osservata la presenza di umidità alla profondità di m. 2.80 dal p.c.

Dall'elaborazione dei dati penetrometrici e dalle informazioni desunte dai dati geognostici e geofisici pregressi e da quelli desumibili dalle cartografie tematiche, per il sito di intervento il modello stratigrafico e geotecnico del terreno proposto è il seguente:

- alternanze di depositi detritici metrici, con diverso grado di addensamento su un substrato argillitico, con inclusi calcarei. Il risultato è coerente con l'interpretazione geomorfologica di presenza di una antica frana ora quiescente.

Le osservazioni di campagna confermano l'assenza di segnali di ripresa delle deformazioni.

Dal punto di vista sismico, ai sensi delle NTC2018:

- i dati locali, confrontati con le prove sismiche effettuate a breve distanza, confermano un profilo stratigrafico cautelativo di tipo E.
- il profilo topografico le basse pendenze determinano un profilo di tipo T1

Per quanto riguarda i dettagli geotecnici, si rimanda alle elaborazioni proposte per le prove geognostiche eseguite.

4. Conclusioni

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di San Romano in Garfagnana (Lucca) sono state condotte indagini di supporto, sotto il profilo geologico e geotecnico alla valutazione della fattibilità di una variante allo strumento urbanistico, "Varianti mediante approvazione del progetto" secondo l'art.34 della Legge regionale della Toscana 10 novembre 2014, n. 65 e del relativo Progetto di Fattibilità Tecnico Economica.

L'area di intervento è sita nel territorio urbanizzato della frazione Sillicagnana, in adiacenza alla viabilità provinciale, e la ricognizione dei vincoli su di essa risulta essere la seguente:

PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

Pericolosità elevata (art.13) – Frane quiescenti: area di accumulo e nicchia di distacco

PIANO DI GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)

Al di fuori delle aree P1-P2-P3

VINCOLO IDROGEOLOGICO

Al di fuori delle aree sottoposte a vincolo idrogeologico

REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE

Pericolosità Geologica e Geomorfologica G3 - aree ad elevata pericolosità

Pericolosità Sismica S3 - aree ad elevata pericolosità

Pericolosità Idraulica I1 - aree a bassa pericolosità

PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE

Pericolosità Geologica e Geomorfologica G3 - aree ad elevata pericolosità

Pericolosità Sismica S3 - aree ad elevata pericolosità

Pericolosità Idraulica I1 - aree a bassa pericolosità

VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE

Pericolosità Geologica e Geomorfologica G3 - aree ad elevata pericolosità

Pericolosità Sismica S3 - aree ad elevata pericolosità

Pericolosità Idraulica I1 - aree a bassa pericolosità

Per l'intervento proposto, i cui dettagli sono riportati nella relazione del progettista, risultano non applicabili le classi di indagine secondo la 1R/2022; comunque dal punto di vista sismico, ai sensi delle NTC2018, i dati locali, confrontati con le prove sismiche effettuate a breve distanza, confermano un profilo stratigrafico cautelativo di tipo E; il profilo topografico e le basse pendenze determinano un profilo di tipo T1.

L'intervento, è stato valutato ammissibile urbanisticamente e rispetto al PAI, sulla base dei dati prodotti, alle condizioni espresse nella relazione geologico-tecnica, con le ulteriori prescrizioni sulle indagini di approfondimento, eseguite e valutate per il progetto presentato ai sensi dell'art.34 della Legge regionale della Toscana 10 novembre 2014, n. 65.

Ai fini della progettazione esecutiva e della direzione lavori si esprimono le seguenti indicazioni e prescrizioni progettuali:

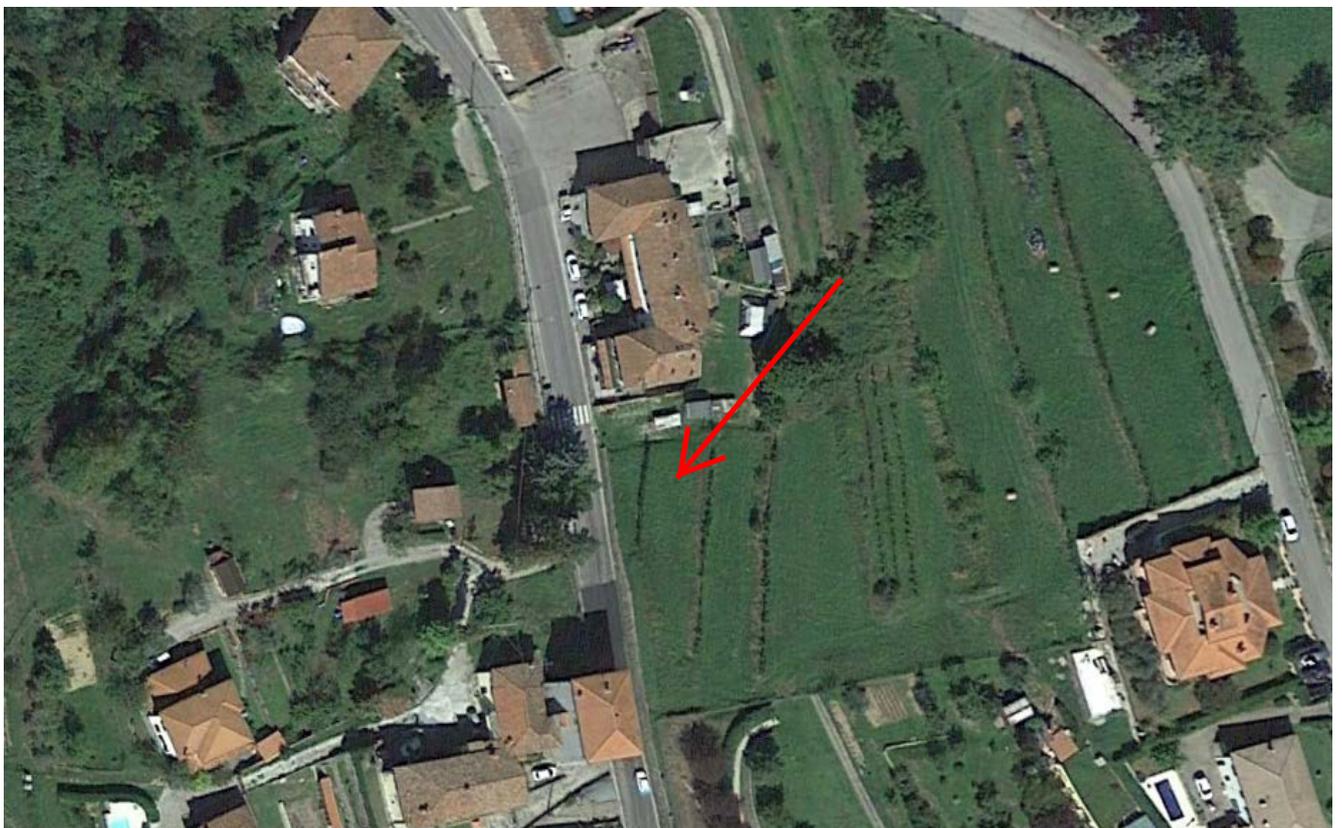
- implementare i sistemi di scolo delle acque superficiali, integrandoli con opere di drenaggio delle acque di falda superficiale;
- evitare che durante i lavori si formino ristagni superficiali o fenomeni di infiltrazione in corrispondenza dell'area;
- le acque superficiali dovranno essere correttamente regimate;

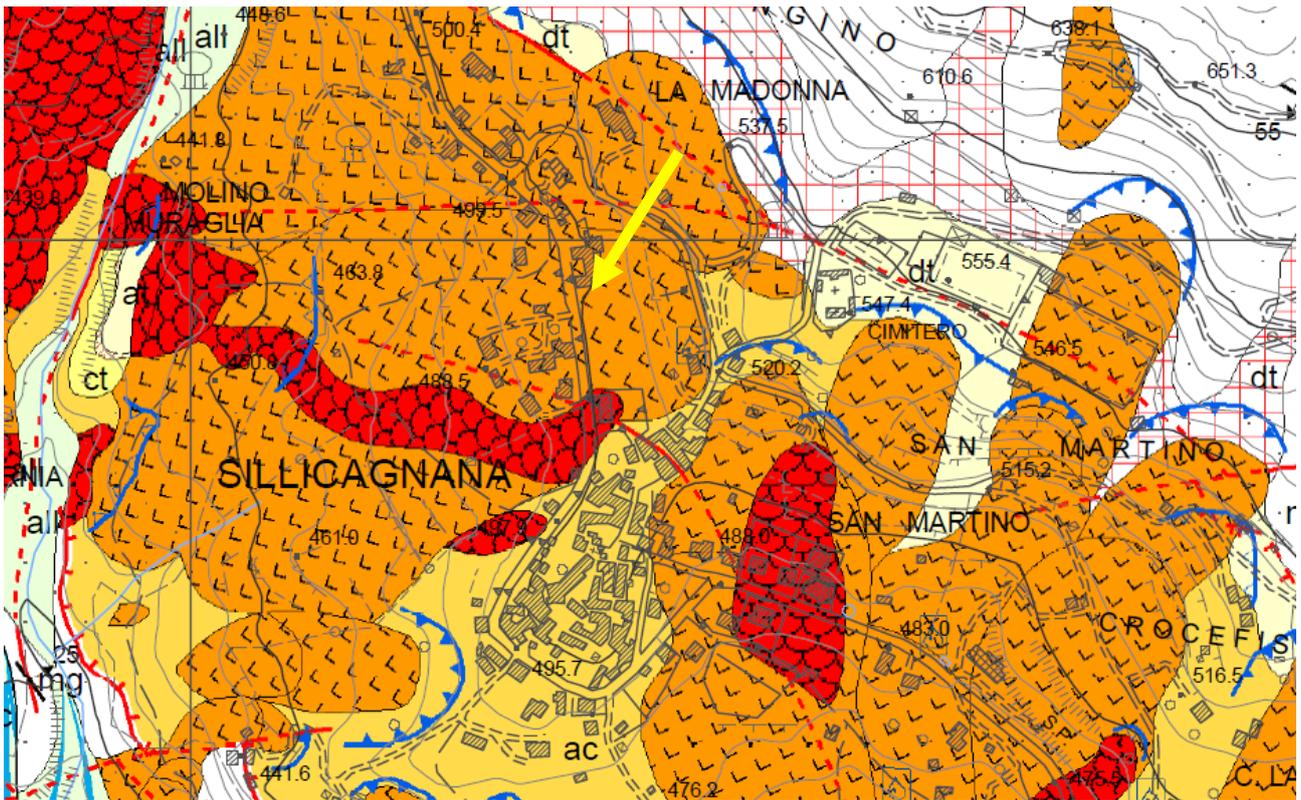
- tutti i materiali di scavo dovranno essere allontanati dal sito evitando locali sovraccarichi sul versante, in una condizione di sostanziale invarianza nella distribuzione di scavi/riporti e relative opere (per quanto minime) di sostegno;
- gli scavi dovranno essere realizzati per conci, con particolare attenzione a non compromettere l'integrità dei manufatti e delle opere murarie esistenti in loco;
- verificare in corso d'opera i dati litologici, stratigrafici ed idrogeologici acquisiti, nel corso del presente studio, eventuali situazioni di rischio dovranno essere prontamente segnalate.

ALLEGATI

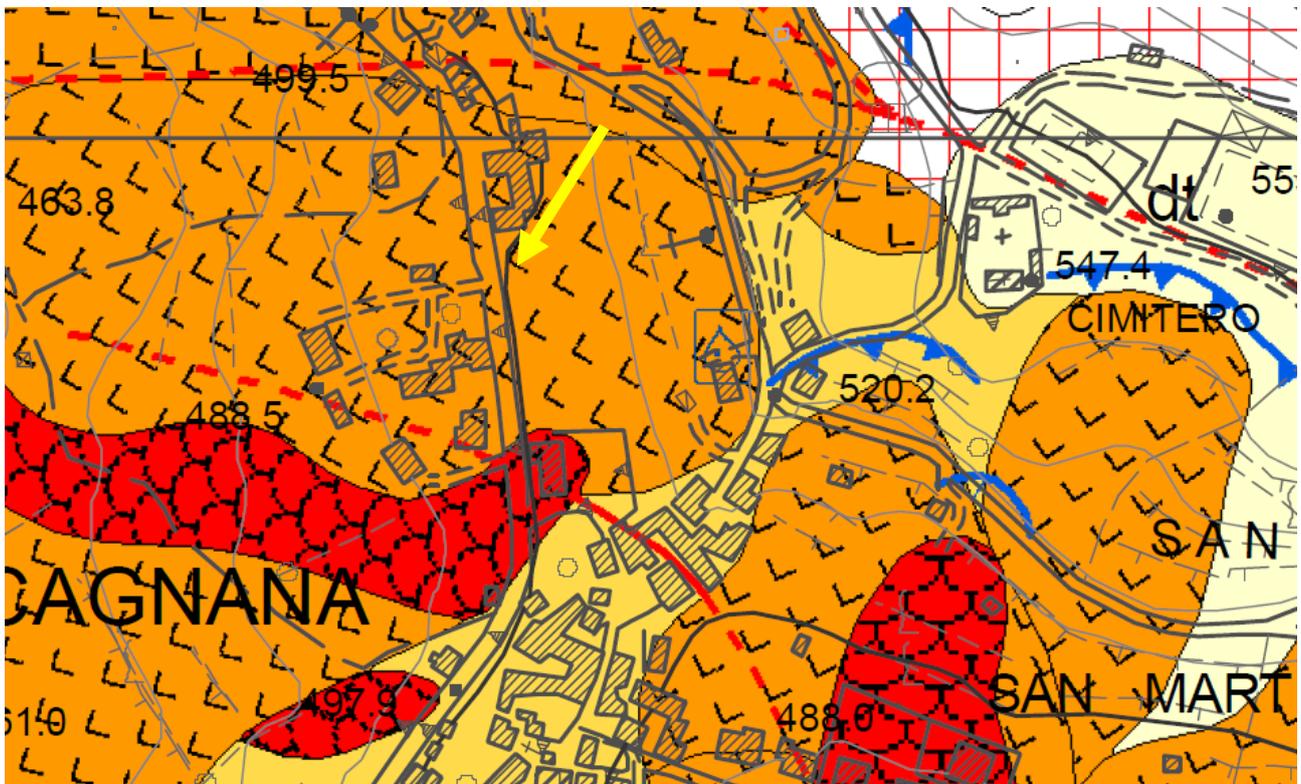


Corografia



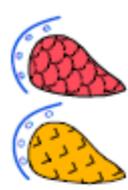


Estratto carta della franosità del P.A.I. 1:5000



Estratto carta della franosità del P.A.I. 1:2500

instabilità crescente



AREE INSTABILI AD ALTA PERICOLOSITÀ

Frane attive: area di accumulo e nicchia di distacco (Norma: art. 12)

Frane quiescenti: area di accumulo e nicchia di distacco (Norma: art. 13)

AREE CON INSTABILITÀ POTENZIALE ELEVATA PER CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE



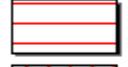
Aree soggette a franosità in terreni prevalentemente argillitici acclivi e/o con situazioni morfologiche locali che ne favoriscono l'imbibizione (Norma: art. 13)



Aree soggette a franosità in terreni detritici acclivi (Norma: art. 13)



Aree soggette a franosità in terreni acclivi argilloso-sabbiosi e sabbioso-conglomeratici (Norma: art. 13)



Aree soggette a franosità per erosione di sponda (Norma: art. 12)



Aree in rocce coerenti e semicoerenti soggette a franosità per forte acclività
In particolare: aree esposte a possibili fenomeni di crollo o di distacco di massi (Norma: art. 12)



Aree al bordo di terrazzi fluviali e/o di terrazzi morfologici in genere soggette a possibili collassi o frane (Norma: art. 12)



Coni di detrito pedemontano (Norma: art. 13)

AREE POTENZIALMENTE INSTABILI PER GRANDI MOVIMENTI DI MASSA

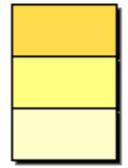


Masse rocciose dislocate unitariamente da movimenti franosi (Norma: art. 13)

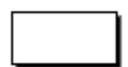


Aree interessate da deformazioni gravitative profonde: certe (a) (Norma: art. 13); presunte (b) (Norma: art. 14)

instabilità crescente



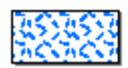
AREE POTENZIALMENTE FRANOSE PER CARATTERISTICHE LITOLOGICHE
Norma: art. 13
Norma: art. 14
Norma: art. 15



AREE DI MEDIA STABILITÀ, con sporadici e locali indizi di instabilità e AREE STABILI con assenza di frane attive e quiescenti (Norma: art. 15)



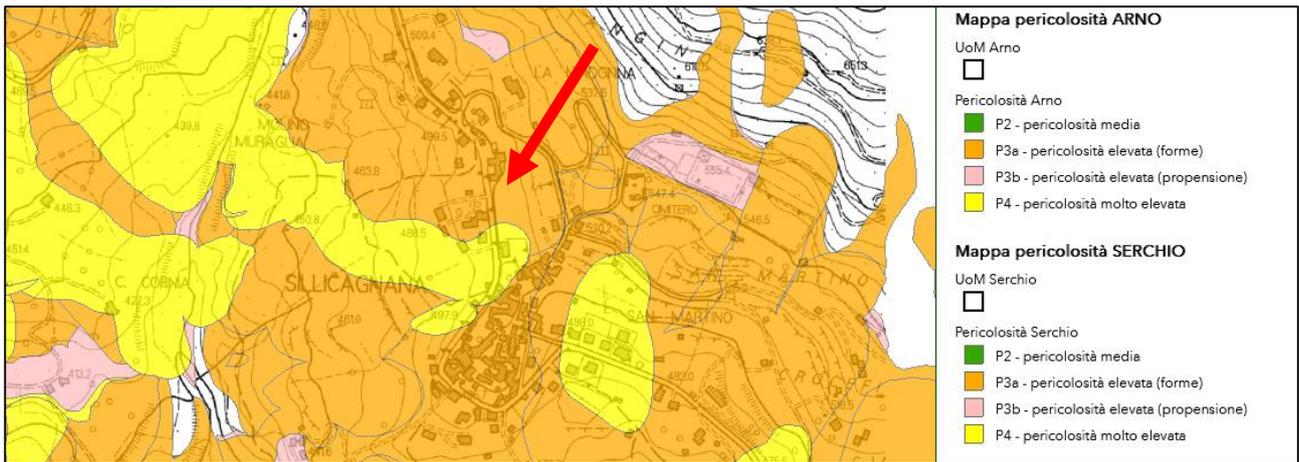
AREE DI FONDOVALLE E/O PIANEGGIANTI, con eventuali problemi relativi alla capacità portante dei terreni ed ai cedimenti



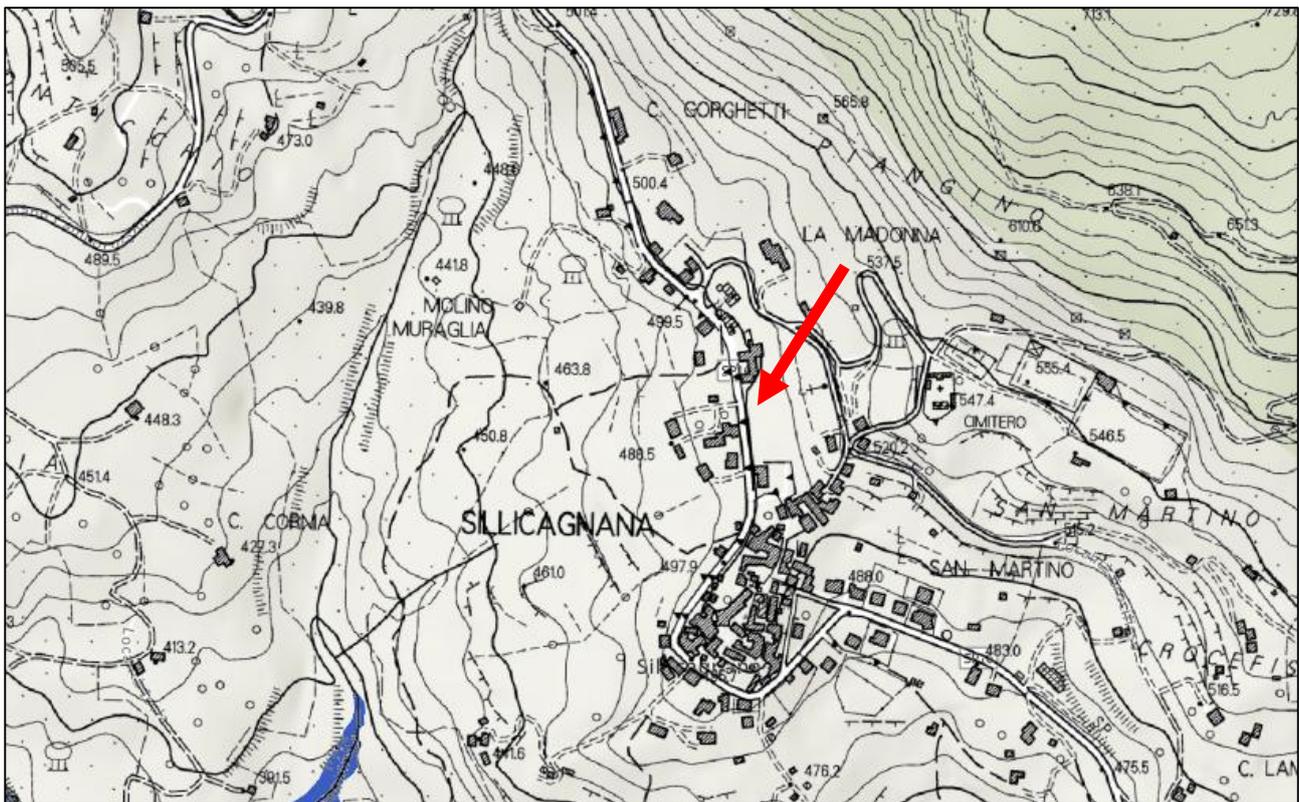
Terreni di riporto e discariche (Norma: art. 15bis)



Aree al bordo delle ex cave di sabbia silicea nell'area del lago di Massaciucoli (Norma: art. 12)



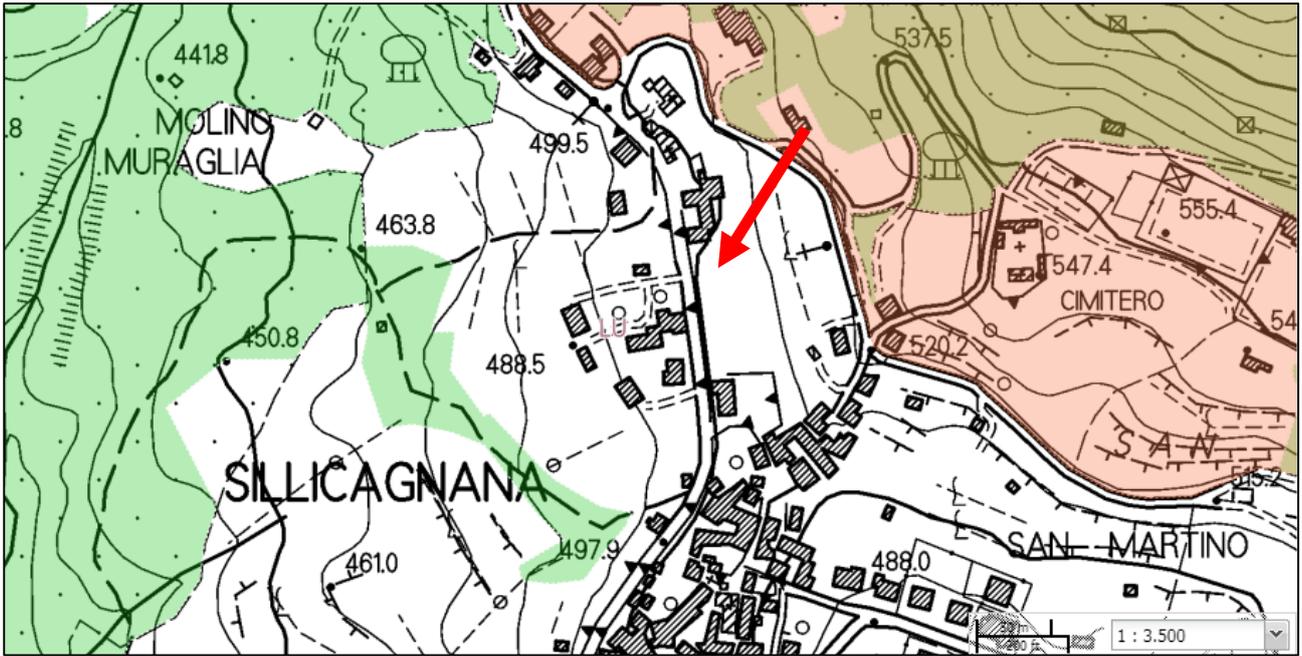
Estratto webgis cartografia della pericolosità da frana, progetto di piano, Distretto Appennino Settentrionale



Estratto webgis, mappa della pericolosità da alluvione fluviale e costiera, PGRA, Distretto Appennino Settentrionale

