



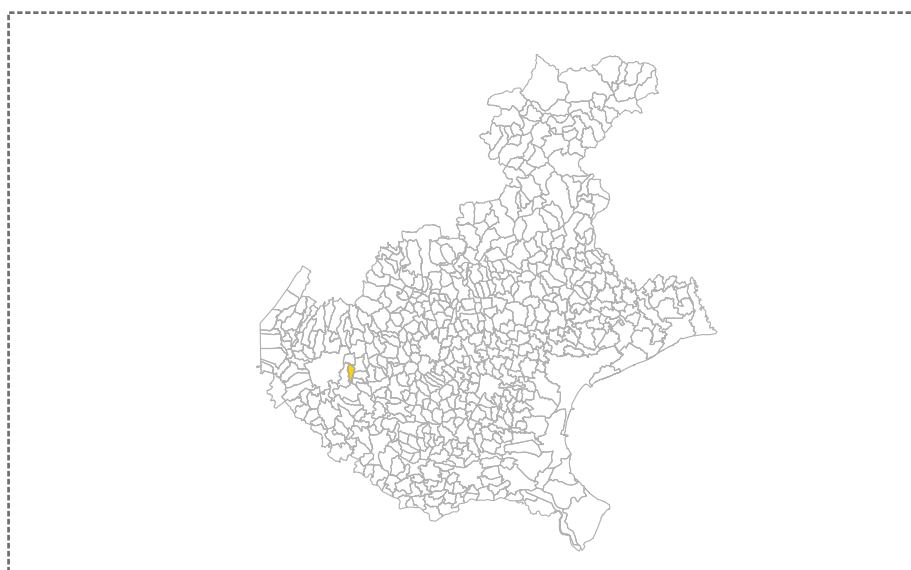
REGIONE DEL VENETO

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione illustrativa

Regione Veneto

Comune di Lavagno



Regione REGIONE VENETO	Soggetto realizzatore COMUNE DI LAVAGNO	Data Dicembre 2023
Segreteria Regionale per l'Ambiente	Progettista: Dr. Geol. Davide Dal Degan Collaboratori: Dr. Geol. Matteo Collareda Dr.ssa Geol. Claudia Tomassoli Dr.ssa Geol. Laura Guerra	Studi di Livello 3



COMUNE DI LAVAGNO
PROVINCIA DI VERONA



Studio di Microzonazione Sismica del territorio comunale

Livello 3

Relazione illustrativa sullo Studio di Microzonazione Sismica

A cura di:

Con la collaborazione di:

Dott. Geol.
DAVIDE DAL DEGAN

Dott. Geol.
MATTEO COLLAREDA

Dott.ssa Geol.
CLAUDIA TOMASSOLI

Dott.ssa Geol.
LAURA GUERRA

Dicembre 2023

DAVIDE DAL DEGAN
GEOLOGO
GEOLOGIA – GEOTECNICA – AMBIENTE

Via Strà n. 116 - 37042 - Caldiero (Verona)
Tel. Fax. 0457650996 – Cell. 3483680529
e - mail: geologo.daldegan@gmail.com
pec: davidedaldegan@pec.epap.it

INDICE

1	INTRODUZIONE	2
2	GENERALITA'	3
3	ASSETTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO	4
3.1	Inquadramento geologico generale.....	4
4	DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE.....	10
4.1	Inquadramento strutturale locale.....	10
4.2	Caratterizzazione sismogenetica	11
4.3	Sismicità storica	13
4.4	Faglie capaci e sorgenti sismogenetiche	15
4.5	Pericolosità sismica di riferimento.....	18
5	MICROZONAZIONE SISMICA. PRINCIPI FONDAMENTALI E FINALITA'	21
5.1	Introduzione.....	21
5.2	La natura del problema	21
5.3	Finalità e livelli di approfondimento	23
6	DATI GEOTECNICI E GEOFISICI DA INDAGINI PREGRESSE E DI NUOVA REALIZZAZIONE	24
6.1	Indagini pregresse e di nuova realizzazione	24
6.2	Metodologia di elaborazione delle nuove indagini	24
6.2.1	Indagine sismica di tipo passivo a stazione singola (H.V.S.R.)	24
6.2.2	Indagine sismica di tipo passivo in array (Re.Mi.).....	28
6.3	Modello geosismico del sottosuolo. Interpretazione e incertezze.....	42
7	ELABORATI CARTOGRAFICI.....	44
7.1	Carta delle indagini.....	44
7.2	Carta geologico – tecnica.....	45
7.3	Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica.....	48
7.4	Carta delle frequenze	54
7.5	Carta della pericolosità sismica locale	58
8	APPROFONDIMENTI DI LIVELLO 3	60
8.1	Descrizione del metodo.....	60
8.2	Analisi di risposta sismica locale nel Comune di Lavagno.....	67
8.3	Instabilità da frana e cavità sepolta.....	74
8.4	Stima alla liquefazione	75
8.5	Modellazione numerica relativa alle faglie attive e capaci	78
9	PROPOSTA PER LE NORME TECNICHE OPERATIVE (NTO).....	84
10	RESTITUZIONE CARTOGRAFICA E CREAZIONE BASI INFORMATIVE.....	86
11	BIBLIOGRAFIA.....	89
12	ALLEGATI.....	89

1 INTRODUZIONE

Tra i principali compiti che la Regione Veneto svolge in materia ambientale e di governo del territorio, vi è quello di pianificare e programmare strumenti diretti alla mitigazione dei rischi naturali ed antropici, con l'obiettivo di favorire trasformazioni positive nella vita delle persone ed una migliore sostenibilità ambientale.

I rischi naturali possono essere mitigati attraverso azioni preventive, come la corretta gestione del territorio da parte delle Amministrazioni competenti: attendere un evento sismico per intervenire in fase di emergenza, aumenta esponenzialmente il costo di gestione degli interventi e delle successive ricostruzioni. Al contrario, agire in modo preventivo, ridurrebbe i costi di gestione delle fasi successive all'evento.

Procedere in modo preventivo, significa quindi sviluppare una serie di norme, Linee Guida e/o comportamenti operativi e/o educativi finalizzati alla gestione dei rischi naturali, alla riduzione generale dei costi sociali e, conseguentemente, alla loro ricaduta sulla popolazione.

La Regione Veneto, da diversi anni, ha attivato una serie di iniziative di tipo normativo e tecnico - operativo per conseguire efficaci progressi sulla conoscenza dei fenomeni naturali del proprio territorio legati alla geologia, con l'obiettivo di attivare azioni efficaci in materia di riduzione dei rischi naturali, con particolare riguardo al rischio sismico.

Gli studi preventivi in campo sismico permettono di identificare le aree in cui la pericolosità sismica raggiunge livelli che possono pregiudicare la sostenibilità del territorio, sia in termini di vite umane, sia economici e sia di degrado ambientale.

Per Microzonazione Sismica (di seguito definita MS), si intende la “valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo”.

In sostanza, la MS individua e caratterizza le zone stabili, le zone stabili suscettibili di amplificazione locale del moto sismico e le zone suscettibili di instabilità: è ormai noto che lo stesso evento sismico può provocare scuotimenti decisamente differenti in dipendenza degli spessori e delle caratteristiche meccaniche dei terreni posti a copertura del substrato roccioso e delle caratteristiche morfologiche del sito. Infatti, è riconosciuto che gli effetti di un terremoto variano col variare delle condizioni geologiche in cui esso si manifesta.

Le caratteristiche geologiche del territorio possono alterare localmente ed in maniera evidente l'azione sismica. Anche in Italia (ad esempio Umbria - Marche, 1997 – Salò, 2004 – Aquila, 2010 – Modenese, 2012 – Centro Italia, 2016 - 2017), sono stati evidenziati livelli di danneggiamento estremamente diversi in edifici ubicati a breve distanza tra loro ed aventi all'incirca le stesse caratteristiche strutturali. In alcune di queste località (ad esempio Umbria - Marche, 1997) sono state effettuate registrazioni accelerometriche durante un *aftershock*, che hanno mostrato come i livelli di scuotimento su siti in pianura, su terreni sciolti, siano stati amplificati di oltre il doppio rispetto a siti su roccia e, inoltre, abbiano avuto una durata molto più lunga.

Gli studi di MS hanno l'obiettivo di razionalizzare la conoscenza di questi fenomeni, restituendo informazioni utili per chi deve pianificare o realizzare interventi sul territorio.

Per l'impostazione del lavoro si è fatto riferimento allo Studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 realizzato nel 2015 - 2016 dallo scrivente, integrandone le indagini e rielaborandone appositamente i contenuti.

2 GENERALITA'

La Microzonazione Sismica (MS) è uno strumento molto utile ai fini della prevenzione sismica e della valutazione del rischio sismico, per il governo del territorio, per la progettazione e per la pianificazione dell'emergenza.

La MS ha lo scopo di riconoscere ad una scala sufficientemente grande (scala comunale o subcomunale) le condizioni locali che possono modificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni e le infrastrutture.

In sostanza, lo studio di MS viene sintetizzato in una carta del territorio nella quale sono indicate:

- le zone in cui il moto sismico non viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante e, pertanto, gli scuotimenti attesi sono equiparati a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base;
- le zone in cui il moto sismico viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante, a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o geomorfologiche del territorio;
- le zone in cui sono presenti fenomeni di deformazione permanente del territorio, attivi o potenzialmente inducibili / attivabili in caso di sisma (instabilità di versante, liquefazioni, fagliazione superficiale, cedimenti differenziali, ecc.).

In funzione dei diversi contesti e dei diversi obiettivi, gli studi di MS possono essere effettuati a vari livelli di approfondimento, con complessità ed impegno crescenti, passando dal Livello 1 fino al Livello 3:

- il Livello 1 è un livello propedeutico ai veri e propri studi di MS, in quanto consiste in una raccolta di dati preesistenti, elaborati per suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee rispetto alle zone sopra descritte;
- il Livello 2 si propone di quantificare l'effetto sismico proprio di ogni zona omogenea individuata nel Livello 1, utilizzando allo scopo ulteriori e mirate indagini, ove necessario, e definisce la Carta di microzonazione sismica;
- il Livello 3 restituisce una Carta di microzonazione sismica con approfondimenti su tematiche o aree particolari.

Tali studi sono di fondamentale importanza nella pianificazione, al fine di:

- orientare la scelta di aree per nuovi insediamenti;
- definire gli interventi ammissibili in una data area;
- programmare le indagini ed i livelli di approfondimento;
- stabilire gli orientamenti e le modalità di intervento nelle aree urbanizzate;
- definire le priorità di intervento.

Nella pianificazione dell'emergenza, gli studi di MS consentono una migliore e consapevole individuazione degli elementi strategici di un piano di emergenza e, in generale, delle risorse di protezione civile. La conoscenza dei possibili effetti locali indotti da un evento sismico contribuisce a:

- scegliere opportunamente le aree in cui si dovranno posizionare le strutture di emergenza e gli edifici strategici;
- individuare le strutture e le infrastrutture che necessitano di specifiche analisi, per definirne il grado di adeguamento necessario ad evitarne il collasso in caso di sisma e, quindi, per non compromettere le loro funzioni di pubblica utilità.

Il presente studio è stato svolto ad un Livello 3 di approfondimento, secondo le modalità riportate negli "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica" approvati dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome il 13.11.2008 e s.m.i.

3 ASSETTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

3.1 Inquadramento geologico generale

Per l'inquadramento geologico dell'area si è fatto riferimento ai contenuti del P.A.T.I., all'analisi di alcune pubblicazioni specifiche ed alle osservazioni condotte durante i sopralluoghi ed i rilievi eseguiti, nonché ai lavori realizzati dallo scrivente a Lavagno.

La morfologia del territorio comunale è quella tipica delle vallate lessinee, delimitate da dorsali con roccia subaffiorante nella parte sommitale e sui fianchi, che confinano superfici detritiche subpianeggianti nella parte basale, talora terrazzate; ed una coltre detritico - alluvionale che colma i fondivalle sui quali si è impostata l'idrografia attuale. Il raccordo tra le piane torrentizie ed i rilievi è, pertanto, regolato dai rapporti intercorrenti tra le alluvioni che colmano i fondivalle ed i depositi detritici ed eluvio - colluviali che spesso ammantano i versanti.

Tra i luoghi principali, le frazioni di San Pietro e Vago si sviluppano rispettivamente nel fondovalle del Torrente Mezzane ed allo sbocco pedecollinare dello stesso: nel fondovalle di San Pietro e verso Est, i depositi del Mezzane si uniscono con quelli del Progno di Illasi, interdigitandosi fra loro nella porzione orientale del territorio comunale, creando un ampio conoide diretto verso la pianura pedecollinare, a Vago.

Invece, la pianura pedelessinea si può ubicare all'interno dell'unità geomorfologica dell'Antico Conoide dell'Adige, i cui depositi costituiscono i terrazzi che confinano il più depresso Piano di Divagazione dell'Adige. Il limite tra questi due ambiti deposizionali è evidenziato, a Sud, dal bordo di un antico terrazzo alluvionale formato dall'erosione dell'Adige che, passando da Verona verso Località Busolo e Caldiero, permette la separazione dei depositi fluvioglaciali costituenti l'Antico Conoide dell'Adige da quelli del suo Piano di Divagazione. Nella zona Est del territorio comunale, il conoide dell'Adige risulta inciso e coperto dai depositi appartenenti ai Progni di Illasi e Mezzane, che riuscirono, durante alcuni episodi di esondazione, a divagare al di sopra di esso e da qui verso meridione, fino a depositarsi all'interno del Piano di Divagazione dell'Adige, rimanendo comunque confinati ad Ovest dall'Antico Conoide, il cui limite è indicativamente coincidente con lo sbocco in pianura del corso del Mezzane (anche se alcune indagini svolte dallo scrivente evidenziano litotipi di derivazione lessinea anche in Località Lepia, a copertura delle alluvioni atesine).

Invece, le frazioni di Barco e di San Briccio si sviluppano prevalentemente sulle formazioni rocciose calcaree e/o vulcaniche e sui depositi eluvio - colluviali e/o detritici delle colline che delimitano, ad Ovest, il territorio di Lavagno.

Nella zona collinare, la morfologia è fortemente condizionata dalle caratteristiche litologiche delle formazioni rocciose affioranti e dalle strutture tettoniche presenti che, attraverso diverse e successive riattivazioni, hanno condizionato l'evoluzione della vallata; discreta, nell'area, è anche l'attività vulcanica terziaria.

Tra gli elementi morfologici caratterizzanti il fondovalle si segnalano i conoidi di deiezione derivanti da alcune vallecole laterali e, come detto in precedenza, l'importante conoide alluvionale del Progno di Illasi, posto nel settore Nord Est, che tende ad invadere la valle del Mezzane tra la Località Montecurto e la Località Progni.

Sulla dorsale si segnalano, invece, alcuni corpi di frana non attivi o attivi dalle dimensioni molto modeste (dati P.A.T.I.), e l'esteso corpo di paleofrana di età Luteziana (non attivo), che sembra aver interessato i litotipi cretacei e terziari di San Briccio, come indicato in alcune cartografie geologiche e nel P.A.T.I. stesso: **invece, il P.A.I. dell'Adige, così come la cartografia I.F.F.I., non riportano alcuna frana nel territorio comunale in esame.**

In ultima, sono visibili alcuni elementi morfologici di origine antropica, residuali della passata attività di cava.

Sotto l'aspetto litologico, le formazioni rocciose che costituiscono la dorsale che interessa il territorio di Lavagno, sono rappresentate principalmente dai litotipi calcarei del Cretaceo e dell'Eocene e da alcuni affioramenti vulcanici. In ordine stratigrafico, dal più antico al più recente, i tipi litologici principali sono i seguenti:

- Biancone (Cretaceo medio e inferiore) – figura sotto a sinistra: calcari bianchi fittamente stratificati, con liste e lenti di selce (porzione più antica - Maiolica) e calcari argillosi grigi con intercalazioni di marne e di argilliti grigie o verdastre (porzione più recente – Scaglia Variegata Alpina).
- Scaglia Rossa (Cretaceo superiore) – figura sotto a destra: calcari argillosi di colore biancastro, calcari debolmente argillosi a stratificazione centimetrica, di colore rossastro – rosato.



- Calcari organogeni (Eocene medio e inferiore). Tali calcari rappresentano la formazione sedimentaria più recente per il territorio comunale: essi sono formati da calcari e calcareniti organogene, di colore bianco – giallastro, possono essere considerati malstratificati o con una stratificazione non sempre ben distinguibile. Dall'analisi di alcuni affioramenti è stato identificato sia un calcare fossilifero tenace (foto in basso a sinistra) che una calcarenite scarsamente tenace e facile da scavare (foto in basso a destra): tale orizzonte “tenero” si sovrappone o si alterna agli strati più tenaci rappresentativi della facies compatta.



- Prodotti vulcanici terziari (Oligocene – Cretaceo sup.) – figure sotto: costituiti da basalti, tufi e ialoclastiti (camino vulcanico o neck di San Briccio) e da tufi ed epiclastiti intercalate nei calcari dell'Eocene, talora stratificate.



Invece, nel fondovalle, le litologie sono di tipo alluvionale e legate alla passata attività di sedimentazione operata dal Mezzane, dall'Illasi e dai loro tributari. Tali alluvioni sono generalmente rappresentabili come un'alternanza di terreni grossolani con abbondante matrice fine, che divengono terreni a granulometria prevalentemente fine (limi argilloso sabbiosi o argille limoso sabbiose) con inclusi lapidei, verso Sud, sino al contatto con il Piano di Divagazione dell'Adige o con l'Antico Conoide (figure sotto).



Le alluvioni dell'Antico Conoide dell'Adige e quelle legate alle porzioni del Conoide dell'Illasi che invade la Val di Mezzane sono prevalentemente ghiaiose, eterogenee di derivazione atesina nel Conoide dell'Adige (figura in basso a sinistra) e prevalentemente calcaree e calcareo - dolomitiche di derivazione lessinea nel Conoide dell'Illasi (figura in basso a destra).



Di particolare interesse è il rinvenimento di limi giallastri intercalati ad alluvioni più grossolane di sabbie e ghiaia, nei settori Sud orientali del territorio comunale di Lavagno (figura sotto a sinistra): tali intercalazioni sono riconducibili ai più estesi depositi di limi sabbiosi, sabbie limose e limi argillosi presenti nel territorio comunale di Caldiero e Colognola ai Colli, i quali sono generalmente denominati come "Loess - like sediments" (Meneghel M., 1987).



Poche e di scarso sviluppo sono le valli laterali lungo la dorsale posta ad Ovest del comune: generalmente, i sedimenti più ricorrenti in queste vallecole, ma anche lungo la fascia pedecollinare, al raccordo tra i versanti ed il fondovalle, sono le coltri colluviali e/o eluviali a granulometria fine. Sulle colline, la copertura del substrato roccioso, localmente appartenente ad accumuli di paleofrane, è invece formata da elementi calcarei e vulcanici, con limi argillosi / argille limose prevalenti, poco sabbiosa (figura sopra a destra – San Briccio).

Nel fondovalle del Mezzane, le alluvioni ricoprono il substrato roccioso che, generalmente, si intercetta a profondità elevate dal piano campagna. Al centro della vallata è stato interpretato fino a profondità di circa 90 ÷ 120 m, mantenendo circa la stessa quota anche verso Sud Est, ed approfondendosi fuori dal territorio comunale; invece, nell’Alta Pianura posta a ridosso della collina di San Giacomo, il substrato roccioso tende ad approfondirsi nell’alluvionale declinando gradualmente verso Sud (fino ad oltre 130 m).

Sulla base della “Carta Geolitologica” del P.A.T.I. dei Comuni di Lavagno, Colognola ai Colli, Caldiero e Belfiore ed alle altre informazioni raccolte, le litologie costituenti il sottosuolo del territorio comunale sono state descritte come di seguito esposto; la definizione e la distribuzione di tali litologie è stata localmente modificata sulla base delle indagini eseguite in questa fase e delle prove pregresse realizzate a Lavagno.

Litologie del substrato roccioso

Vulcaniti terziarie

DEFINIZIONE P.A.T.I.	<i>Rocce tenere a prevalente attrito interno</i>
DESCRIZIONE LITOLOGICA	Tufi e ialoclastiti basaltici, epiclastiti.
LOCALIZZAZIONE	Affiorano, intercalate nei Calcari dell’Eocene, nel settore Sud della dorsale. Inoltre, sono segnalate alla base del neck di San Briccio.
DEFINIZIONE P.A.T.I.	<i>Rocce superficialmente alterate e con substrato compatto</i>
DESCRIZIONE LITOLOGICA	Basalti compatti molto spesso alterati, dei camini vulcanici e dei filoni.
LOCALIZZAZIONE	Presenti in uno dei punti più elevati della dorsale collinare, a San Briccio, dove è segnalato un camino vulcanico particolarmente importante: ne sono stati osservati i detriti, ma non l’affioramento.