Pericolosità Dominio Fluviale

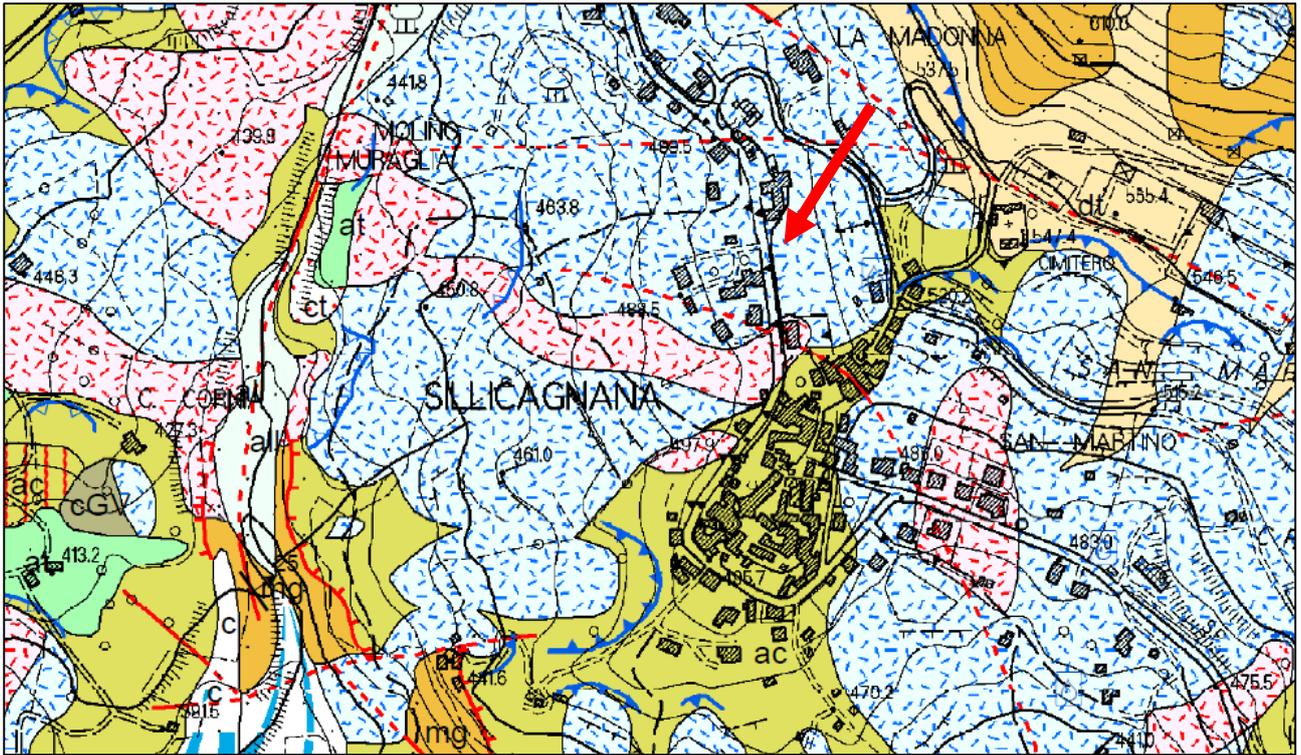
- P1
- P2
- P3



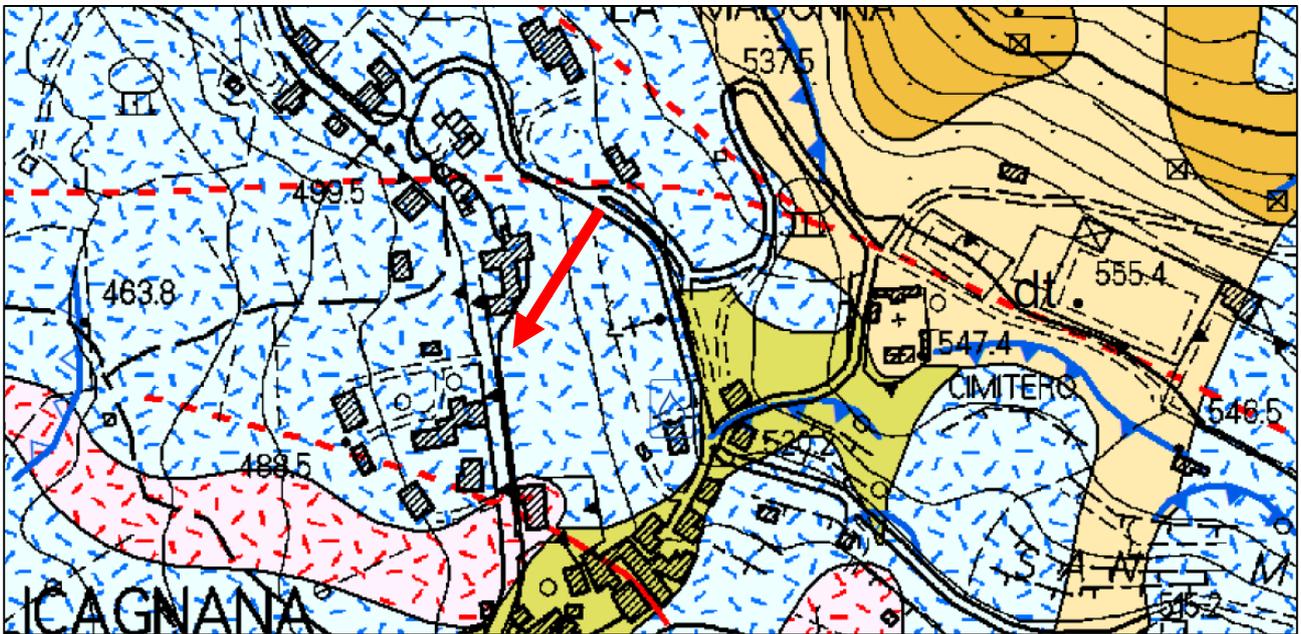
Estratto cartografia del vincolo idrogeologico e delle aree boscate, Regione Toscana.



AREA SOTTOPOSTA A VINCOLO IDROGEOLOGICO



Estratto carta geologica P.S. intercomunale 1:5000



Estratto carta geologica P.S. intercomunale 1:2500

LEGENDA

	Frane attive: area di accumulo e nicchia di distacco
	Frane quiescenti: area di accumulo e nicchia di distacco
	Terreni di riporto e discariche
	Discariche di cave, ravanelli
	Detriti e terreni di copertura
	Alluvioni recenti e attuali, ove distinte
	ovve distinte alluvioni recenti (all.) e attuali (all.)
	Scaricate di alluvioni terrazzate
	Depositi morenici e fluvio-glaciali
	Depositi palustri
	Depositi alluvionali e colluviali di paleovalli
	Superfici subpianeggianti con suoli relict
	Spianate di origine fluviale, con o senza depositi alluvionali in diversi ordini (af, af2, ove distinti)
	Coni di detrito pedomontano
	Coni di deiezione alluvionale e coni di origine mista
	Terre rosse residuali
	Doline
	Aree soggette a franosità in terreni prevalentemente argillitici attivi e/o con situazioni morfologiche locali che ne favoriscono l'imbibizione
	Aree soggette a franosità in terreni attivi argilloso-sabbiosi e sabbioso-conglomeratici
	Aree soggette a franosità per erosione di sponde
	Aree in rocce coerenti e semicoerenti soggette a franosità per forte attività. In particolare, aree esposte a possibili fenomeni di crollo o di distacco di massi
	Aree al bordo di terrazzi fluviali e/o di terrazzi morfologici in genere soggette a possibili collassi o frane
	Aree interessate da deformazioni gravitative profonde
	Area di dissesto loc. il Bagno - Prà di Lama (Comune di Pieve Fossiana)

	Coni di detrito pedomontano
	Coni di deiezione alluvionale e coni di origine mista
	Terre rosse residuali
	Doline
	Aree soggette a franosità in terreni prevalentemente argillitici attivi e/o con situazioni morfologiche locali che ne favoriscono l'imbibizione
	Aree soggette a franosità in terreni attivi argilloso-sabbiosi e sabbioso-conglomeratici
	Aree soggette a franosità per erosione di sponde
	Aree in rocce coerenti e semicoerenti soggette a franosità per forte attività. In particolare, aree esposte a possibili fenomeni di crollo o di distacco di massi
	Aree al bordo di terrazzi fluviali e/o di terrazzi morfologici in genere soggette a possibili collassi o frane
	Aree interessate da deformazioni gravitative profonde
	Area di dissesto loc. il Bagno - Prà di Lama (Comune di Pieve Fossiana)

DEPOSITI FLUVIO - LACUSTRI

	Ciotoli a prevalenti elementi di arenaria Macigno Pitecoseo medio (?) - Superiore
	Ghiaie e conglomerati con livelli di sabbie, limi e argille Villafraconiano
	Argille e argille sabbiose con intercalazioni di lignite (l.g. ove distinte), sabbie e ghiaie Villafraconiano inf.
	Livelli di ciotoli di arenaria Macigno in matrice argillosa Villafraconiano inf.

SUCCESSIONE LIGURE

Unità del "Flysch ad elmintoidi"

	Calcani massicci, marne e argilliti Cretaceo sup.
	Argilliti scure tettonicamente deformate con clessi di oiofiti, radiolariti, calcani silicei, marne (cb), localmente scaglie e livelli di breccie a prevalenti elementi oiofitici (br) o Calcani (bc) arenaceo oiofitiche (arf) serpentiniti (Σ), basalti (Δ), graniti (γ) Cretaceo sup.

SUCCESSIONE SUBLIGURE

Unità di Canetolo

	Torbidi arenacei grigio - verdi, costituite da una regolare alternanza di strati sottili e medi di arenarie micacee fini e siltiti (a luoghi predominanti) con rare e sottilissime intercalazioni di siltiti marnose e argilliti siliose spesso laminate; nella porzione sommitale della formazione le torbidi arenacee diventano più grossolane e gli strati più spessi. Oligocene inf. - Oligocene sup. - Miocene inf.
	Calcani massicci e marne, al tetto o intercalati nelle Argille e calcari (ac) Eocene inf. - Eocene medio.
	Argilliti scure alternate a calcari e calcareniti Pitecoseo - Eocene medio.

SUCCESSIONE TOSCANANA

Unità di Monte Cervaraia

	Arenarie torbidiche quarzoso-feldspatiche, talvolta in grossi banchi, alternate ad argilliti e siltiti Oligocene sup. - Miocene inf.
	Marne siliose e argilliti varicolori con intercalazioni di arenarie; frequenti piccoli olistostromi Oligocene sup. - Miocene inf. (?)

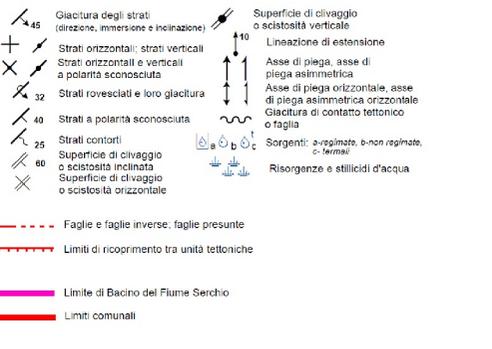
Falda Toscana

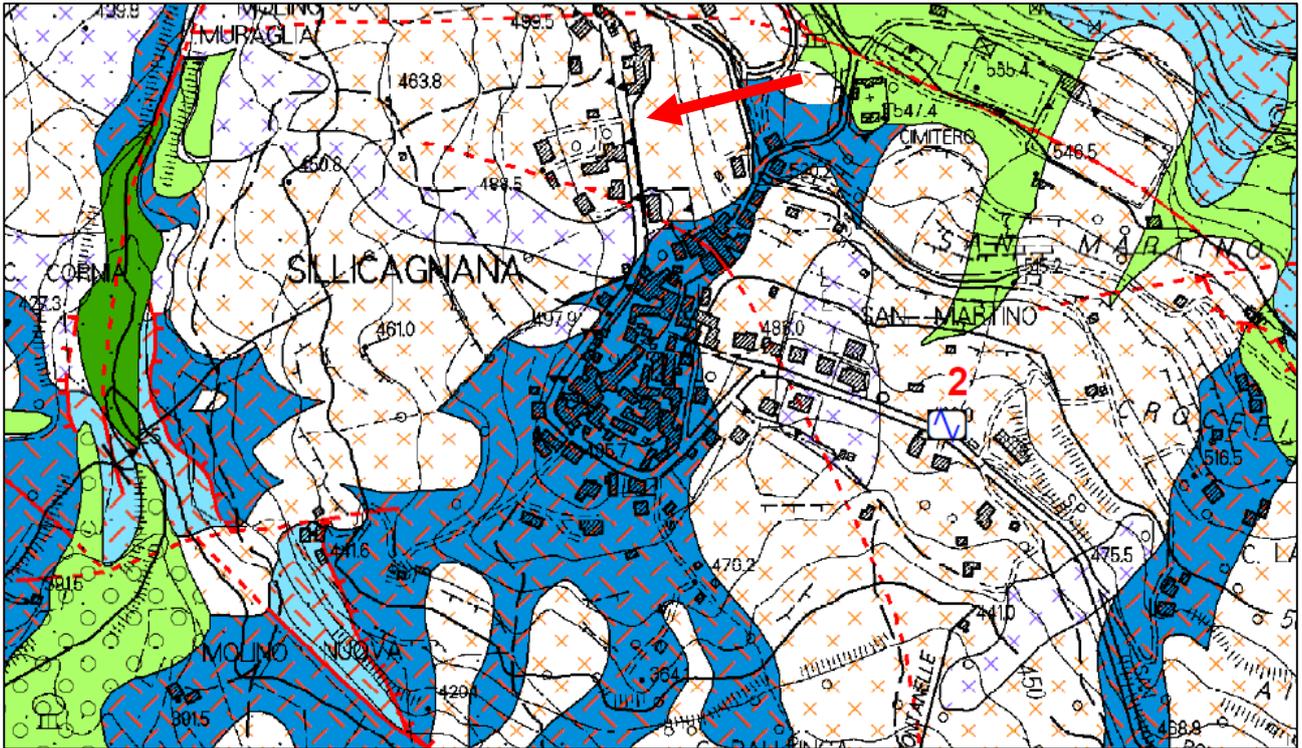
	Marne e siltiti grigie, argilliti varicolori con olistostromi (ol, ove distinti) Oligocene sup. - Miocene inf. (?)
	Arenarie torbidiche quarzoso-feldspatiche con intercalazioni silicio-argillitiche; nella parte basale, calcareniti, al tetto, localmente, olistostromi (ol, ove distinti) Oligocene sup. - Miocene inf. (?)
	Calcareniti e calcilutiti intercalate nella parte medio-alta della Scaglia rossa (sc). Eocene - Oligocene.
	Argilliti rosse e marne varicolori con intercalazioni di calcilutiti, calcareniti e localmente conglomerati poligenici; nella parte sommitale, localmente, marne siliose grigio-giallastre o verdastre Cretaceo inf. p.p. - Oligocene.
	Calcani bianchi a grana fine e calcani massicci rossi, con interstrati di argilliti rosse Cenomaniano (?) - Turoniano - Maastrichtiano.
	Breccie Calcareo-Silicee Cenomaniano
	Calcani seliofani a grana fine bianchi e grigi; nella parte alta calcani seliofani grigi e calcareniti Tiroliano sup. p.p. - Aptiano inf. p.p.
	Radiolariti e argilliti silicee varicolori, sottilmente stratificate Tiroliano
	Calcani e calcareniti grigio scure, a liste e noduli di selce nera Orfordiano-Kimmeridgiano
	Marne, calcani massicci e argilliti grigio-giallastre o varicolori, talora con intercalazioni di radiolariti nella parte alta (md); alla base, localmente, breccie calcareo-silicee (bs), ove distinte Toscelano-Casoliniano
	Calcani a grana fine grigi o giallastri, leggermente massicci, con liste e noduli di selce grigia; localmente, sottili strati di argilliti e marne in lastre Domeriano inf. - Tosarcano inf.
	Calcani a grana fine, talora massicci, da rosei a rossi grigio-chian o gialli, spesso nodulari, con resti di ammoniti; nella parte sommitale, calcari massicci o grossolanamente stratificati grigio-chian, con rare liste di selce (ra.) Locrainiano-Carriano sup. - Domeriano inf.
	Calcani e calcani massicci grigi, con intercalazioni di argilliti e marne grigie, alternate in giallo; nella porzione inferiore, calcani grigio-scuri in banchi Hettangiano sup. - Leffringiano.
	Calcani grigi massicci o grossolanamente stratificati, talora dolomitici; localmente calcani massicci bianchi (Monti d'Oltre Serchio) Hettangiano.

	CALCARI E MARNE A RHAETAVICULA CONTORTA Calcani grigio-scuro, calcani massicci e dolomie, alternati a marne grigie e nerastre, alterate in giallo Retico.
	CALCARE CAVERNOSO Calcani "a cellette" e calcari dolomitici brecciati, spesso associati a breccie poligeniche di età miocenica Nerico-Retico.
	GESSI DI SASSALBO Triass sup.

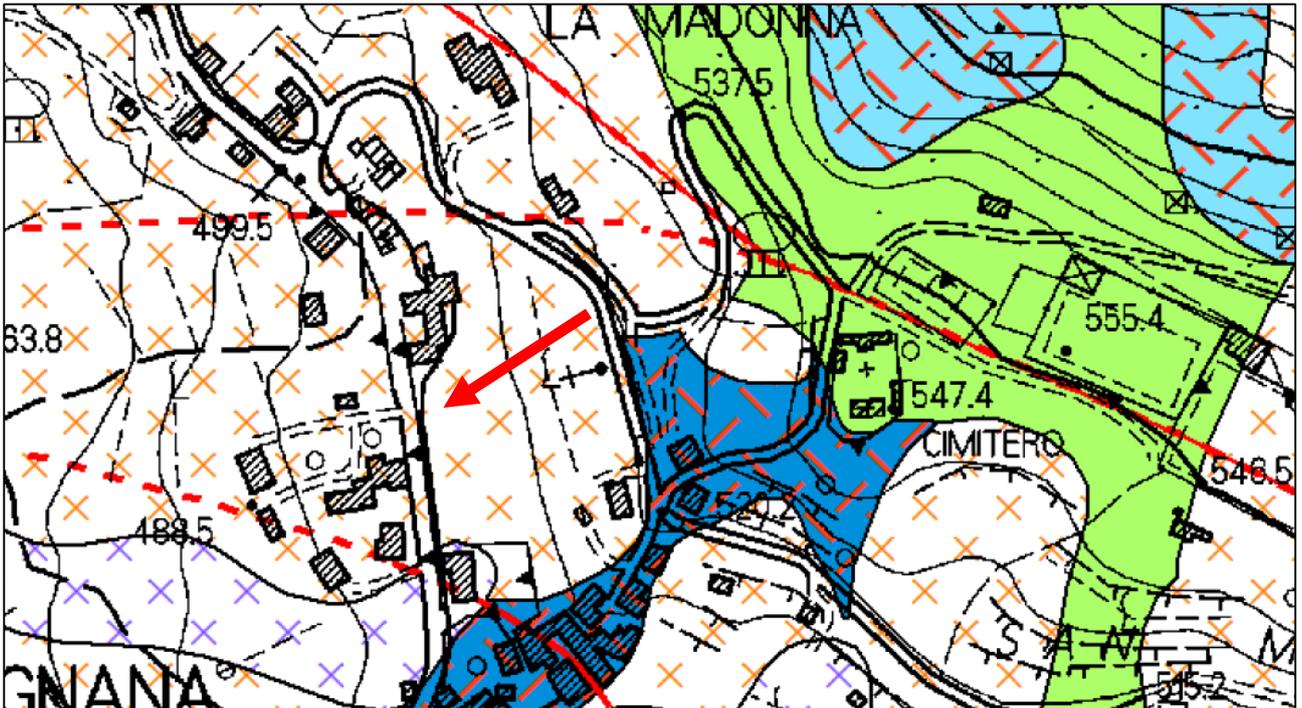
SUCCESSIONE METAMORFICA DELLE APUANE ("Autoctono" Auct.)

	PSEUDOMACIGNO Metarenarie quarzoso-feldspatico-micacee, alternate a scisti ardosiaci Oligocene medio-sup.
	SCISTI SERCITICI Filidi varicolori con livelli di calcescisti verdastri e marmi "cipolini" (cp), metaradiolariti e metacalcareniti a Nummuliti (ssN) Cretaceo-Eocene-Oligocene.
	CALCARI SELCIFERI A ENTROCHI Metacalcani e metacalcareniti, con liste e noduli di selce. Cretaceo.
	DIASPRI Metaradiolariti varicolori con livelli di filadi e metacalcari Malm
	CALCARI SELCIFERI Metacalcani, con liste e noduli di selce e rari livelli di calcareniti; spesso alternati a calcescisti e filadi Lias medio-Dogger (?)
	Marmi: marmi bianchi o grigi, calcescisti; dolomie e marmi dolomitici (md) Lias inf.
	BRECCIE DI SERAVEZZA Breccie poligeniche metamorfiche ad elementi marmorei e subordinatamente dolomitici, con matrice filladica a clorotide di colore rossastro o verdastro. Livelli discontinui di filadi e clorotide (Scisti a clorotide. bsea) Retico - Lias inf. (?)
	MARMI A MEGALODONTI Marmi saccaroidi, massicci o grossolanamente stratificati, con scarsa massovite e clorite lungo i giunti di strato. Frequenti molluschi, brachiopodi e lumachelle a megalodonti. Retico.
	GREZZONI Dolomie grigie, con metabreccie nella porzione inferiore Nerico-Retico.
	FORMAZIONE DI VINCA Quarzi e metaconglomerati quarzosi, con livelli di filadi e dolomie Carnio-Retico.
	DOLOMIE AD ORTHOCERAS Dolomie grigie e rare filadi Siluriano sup. (?) - Devoniano.
	PORFIROIDI E SCISTI PORFIRICI Odoevitiano medio. (?)
	FILLADI INFERIORI Filidi quarzoso-muscovitiche alternate a quarzi Cambriano (?) - Ordoviziano. (?)





Estratto carta litotecnica P.S. intercomunale 1:5000



Estratto carta litotecnica P.S. intercomunale 1:5000

ELEMENTI TETTONICI STRUTTURALI

-  Faglie e faglie inverse; faglie presunte
-  Limiti di ricoprimento tra unità tettoniche
-  Giacitura degli strati (direzione, immersione e inclinazione)
-  Strati orizzontali; strati verticali
-  Strati orizzontali e verticali a polarità sconosciuta
-  Strati rovesciati e loro giacitura
-  Strati a polarità sconosciuta
-  Superficie di clivaggio o scistosità inclinata
-  Superficie di clivaggio o scistosità verticale
-  Lineazione di estensione
-  Asse di piega, asse di piega asimmetrica
-  Asse di piega orizzontale, asse di piega asimmetrica orizzontale
-  Strati contorti
-  Superficie di clivaggio o scistosità orizzontale

INDAGINI

-  21 S - Sondaggio a carotaggio continuo
-  21 SD - Sondaggio a distruzione di nucleo
-  21 SS - Sondaggio a carotaggio continuo che intercetta il substrato
-  21 SDS - Sondaggio a distruzione di nucleo che intercetta il substrato
-  21 SC - Sondaggio da cui sono stati prelevati campioni
-  21 SP - Sondaggio con piezometro
-  21 SI - Sondaggio con inclinometro
-  21 CPT - Prova penetrometrica statica con punta meccanica
-  21 DS - Prova penetrometrica dinamica super pesante
-  21 DP - Prova penetrometrica dinamica pesante
-  21 DN - Prova penetrometrica dinamica media
-  21 DL - Prova penetrometrica dinamica leggera
-  21 PA - Pozzo per acqua
-  21 T - Trincea o pozzetto esplorativo
-  21 DH - Prova sismica in foro tipo Downhole
-  21 HVSR - Stazione microtremore a stazione singola ricavata dagli studi di MS approvati
-  3 HVSR - Stazione microtremore a stazione singola eseguita nell'ambito del presente studio. Comuni di: Minucciano, Piazza al Serchio, San Romano in G.na, Camporgiano e Careggine.
-  21 ESAC/SPAC - Array sismico
-  L1 Indagini sismiche lineari
-  L1 Indagini sismiche lineari degli studi di MS del Comune di Pieve Fosciana

Per i Comuni di Pieve Fosciana, Castelnuovo G.na, Fabbriche di Vallico, Vergemoli, Sillano, Giuncugnano, Molazzana, Gallicano e Villacollemandina il numero della prova si riferisce al progressivo delle indagini delle carte di MS.
 Per i Comuni di Castiglione G.na, Fosciandora, Minucciano, Piazza al Serchio, San Romano in G.na, Camporgiano e Careggine il numero della prova si riferisce al progressivo delle indagini VEL.