Calcari Eocenici

DEFINIZIONE P.A.T.I.	<i>Rocce compatte stratificate</i>
DESCRIZIONE LITOLOGICA	Calcari Nummulitici, calcareniti ad alghe e molluschi di colore bianco - giallastro, calcari recifali a coralli, malstratificati.
LOCALIZZAZIONE	Affiorano sulla porzione Sud della dorsale lessinea che degrada dolcemente verso la pianura, tra San Briccio e l’autostrada A4.

Calcari Cretacei (Biancone e Scaglia Rossa)

DEFINIZIONE P.A.T.I.	<i>Rocce compatte alternate a strati o interposizioni tenere</i>
DESCRIZIONE LITOLOGICA	Calcari argillosi di colore biancastro, calcari debolmente argillosi di colore rossastro – rosato, fittamente stratificati (Scaglia Rossa). Calcari bianchi fittamente stratificati, con liste e lenti di selce (porzione più antica - Maiolica) e calcari argillosi grigi con intercalazioni di marne e di argilliti grigie o verdastre (porzione più recente – Scaglia Variegata Alpina).
LOCALIZZAZIONE	Affiorano diffusamente su tutta la dorsale, principalmente nei settori più settentrionali e, nel settore meridionale, sul fianco orientale.

Materiali della copertura detritica colluviale - eluviale

Conoidi di deiezione

DEFINIZIONE P.A.T.I.	<i>Conoide di deiezione torrentizia</i>
DESCRIZIONE LITOLOGICA	I conoidi sono caratterizzati generalmente dalla presenza di sedimenti più grossolani nella zona apicale, mentre i sedimenti via via più fini si depongono verso il piede. La matrice fine osservata è comunque sempre prevalente.
LOCALIZZAZIONE	Sono situati nelle vallecole laterali poste prevalentemente in destra idrografica del Mezzane.

Copertura detritica

DEFINIZIONE P.A.T.I.	<i>Materiale di copertura detritica ed eluvio - colluviale limo argilloso</i>
DESCRIZIONE LITOLOGICA	Copertura detritica ed eluvio - colluviale argilloso limosa / limoso argillosa, poco sabbiosa, con frammenti di roccia calcarea e talora vulcanica.
LOCALIZZAZIONE	Presente localmente sulla sommità della dorsale lessinea e lungo la fascia pedecollinare, al raccordo con il fondovalle del Mezzane e l'Alta Pianura.

Materiali di accumulo di frana

DEFINIZIONE P.A.T.I.	<i>Materiali di accumulo di frana</i>
DESCRIZIONE LITOLOGICA	Frane non definite e paleofrana di San Briccio, localmente osservata come limoso argilloso poco sabbiosa, con elementi di roccia calcarea e vulcanica.
LOCALIZZAZIONE	Indicate in tre località distinte ed a San Briccio (paleofrana)

Materiali alluvionali e fluvioglaciali

Deposti alluvionali del Prougno di Illasi

DEFINIZIONE P.A.T.I.	<i>Materiali granulari prevalentemente ghiaiosi e sabbiosi</i>
DESCRIZIONE LITOLOGICA	Alluvioni grossolane e minute (ghiaia mista a sabbia e limo), specialmente in corrispondenza dell'asta attuale e dell'esondazione dell'Illasi verso la Val di Mezzane.
LOCALIZZAZIONE	Presenti nella zona orientale e Sud orientale del territorio comunale, nel settore di fondovalle di Montecurto e in corrispondenza dell'alveo del Prougno di Illasi.

DEFINIZIONE P.A.T.I.	<i>Materiali alluvionali limo - sabbiosi</i>
DESCRIZIONE LITOLOGICA	Alluvioni prevalentemente limose dei torrenti lessinei (alternanze di limi sabbiosi, sabbie limose e limi argillosi definiti "loess – like sediments") presenti come intercalazioni fra livelli ghiaiosi e sabbiosi.
LOCALIZZAZIONE	Presenti nella zona meridionale del territorio comunale, nella pianura pedecollinare, intercalati nei depositi alluvionali del Prougno di Illasi ed a copertura delle alluvioni atesine.

Depositi alluvionali del Torrente Mezzane

DEFINIZIONE P.A.T.I.	<i>Materiali alluvionali prevalentemente limoso argillosi</i>
DESCRIZIONE LITOLOGICA	Alluvioni prevalentemente fini costituite spesso da limi argillosi, argille limoso sabbiose e limi argilloso sabbiosi con inclusi lapidei prevalentemente calcarei, alternate a subordinati orizzonti ghiaioso sabbiosi e sabbiosi.
LOCALIZZAZIONE	Presenti nel fondovalle principale del Mezzane, appartengono ai depositi alluvionali del Torrente Mezzane.

Depositi dell'Adige

DEFINIZIONE P.A.T.I.	<i>Materiali granulari prevalentemente ghiaiosi e sabbiosi</i>
DESCRIZIONE LITOLOGICA	Alluvioni grossolane (ghiaia e sabbia) appartenenti all'Antico Conoide dell'Adige.
LOCALIZZAZIONE	Presenti nella zona Sud Ovest del territorio comunale, in eteropia e/o al di sotto dei depositi di origine lessinea.

DEFINIZIONE P.A.T.I.	<i>Materiali alluvionali limo – argillosi</i>
DESCRIZIONE LITOLOGICA	Alluvioni prevalentemente limoso argillose ed argillose organiche, con sabbie, del Piano di Divagazione dell'Adige.
LOCALIZZAZIONE	Costituiscono il settore posto a valle della Località Busolo.

Materiali antropici

DEFINIZIONE P.A.T.I.	<i>Non descritti ma individuati come discariche, terrapieni</i>
LOCALIZZAZIONE	Posti a riempimento di ex cave e per la realizzazione del rilevato autostradale, ferroviario e della S.P. 16: è stato inserito anche il dosso a Sud della Località Lepia, che risulta di derivazione antropica per uno spessore modesto, poiché legato a insediamenti storici. Non sono stati considerati, l'argine del Torrente Mezzane ed altre strade secondarie.

Dal punto di vista **idrografico**, i rappresentanti principali sono il Torrente Mezzane ed il Progno di Illasi, che scorrono nel fondovalle. Sia il Mezzane che l'Illasi, nelle porzioni poste entro i confini di Lavagno, sono arginati e risultano pensili in lunghi tratti del fondovalle. I gretti di tali corsi d'acqua sono ghiaiosi e prevalentemente asciutti; infatti, parte della loro circolazione idrica avviene in subalveo e periodicamente, ad eccezione di alcuni episodi caratterizzati da precipitazioni piovose particolarmente intense e durature, quando è più frequente anche lo scorrimento superficiale, almeno per il Mezzane e più raramente per l'Illasi.

L'**idrogeologia** è principalmente legata all'alimentazione derivante dai rilievi collinari: questi sono generalmente fratturati e, dove possibile, soggetti a locali fenomeni di carsismo più o meno pronunciato e/o condizionati da sistemi di dislocazioni (faglie) che costituiscono spesso vie preferenziali (dreni) alla circolazione dell'acqua.

Per tali motivi, attraverso un'idrodinamica complessa, i rilievi locali contribuiscono direttamente all'alimentazione della pianura tramite numerosi ed importanti recapiti sotterranei e/o permettono alle acque, anche in relazione alla topografia, di emergere in corrispondenza di locali cambi di permeabilità dell'ammasso roccioso, di variazioni litologiche dei terreni di copertura o al contatto tra copertura e roccia; tuttavia, a Lavagno, non sono segnalate sorgenti di particolare importanza.

Il fondovalle del Mezzane risulta condizionato dalla permeabilità per porosità che caratterizza, in generale, i materiali costituenti il sottosuolo e che controllano la circolazione sotterranea delle acque: come detto in precedenza, l'alimentazione idrica ipogea deriva principalmente dai Lessini, ma anche dalle dispersioni dei progno e dei loro tributari e dalle infiltrazioni dirette provenienti dagli afflussi meteorici che, in questo caso, alimentano una prima falda libera, sovrastante possibili acquiferi confinati o semiconfinati.

Infatti, dalla zona in cui si intersecano le valli di Illasi e Mezzane e fino alla scarpata fluviale dell'Adige, è presente un acquifero differenziato caratterizzato da una prima falda freatica e da falde confinate e semiconfinite. La "prima falda" inserita in questo modello idrodinamico si sviluppa a profondità decrescenti da monte verso valle, fino ad emergere alla base dell'orlo del terrazzo fluviale posto nella porzione meridionale del comune. A valle del terrazzo, all'interno del Piano di Divagazione, il materasso alluvionale ospita un sistema multifalde caratterizzato da una prima falda freatica, la cui superficie piezometrica declina con debole gradiente e con soggiacenza più modesta man mano che ci si avvicina al limite con la Bassa Pianura, ove spesso emerge localmente a causa della bassa permeabilità dei depositi fini più recenti che si interdigitano in sovrapposizione sul materasso acquifero. Inoltre, nel fondovalle del Mezzane, essendo il materasso alluvionale costituito da alternanze di livelli ghiaiosi permeabili e di letti limoso – argillosi impermeabili, è possibile l'esistenza di falde sospese e in debole pressione e di occasionali fenomeni di dispersione dell'alveo in vicinanza dei corsi d'acqua.

In generale, le informazioni del P.A.T.I. riportano la profondità della falda a circa 30 m dal piano campagna nella porzione collinare / pedecollinare e tra 30 m e 10 m nella pianura infravalliva; nella parte Sud appartenente all'Alta Pianura, la falda è segnalata con una direzione di deflusso NNW – SSE e con una soggiacenza compresa tra 10 m e 5 m in prossimità dell'autostrada, che tende a diminuire nella porzione Sud Est del territorio comunale. Solo localmente la falda affiora in superficie, come testimoniano le risorgive poste alla base del terrazzo fluviale, in prossimità della zona più depressa del territorio comunale.

In relazione alle finalità dello studio di MS, le zone potenzialmente suscettibili alla liquefazione sono, quindi, quelle del fondovalle più meridionale e quelle della pianura pedecollinare, dove la falda freatica si trova a profondità interessanti e dove le litologie potrebbero essere suscettibili alla liquefazione: per definire il limite Nord, la falda è stata misurata, contestualmente, in alcuni punti della vallata principale.