Legenda

TERRENI DI COPERTURA

-  RI - Terreni contenenti resti di attività antropica
-  GW - Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie
-  GM - Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla
-  ML - Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità
-  CL - Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre

SUBSTRATO GEOLOGICO

-  LP - Lapideo
-  GR - Granulare cementato
-  AL - Alternanza di litotipi
-  LPS - Lapideo stratificato
-  ALS - Alternanza di litotipi stratificati
-  SFLPS - Lapideo stratificato fratturato o alterato
-  SFALS - Alternanza di litotipi stratificati fratturati o alterati

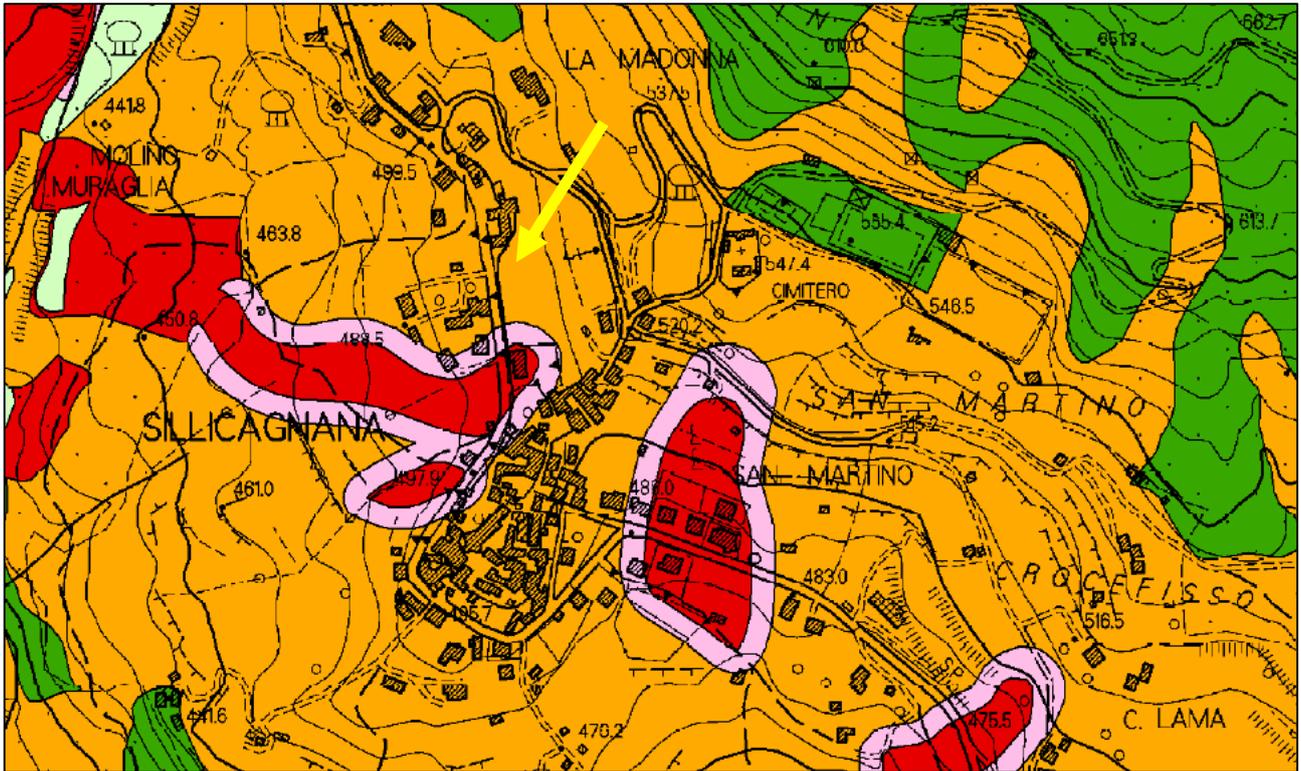
INSTABILITA' DI VERSANTE

-  Crollo o ribaltamento - attiva
-  Complessa - attiva
-  Non definita - attiva
-  Complessa - quiescente

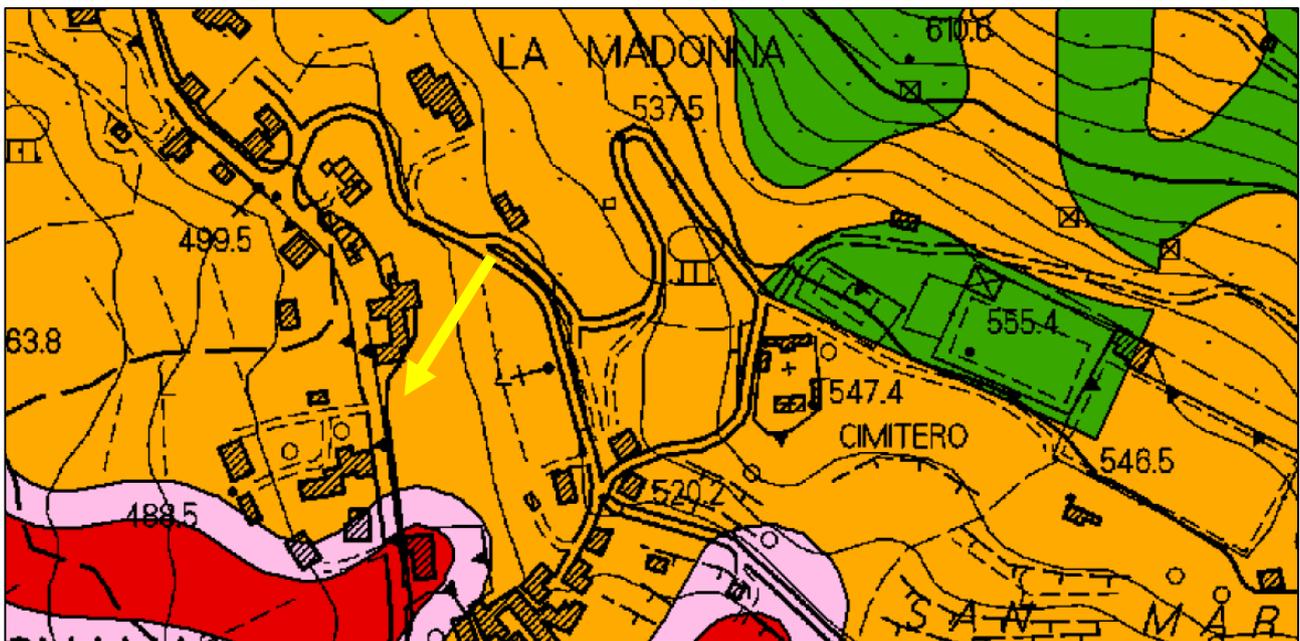
FORME DI SUPERFICIE

-  Conoide
-  Doline

 Limiti comunali

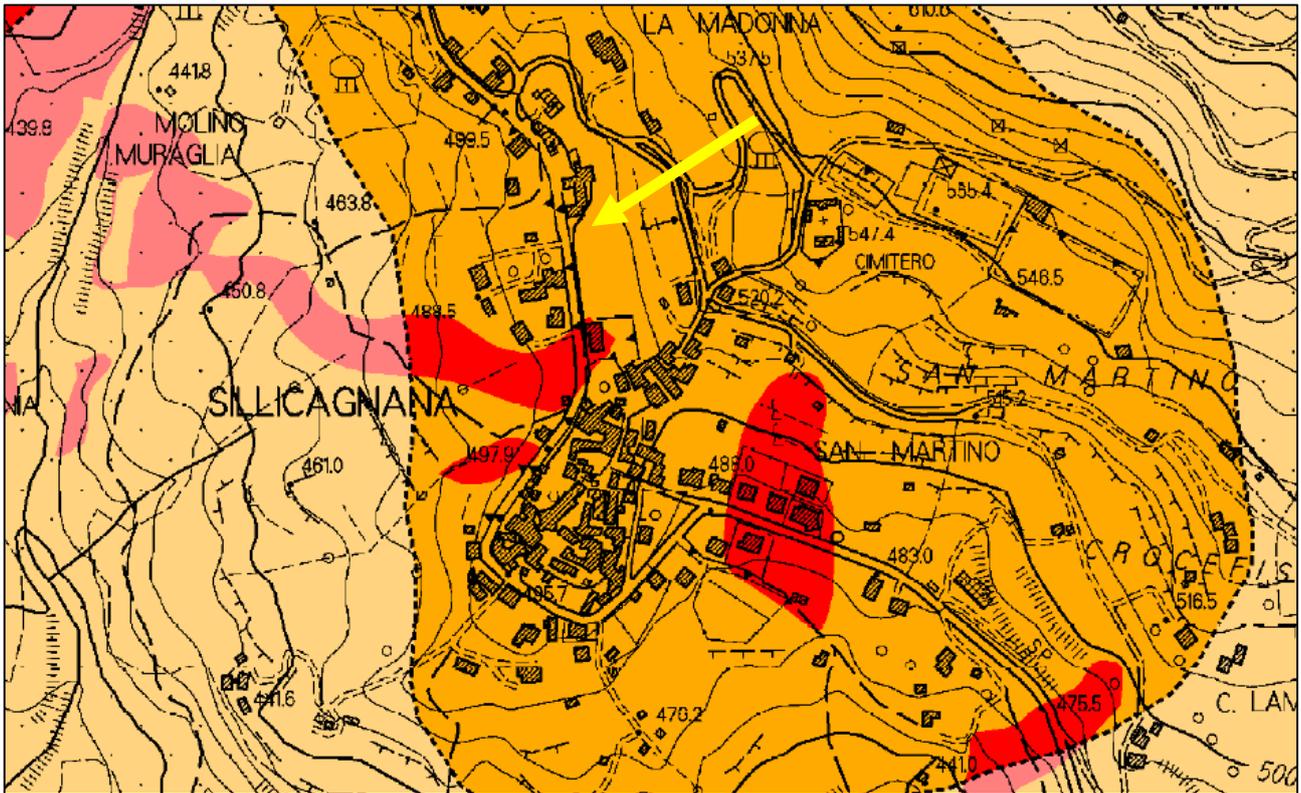


Estratto carta della pericolosità geologica P.S. intercomunale 1:5000

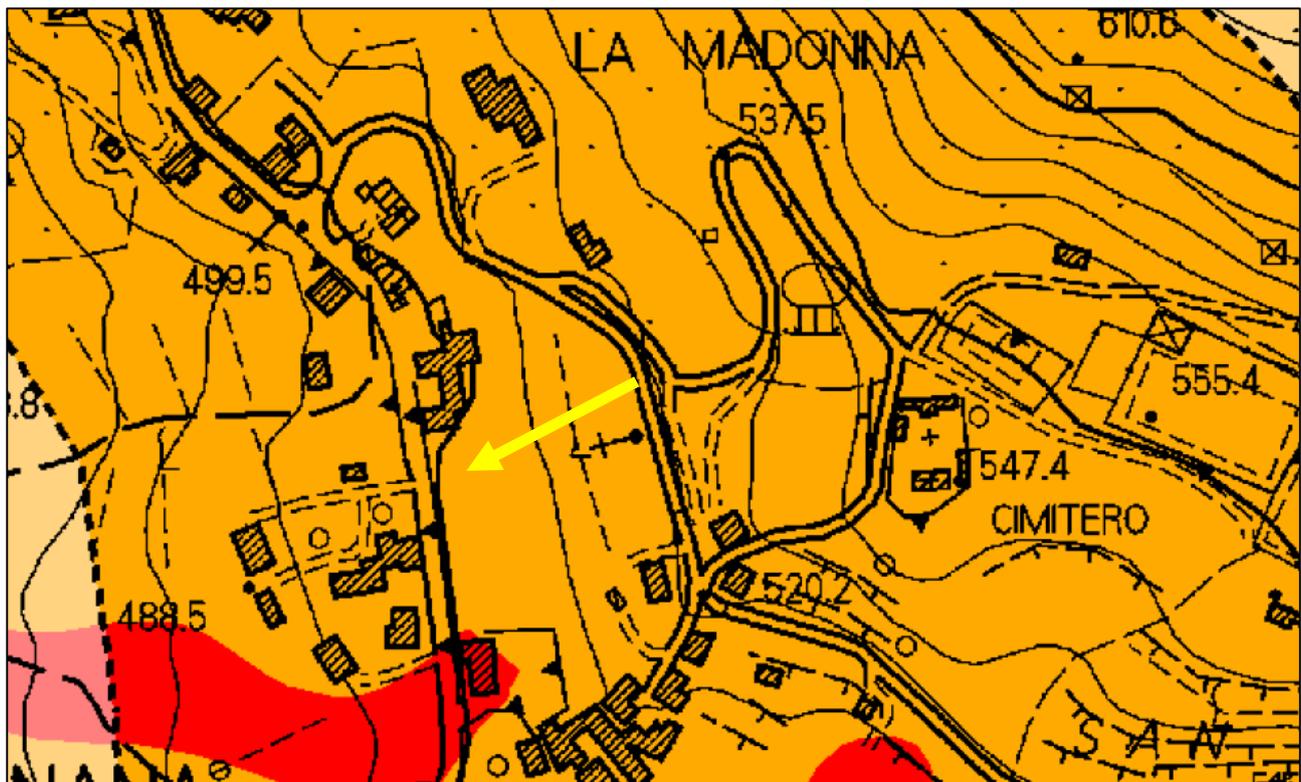


Estratto carta della pericolosità geologica P.S. intercomunale 1:2500

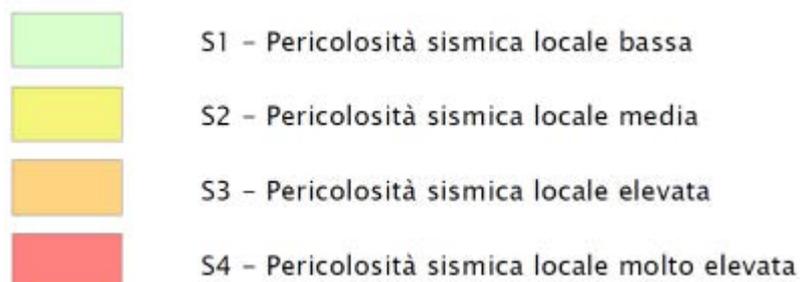
- G1 - Pericolosità geologica bassa
- G2 - Pericolosità geologica media
- G3 - Pericolosità geologica elevata
- G4 - Pericolosità geologica molto elevata
- G4* - Pericolosità geologica molto elevata (aree di possibile evoluzione del dissesto all'interno del territorio)
- Aree potenzialmente interessate da fenomeni di esondazione in caso di sormonto/collasso del corpo della diga

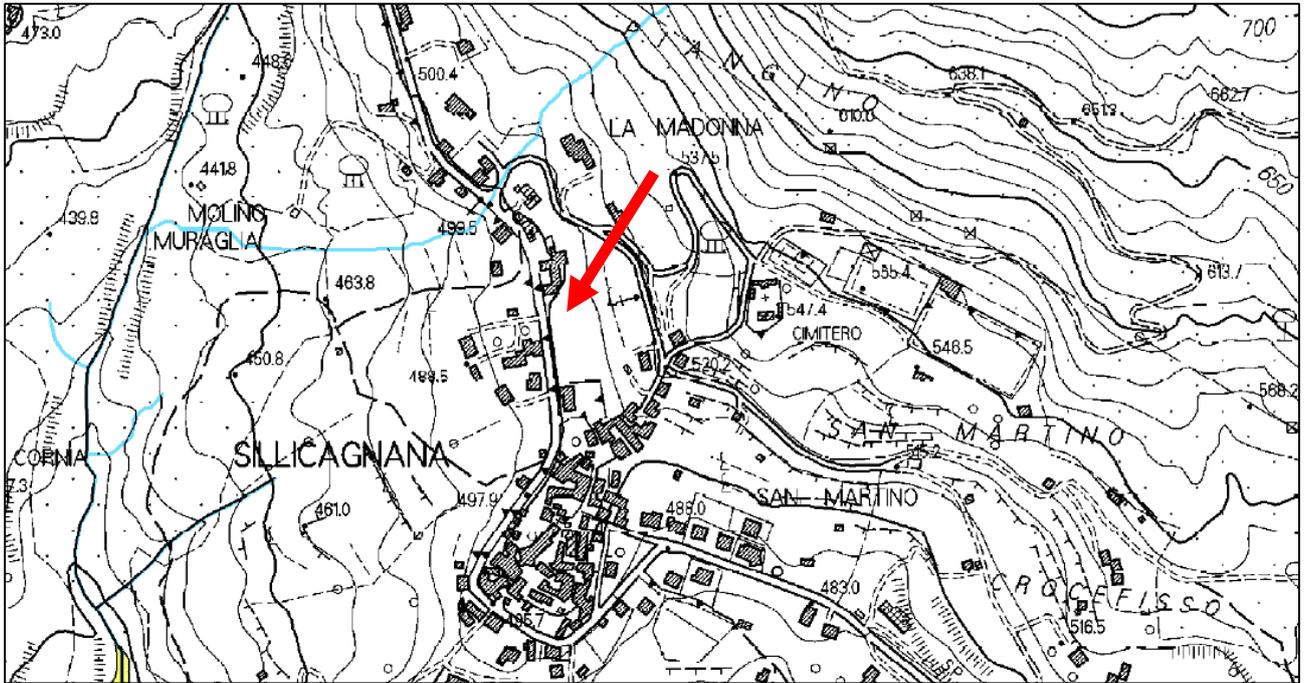


Estratto carta della pericolosità sismica P.S. intercomunale 1:5000

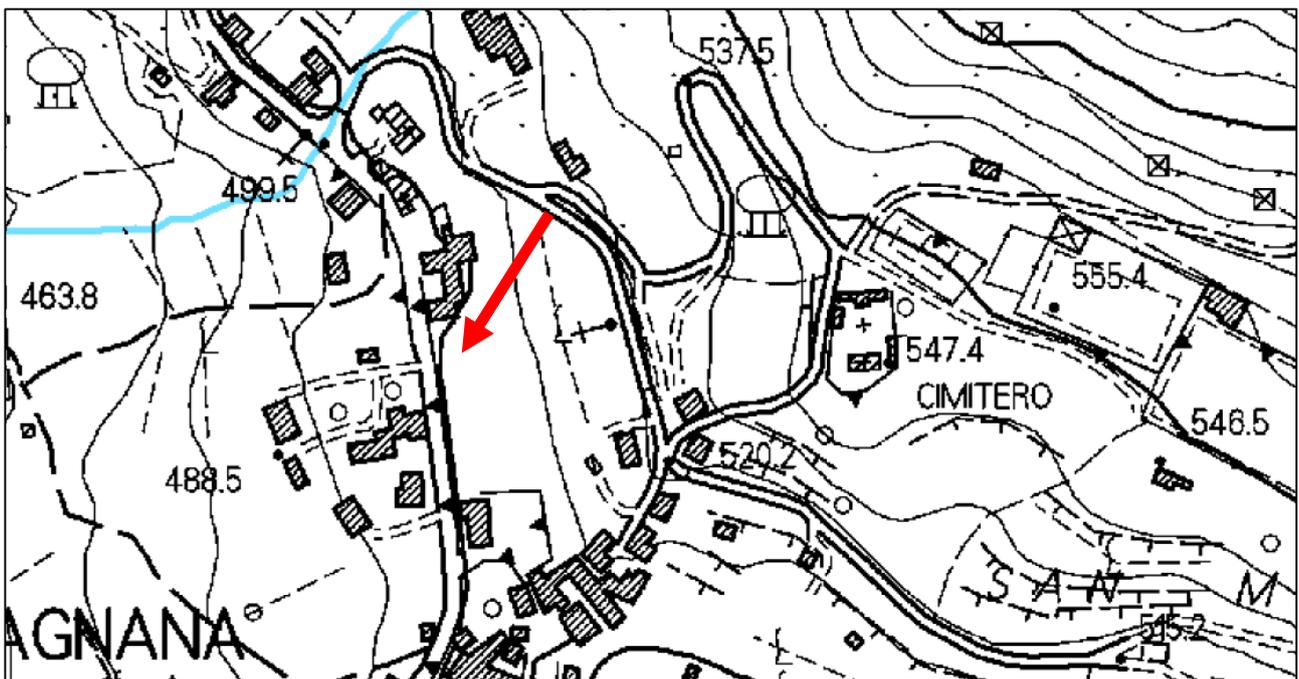


Estratto carta della pericolosità sismica P.S. intercomunale 1:2500





Estratto carta della pericolosità idraulica P.S. intercomunale 1:5000



Estratto carta della pericolosità idraulica P.S. intercomunale 1:2500

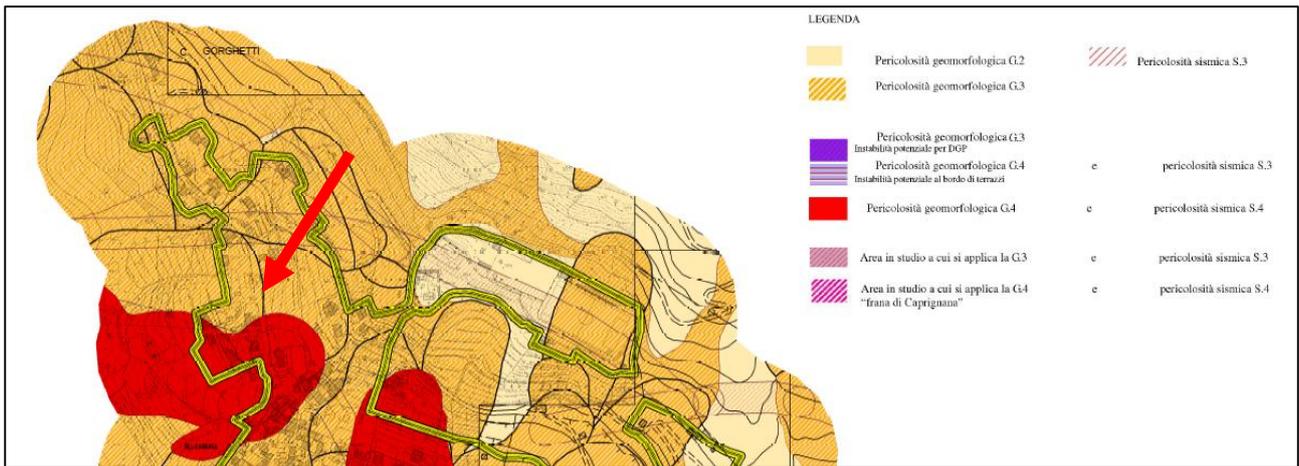
Classi di Pericolosità Idraulica

-  I.4 - Pericolosità molto elevata
-  I.3 - Pericolosità elevata
-  I.2 - Pericolosità media
-  I.1 - Pericolosità bassa

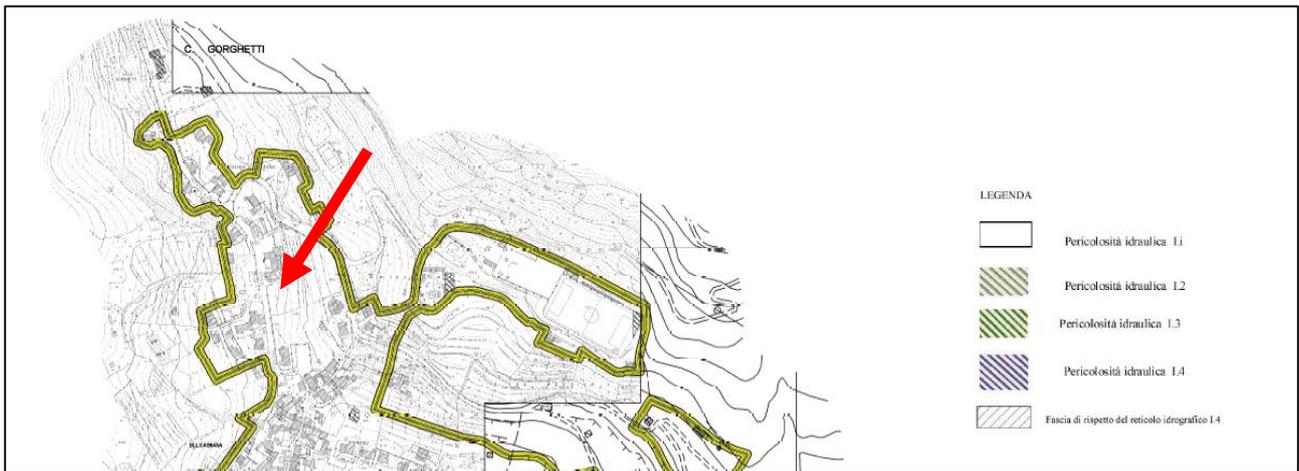
Aree soggette ad elevato trasporto solido e colate detritiche

-  I.4* - Pericolosità molto elevata (rilievi di settembre 2017)
-  I.4t - Pericolosità molto elevata
-  I.3t - Pericolosità elevata

 Reticolo di gestione (L.R. 79/2011 e s.m.i.)



Estratto carta pericolosità geologica geomorfologica e sismica R.U.



Estratto carta pericolosità idraulica R.U.

DATI DI BASE

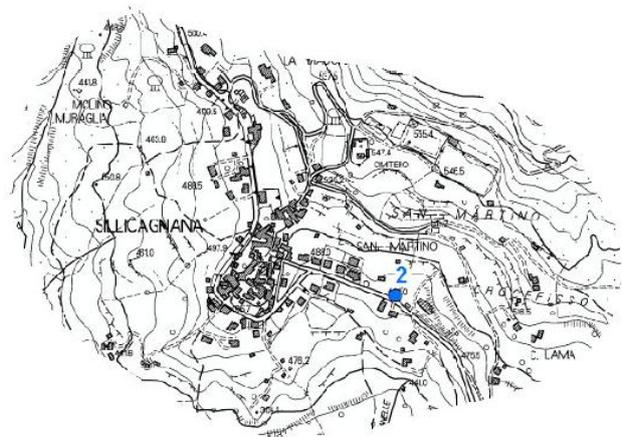
Progetto VEL

HVSR Regolamento Urbanistico

HVSR Piano Strutturale Intercomunale

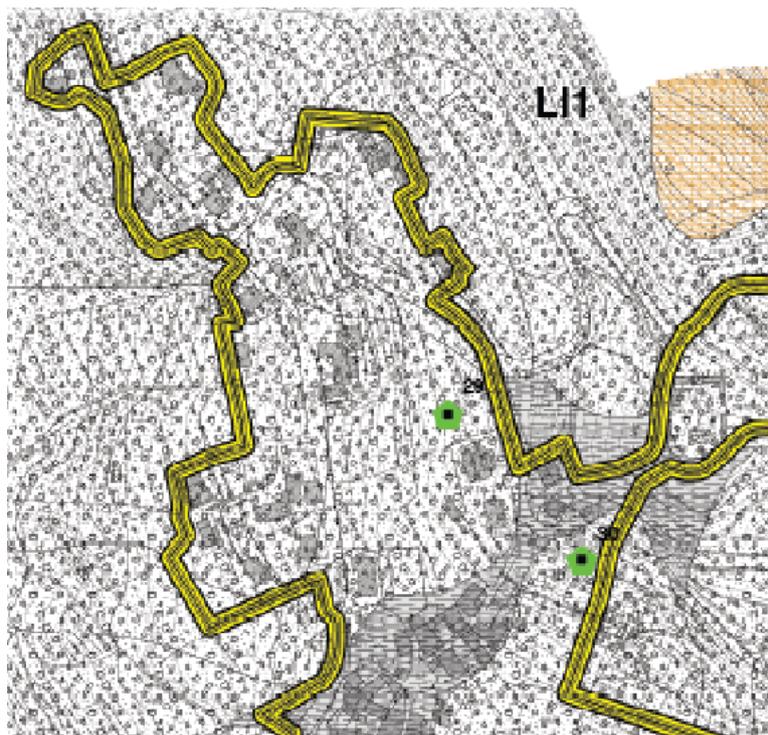


SILICAGNA



Posizionamento prove Progetto Vel

Posizionamento prove HVSR Piano Strutturale Intercomunale



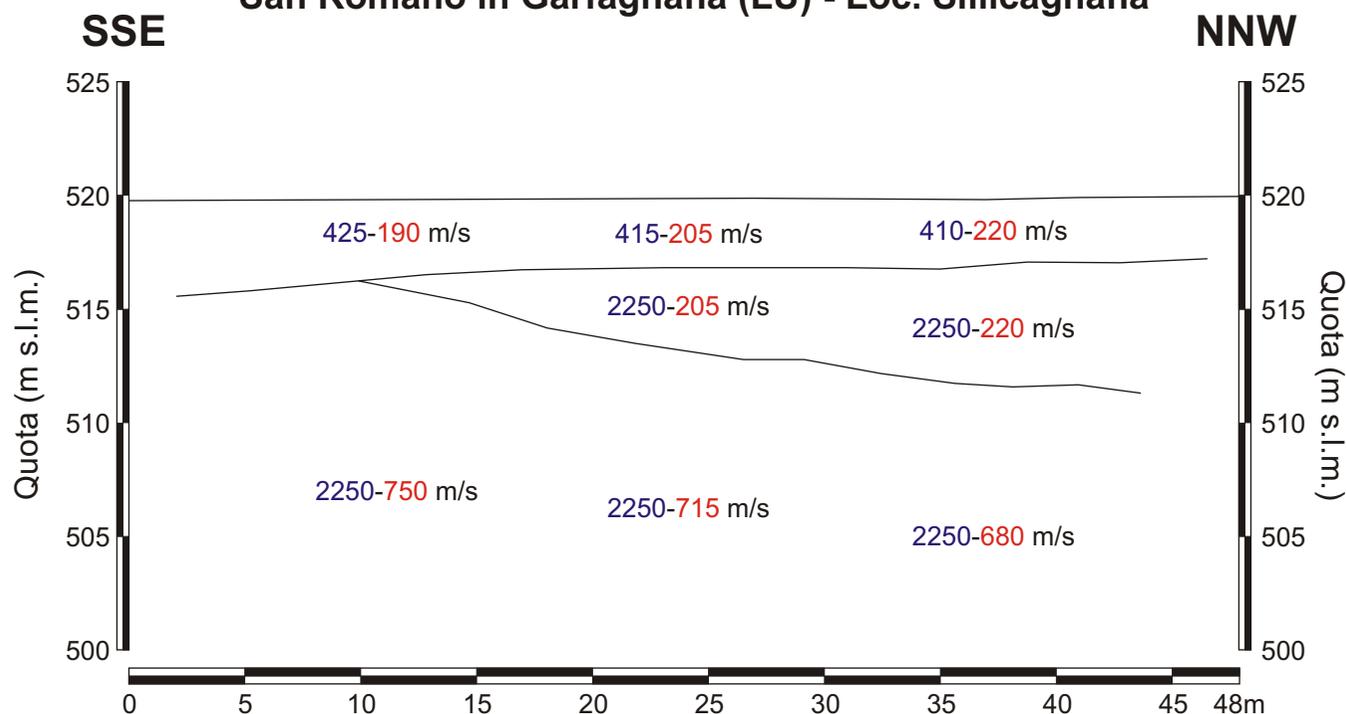
Posizionamento prove HVSR Regolamento Urbanistico

DATI DI BASE

Progetto VEL



STESA SISMICA A RIFRAZIONE St6 - ONDE P ed SH San Romano in Garfagnana (LU) - Loc. Sillicagnana



Legenda

425 m/s Velocità sismica onde P in metri al secondo

190 m/s Velocità sismica onde SH in metri al secondo

NOTE: L'elaborazione delle dromocrone porta a due sezioni sismostratigrafiche, in onde P ed in onde SH, congruenti. Pertanto viene utilizzata un'unica sezione grafica, valida per entrambe le energizzazioni. Nella sezione vengono rappresentati i sismostrati individuati, indicando le rispettive velocità di propagazione delle onde P (in blu) e delle onde SH (in rosso).

VALIDAZIONE DATI: La ricostruzione della sezione, elaborata nella fase di omogeneizzazione, considerando il quadro geologico di riferimento, ha confermato, per quanto attiene alla sezione sismostratigrafica, la versione fornita dalla Ditta esecutrice dell'indagine. Pertanto, in questo caso si è provveduto soltanto all'omogeneizzazione del formato grafico della sezione.

DATI DI BASE

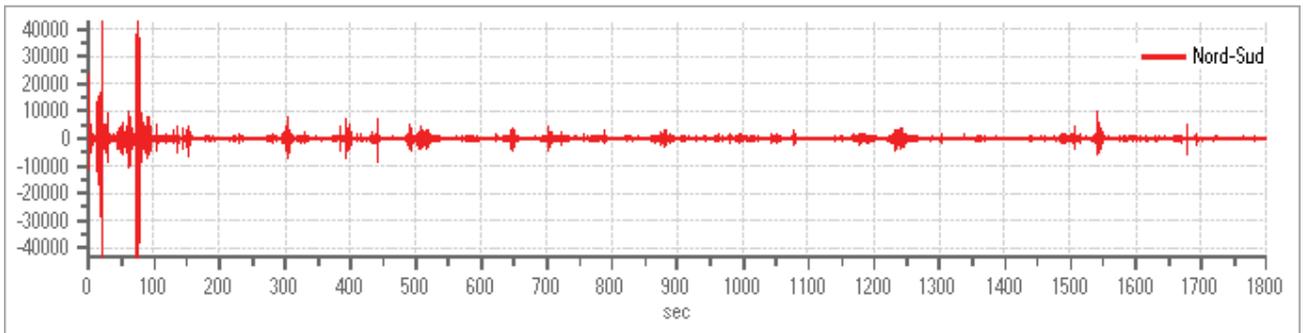
HVSR Regolamento Urbanistico

Misura 29

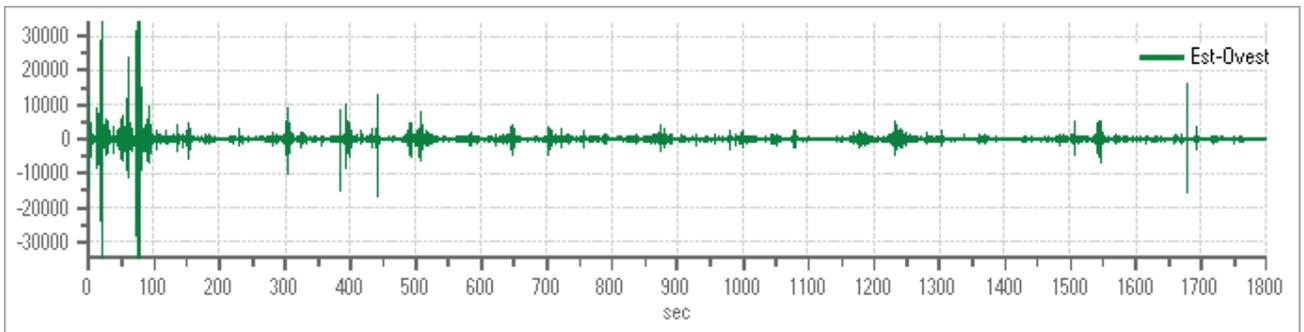
Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3
Durata registrazione: 1800 s
Frequenza di campionamento: 156,00 Hz
Numero campioni: 280799
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

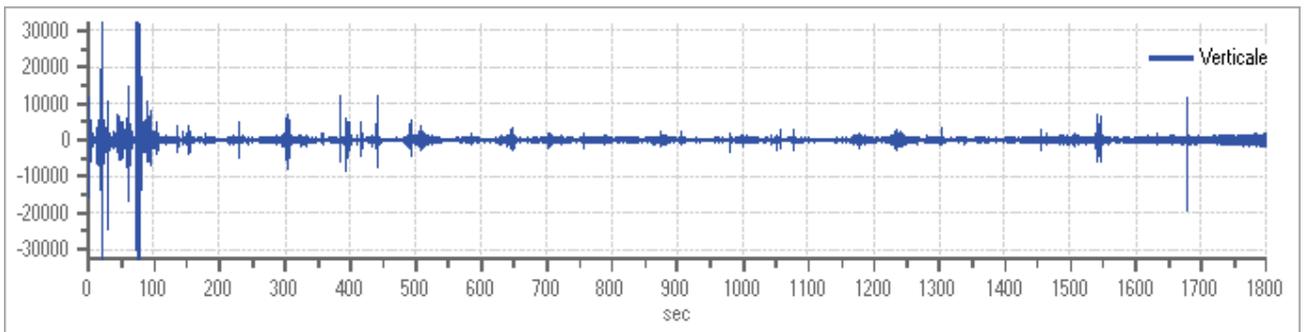
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

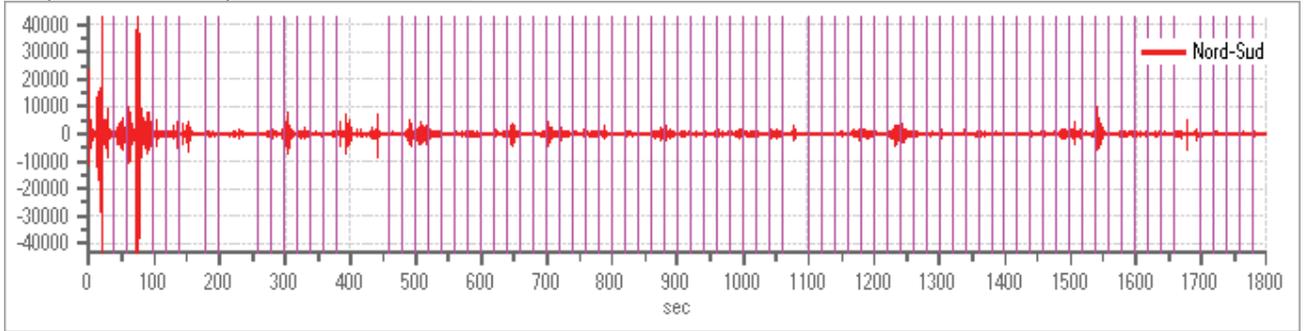
Numero totale finestre selezionate: 66
Numero finestre incluse nel calcolo: 66
Dimensione temporale finestre: 20,000 s
Tipo di lisciamiento: Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamiento: 10,00 %
Coefficiente di banda: 40,00

Tabella finestre:

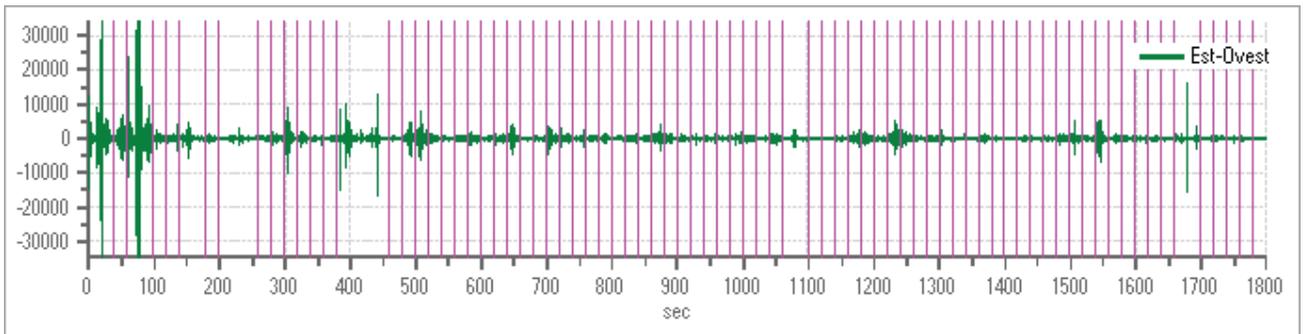
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	40	60	Inclusa
2	100	120	Inclusa
3	120	140	Inclusa
4	180	200	Inclusa
5	260	280	Inclusa
6	280	300	Inclusa
7	320	340	Inclusa
8	340	360	Inclusa
9	360	380	Inclusa
10	460	480	Inclusa
11	480	500	Inclusa
12	520	540	Inclusa
13	560	580	Inclusa
14	580	600	Inclusa
15	600	620	Inclusa
16	620	640	Inclusa
17	640	660	Inclusa
18	660	680	Inclusa
19	680	700	Inclusa
20	700	720	Inclusa
21	720	740	Inclusa
22	740	760	Inclusa
23	760	780	Inclusa
24	780	800	Inclusa
25	800	820	Inclusa
26	820	840	Inclusa
27	840	860	Inclusa
28	860	880	Inclusa
29	900	920	Inclusa
30	920	940	Inclusa
31	940	960	Inclusa
32	960	980	Inclusa
33	980	1000	Inclusa
34	1000	1020	Inclusa
35	1020	1040	Inclusa
36	1040	1060	Inclusa

37	1100	1120	Inclusa
38	1120	1140	Inclusa
39	1140	1160	Inclusa
40	1160	1180	Inclusa
41	1180	1200	Inclusa
42	1200	1220	Inclusa
43	1240	1260	Inclusa
44	1260	1280	Inclusa
45	1280	1300	Inclusa
46	1300	1320	Inclusa
47	1320	1340	Inclusa
48	1340	1360	Inclusa
49	1360	1380	Inclusa
50	1380	1400	Inclusa
51	1400	1420	Inclusa
52	1420	1440	Inclusa
53	1440	1460	Inclusa
54	1460	1480	Inclusa
55	1480	1500	Inclusa
56	1520	1540	Inclusa
57	1540	1560	Inclusa
58	1560	1580	Inclusa
59	1580	1600	Inclusa
60	1600	1620	Inclusa
61	1620	1640	Inclusa
62	1640	1660	Inclusa
63	1700	1720	Inclusa
64	1720	1740	Inclusa
65	1740	1760	Inclusa
66	1760	1780	Inclusa

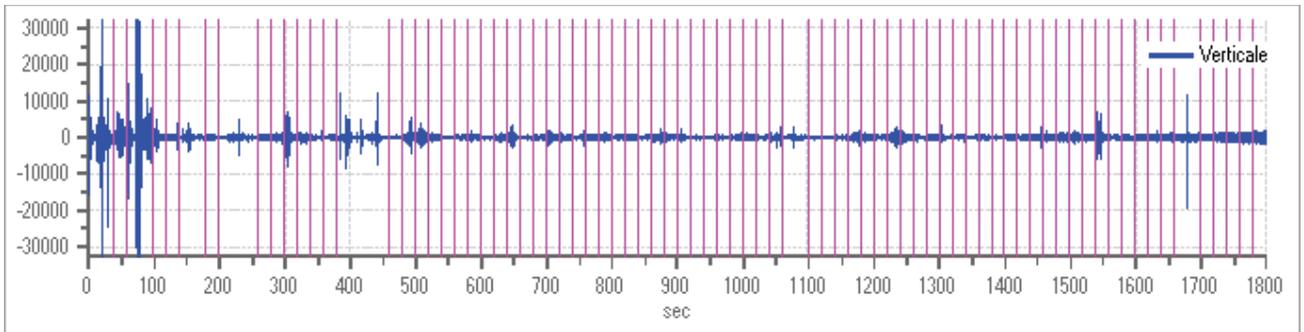
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

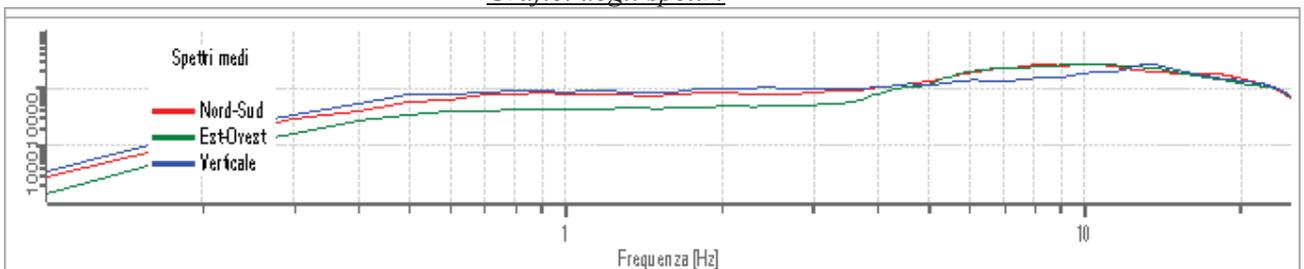


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

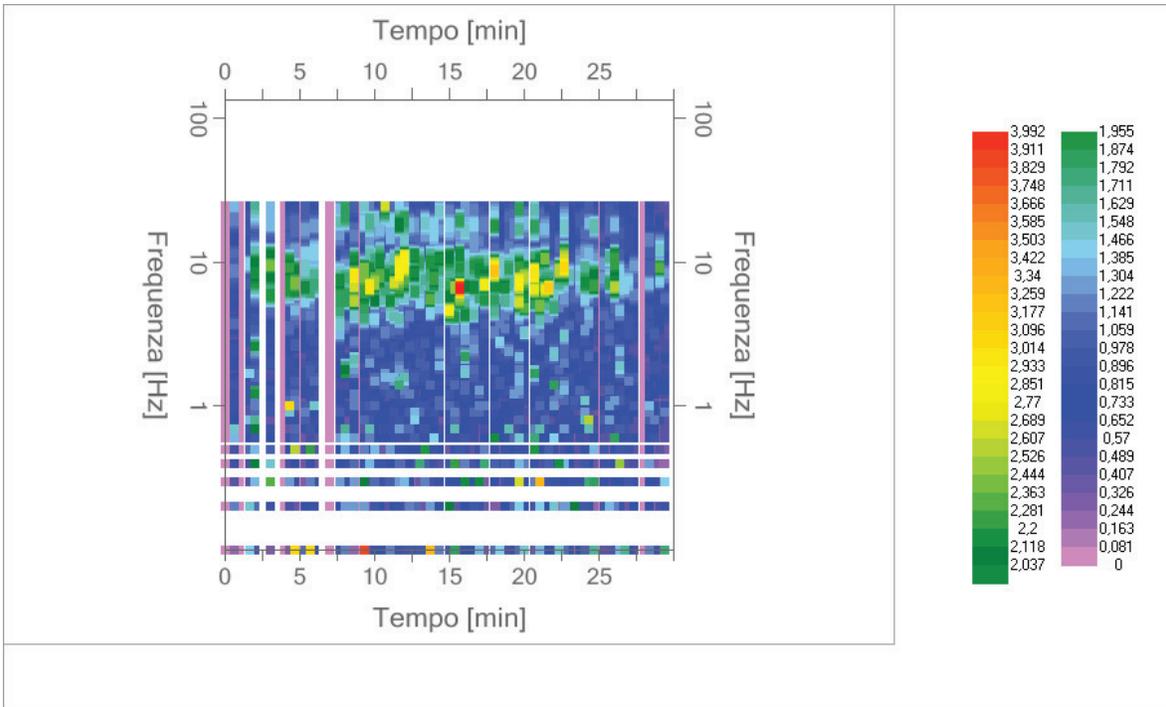


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

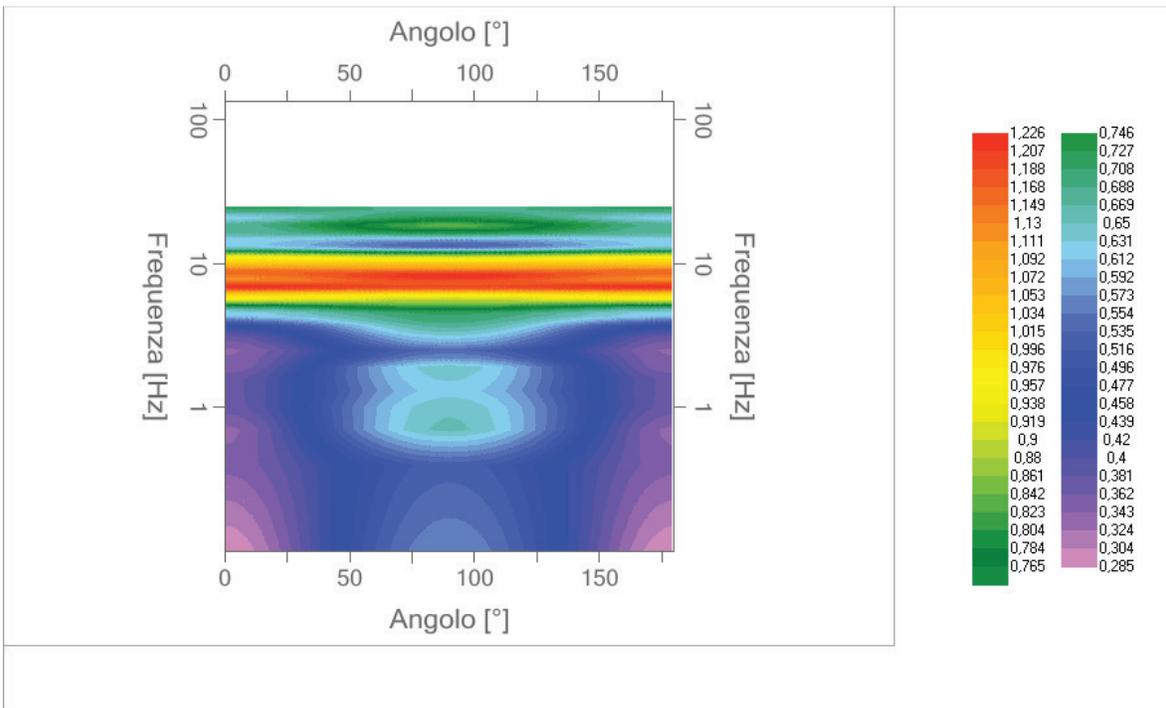
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

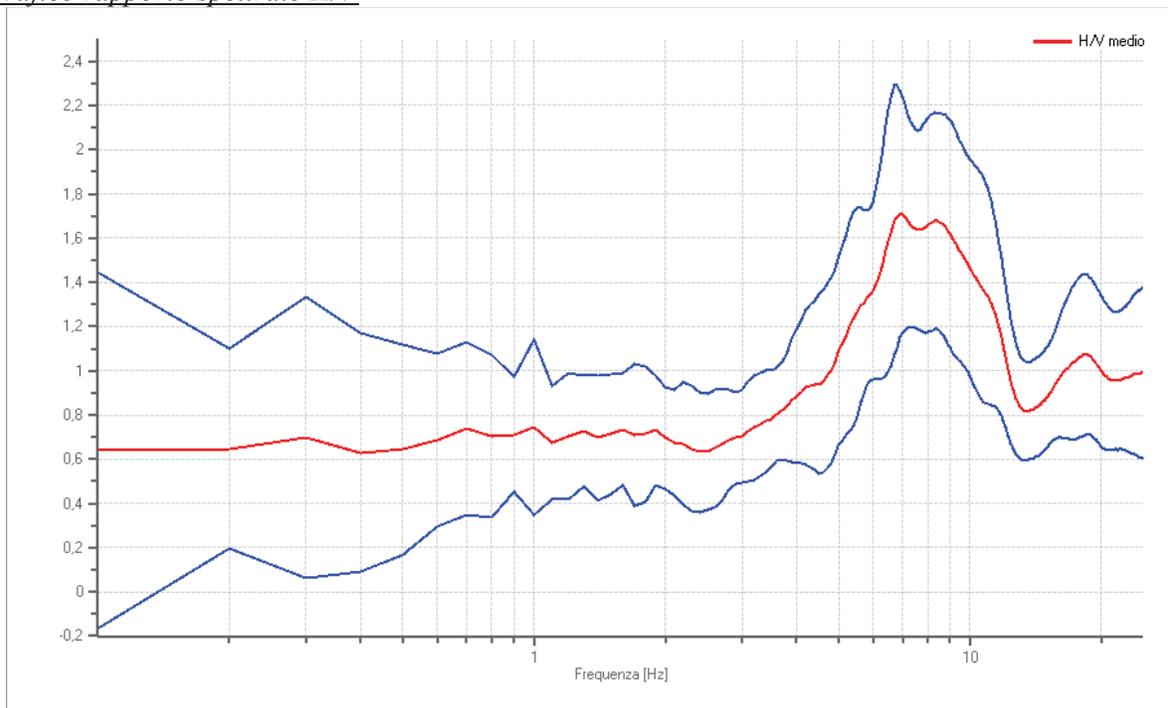
Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	25,00 Hz
Frequenza minima:	0,10 Hz
Passo frequenze:	0,10 Hz
Tipo lisciamento::	Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento:	10,00 %
Tipo di somma direzionale:	Media quadratica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 6,90 Hz \pm 0,33 Hz