4 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

4.1 Inquadramento strutturale locale

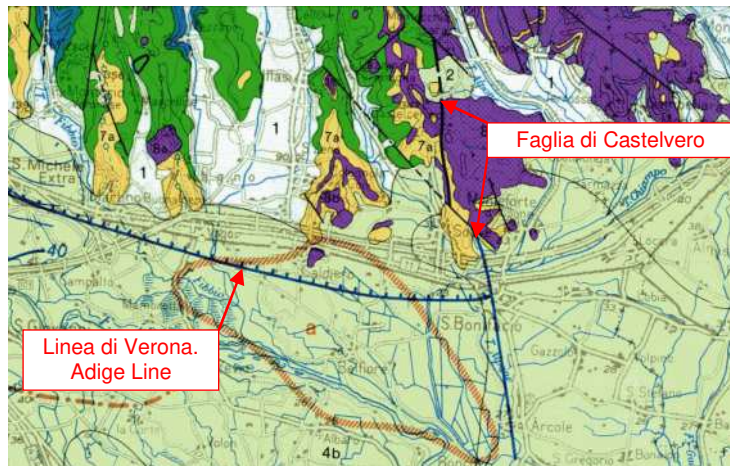
Analizzando la struttura dei Lessini Orientali, lo stile tettonico generale è regolato da faglie verticali o subverticali, modellate ed allargate successivamente dall'erosione fluviale, che coincidono con le principali valli e conche della Lessinia.

Le deformazioni strutturali rilevabili nelle colline locali, si presentano all'incirca con direzione prevalente N – S, parallele alla presunta faglia che passa lungo la Val d'Illassi ed appartenenti al fascio di strutture legate all'attività dell'importante Faglia di Castelvero che attraversa, più ad Est, la Val d'Alpone. Questa faglia, con direzione NNW - SSE, divide le aree di affioramento delle rocce prevalentemente calcaree della Lessinia centro – occidentale, da quelle vulcaniche dei rilievi orientali, passando per Castelvero e Castelcerino.

In generale, sono presenti anche strutture di direzione associabili alla faglia Schio - Vicenza (NW - SE) che dislocano la faglia di Castelvero stessa e le strutture ad essa parallele. La letteratura geologica evidenzia altri lineamenti minori, con direzione circa E - W, che condizionano la continuità dei lineamenti principali.

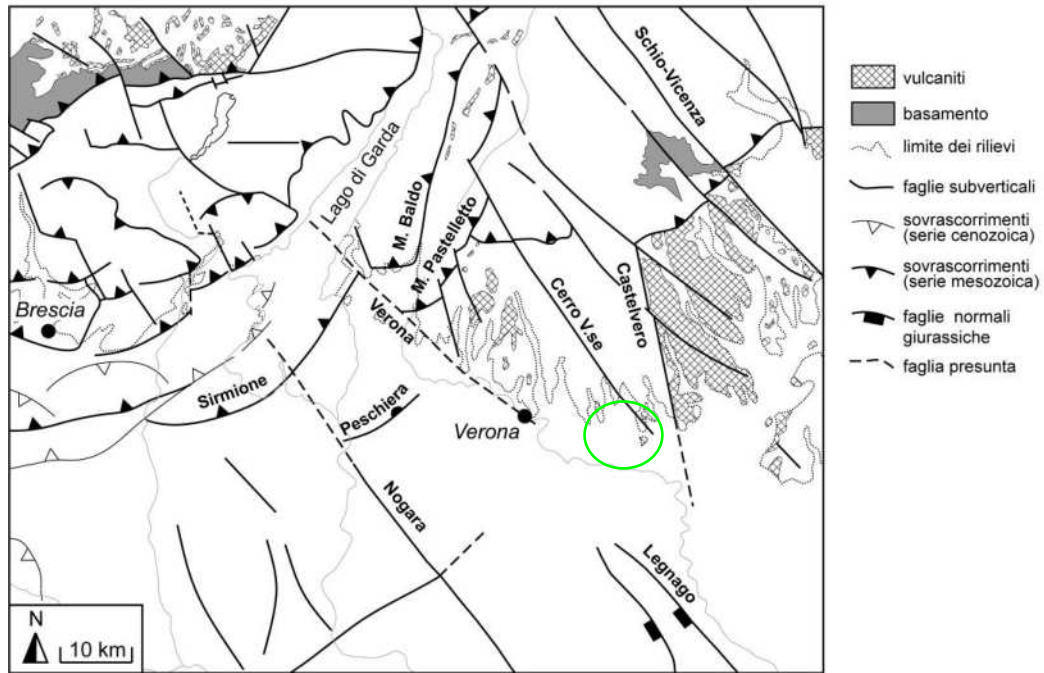
A questi elementi deve essere aggiunta una presunta fascia di deformazione, che delimiterebbe il margine meridionale dei Monti Lessini: in tale fascia, alcuni studi segnalerebbero, in modo talora differente tra loro, la presenza di due lineamenti strutturali distinti, diretti da Torri del Benaco a San Michele Extra (faglia S. Ambrogio Valpolicella), e da Settimo di Pescantina fino a San Bonifacio (Adige Line).

Tale lineamento, variamente denominato in letteratura come Faglia di Verona (Panizza et al., 1981), Faglia di Sant'Ambrogio di Valpolicella (Cassinis et al., 1981) o "fascia di deformazione" (Zanferrari et al., 1982; Carton & Castaldini, 1985), risulterebbe sepolto per la maggior parte del suo tracciato, al punto che la sua natura e la sua estensione sono incerte, per la mancanza di evidenze dirette e per il fatto di non essere sempre riconosciuto, come si evince dalle figure delle pagine seguenti.



Estratto dalla "Carta Geologica del Veneto" alla Scala 1:250.000 con informazioni di carattere tettonico ed indicazione dell'area in esame

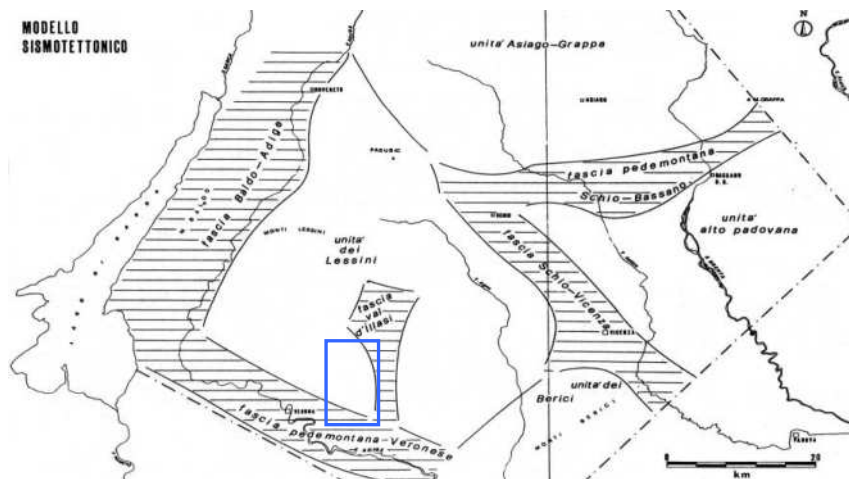
In sostanza, l'area è indicativamente interessata, a Nord, dalla faglia di Cerro Veronese, che passa esternamente al Comune di Lavagno con andamento scledense (circa NNW – SSE) e movimento orizzontale destrorso; a Sud, passerebbe, invece, la presunta faglia che delimita il margine meridionale dei Monti Lessini (Linea di Verona) e, ad Ovest, alcuni lineamenti con direzione circa N – S ed E – W, che tendono ad interrompere progressivamente il degradare verso Sud delle dorsali lessinee. Ne è un esempio la breve faglia presente nella dorsale di Lavagno che, con direzione WSW - ENE borda immediatamente a Nord l'importante cammino vulcanico di San Briccio, interrompendo l'ordinaria successione stratigrafica locale.



Schema tettonico dell'area tra Brescia e Verona, con i principali lineamenti strutturali affioranti e sepolti. In verde, l'area in esame (si noti l'assenza di strutture pedemontane nel territorio in studio)

4.2 Caratterizzazione sismogenetica

Secondo il modello di zonazione sismotettonica del C.N.R. del 1987, Lavagno si colloca nell'Area Lessinea, poco a Nord dell'Area della pianura Mantovano Veronese; in particolare, suddividendo l'area in sottozone, il territorio in esame si può inserire nella unità dei Lessini, a ridosso della fascia Val d'Illasi e della fascia pedemontana Veronese definite nella figura sotto (Panizza et al., 1981).



Modello sismotettonico fra il Lago di Garda e il Monte Grappa (Panizza et al. - 1981) con indicazione dell'area in esame

Come accennato in precedenza, la fascia Val d'Illasi è caratterizzata da un sistema di faglie con direzione N – S che si interseca con altre nella zona di Badia Calavena: secondo alcuni Autori, tale sistema di faglie, a rigetto subverticale, denota un abbassamento del lato Est, in corrispondenza del quale si sarebbe impostata la Val d'Illasi stessa.

A queste strutture è legata la forte erosione recente che è stata messa in relazione con l'attività tettonica locale.

Lo stile tettonico che contraddistingue la fascia pedemontana, che si trova al bordo meridionale dei Lessini e fa da passaggio alla pianura veronese, sarebbe invece rappresentato, secondo il Catalogo ITHACA, da due lineamenti WNW – ESE diretti da Torri del Benaco verso San Michele (Faglia S. Ambrogio Valpolicella) e da Settimo di Pescantina fino a San Bonifacio (Faglia Adige Line), potenzialmente intersecati da strutture di direzione Giudicariense (NE – SW) o Scledense (NW – SE).

Tali strutture, come del resto la presunta Faglia della Val d'Illassi, non sono riportate in tutte le carte consultate, oppure sono indicate solo parzialmente, come nel caso delle strutture pedemontane; le immagini riportate in precedenza e quelle seguenti, evidenziano nettamente queste discordanze interpretative.



Carta Neotettonica estratta da "Modello sismotettonico dell'area fra il Lago di Garda e il Monte Grappa" M. Panizza et al. (1981)

1 – Zona interessata da sollevamento certo, 2 – Zona interessata da sollevamento probabile, 3 – Zona interessata da abbassamento, 4 – Zona interessata da sollevamento differenziato (freccia rivolta verso la parte meno sollevata), 5 – Faglia a prevalente componente verticale (trattini rivolti verso la zona abbassata, frecce secondo l'immersione del piano di faglia), 6 – Faglia a prevalente componente orizzontale, 7 – Faglia con caratteristiche non precisabili, 8 – Fascia (certa o probabile) di deformazione non meglio precisabile, 9 – Flessura (rettangoli verso la parte abbassata), 10 – Traccia del profilo del modello crostale, 11 – Limite dell'area studiata

Ad ogni modo, le pubblicazioni più recenti consultate sulle implicazioni sismogeniche delle strutture tettoniche, terminerebbero i lineamenti pedemontani ad Ovest di Lavagno (cfr. ad es. Scardia et al., 2014 nella figura sotto), non riportando la Faglia Adige Line e la Faglia della Val d'Illassi ed inserendo solo la Faglia S. Ambrogio Valpolicella, successivamente ripresa anche da ITHACA.