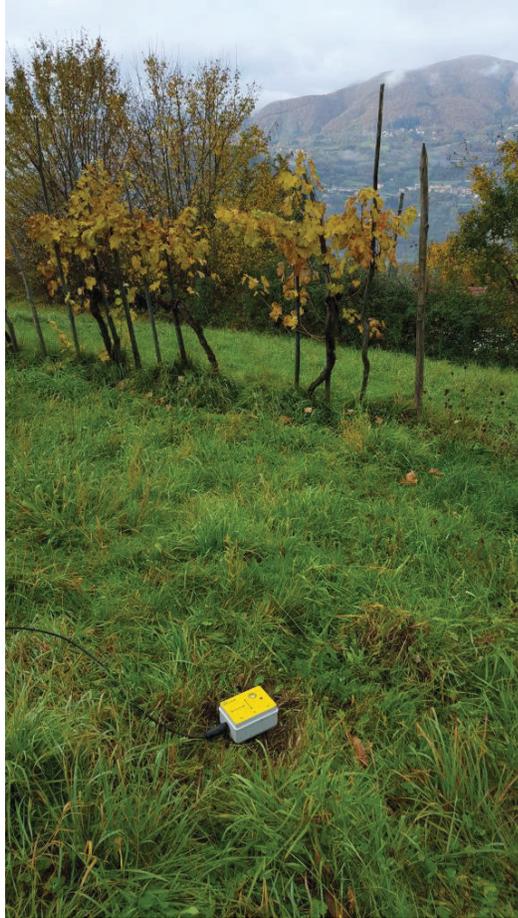
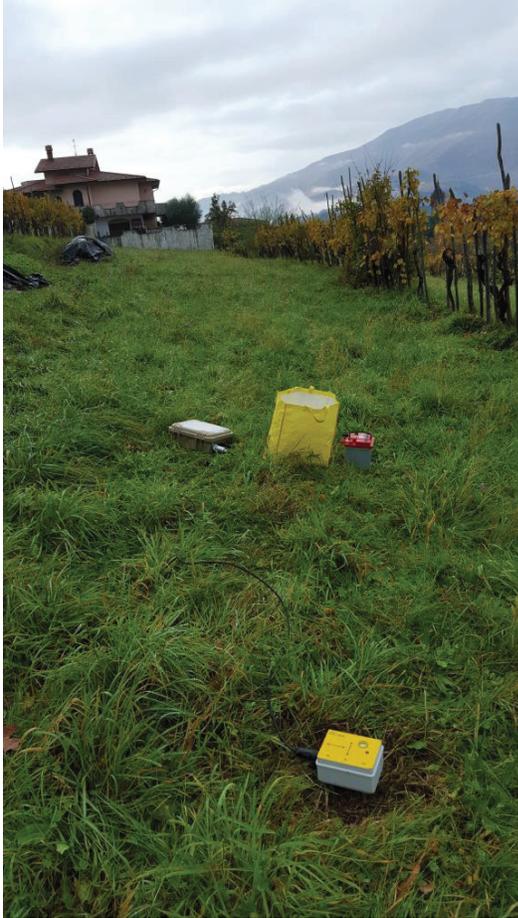
Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Non superato
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

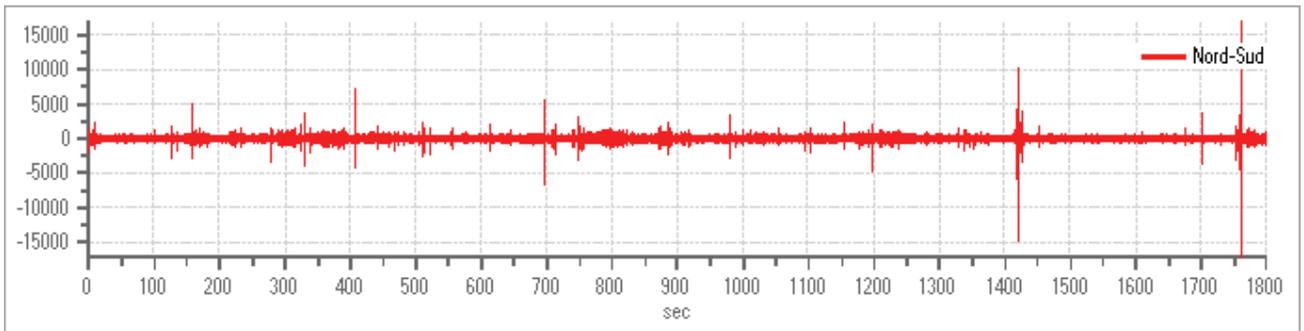


Misura 30

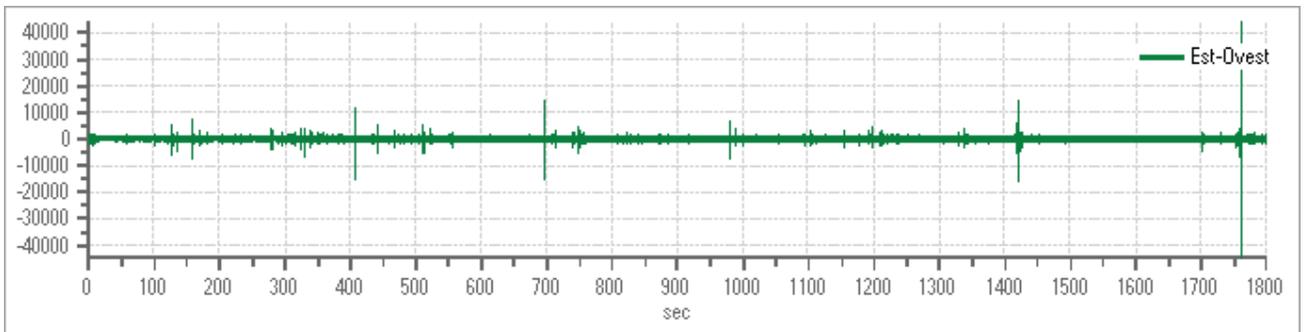
Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3
Durata registrazione: 1800 s
Frequenza di campionamento: 156,00 Hz
Numero campioni: 280799
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

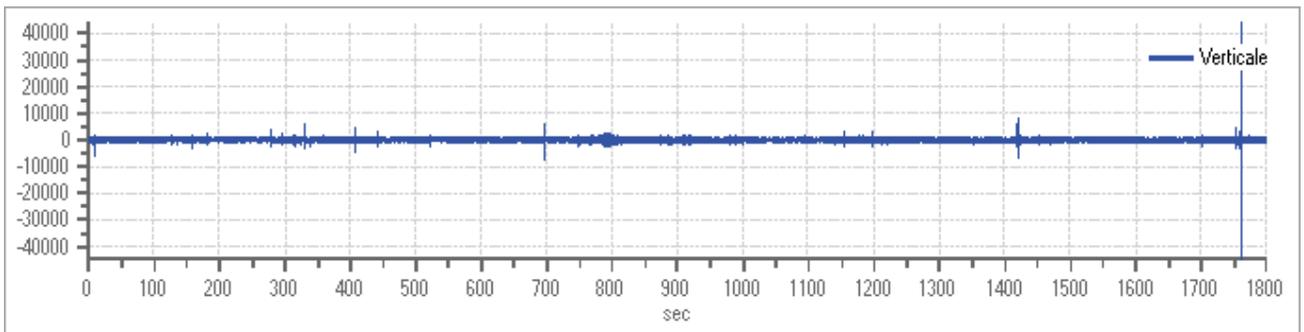
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

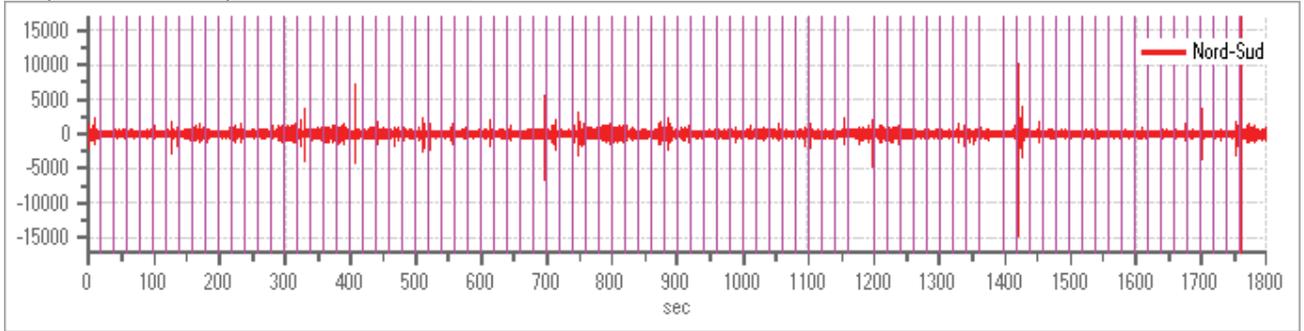
Numero totale finestre selezionate: 83
Numero finestre incluse nel calcolo: 83
Dimensione temporale finestre: 20,000 s
Tipo di lisciamiento: Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamiento: 10,00 %
Coefficiente di banda: 40,00

Tabella finestre:

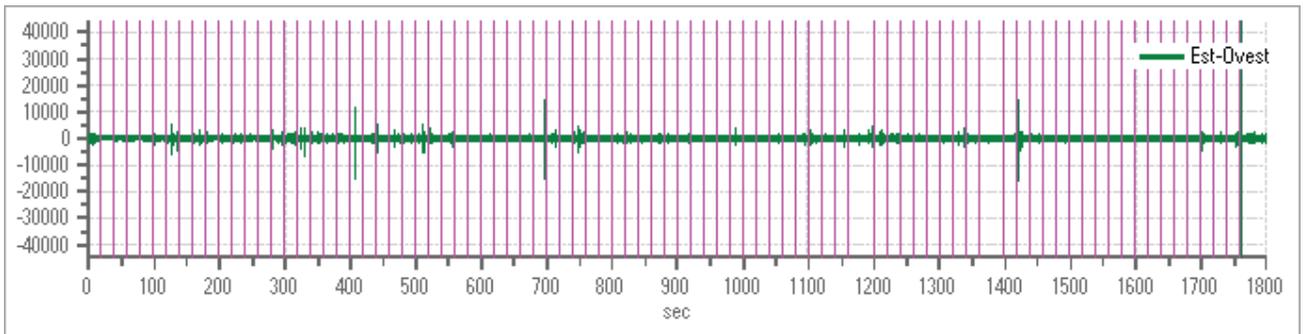
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	20	Inclusa
2	20	40	Inclusa
3	40	60	Inclusa
4	60	80	Inclusa
5	80	100	Inclusa
6	100	120	Inclusa
7	120	140	Inclusa
8	140	160	Inclusa
9	160	180	Inclusa
10	180	200	Inclusa
11	200	220	Inclusa
12	220	240	Inclusa
13	240	260	Inclusa
14	260	280	Inclusa
15	280	300	Inclusa
16	300	320	Inclusa
17	320	340	Inclusa
18	340	360	Inclusa
19	360	380	Inclusa
20	380	400	Inclusa
21	400	420	Inclusa
22	420	440	Inclusa
23	440	460	Inclusa
24	460	480	Inclusa
25	480	500	Inclusa
26	500	520	Inclusa
27	520	540	Inclusa
28	540	560	Inclusa
29	560	580	Inclusa
30	580	600	Inclusa
31	600	620	Inclusa
32	620	640	Inclusa
33	640	660	Inclusa
34	660	680	Inclusa
35	680	700	Inclusa
36	700	720	Inclusa

37	720	740	Inclusa
38	740	760	Inclusa
39	760	780	Inclusa
40	780	800	Inclusa
41	800	820	Inclusa
42	820	840	Inclusa
43	840	860	Inclusa
44	860	880	Inclusa
45	880	900	Inclusa
46	900	920	Inclusa
47	920	940	Inclusa
48	940	960	Inclusa
49	960	980	Inclusa
50	980	1000	Inclusa
51	1000	1020	Inclusa
52	1020	1040	Inclusa
53	1040	1060	Inclusa
54	1060	1080	Inclusa
55	1080	1100	Inclusa
56	1100	1120	Inclusa
57	1120	1140	Inclusa
58	1140	1160	Inclusa
59	1200	1220	Inclusa
60	1220	1240	Inclusa
61	1240	1260	Inclusa
62	1260	1280	Inclusa
63	1280	1300	Inclusa
64	1300	1320	Inclusa
65	1320	1340	Inclusa
66	1340	1360	Inclusa
67	1400	1420	Inclusa
68	1420	1440	Inclusa
69	1440	1460	Inclusa
70	1460	1480	Inclusa
71	1480	1500	Inclusa
72	1500	1520	Inclusa
73	1520	1540	Inclusa
74	1540	1560	Inclusa
75	1560	1580	Inclusa
76	1600	1620	Inclusa
77	1620	1640	Inclusa
78	1640	1660	Inclusa
79	1660	1680	Inclusa
80	1680	1700	Inclusa
81	1700	1720	Inclusa
82	1720	1740	Inclusa
83	1740	1760	Inclusa

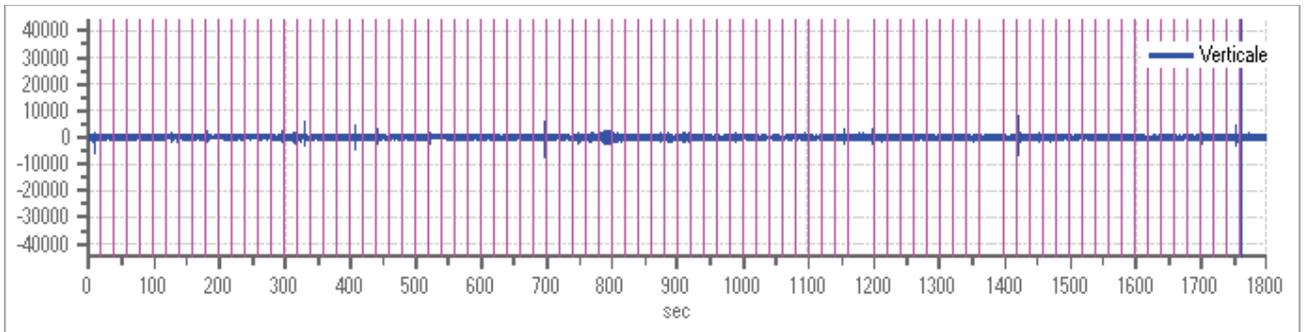
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

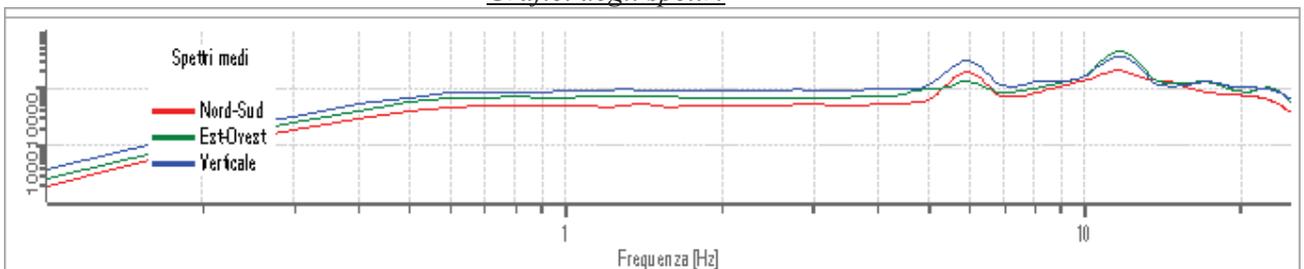


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

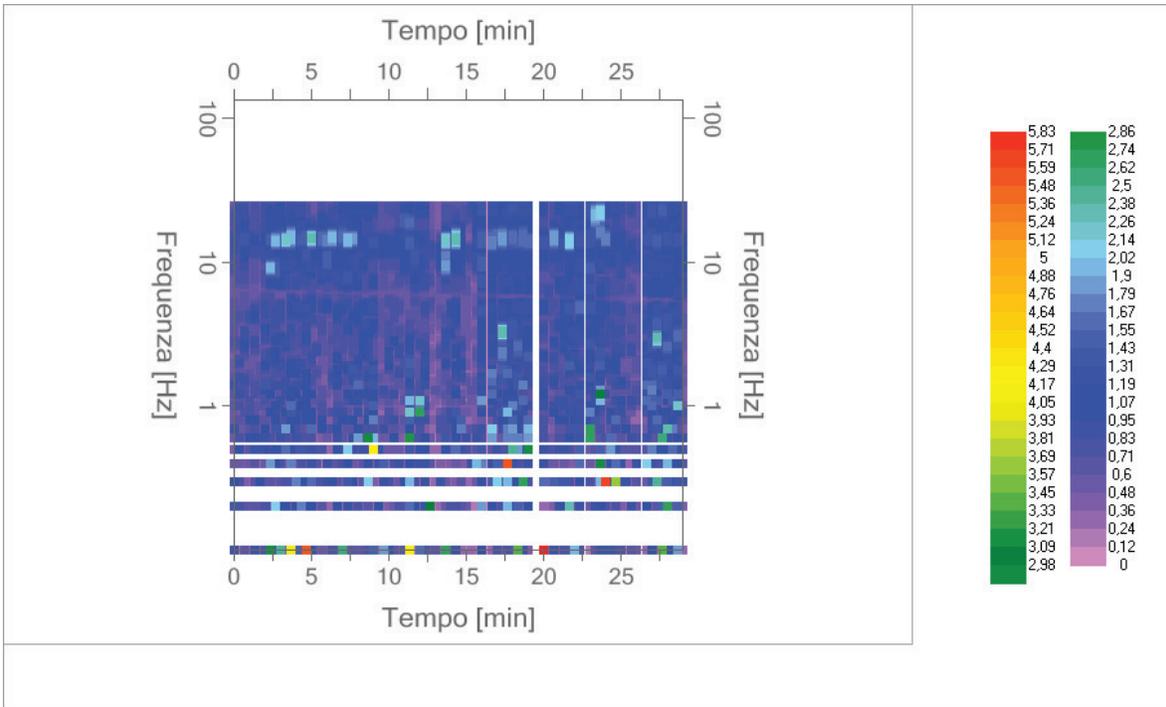


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

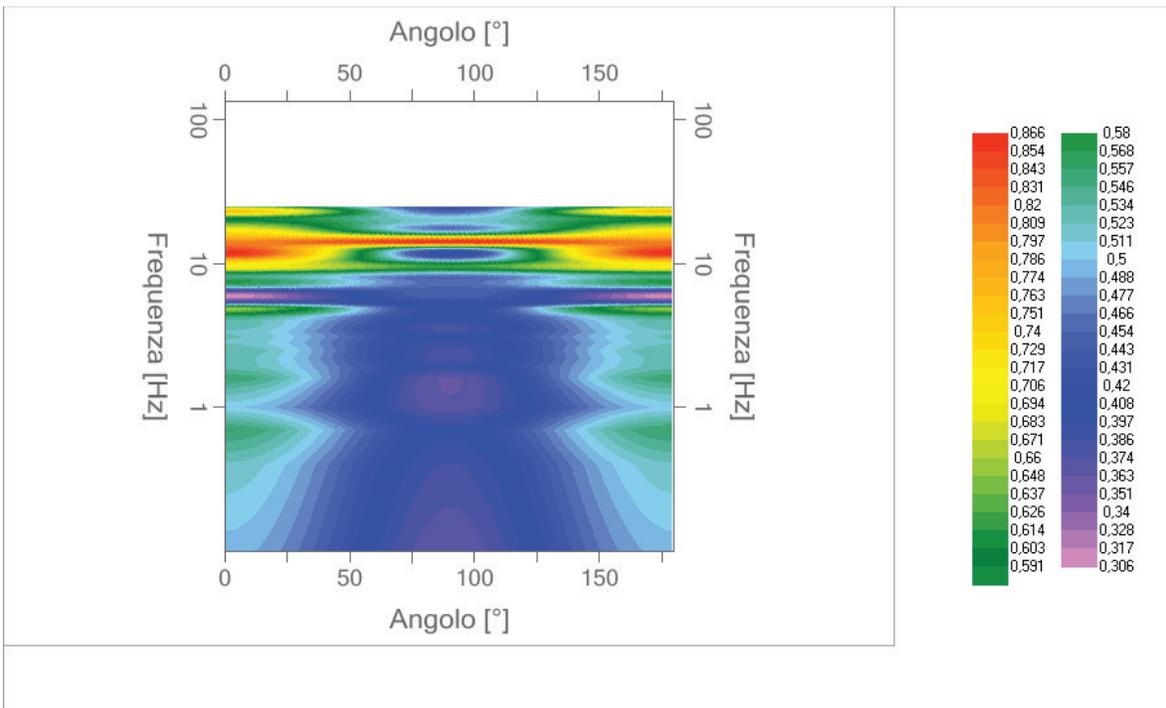
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

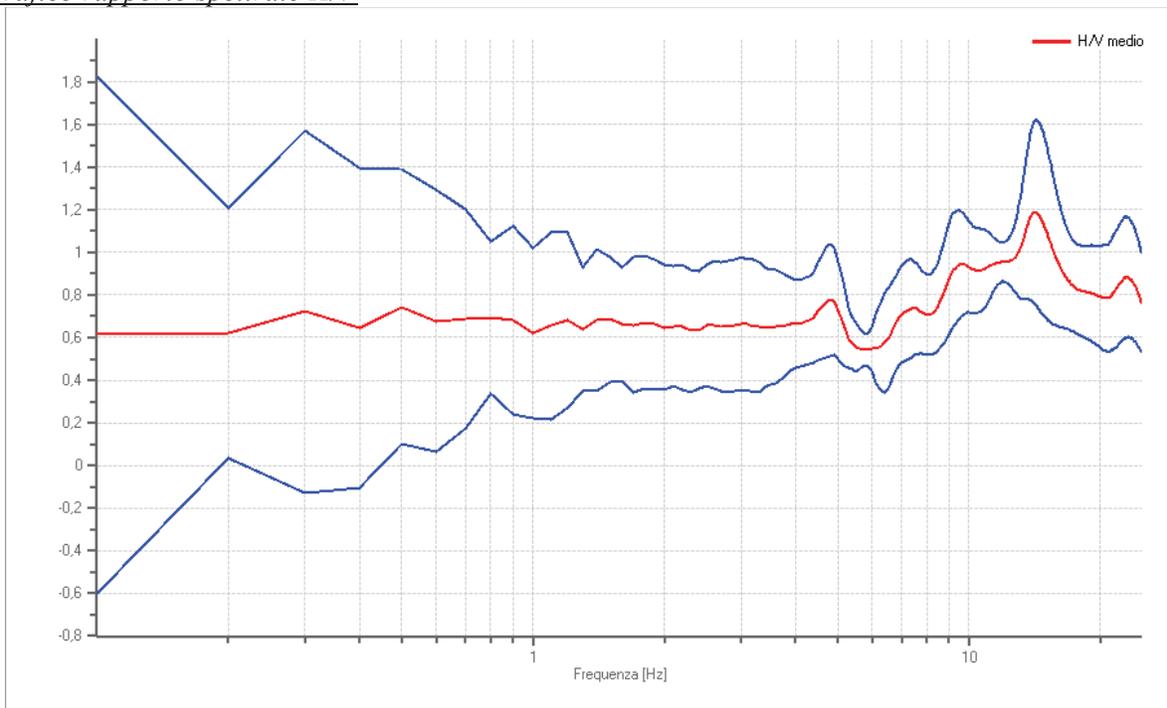
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 25,00 Hz
 Frequenza minima: 0,10 Hz
 Passo frequenze: 0,10 Hz
 Tipo lisciamento:: Konno & Ohmachi
 Percentuale di lisciamento: 10,00 %
 Tipo di somma direzionale: Media quadratica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 14,10 Hz \pm 0,36 Hz

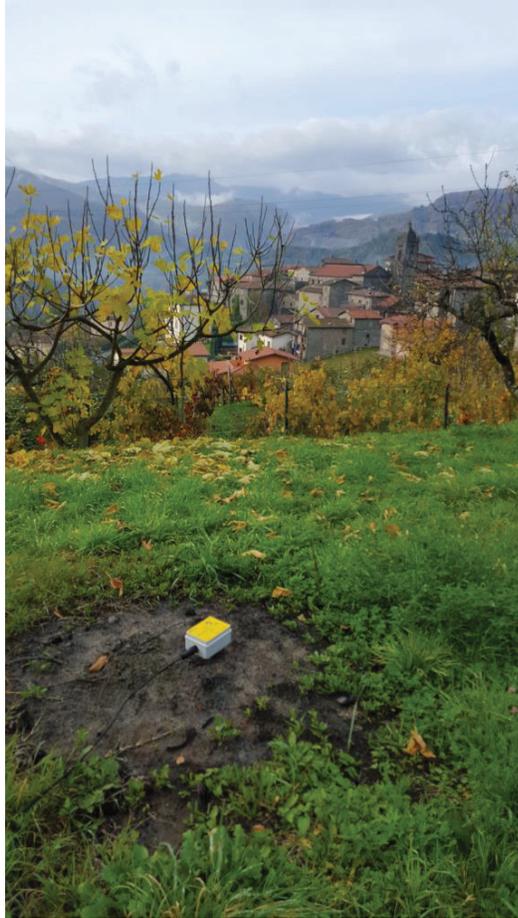
Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Non superato
$A_0 > 2$	Non superato
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Non superato
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Non superato
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok



DATI DI BASE

HVSR Piano Strutturale Intercomunale

Mannori e Associati Geologia Tecnica

COMUNE DI SAN ROMANO IN GARFAGNANA
STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1
Indagini HVSR

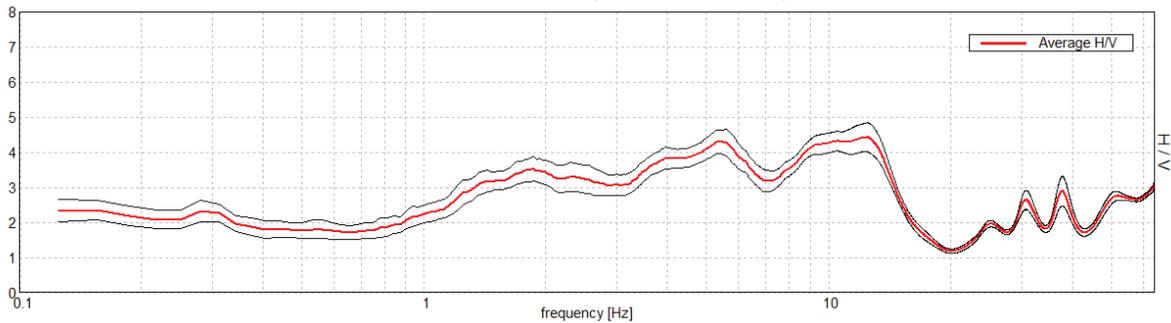
MISURA N. 2

Strumento: TZ3-0015/01-13
Formato dati: 32 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 20/07/17 10:50:34 Fine registrazione: 20/07/17 11:20:34
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

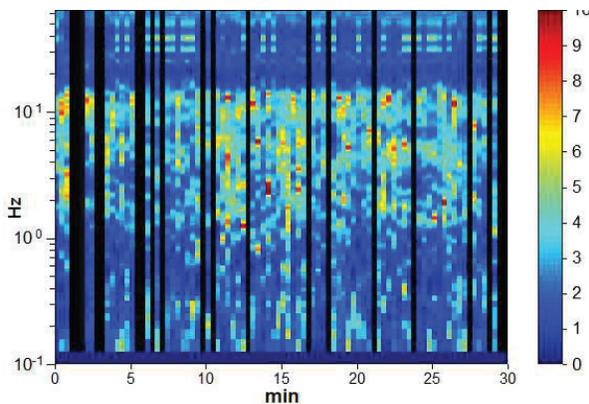
Durata registrazione: 0h30'00". Analizzato 78% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

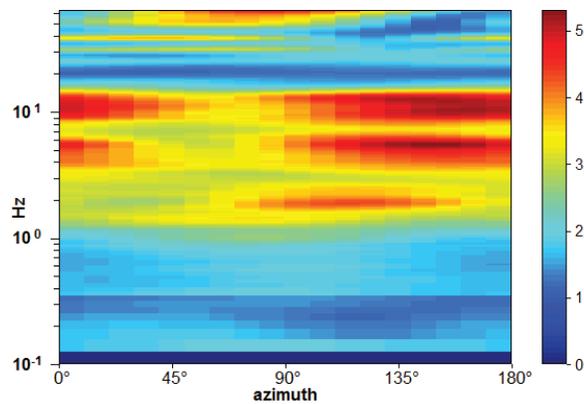
Picco H/V a 12.47 ± 1.66 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



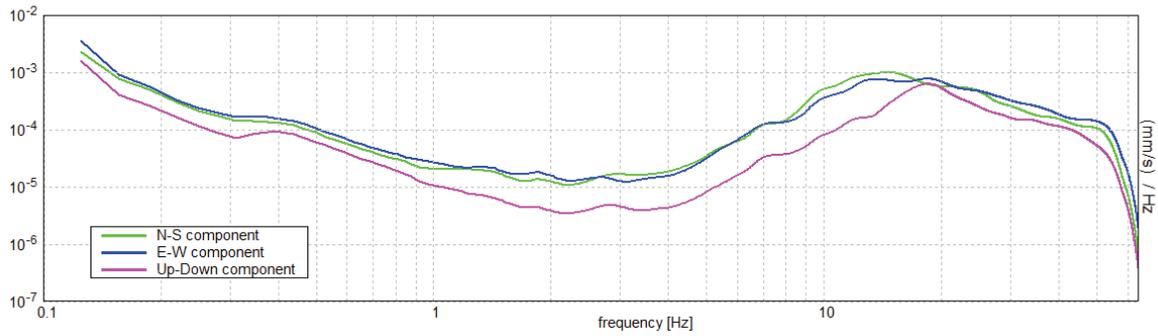
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

NESSUN PICCO

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	12.47 > 0.50		
$n_c(f_0) > 200$	17456.3 > 200		
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 600		
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	15.688 Hz		
$A_0 > 2$	4.42 > 2		
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.13327 < 0.05		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.66169 < 0.62344		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.4165 < 1.58		

Prove geognostiche 2023

- Prove penetrometriche
- Prove HVSR



Posizionamento prove

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Committente: Comune di San Romano in Garfagnana Cantiere: Sillicagnana Località: Sillicagnana	
---	--

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DL-30 (60°)E

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0,20 m
Peso sistema di battuta	11 Kg
Diametro punta conica	35,68 mm
Area di base punta	10 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2,4 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,90 m
Avanzamento punta	0,10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0,9
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE
(DYNAMIC PROBING)
DPSH – DPM (... scpt ecc.)

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α);
- avanzamento (penetrazione) δ ;
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESANTE (DPH);
- tipo SUPERPESANTE (DPSH).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof. max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente $M = 30$ kg, altezza di caduta $H = 0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha=60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10$ cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente $M = 20$ kg, altezza di caduta $H=0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha = 60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10$ cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)
massa battente $M = 73$ kg, altezza di caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro $D = 50.8$ mm, area base cono $A=20.27$ cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;
- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
massa battente $M=63.5$ kg, altezza caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=20-30$ cm, punta conica conica ($\alpha = 60^\circ-90^\circ$) diametro $D = 50.5$ mm, area base cono $A = 20$ cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt}. Il passaggio viene dato da:

$$N_{SPT} = \beta_t \cdot N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M	peso massa battente.
M'	peso aste.
H	altezza di caduta.
A	area base punta conica.
δ	passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta R_{pd}

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

R_{pd} resistenza dinamica punta (area A).
e infissione media per colpo (δ/ N).
M peso massa battente (altezza caduta H).
P peso totale aste e sistema battuta.

Calcolo di (N₁)₆₀

(N₁)₆₀ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(Pa/\sigma_{vo})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_s \cdot C_r \cdot C_d$$

ER/60 rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.
C_s parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).
C_d funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
C_r parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981).

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (+ s)

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (- s)

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Distribuzione normale R.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove $\sigma_{N_{spt}}$ è la deviazione standard di N_{spt}

Distribuzione normale R.N.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di N_{spt} distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza

(generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione $d = 1$ m.

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati N_{spt} il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se N_{spt} dello strato considerato risulta inferiore a N_{spt} critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione N_{spt} in presenza di falda

$$N_{spt \text{ corretto}} = 15 + 0.5 \cdot (N_{spt} - 15)$$

N_{spt} è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers (1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda) $\sigma > 5$ t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann (1977)- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da D_r %.
- Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONALE RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.

-
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $s > 15$ t/mq.
 - Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 m e con (%) di limo > 5% a profondità < 3 m.
 - Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie D_r viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_y)

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

- Buisman-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

-
- Terzaghi-Peck (1948-1967)

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

- Seed-Idriss (1978-1981) . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio τ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio V_s (m/s)

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione (K_0)

- Navfac (1971-1982) - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson (1983) - Q_c

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA (1983).
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con $N_{spt} < 8$, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). C_u (min-max).
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5 , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.

- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (Cu-Nspt-grado di plasticità).
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille** e **limi argillosi** con $N_c = 20$ e $Q_c/N_{spt} = 2$.
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata Cu (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni (1982), valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson (1983) - Q_c

Modulo Edometrico-Confinato (M_o)

- Stroud e Butler (1975),- per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - M_o (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$).
- Buisman- Sanglerat, valida per argille compatte ($N_{spt} < 30$) medie e molli ($N_{spt} < 4$) e argille sabbiose ($N_{spt} = 6-12$).

Modulo Di Young (E_Y)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15 .
- D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977.

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DL-30 (60°)E
 Prova eseguita in data 20/09/2023 09:00:20
 Profondità prova 2,90 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Minimo

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,10	9	0,857	31,97	37,33	1,60	1,87
0,20	6	0,855	21,27	24,88	1,06	1,24
0,30	5	0,853	17,68	20,74	0,88	1,04
0,40	6	0,851	21,17	24,88	1,06	1,24
0,50	6	0,849	21,12	24,88	1,06	1,24
0,60	8	0,847	28,10	33,18	1,41	1,66
0,70	10	0,845	35,05	41,47	1,75	2,07
0,80	16	0,793	52,65	66,36	2,63	3,32
0,90	16	0,792	52,53	66,36	2,63	3,32
1,00	15	0,790	46,56	58,95	2,33	2,95
1,10	10	0,838	32,93	39,30	1,65	1,97
1,20	8	0,836	26,29	31,44	1,31	1,57
1,30	8	0,835	26,24	31,44	1,31	1,57
1,40	20	0,783	61,54	78,60	3,08	3,93
1,50	13	0,781	39,91	51,09	2,00	2,55
1,60	12	0,830	39,12	47,16	1,96	2,36
1,70	14	0,778	42,80	55,02	2,14	2,75
1,80	12	0,826	38,97	47,16	1,95	2,36
1,90	3	0,825	9,72	11,79	0,49	0,59
2,00	4	0,823	12,30	14,94	0,61	0,75
2,10	2	0,822	6,14	7,47	0,31	0,37
2,20	4	0,820	12,25	14,94	0,61	0,75
2,30	13	0,769	37,31	48,55	1,87	2,43
2,40	11	0,817	33,57	41,08	1,68	2,05
2,50	18	0,766	51,47	67,22	2,57	3,36
2,60	31	0,664	76,90	115,77	3,84	5,79
2,70	12	0,813	36,43	44,81	1,82	2,24
2,80	10	0,811	30,30	37,34	1,52	1,87
2,90	60	0,610	136,69	224,07	6,83	11,20

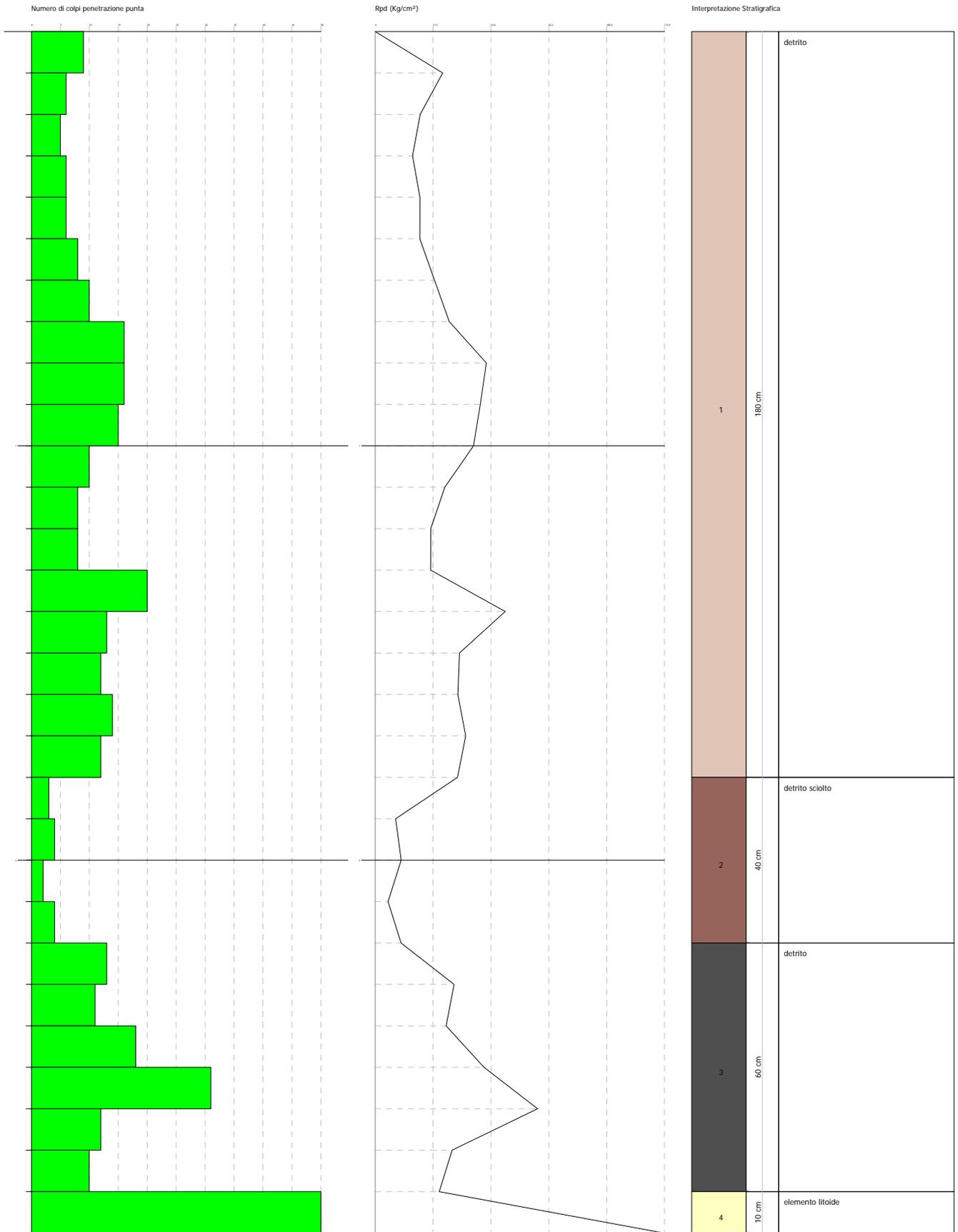
Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,8	5	20,74	Incoerente - coesivo	0	1,99	2,39	0,18	0,9	4,5	detrito
2,2	2	7,47	Incoerente - coesivo	0	1,78	1,93	0,39	0,9	1,8	detrito sciolto
2,8	10	37,34	Incoerente - coesivo	0	1,92	1,92	0,49	0,9	9	detrito
2,9	60	224,07	Incoerente - coesivo	0	0,0	0,0	0,54	0,9	54	elemento litoide

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
 Strumento utilizzato... DL-30 (60°)E

Committente:
 Cantiere: Sillicagnana parcheggio
 Località:

Data: 20/09/2023

Scala 1:13



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1**TERRENI INCOERENTI**

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) detrito	4,5	0.00-1,80	4,5	Gibbs & Holtz 1957	21,43
Strato (2) detrito sciolto	1,8	1,80-2,20	1,8	Gibbs & Holtz 1957	3,61
Strato (3) detrito	9	2,20-2,80	9	Gibbs & Holtz 1957	29,42
Strato (4) elemento litoide	54	2,80-2,90	54	Gibbs & Holtz 1957	71,81

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) detrito	4,5	0.00-1,80	4,5	Meyerhof (1956)	21,29
Strato (2) detrito sciolto	1,8	1,80-2,20	1,8	Meyerhof (1956)	20,51
Strato (3) detrito	9	2,20-2,80	9	Meyerhof (1956)	22,57
Strato (4) elemento litoide	54	2,80-2,90	54	Meyerhof (1956)	35,43

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) detrito	4,5	0.00-1,80	4,5	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) detrito sciolto	1,8	1,80-2,20	1,8	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (3) detrito	9	2,20-2,80	9	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (4) elemento litoide	54	2,80-2,90	54	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
Strato (1) detrito	4,5	0.00-1,80	4,5	Meyerhof ed altri	1,52
Strato (2) detrito sciolto	1,8	1,80-2,20	1,8	Meyerhof ed altri	1,39
Strato (3) detrito	9	2,20-2,80	9	Meyerhof ed altri	1,70
Strato (4) elemento litoide	54	2,80-2,90	54	Meyerhof ed altri	2,25

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
Strato (1) detrito	4,5	0.00-1,80	4,5	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato (2) detrito sciolto	1,8	1,80-2,20	1,8	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
Strato (3) detrito	9	2,20-2,80	9	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91
Strato (4) elemento litoide	54	2,80-2,90	54	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,16



Prova penetrometrica P1

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... DL-30 (60°)E
 Prova eseguita in data 20/09/2023 09:00:20
 Profondità prova 2,20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Minimo

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,10	10	0,857	35,53	41,47	1,78	2,07
0,20	17	0,805	56,73	70,51	2,84	3,53
0,30	20	0,803	66,58	82,95	3,33	4,15
0,40	18	0,801	59,78	74,65	2,99	3,73
0,50	17	0,799	56,33	70,51	2,82	3,53
0,60	16	0,797	52,89	66,36	2,64	3,32
0,70	18	0,795	59,36	74,65	2,97	3,73
0,80	19	0,793	62,52	78,80	3,13	3,94
0,90	17	0,792	55,81	70,51	2,79	3,53
1,00	19	0,790	58,97	74,67	2,95	3,73
1,10	14	0,788	43,36	55,02	2,17	2,75
1,20	23	0,736	66,55	90,39	3,33	4,52
1,30	18	0,785	55,50	70,74	2,78	3,54
1,40	12	0,833	39,28	47,16	1,96	2,36
1,50	16	0,781	49,12	62,88	2,46	3,14
1,60	22	0,730	63,08	86,46	3,15	4,32
1,70	29	0,728	82,96	113,97	4,15	5,70
1,80	26	0,726	74,22	102,18	3,71	5,11
1,90	37	0,675	98,12	145,41	4,91	7,27
2,00	56	0,623	130,33	209,13	6,52	10,46
2,10	48	0,622	111,43	179,25	5,57	8,96
2,20	60	0,620	138,95	224,07	6,95	11,20

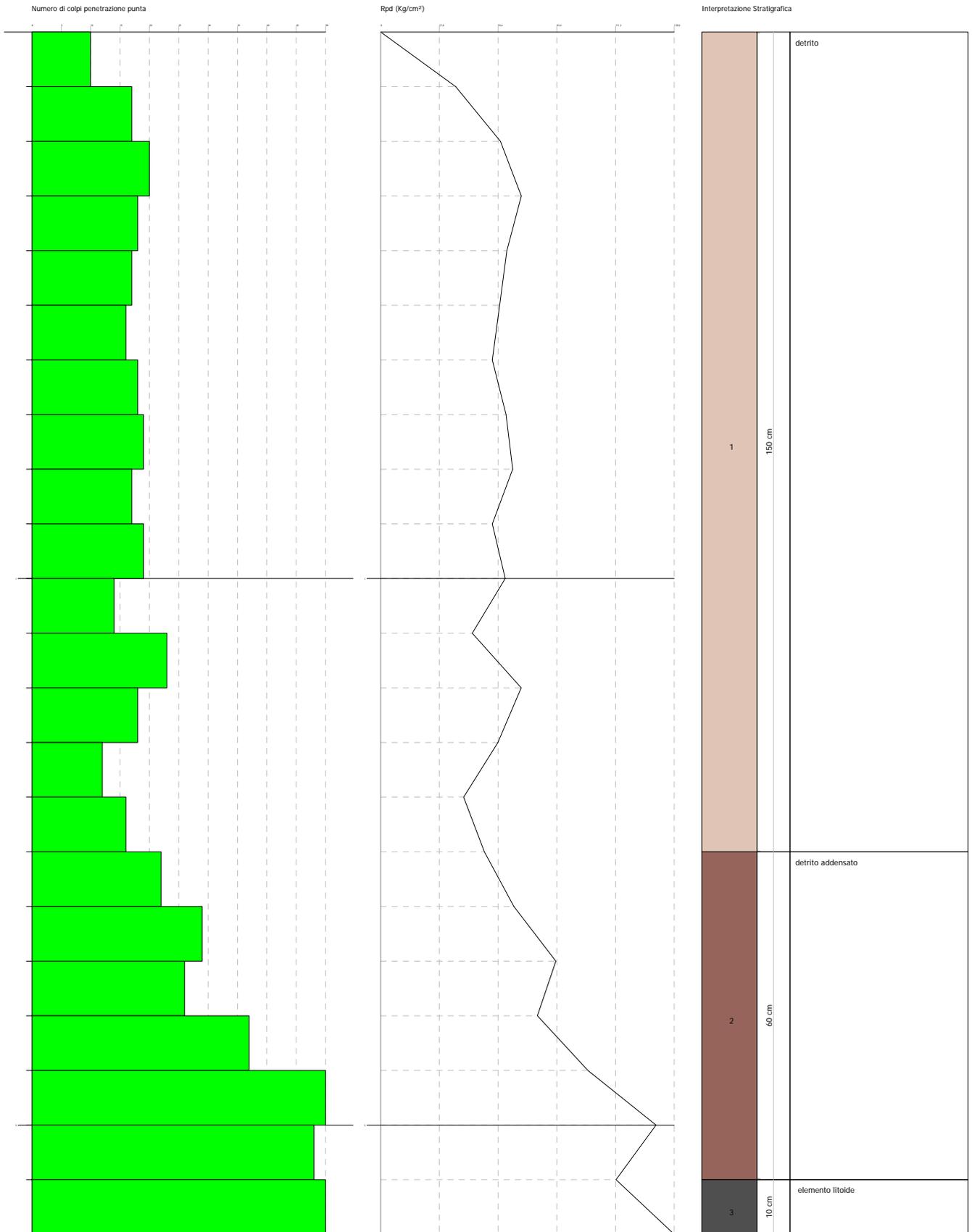
Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,5	10	41,47	Incoerente - coesivo	0	1,99	2,39	0,15	0,9	9	detrito
2,1	22	86,46	Incoerente - coesivo	0	1,78	1,93	0,35	0,9	19,8	detrito addensato
2,2	60	224,07	Incoerente - coesivo	0	1,92	1,92	0,41	0,9	54	elemento litoide

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
 Strumento utilizzato... DL-30 (60°)E

Committente:
 Cantiere: Sillicagnana parcheggio
 Località:

Data: 20/09/2023

Scala 1:10



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2**TERRENI INCOERENTI**

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) detrito	9	0,00-1,50	9	Gibbs & Holtz 1957	35,61
Strato (2) detrito addensato	19,8	1,50-2,10	19,8	Gibbs & Holtz 1957	49,18
Strato (3) elemento litoide	54	2,10-2,20	54	Gibbs & Holtz 1957	74,83

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) detrito	9	0,00-1,50	9	Meyerhof (1956)	22,57
Strato (2) detrito addensato	19,8	1,50-2,10	19,8	Meyerhof (1956)	25,66
Strato (3) elemento litoide	54	2,10-2,20	54	Meyerhof (1956)	35,43

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) detrito	9	0,00-1,50	9	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) detrito addensato	19,8	1,50-2,10	19,8	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (3) elemento litoide	54	2,10-2,20	54	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1) detrito	9	0,00-1,50	9	Meyerhof ed altri	1,70
Strato (2) detrito addensato	19,8	1,50-2,10	19,8	Meyerhof ed altri	1,99
Strato (3) elemento litoide	54	2,10-2,20	54	Meyerhof ed altri	2,25

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
Strato (1) detrito	9	0,00-1,50	9	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91
Strato (2) detrito addensato	19,8	1,50-2,10	19,8	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,98
Strato (3) elemento litoide	54	2,10-2,20	54	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,16