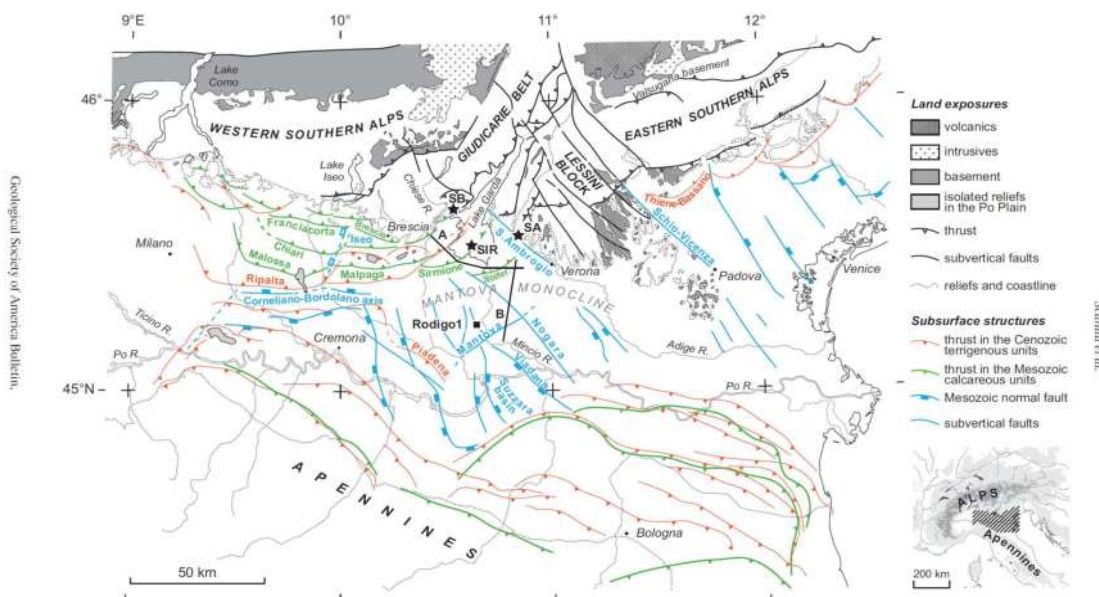


Figure 1. Structural map of the central-eastern Po Plain with the track of seismic lines A and B, and the Rodigo 1 well (black square) shown in Figure 2. Stars indicate the land exposures where stratigraphic and structural observations were carried out (SB—San Bartolomeo Hill; SIR—Sirmione peninsula; SA—Sant' Ambrogio di Valpolicella).

La sismicità storica è medio alta e concentrata proprio nella zona di passaggio fra i Lessini e la pianura, nonché lungo le valli di Illasi e Chiampo, che si trovano ad Est dell'area. L'attività sismica della fascia pedemontana è caratterizzata soprattutto dai terremoti di localizzazione incerta che hanno interessato la città di Verona e, inoltre, da altri sismi, di localizzazione più attendibile, che permettono di considerare questa fascia come sismicamente attiva. Invece, la vicina Val d'Illasi è stata sede di un periodo sismico con rilevante intensità alla fine dell'800, ed ha presentato movimenti tellurici anche successivamente.

La sismicità attuale, di grado medio – basso, è concentrata nel vertice settentrionale del settore dei Lessini, a cavallo con la contigua area di svincolo scledense e sembra imputabile all'attività della linea Schio – Vicenza (*cf. fascia Schio - Vicenza*); invece, l'attività sismica della pianura Mantovano Veronese è molto bassa e collegabile probabilmente a strutture sepolte, analoghe a quelle dell'area lessinea.

Si rimandano ai paragrafi seguenti le considerazioni circa l'esistenza delle faglie attive e capaci.

4.3 Sismicità storica

Il Veneto è attualmente una regione “silente” dal punto di vista sismico. L'assenza di grossi eventi sismici recenti sorprende, ma non deve far pensare che il Veneto sia una regione tettonicamente inattiva. Evidenze di movimenti recenti (neotettonica) sono osservabili soprattutto nella fascia pedemontana (in particolare al confine tra le province di Belluno e Treviso) lungo la quale sono allineati i principali eventi storici.

La pericolosità sismica del Veneto è, in parte, legata all'attività dei distretti sismici del Friuli centrale e, in minor misura, dell'Alpago e del Garda. Allo stato attuale, il territorio regionale è interessato da una certa sismicità di magnitudo medio – bassa, messa in luce negli ultimi decenni dal monitoraggio strumentale dell'attività sismica.

Tra i terremoti storici più rilevanti con epicentro **in Veneto**, si possono ricordare:

- Treviso, 778 d.C.
- Verona, 1117 d.C.
- Asolo, 25 febbraio 1695
- Bellunese, 29 giugno 1873
- Bosco Cansiglio, 18 ottobre 1936

Nel periodo 1977 – 2006, la rete gestita dall'OGS (Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste) ha registrato in Veneto quasi 1200 eventi sismici con magnitudo compresa tra 2,0 e 3,0.

La maggior parte di questi eventi è localizzata lungo la fascia prealpina che unisce l'Alpago al Monte Baldo. La profondità epicentrale più frequente è compresa tra 7 km e 15 km. Solo l'11% degli eventi si colloca a profondità maggiore (fino a 22 km).

Gli eventi con $M_D^1 > 4$, i cui epicentri ricadono nel territorio regionale o in prossimità di esso, sono stati i seguenti:

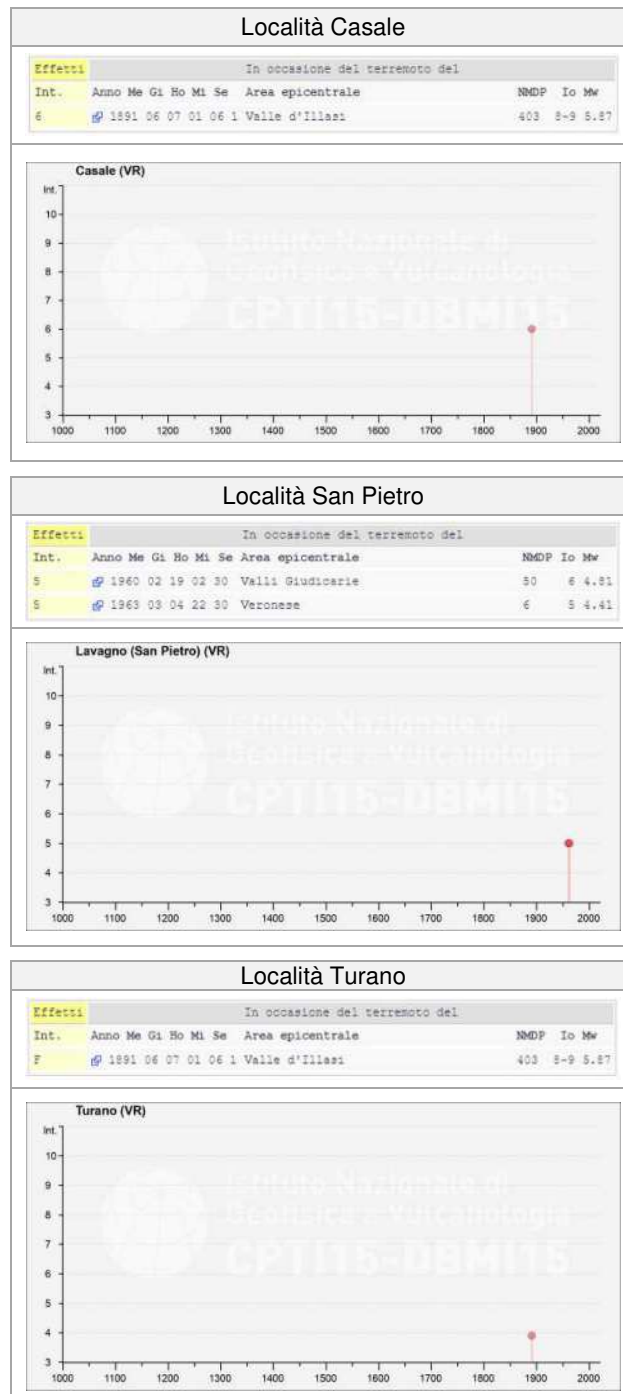
- 24/05/1987 - Garda - $M_D = 4,2$
- 13/09/1989 - Pasubio - $M_D = 4,8$
- 13/04/1996 - Claut - $M_D = 4,2$
- 24/11/2004 - Salò - $M_D = 5,2$

¹ La magnitudo di durata M_D è il tipo di magnitudo che si utilizza per registrare piccoli terremoti, come quelli registrati in zona vulcanica che, vicini agli strumenti, li saturano. Si basa sul logaritmo della durata dell'evento sismico

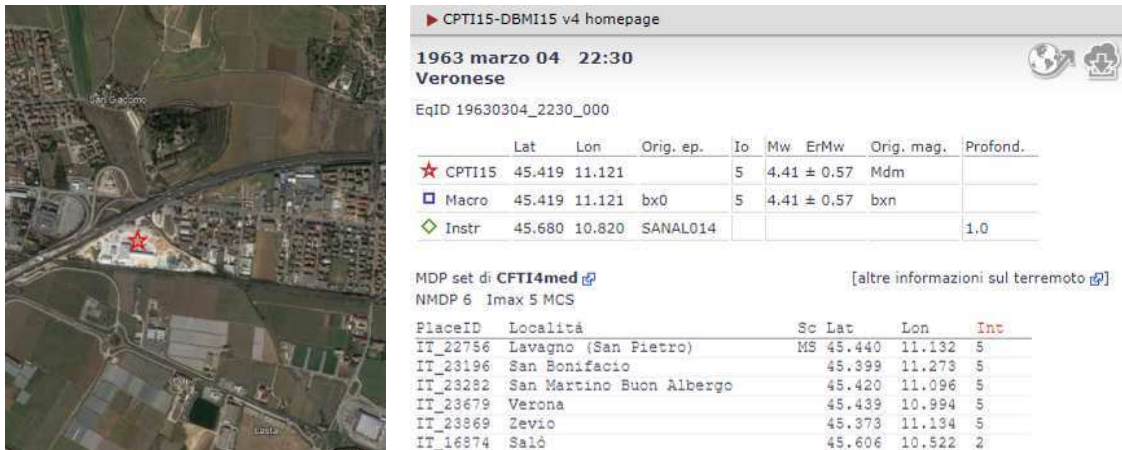
La ricostruzione storica degli eventi sismici che hanno caratterizzato il Comune di Lavagno, aggiornata al dicembre 2020, è stata fatta utilizzando il database macrosismico italiano DBMI15 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (a cura di *M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi, 2022*).

Nello specifico, il Comune di Lavagno non viene riportato, ma vengono indicate alcune località appartenenti al comune stesso; pertanto, per ricostruire la sismicità storica locale, ci si è avvalsi delle informazioni derivanti dalle località richiamate all'interno del Data Base di cui sopra (Casale, San Pietro, Turano).

Nella tabella sotto, che elenca i vari eventi registrati, sono indicati l'intensità Int. in scala MCS al sito, la data (Anno, Mese, Giorno, Ora, Minuti, secondi) in cui si è verificato il terremoto e l'area epicentrale, l'intensità macrosismica epicentrale in scala MCS (I_0) e la magnitudo momento (M_w), oltre al numero di osservazioni macrosismiche disponibili per il terremoto (NMDP).



Singolare è la segnalazione di un evento **non** indicato nei cataloghi precedenti e riportato nel recente DBMI15, dell'epicentro registrato a Lavagno nel 1963 ($M_w = 4,41$ – indicato con la stella rossa nell'immagine seguente) ed avvertito anche a San Bonifacio, San Martino Buon Albergo, Verona, Zevio e Salò, come riassunto sotto.



CPTI15-DBMI15 v4 homepage

1963 marzo 04 22:30
 Veronese

EqID 19630304_2230_000

	Lat	Lon	Orig. ep.	Io	Mw	ErMw	Orig. mag.	Profond.
★ CPTI15	45.419	11.121		5	4,41 ± 0,57		Mdm	
□ Macro	45.419	11.121	bx0	5	4,41 ± 0,57		bxn	
◇ Instr	45.680	10.820	SANAL014					1,0

MDP set di CFTI4med
 NMDP 6 Imax 5 MCS

PlaceID	Località	Sc	Lat	Lon	Int
IT_22756	Lavagno (San Pietro)	MS	45.440	11.132	5
IT_23196	San Bonifacio		45.399	11.273	5
IT_23282	San Martino Buon Albergo		45.420	11.096	5
IT_23679	Verona		45.439	10.994	5
IT_23869	Zevio		45.373	11.134	5
IT_16874	Salò		45.606	10.522	2

Inaspettatamente, non ci sono indicazioni sull'evento del 3 gennaio 1117, che risulta essere tra i più forti terremoti riportati nei cataloghi della sismicità storica italiana, con magnitudo M_w pari a 6,69: probabilmente, si ritiene che non sia stato documentato nelle località in esame e, nei pressi dell'area, risulta riportato solo nella Frazione Marcellise, nel comune confinante ad Ovest.

Si fa inoltre presente che, nel 2012, sono stati chiaramente avvertiti i terremoti che hanno caratterizzato la provincia veronese ed il Nord Italia tra gennaio e giugno.

4.4 Faglie capaci e sorgenti sismogenetiche

Per quanto riguarda il tema delle faglie capaci (faglie che si sono “rotte” almeno una volta negli ultimi 40.000 anni, raggiungendo la superficie e producendo una rottura del terreno) e l'inquadramento delle sorgenti sismogenetiche più prossime a Lavagno, si è fatto riferimento agli studi condotti dagli enti preposti e riportate nei cataloghi **ITHACA** e **DISS 3.3.0**.

Le sorgenti sismogenetiche rappresentano le zone che sono state riconosciute come origine dei terremoti, grazie allo studio della sismicità storica associato a rilievi ed indagini geologiche specifiche. **ITHACA** è un database creato per la raccolta e la consultazione di tutte le informazioni disponibili sulle strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali: dalla sua consultazione è stato possibile indicare una presunta faglia attiva e capace, ubicabile come nelle figure sotto.



L'immagine evidenzia, infatti, che il Comune di Lavagno sarebbe interessato da una faglia **non definita**, con direzione WNW – ESE (Cod. 71.700 – Adige Line), che passerebbe indicativamente nel settore meridionale del territorio comunale (precedentemente definita anche “Linea di Verona”). La tabella seguente riporta le informazioni desunte dalla scheda specifica ITHACA per tale lineamento.

Nome faglia	Adige Line
Tipo Faglia	Non definita
Codice faglia	71.700
Regione	Veneto
Sistema	Adige Line
Direzione media	110
Immersione	Non definita
Lunghezza (km)	30
Profondità (km)	Non definita
Cinematismo	Non definito
Ultima attività (anni)	Storica (< 3.000)
Affidabilità dato sull'attività	Bassa affidabilità
Scala cartografica	1 : 500.000
Qualità dello studio	Bassa

Come esposto in precedenza, tale lineamento, denominato variamente in letteratura come Faglia di Verona (Panizza et al., 1981), Faglia di Sant’Ambrogio in Valpolicella (Cassinis et al., 1981) o “fascia di deformazione” (Zanferrari et al., 1982; Carton & Castaldini, 1985), è sepolto per la maggior parte del suo tracciato, al punto che la sua natura e la sua estensione sono incerte per la mancanza di evidenze dirette; alcuni studi la indicano più a Nord dei lineamenti attuali (indicativamente lungo la ferrovia), rendendo ancora più imprecisa la sua ubicazione (cfr. ad es. Carta Geomorfologica di una porzione della pianura a Sud - Est di Verona, Sorbini et al. - 1984).

Ad ogni modo, le pubblicazioni più recenti consultate sulle implicazioni sismogeniche delle strutture tettoniche, terminerebbero i lineamenti pedemontani ad Ovest (ad es. Scardia et al., 2014), non riportando la Faglia Adige Line ed inserendo solo la Faglia S. Ambrogio Valpolicella, più ad Ovest; invece, il Catalogo ITHACA ha mantenuto tutte le informazioni raccolte, conservando il precedente lineamento (Adige Line) ed inserendo, successivamente, anche il nuovo indicato da Scardia et al. (2014).

Restando quindi alla presunta “Adige Line”, visto che la sua esistenza ed il suo cinematismo non sono certi e differiscono a seconda delle pubblicazioni consultate, nel presente studio è stata adottata la descrizione di ITHACA della tabella precedente (Tipo Faglia “non definita”).

Durante i sopralluoghi non sono state rilevate particolari evidenze riconducibili a tale lineamento e solo l’analisi cartografica permetterebbe di ipotizzarne una certa correlazione con la morfologia locale, ma più a Sud della sua presunta ubicazione.

La mappa dell’I.N.G.V. riportata di seguito, relativa allo studio denominato **DISS 3.3.0 (Database of Individual Seismogenic Sources)**, mostra tre tipologie di sorgenti sismogenetiche, così descrivibili:

Sorgenti individuali (IS): per le quali viene proposta una rappresentazione tridimensionale semplificata del piano di faglia. Questo tipo di sorgente esibisce caratteristiche definite di estensione, movimento e massima magnitudo attesa.

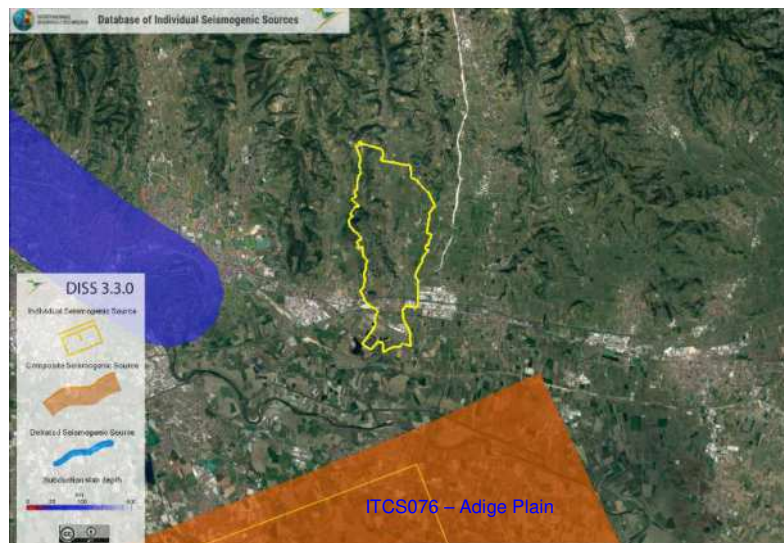
Sorgenti composite (CS): sono regioni estese contenenti un numero non specificato di sorgenti minori allineate che non è ancora conosciuto singolarmente. Le sorgenti composite non sono associate ad uno specifico gruppo di terremoti storici.

Sorgenti dibattute (DS): sono zone proposte in letteratura come potenziali sorgenti, ma considerate ancora non sufficientemente attendibili per entrare nel database.

La mappa del DISS riporta, per la zona in esame, la presenza di una sorgente sismogenetica composta (ITCS076 “Adige Plain” – in arancio nella figura seguente), in parziale contrasto con il Catalogo ITHACA e gli studi descritti in precedenza, che segnalano una “faglia / fascia di deformazione” con una direzione differente; ciò è dovuto al fatto che le cause della sismicità storica occorsa in tale area, anche di entità notevole, rimangono non del tutto chiare.

Infatti, la Zona ITCS076 “Adige Plain” che non coinvolge il territorio comunale (perimetrato in giallo nella figura sotto), schematizza un’area estesa contenente un numero non specificato di sorgenti minori allineate, che non sono ancora conosciute singolarmente e non sono associate ad uno specifico gruppo di terremoti storici.

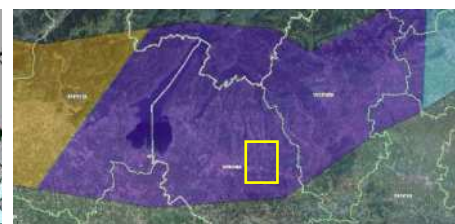
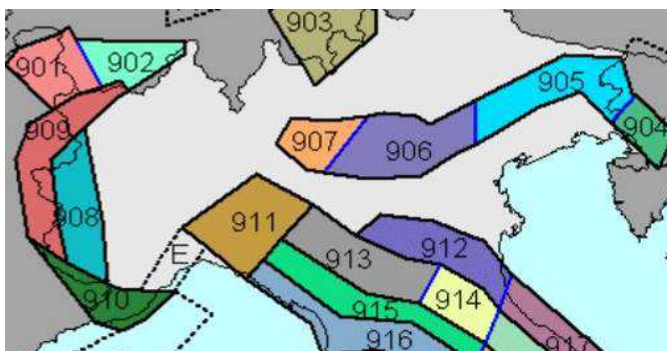
In viola, è indicata invece la sorgente dibattuta ITDS075 “Sant’Ambrogio”, coincidente con la struttura pedemontana “S. Ambrogio Valpolicella” di cui si parlava nei paragrafi precedenti, riportata negli studi più recenti ed interrotta a San Michele (Verona).