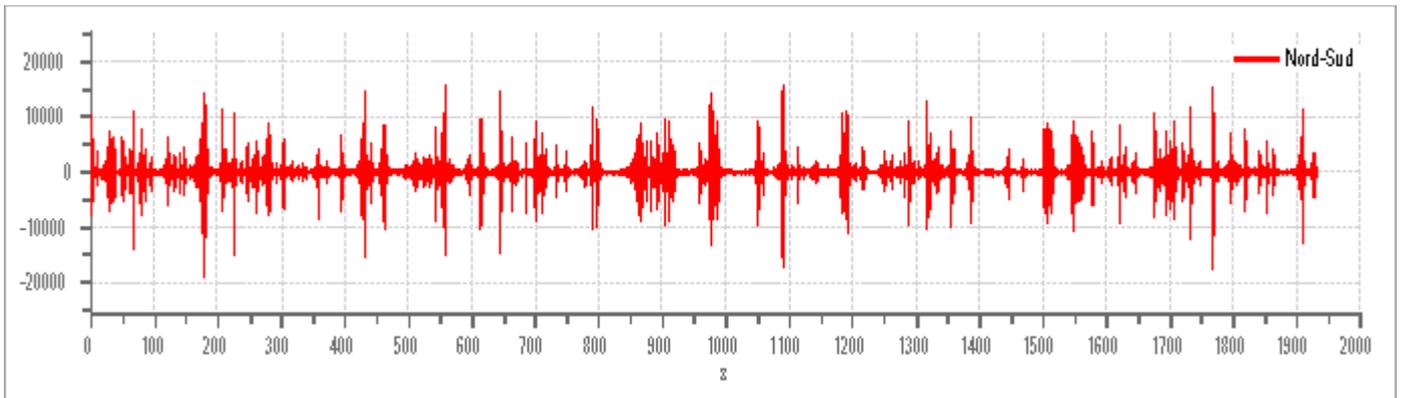
Prova penetrometrica P2

Misura 1

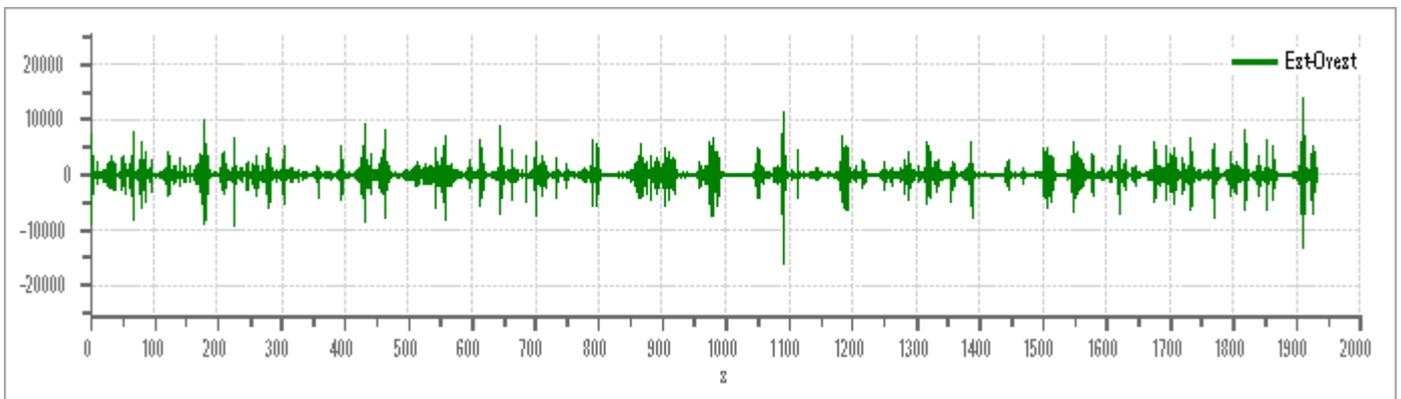
Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3
Durata registrazione: 1933 s
Frequenza di campionamento: 156,00 Hz
Numero campioni: 301591
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

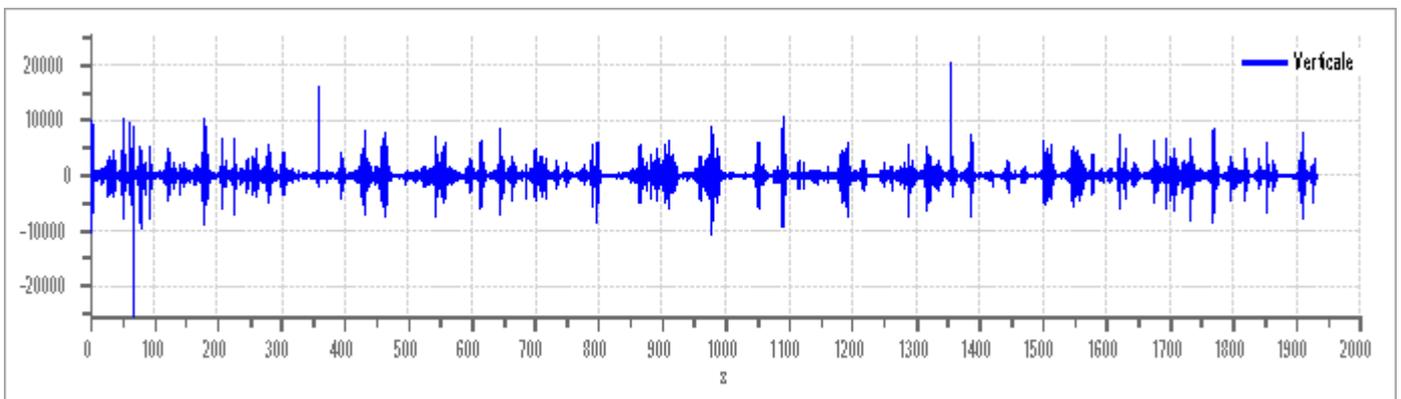
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

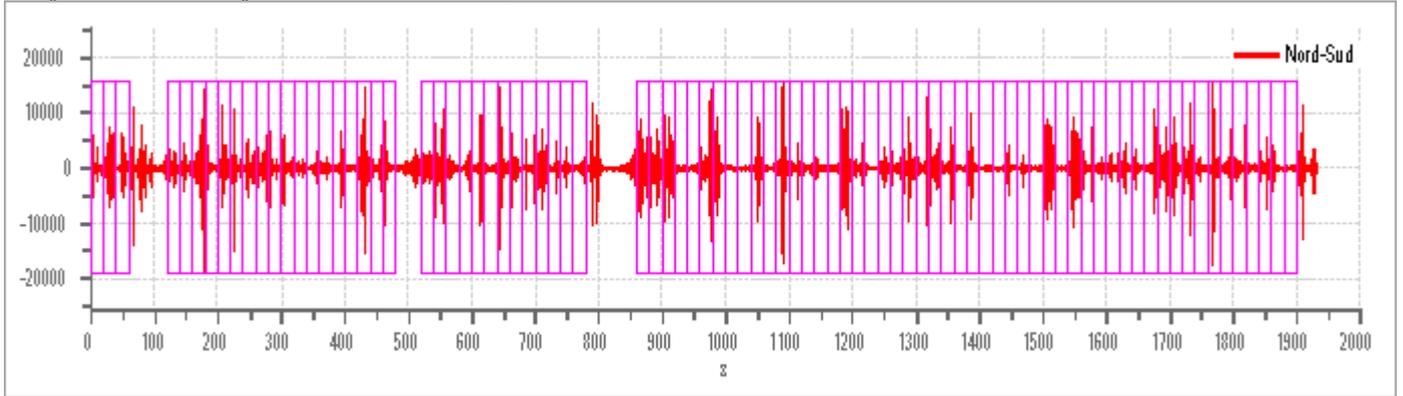
Numero totale finestre selezionate: 86
Numero finestre incluse nel calcolo: 86
Dimensione temporale finestre: 20,000 s
Tipo di lisciamiento: Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamiento: 10,00 %
Coefficiente di banda: 40,00

Tabella finestre:

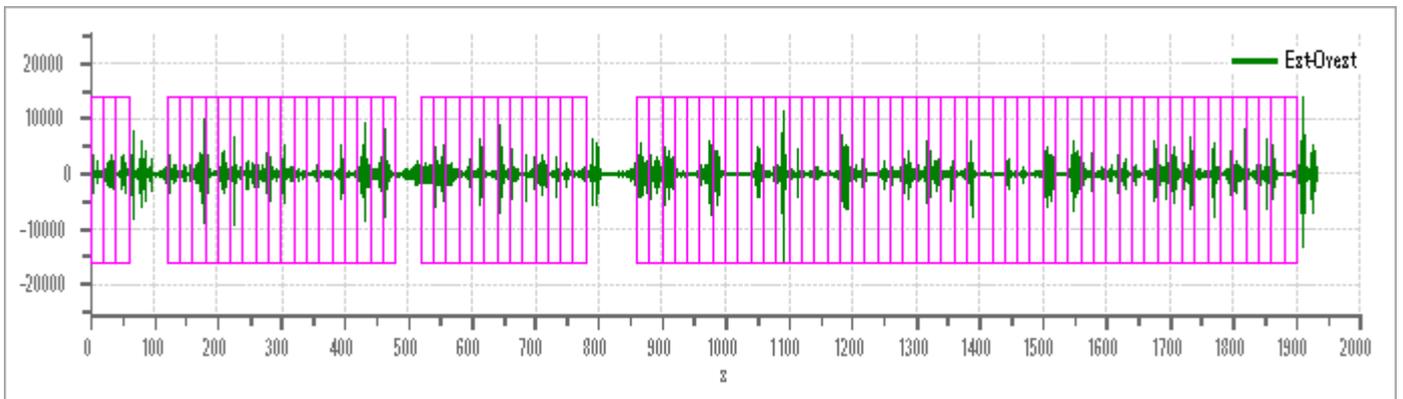
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	20	Inclusa
2	20	40	Inclusa
3	40	60	Inclusa
4	120	140	Inclusa
5	140	160	Inclusa
6	160	180	Inclusa
7	180	200	Inclusa
8	200	220	Inclusa
9	220	240	Inclusa
10	240	260	Inclusa
11	260	280	Inclusa
12	280	300	Inclusa
13	300	320	Inclusa
14	320	340	Inclusa
15	340	360	Inclusa
16	360	380	Inclusa
17	380	400	Inclusa
18	400	420	Inclusa
19	420	440	Inclusa
20	440	460	Inclusa
21	460	480	Inclusa
22	520	540	Inclusa
23	540	560	Inclusa
24	560	580	Inclusa
25	580	600	Inclusa
26	600	620	Inclusa
27	620	640	Inclusa
28	640	660	Inclusa
29	660	680	Inclusa
30	680	700	Inclusa
31	700	720	Inclusa
32	720	740	Inclusa
33	740	760	Inclusa
34	760	780	Inclusa
35	860	880	Inclusa
36	880	900	Inclusa
37	900	920	Inclusa

38	920	940	Inclusa
39	940	960	Inclusa
40	960	980	Inclusa
41	980	1000	Inclusa
42	1000	1020	Inclusa
43	1020	1040	Inclusa
44	1040	1060	Inclusa
45	1060	1080	Inclusa
46	1080	1100	Inclusa
47	1100	1120	Inclusa
48	1120	1140	Inclusa
49	1140	1160	Inclusa
50	1160	1180	Inclusa
51	1180	1200	Inclusa
52	1200	1220	Inclusa
53	1220	1240	Inclusa
54	1240	1260	Inclusa
55	1260	1280	Inclusa
56	1280	1300	Inclusa
57	1300	1320	Inclusa
58	1320	1340	Inclusa
59	1340	1360	Inclusa
60	1360	1380	Inclusa
61	1380	1400	Inclusa
62	1400	1420	Inclusa
63	1420	1440	Inclusa
64	1440	1460	Inclusa
65	1460	1480	Inclusa
66	1480	1500	Inclusa
67	1500	1520	Inclusa
68	1520	1540	Inclusa
69	1540	1560	Inclusa
70	1560	1580	Inclusa
71	1580	1600	Inclusa
72	1600	1620	Inclusa
73	1620	1640	Inclusa
74	1640	1660	Inclusa
75	1660	1680	Inclusa
76	1680	1700	Inclusa
77	1700	1720	Inclusa
78	1720	1740	Inclusa
79	1740	1760	Inclusa
80	1760	1780	Inclusa
81	1780	1800	Inclusa
82	1800	1820	Inclusa
83	1820	1840	Inclusa
84	1840	1860	Inclusa
85	1860	1880	Inclusa
86	1880	1900	Inclusa

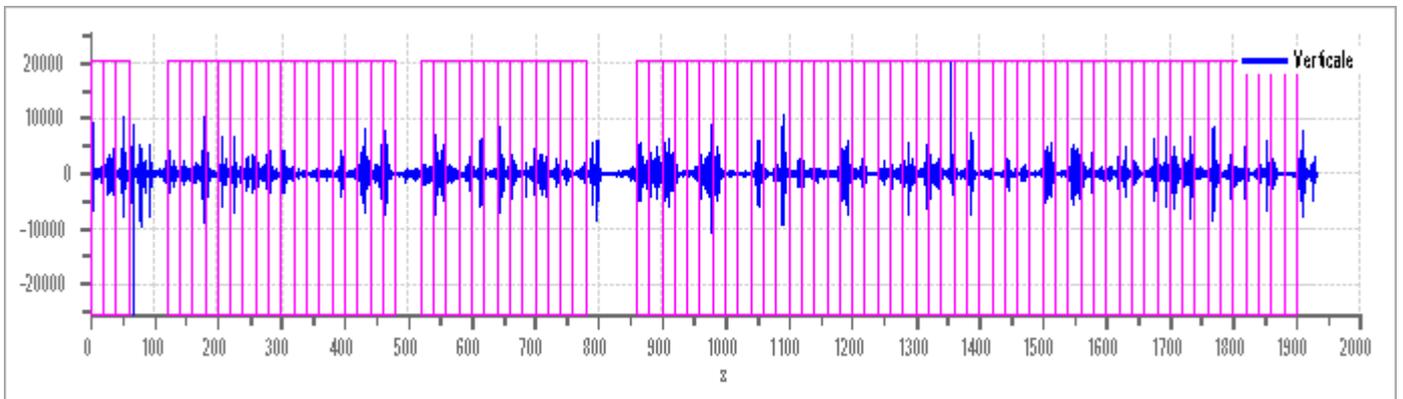
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

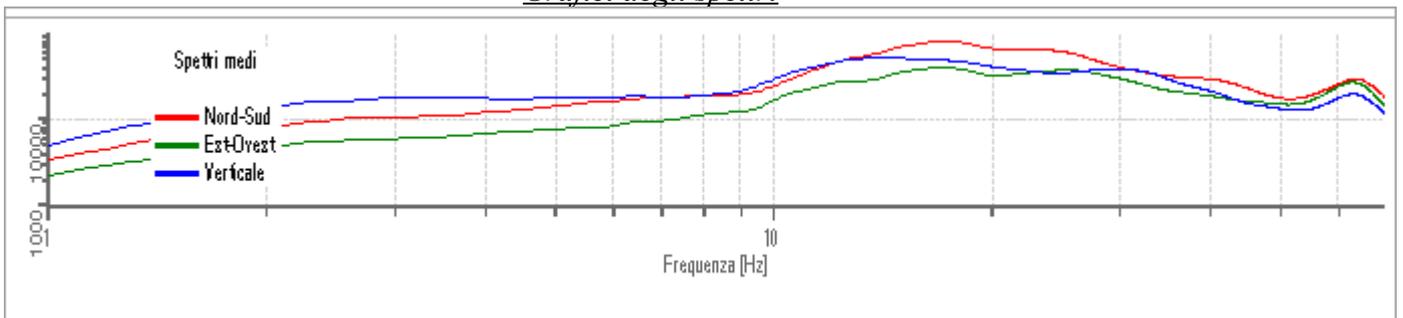


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

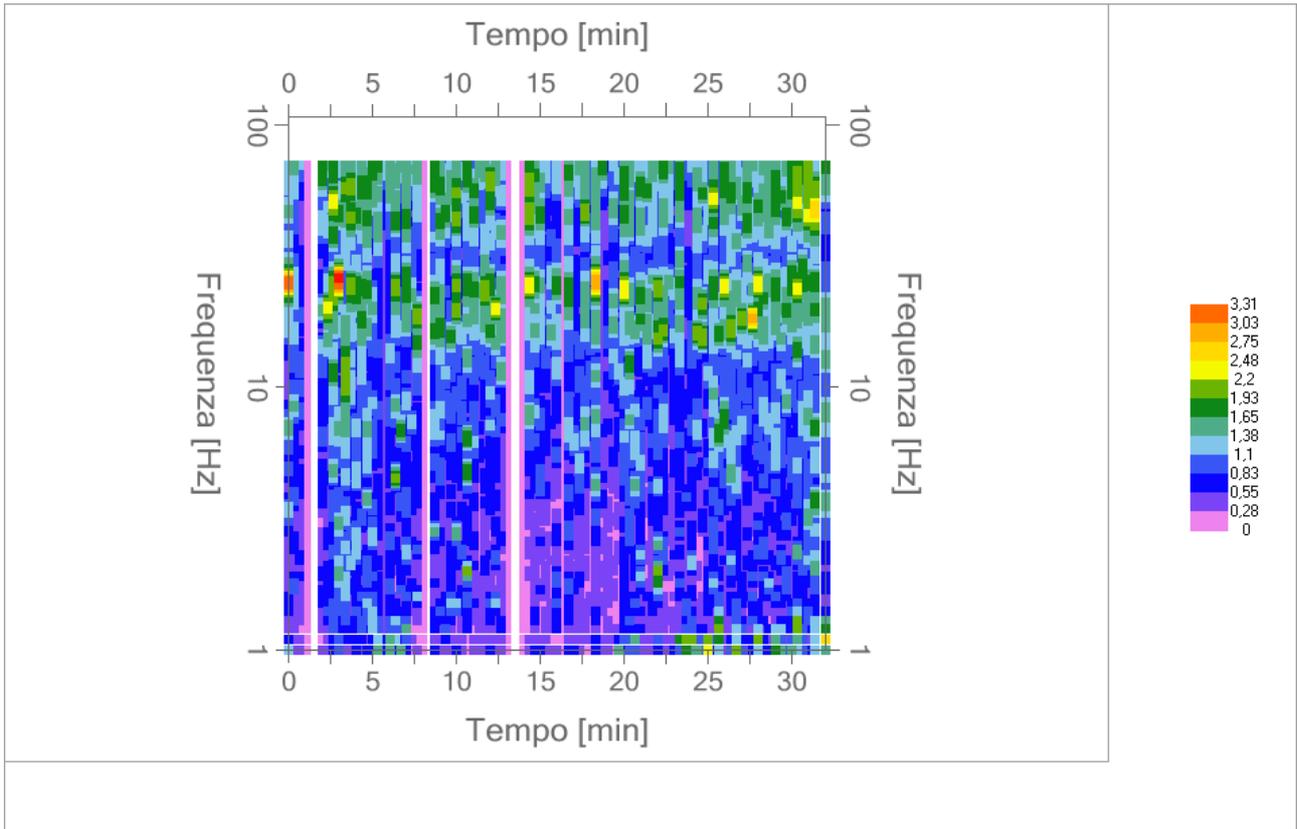


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

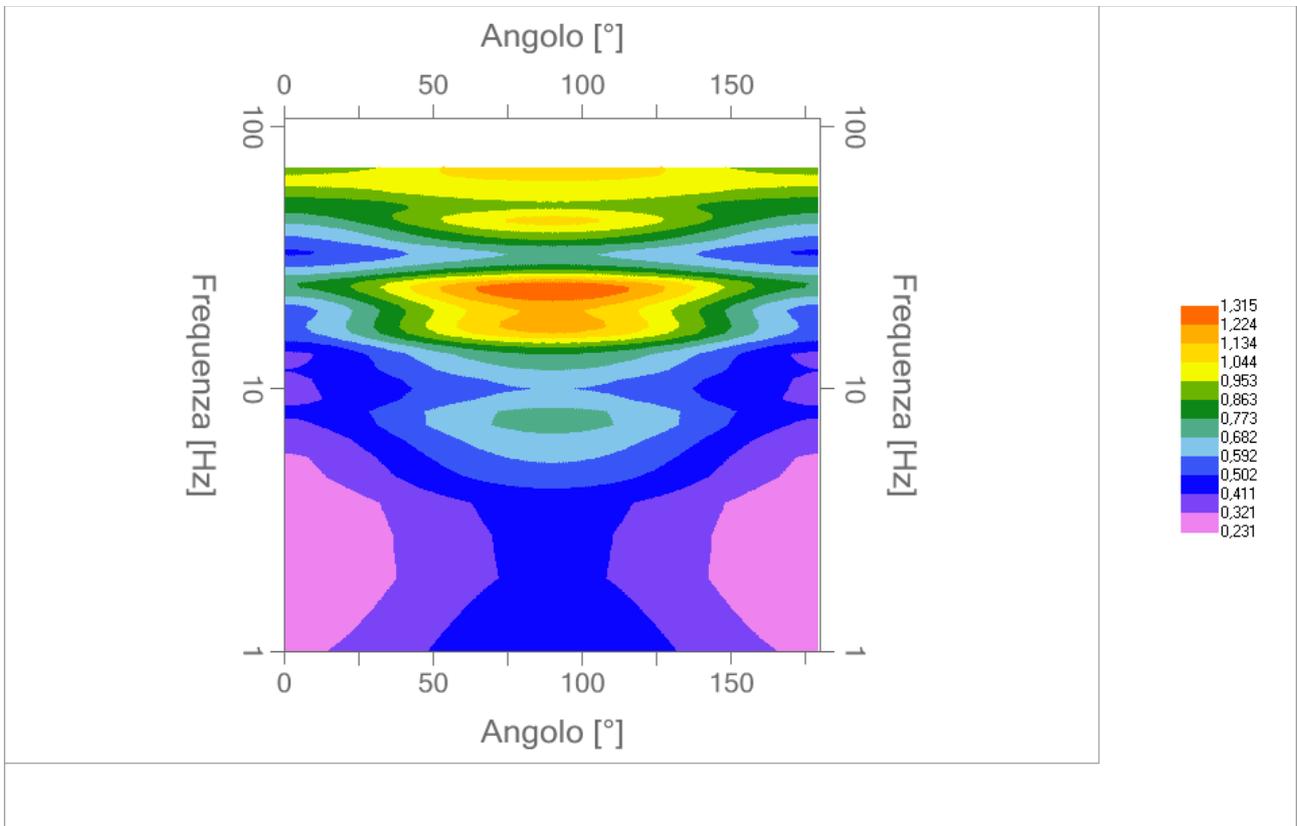
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

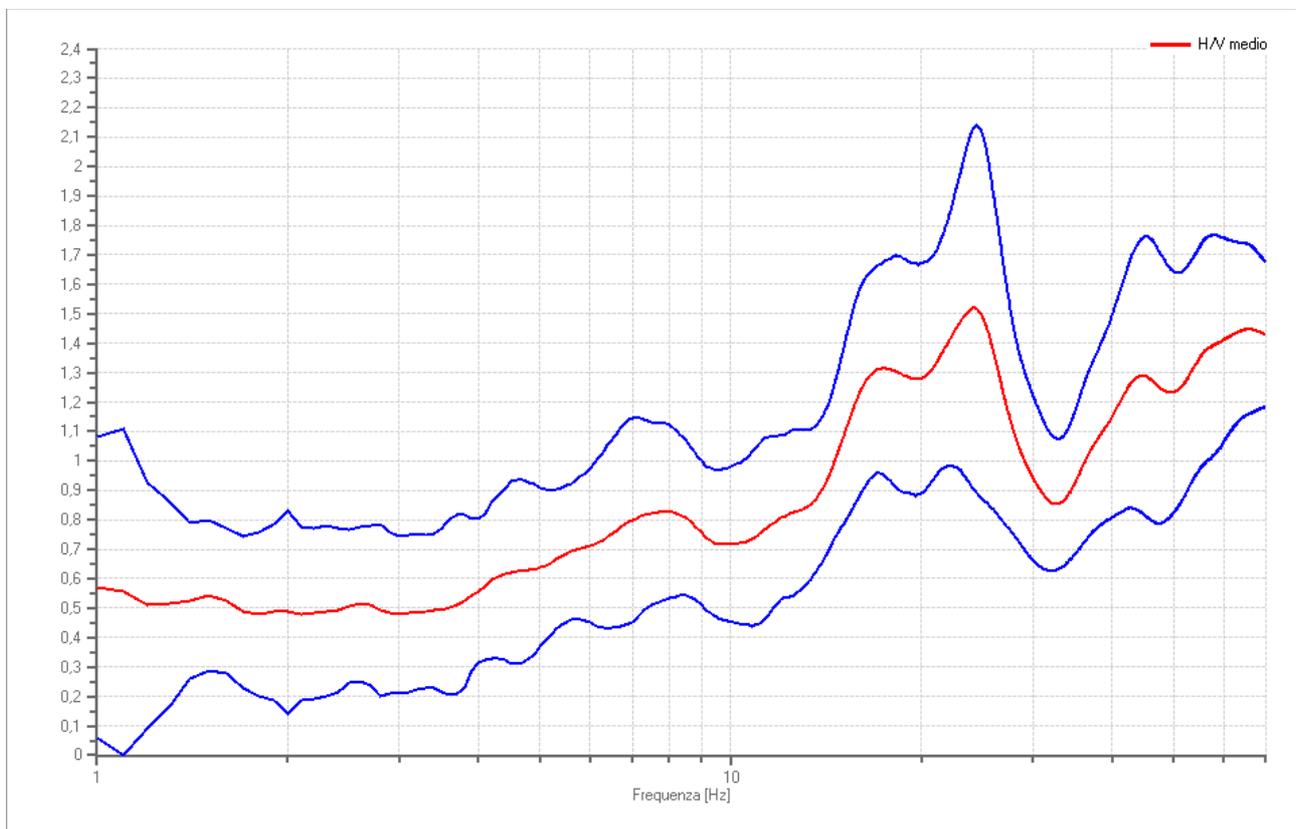
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 69,80 Hz
Frequenza minima: 1,00 Hz
Passo frequenze: 0,10 Hz
Tipo lisciamento:: Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento: 10,00 %
Tipo di somma direzionale: Media quadratica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 24,20 Hz \pm 0,40 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5H$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5H$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Non superato
$A_0 > 2$	Non superato
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Non superato
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Non superato
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

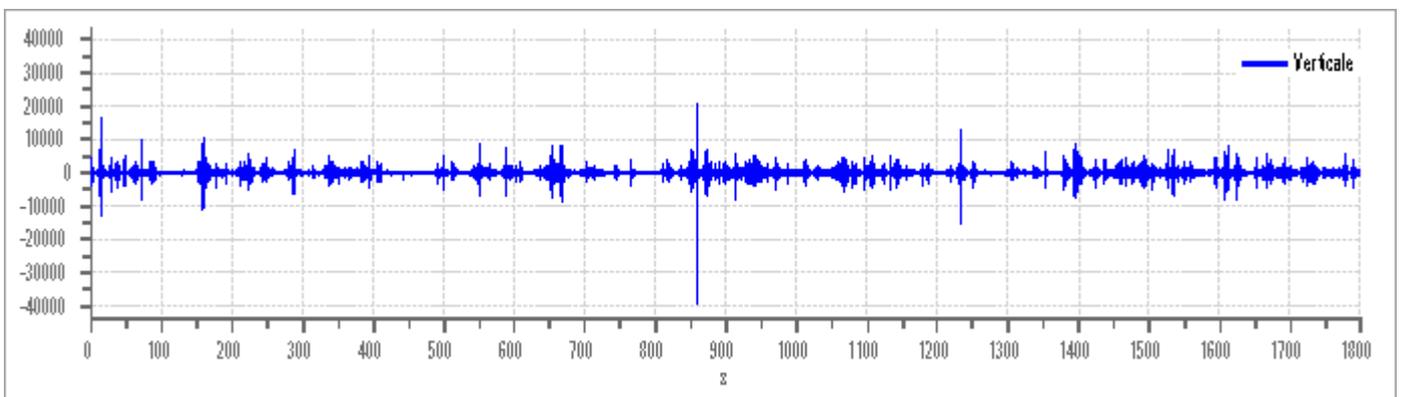
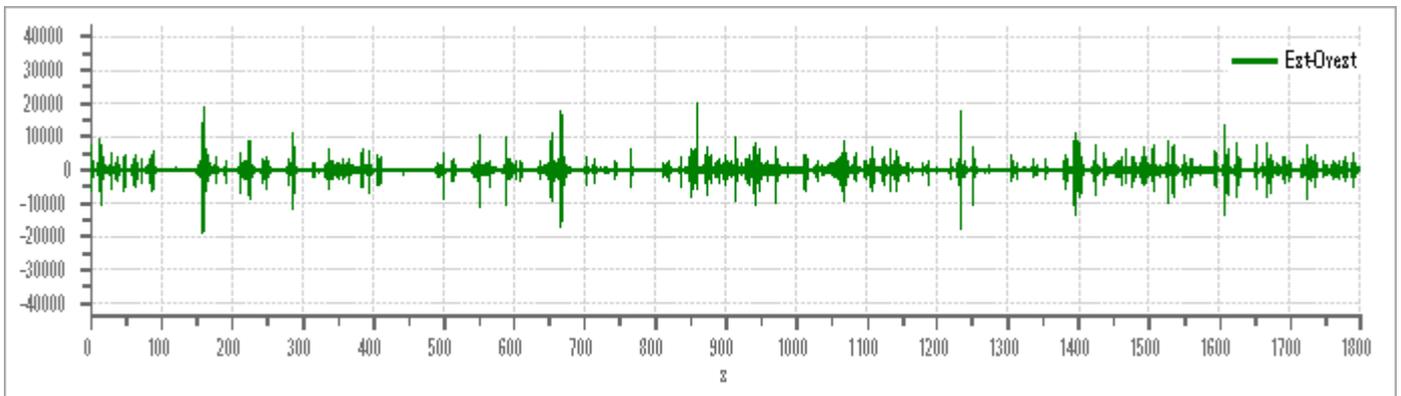
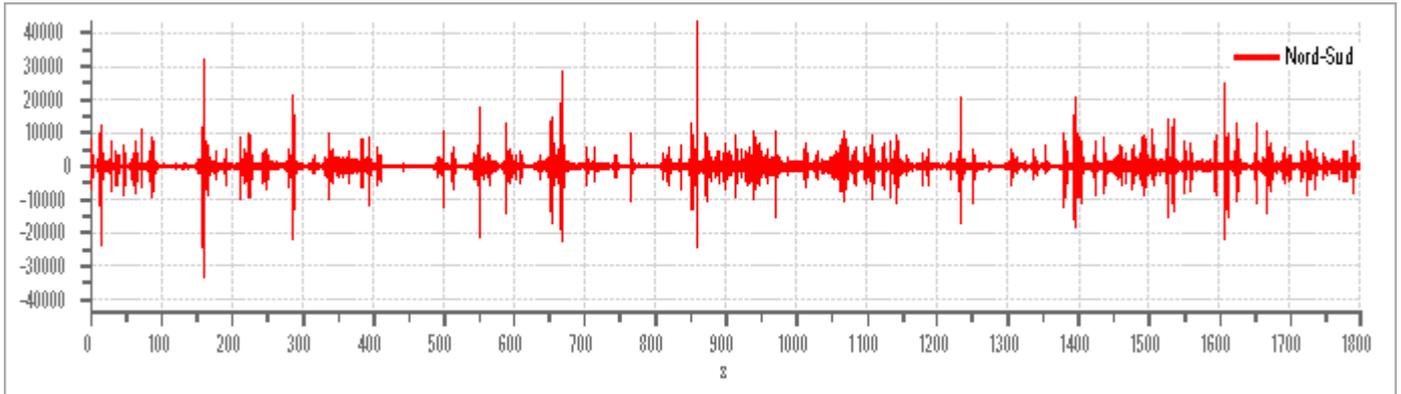


Misura 2

Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3
Durata registrazione: 1800 s
Frequenza di campionamento: 156,00 Hz
Numero campioni: 280800
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

Grafici tracce:



Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

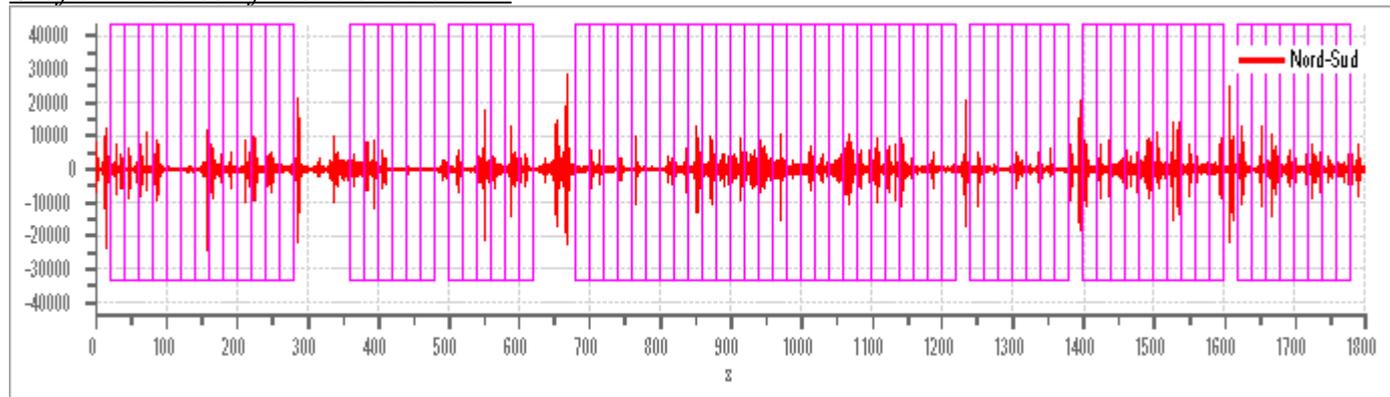
Numero totale finestre selezionate: 77
Numero finestre incluse nel calcolo: 77
Dimensione temporale finestre: 20,000 s
Tipo di lisciamiento: Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamiento: 10,00 %
Coefficiente di banda: 40,00

Tabella finestre:

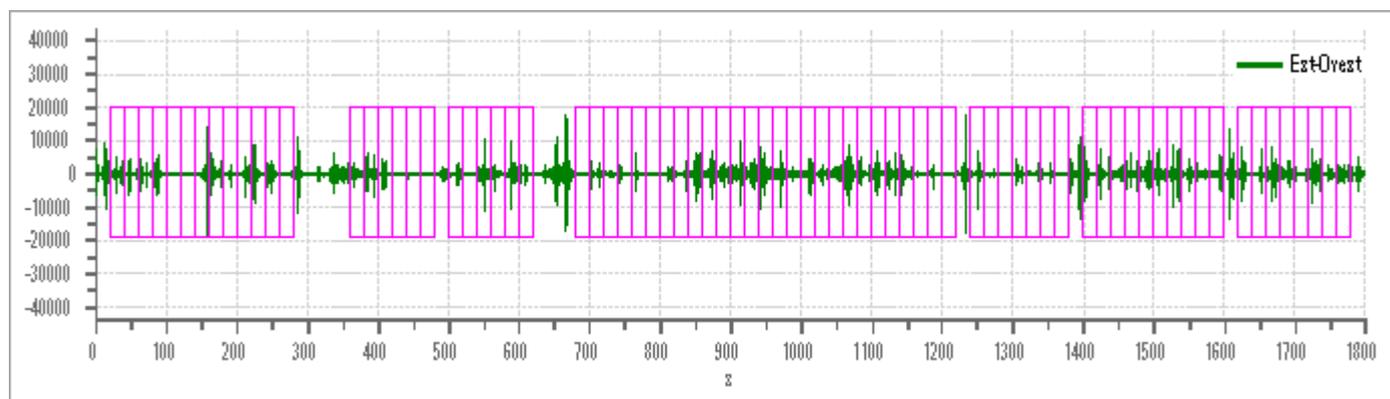
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	20	40	Inclusa
2	40	60	Inclusa
3	60	80	Inclusa
4	80	100	Inclusa
5	100	120	Inclusa
6	120	140	Inclusa
7	140	160	Inclusa
8	160	180	Inclusa
9	180	200	Inclusa
10	200	220	Inclusa
11	220	240	Inclusa
12	240	260	Inclusa
13	260	280	Inclusa
14	360	380	Inclusa
15	380	400	Inclusa
16	400	420	Inclusa
17	420	440	Inclusa
18	440	460	Inclusa
19	460	480	Inclusa
20	500	520	Inclusa
21	520	540	Inclusa
22	540	560	Inclusa
23	560	580	Inclusa
24	580	600	Inclusa
25	600	620	Inclusa
26	680	700	Inclusa
27	700	720	Inclusa
28	720	740	Inclusa
29	740	760	Inclusa
30	760	780	Inclusa
31	780	800	Inclusa
32	800	820	Inclusa
33	820	840	Inclusa
34	840	860	Inclusa
35	860	880	Inclusa
36	880	900	Inclusa
37	900	920	Inclusa

38	920	940	Inclusa
39	940	960	Inclusa
40	960	980	Inclusa
41	980	1000	Inclusa
42	1000	1020	Inclusa
43	1020	1040	Inclusa
44	1040	1060	Inclusa
45	1060	1080	Inclusa
46	1080	1100	Inclusa
47	1100	1120	Inclusa
48	1120	1140	Inclusa
49	1140	1160	Inclusa
50	1160	1180	Inclusa
51	1180	1200	Inclusa
52	1200	1220	Inclusa
53	1240	1260	Inclusa
54	1260	1280	Inclusa
55	1280	1300	Inclusa
56	1300	1320	Inclusa
57	1320	1340	Inclusa
58	1340	1360	Inclusa
59	1360	1380	Inclusa
60	1400	1420	Inclusa
61	1420	1440	Inclusa
62	1440	1460	Inclusa
63	1460	1480	Inclusa
64	1480	1500	Inclusa
65	1500	1520	Inclusa
66	1520	1540	Inclusa
67	1540	1560	Inclusa
68	1560	1580	Inclusa
69	1580	1600	Inclusa
70	1620	1640	Inclusa
71	1640	1660	Inclusa
72	1660	1680	Inclusa
73	1680	1700	Inclusa
74	1700	1720	Inclusa
75	1720	1740	Inclusa
76	1740	1760	Inclusa
77	1760	1780	Inclusa

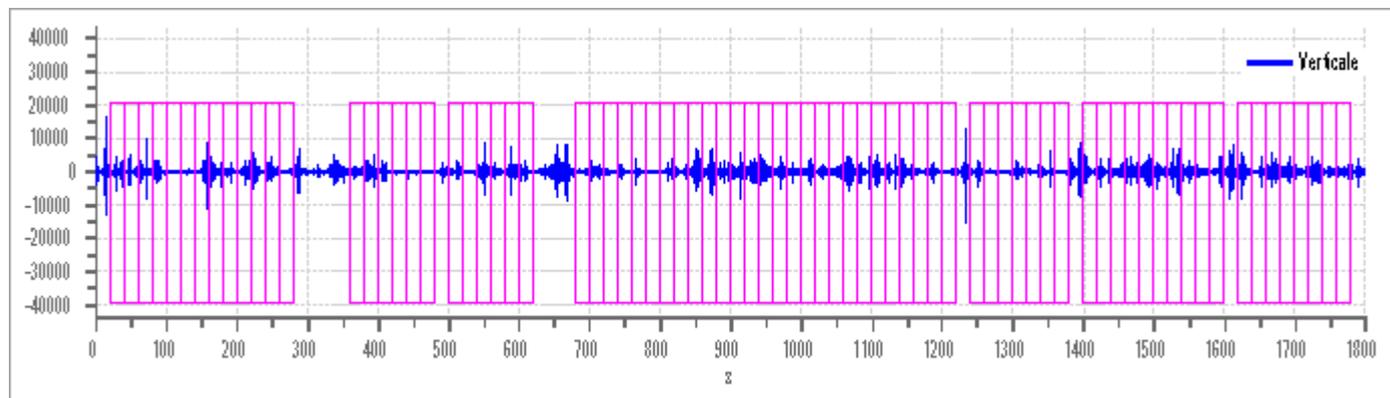
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

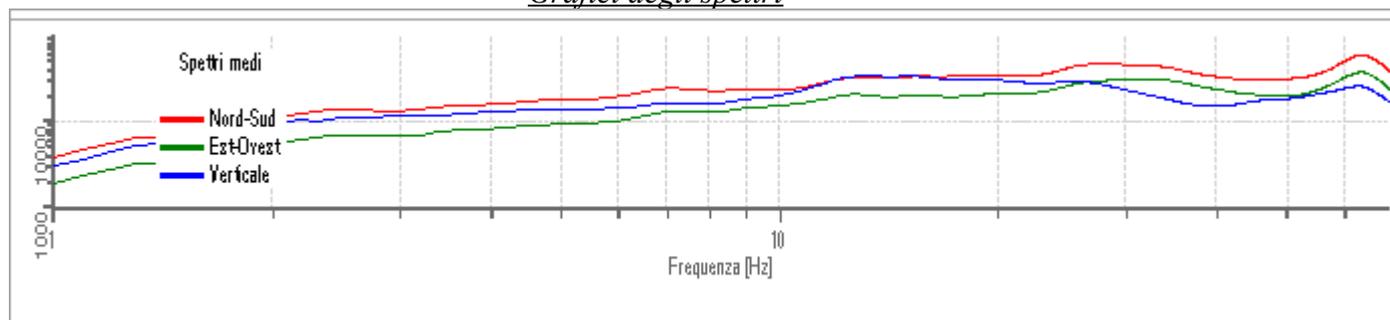


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

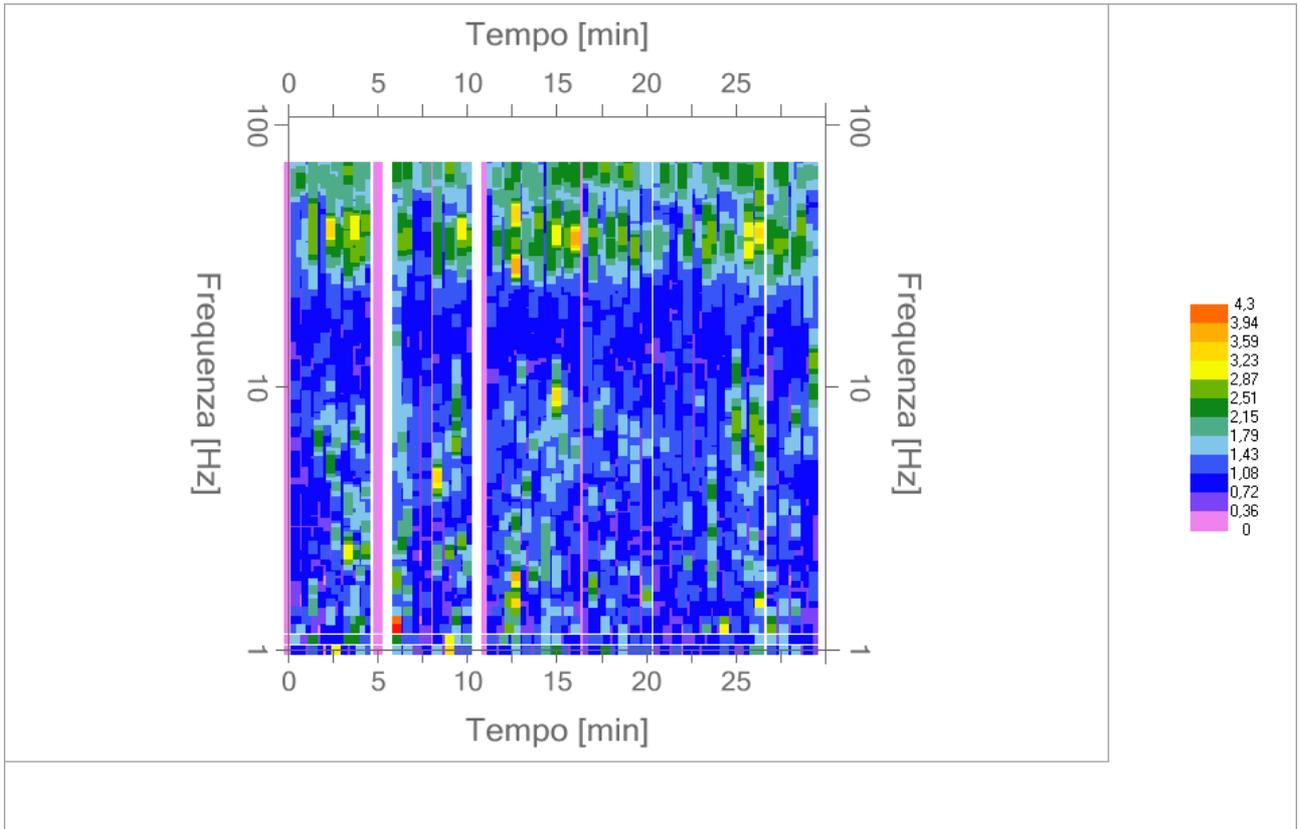


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

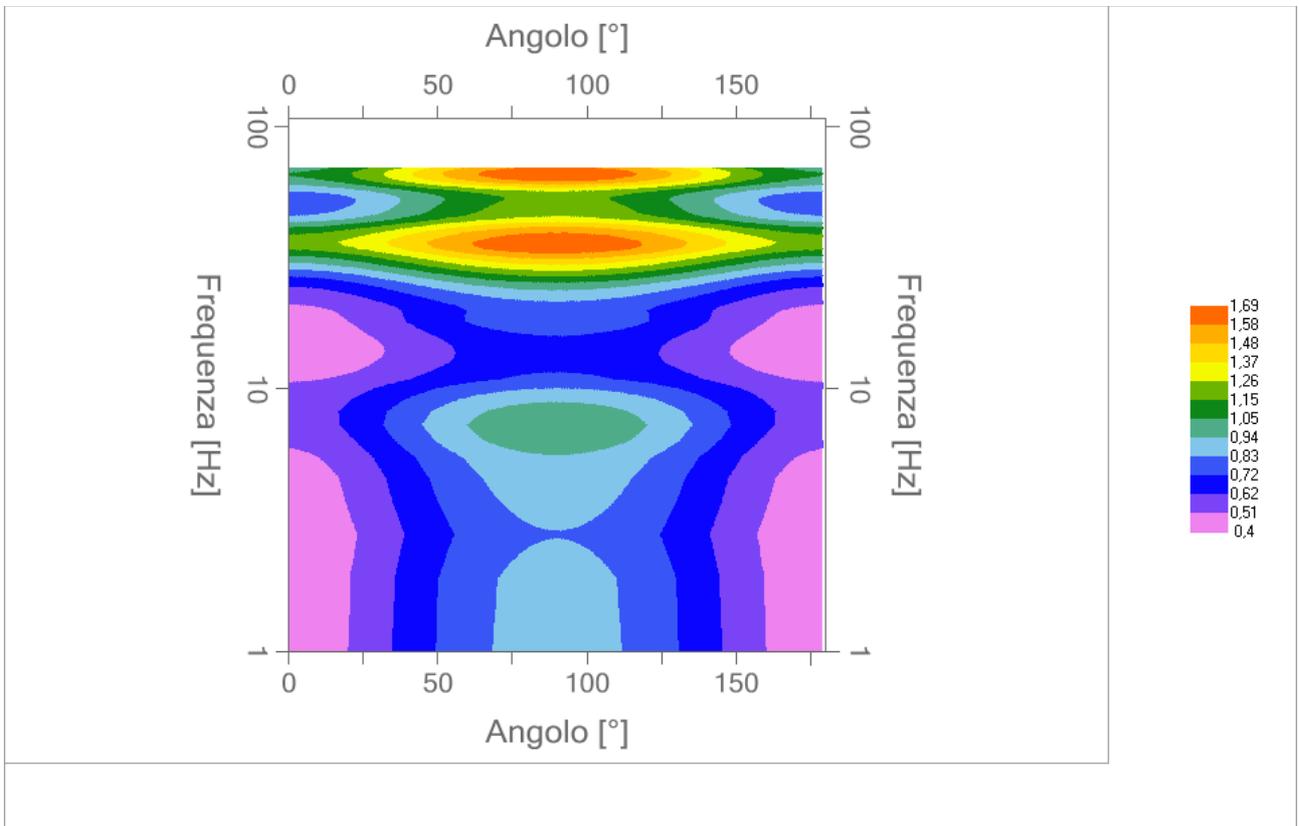
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

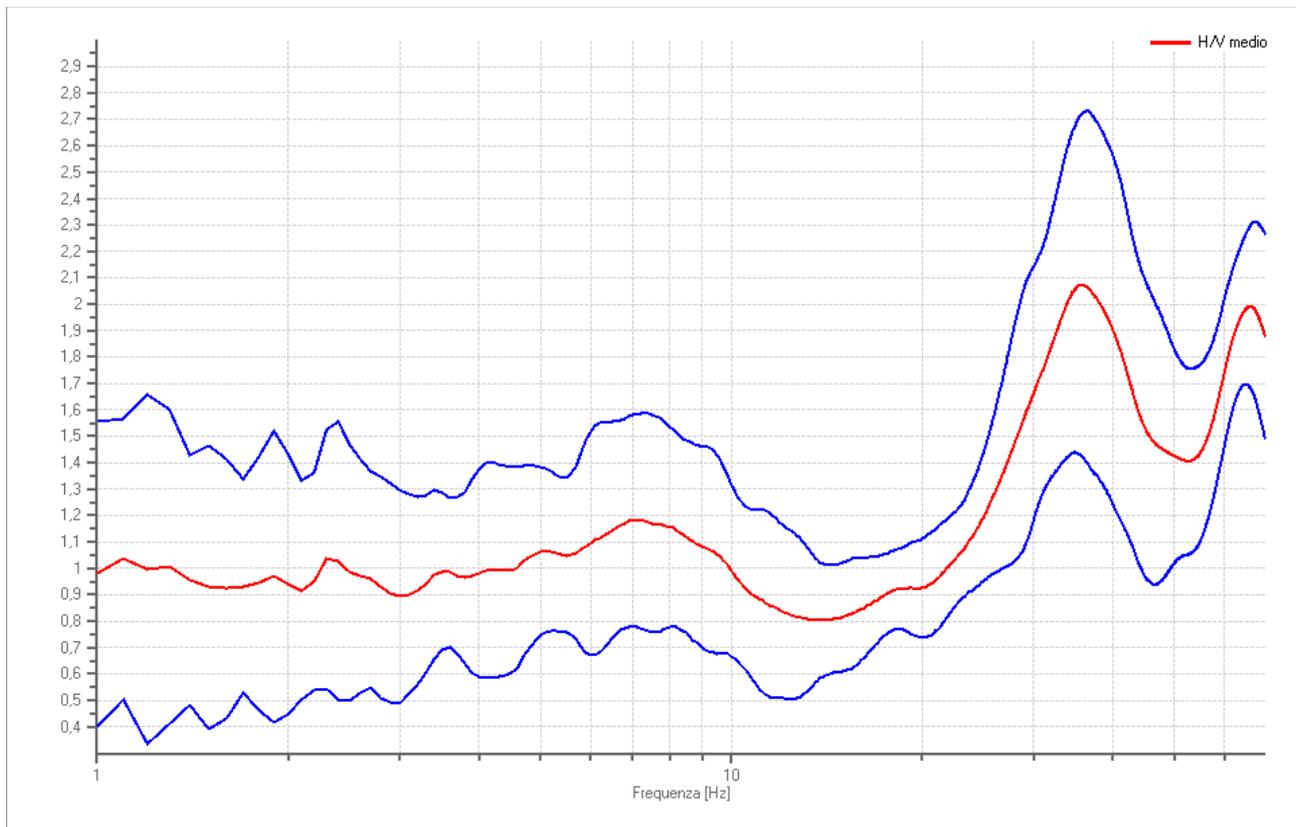
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 69,50 Hz
Frequenza minima: 1,00 Hz
Passo frequenze: 0,10 Hz
Tipo lisciamento:: Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento: 10,00 %
Tipo di somma direzionale: Media quadratica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 35,90 Hz \pm 0,31 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5H$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5H$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Non superato
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Non superato
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Non superato
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