In passato, nella definizione della pericolosità sismica nazionale, i terremoti storici dell’area sono stati considerati con l’introduzione della **Zona Sismogenetica n. 906**.

Infatti, secondo la Zonazione Sismogenetica ZS 9 (Meletti e Valensise, 2004), nel Veneto ricadono le zone sismogenetiche **n. 905 “Friuli – Veneto Orientale”** e **n. 906 “Garda – Veronese”**, che interessano rispettivamente la fascia pedemontana tra Bassano del Grappa ed il confine con il Friuli Venezia Giulia e la fascia pedemontana che, da Bassano, prosegue fino ad Ovest del Lago di Garda. Il meccanismo di fagliazione responsabile dei terremoti che si sono verificati in entrambe le zone è di tipo faglia inversa, con una profondità ipocentrale media stimata di 8 km.

Il Comune di Lavagno si inserisce nella Zona n. 906 della figura seguente, per cui si sviluppa all’interno di un’area sismicamente interessante.

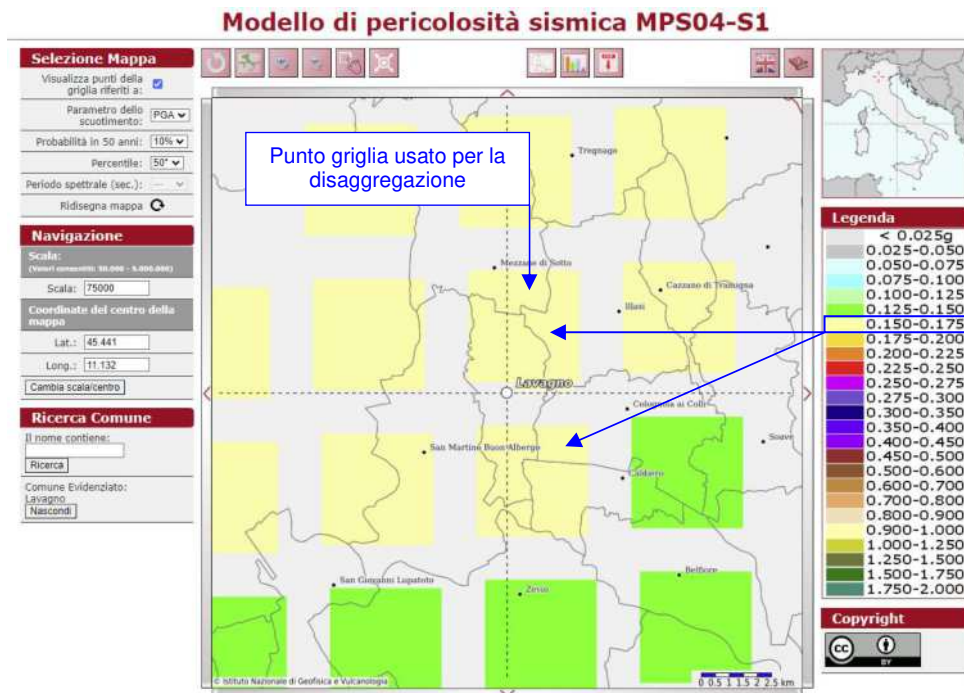


Carta delle zone sismogenetiche ZS 9 (Meletti e Valensise, marzo 2004) con indicata in giallo la posizione di Lavagno nella **Zona n. 906**

4.5 Pericolosità sismica di riferimento

La distribuzione e la caratterizzazione delle zone sismogenetiche è stata tradotta in una carta di pericolosità sismica, valida su tutto il territorio nazionale ed entrata in vigore con l’O.P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006.

Nella carta, della quale la figura seguente ne rappresenta l’estratto per il Comune di Lavagno, sono riportati i valori di accelerazione orizzontale massima al suolo a_g con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi subpianeggianti di Categoria A.



Carta di pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo a_g con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli di Categoria A ($V_{s,30} > 800$ m/s) subpianeggianti (categoria topografica T1 da N.T.C. 2018)

Secondo la classificazione dell’O.P.C.M. n. 3519 del 28 aprile 2006, considerata nel D.M. 14 gennaio 2008 e ripresa dal D.M. 17 gennaio 2018, l’area è inseribile nella fascia distinta da un valore di accelerazione sismica orizzontale a_g riferito a suoli rigidi subpianeggianti caratterizzati da $V_{s,30} > 800$ m/s compreso tra **0,150g** e **0,175g** (valori riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni – mappa 50° percentile).

Pertanto, come classifica la tabella riportata di seguito, estratta dall’O.P.C.M. n. 3519 stessa, Lavagno si trova in **Zona 2**.

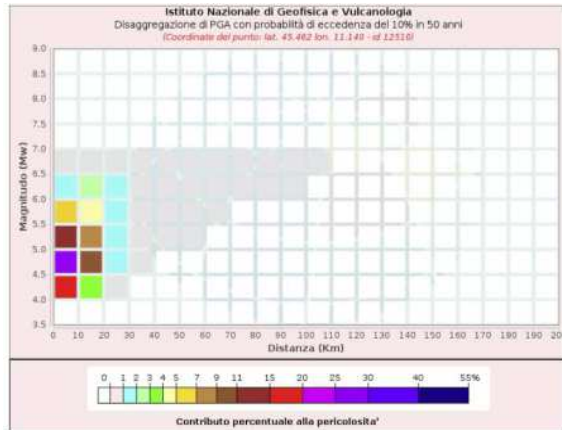
a) Ciascuna zona è individuata mediante valori di accelerazione massima del suolo a_g con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s,30} > 800$ m/s, secondo lo schema seguente:

zona	accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni $[a_g]$	accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico $[a_g]$
1	$0,25 < a_g \leq 0,35 g$	0,35 g
2	$0,15 < a_g \leq 0,25 g$	0,25 g
3	$0,05 < a_g \leq 0,15 g$	0,15 g
4	$\leq 0,05 g$	0,05 g

Per quanto riguarda anche gli aspetti amministrativi, Lavagno rientra in Zona 2 dal 2021, come classificato nella D.G.R.V. n. 244 del 09.03.2021.

In ultima, si riporta il calcolo della disaggregazione della pericolosità: questa ha lo scopo di individuare il maggior contributo alla pericolosità del sito in termini di magnitudo - distanza di un evento.

I grafici riportati sotto sono stati desunti dalle “Mappe interattive di pericolosità sismica” dell’INGV e sono relativi al punto della griglia indicato nella figura precedente (Carta di pericolosità sismica dell’INGV).

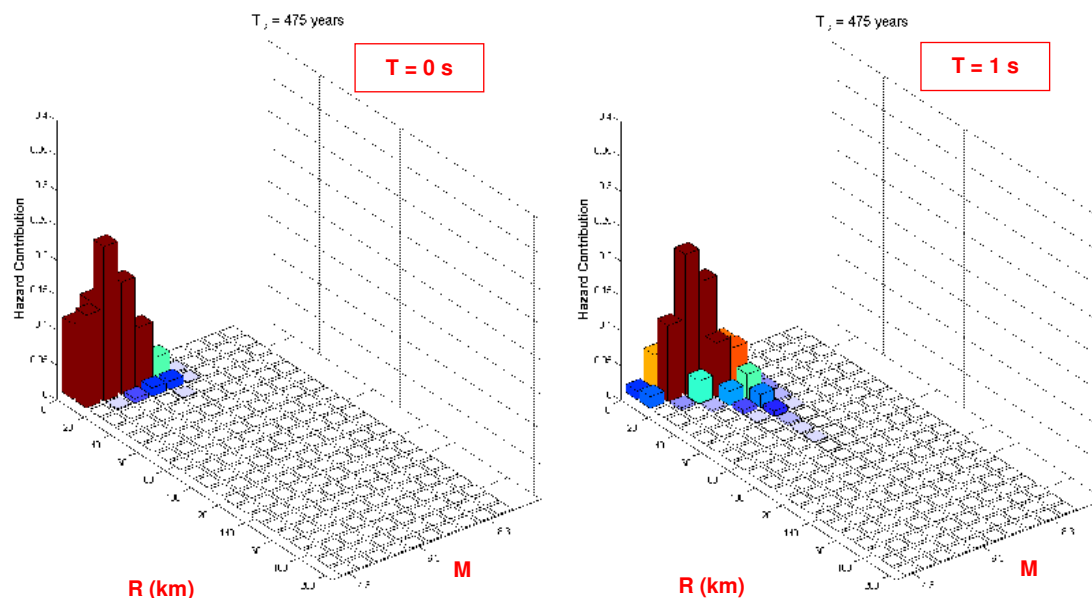


Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni
 (Coordinate del punto: lat. 45.462 km. 11.149 - ut. 12510)

Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)									
	1.5 R1	4.0-4.5 R2	4.5-5.0 R3	5.0-5.5 R4	5.5 R5	6.0 R6	6.5 R7	7.0 R8	7.5 R9	8.0 R10
0-10	0.0000	16.0000	36.5000	52.0000	5.5000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	1.4700	8.7000	27.7000	4.0000	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.7000	5.1100	2.8000	2.8000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.2000	0.2000	0.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1700	0.7000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1100	0.8000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0900	0.8000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0800	0.8000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0700	0.8000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0600	0.8000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0500	0.8000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0400	0.8000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0300	0.8000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0200	0.8000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0100	0.8000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Tale verifica è stata eseguita per le stesse coordinate di riferimento utilizzando anche Rexel v 3.5 (Beta), che ha permesso di disaggregare la pericolosità per due ordinate spettrali in termini di PGA ($T = 0$ s) e di S_a ($T = 1$ s), come nelle immagini che seguono.

Analogamente alla ricostruzione dell’INGV riportata in precedenza, considerando lo stesso tempo di ritorno ($T_r = 475$ anni) ed una Categoria A di Sottosuolo in condizioni subpianeggianti, si evidenzia che il maggior contributo alla pericolosità sismica locale è dato da eventi di entità M_w compresa tra 4,0 e 6,5 e relativamente vicini ($R =$ entro $20 \div 30$ km).



Si fa comunque presente che, come tutte le zone sismogenetiche del territorio italiano, anche quelle riportate nel DISS e nella ZS9, vengono considerate omogenee ai fini della probabilità di accadimento degli eventi sismici, ovvero si ritiene che tutti i punti in esse contenuti abbiano la stessa probabilità di essere sede di eventi sismici e, in rapporto agli epicentri noti, non esisterebbe quindi l’effetto distanza.

Secondo il Par. 2.8 degli “Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica”, per alcune tipologie di verifiche si potrebbe assumere come valore di magnitudo attesa al sito quella massima della zona sismogenetica di appartenenza, che per la Zona n. 906 in cui ricade il territorio di Lavagno, vale $M_{wmax} = 6,60$.

Tabella 2.8-1 – Valori di M_{wmax} per le zone sismogenetiche di ZS9 (estratto da Gruppo di lavoro, 2004)

Nome ZS	Numero ZS	M_{wmax}
Colli Albani, Etna	922, 936	5.45
Ischia-Vesuvio	928	5.91
Altre zone	901, 902, 903, 904, 907, 908, 909, 911, 912, 913, 914, 916, 917, 920, 921, 926, 932, 933, 934	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Nizza Sanremo	918, 919, 910	6.37
Friuli-Veneto Orientale, Garda-Veronese, Garfagnana-Mugello, Calabria Jonica	905, 906, 915, 930	6.60
Molise-Gargano, Ofanto, Canale d'Otranto	924, 925, 931	6.83
Appennino Abruzzese, Sannio – Irpinia-Basilicata	923, 927	7.06
Calabria tirrenica, Iblei	929, 935	7.29

5 MICROZONAZIONE SISMICA. PRINCIPI FONDAMENTALI E FINALITA'

5.1 Introduzione

I terremoti che hanno interessato ultimamente il nostro paese, hanno ampiamente dimostrato che la variabilità spaziale del danno rilevato trova molto spesso la sua causa principale nei cosiddetti “*effetti local*”, ossia nelle differenti risposte del territorio alle azioni sismiche, legate alla variazione delle sue condizioni geologiche, geomorfologiche e geotecniche.

Una efficace cultura di difesa dai terremoti deve essere fondata su una valutazione della pericolosità locale a scala urbana, più ampia di quella della singola costruzione, e deve potersi basare su un'operazione tecnico – scientifica che sia autorizzata a rientrare a pieno titolo nelle valutazioni urbanistiche di riduzione del rischio e nelle politiche di pianificazione del territorio.

Tale operazione è, appunto, la “Microzonazione Sismica”: la MS è l'operazione di suddivisione di un dato territorio in zone omogenee sotto il profilo della risposta ad un terremoto di riferimento, valutata tenendo conto delle interazioni tra le onde sismiche e le condizioni proprie di ogni zona individuata (“pericolosità sismica locale”).

5.2 La natura del problema

Durante lo scuotimento sismico ed immediatamente dopo il terremoto, si verificano degli “effetti di sito” molto appariscenti e, spesso, più devastanti dell'onda sismica, che sono tra le cause più importanti di vittime e danni: questi effetti sono in grado di amplificare notevolmente le sollecitazioni nelle strutture (anche fino a portarle al collasso) od essere rappresentati da rotture del terreno, frane, cedimenti differenziali, liquefazione. Le figure sottostanti sono un esempio di tali effetti.



Le osservazioni condotte nei secoli hanno dimostrato come possono verificarsi situazioni completamente differenti all'interno dello stesso territorio, anche a breve distanza; fin dagli anni '70, le ricerche scientifiche hanno evidenziato che la causa maggiore di variabilità spaziale del moto sismico sono i fenomeni legati alla propagazione delle onde S nei terreni, lungo la direzione verticale.

Da tali osservazioni è nata la necessità di iniziare degli studi per ipotizzare il comportamento del territorio in caso di terremoto e, di conseguenza, per valutare la *pericolosità sismica locale* e realizzare la *Microzonazione Sismica (MS)* precedentemente definita.

La MS può assumere forme molto diverse a seconda delle condizioni territoriali in cui viene realizzata ed è difficile da standardizzare anche se, grazie ad alcune procedure ormai consolidate, è possibile sintetizzare lo studio di MS in una cartografia del territorio nella quale sono indicate:

- le zone in cui il moto sismico non viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante (Categoria di sottosuolo A secondo Eurocodice 8) e, pertanto, gli scuotimenti attesi sono equiparati a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base;
- le zone in cui il moto sismico viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante, a causa delle caratteristiche litostratigrafiche del terreno e/o geomorfologiche del territorio;
- le zone potenzialmente soggette all'instaurarsi di fenomeni di deformazione permanente del territorio inducibili o innescabili dal sisma (instabilità di versante, liquefazione, fagliazione superficiale, cedimenti differenziali, ecc.).

In sostanza, dal punto di vista della pericolosità, la MS distingue le seguenti aree:

- **aree sismicamente stabili**, dove possono aversi solo “effetti di sito” (stratigrafici, di valle, topografici);
- **aree sismicamente instabili**, dove possono verificarsi anche fenomeni di instabilità quali movimenti franosi, crolli di roccia, liquefazione, densificazione, subsidenza, spostamenti di faglia, crolli legati a cavità, ecc.

EFFETTI DI SITO

➤ Qualunque sia l'effetto locale analizzato è necessario valutare preliminarmente gli 'Effetti di sito' ('Risposta Sismica Locale'), ovvero le **modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza** del moto sismico rispetto al **moto di riferimento su affioramento rigido pianeggiante**

- Si distinguono 3 tipi principali di effetti:
1. **effetti stratigrafici** (monodimensionali, 1D)
 2. **effetti di valle** (bi-tridimensionali, 2D-3D)
 3. **effetti topografici** (bi-tridimensionali, 2D-3D)



A tal proposito, per la mitigazione del rischio sismico a scala locale, la finalità di uno studio di MS è, pertanto, quello di pervenire alla stesura di una mappa, dove:

- siano identificati i confini delle zone con analogo risposta al terremoto di riferimento;
- vengano indicati i livelli di pericolosità delle diverse zone attraverso opportuni indicatori.

La mappa di MS diventa, quindi, una cartografia di sintesi che identifica il tipo di problemi e le gerarchie di pericolosità tra le diverse aree; nel caso di Lavagno, tali informazioni serviranno a fornire all'Amministrazione Comunale uno strumento utile per la futura programmazione territoriale, la pianificazione urbanistica e la gestione delle emergenze, nonché per un'eventuale ricostruzione post - sismica.

Si fa comunque presente che la MS è legata alla gestione del territorio ed alla pianificazione urbanistica e non al progetto delle strutture.

5.3 Finalità e livelli di approfondimento

La MS ha lo scopo di riconoscere ad una scala sufficientemente grande (comunale o subcomunale) le condizioni locali che possono modificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso in termini di ampiezza, durata e frequenza o che possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni e le infrastrutture.

Essa si colloca ad un livello intermedio tra la classificazione sismica a scala nazionale, che fa riferimento ad un terreno ideale rigido e pianeggiante per il quale fornisce dei parametri indicativi della pericolosità di base, e la progettazione antisismica, che opera invece a scala di singolo manufatto.

L'obiettivo principale è, in primo luogo, quello di distinguere le zone il cui comportamento può essere instabile (*aree critiche*) dalle zone dove possono aversi o meno “fenomeni di amplificazione del moto sismico” (*aree stabili suscettibili o non suscettibili di amplificazione*), mentre il secondo obiettivo è quello di valutarne la risposta.

Le principali linee guida internazionali, tra cui gli “Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica” del Dipartimento della Protezione Civile (2008), prevedono tre livelli di approfondimento (Livello 1, Livello 2, Livello 3).

In sintesi:

il **Livello 1**, propedeutico ai veri e propri studi di MS, si basa prevalentemente sulla raccolta di dati preesistenti, elaborati per suddividere il territorio in microzone **qualitativamente** omogenee in prospettiva sismica;

il **Livello 2** associa alle zone omogenee dei parametri **quantitativi** di interesse ingegneristico, utilizzando allo scopo ulteriori e mirate indagini, ove necessarie, e definisce la *Carta di microzonazione sismica*;

il **Livello 3** quantifica numericamente l'amplificazione del moto sismico atteso in superficie tramite un'analisi monodimensionale o bidimensionale, a seconda delle condizioni geologiche / topografiche del sito d'indagine, e restituisce una *Carta di microzonazione sismica* con approfondimenti su tematiche o aree particolari.

Va sottolineato che l'adozione di tre livelli consente una grande flessibilità nelle applicazioni, in quanto permette di adeguare il livello di approfondimento alle risorse ed ai tempi disponibili, nonché al tipo di utilizzo.

Nel caso in esame, sulla scorta delle “criticità” individuate dal Livello 1, derivanti dalle particolarità geologiche che contraddistinguono Lavagno, è stato eseguito il Livello 3 per l'intero territorio comunale, soddisfacendo quanto previsto dagli “Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica” della Protezione Civile.

Infatti, dopo aver eseguito un'ulteriore raccolta di dati ed una campagna di indagine aggiuntiva ed aver, quindi, integrato le informazioni sulle frequenze di vibrazione del sottosuolo e sulle velocità di propagazione delle onde di taglio V_s , l'amplificazione caratteristica locale è stata quantificata tramite modellizzazioni numeriche avanzate bidimensionali in campo dinamico.

6 DATI GEOTECNICI E GEOFISICI DA INDAGINI PREGRESSE E DI NUOVA REALIZZAZIONE

6.1 Indagini pregresse e di nuova realizzazione

Per il presente lavoro sono stati considerati alcuni dei numerosi studi di carattere geologico eseguiti dagli scriventi per la progettazione di opere civili e quanto già riportato nel Livello 1; le misure geofisiche sono state eseguite nelle zone ritenute più significative, coinvolgendo comunque tutto il territorio comunale.

In particolare, per gli studi di MS sono state effettuate:

- **n. 44 registrazioni di rumore sismico ambientale a stazione singola con elaborazione H.V.S.R. (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)** per individuare le frequenze di risonanza dei siti;
- **n. 23 prospezioni sismiche con tecnica passiva Re.Mi. (Refraction Microtremor)** sviluppate in *array lineari* con n. 16 geofoni ad asse verticale, per la ricostruzione sismostratigrafica del sottosuolo tramite la misura della velocità di propagazione delle onde S;
- **n. 1 indagine geoelettrica, in corrispondenza della presunta faglia ITHACA (Cod. 71.700 “Adige Line”).**

Inoltre, sono state utilizzate le seguenti indagini, derivanti dai numerosi studi condotti dallo scrivente all'interno del territorio comunale:

- **n. 27** registrazioni H.V.S.R. eseguite con gli stessi acquisitori usati per la MS
- **n. 11** Re.Mi. eseguite con la stessa strumentazione usata per la MS
- **n. 7** prove penetrometriche statiche CPT
- **n. 5** prove penetrometriche dinamiche DPSH
- **n. 4** sondaggi a carotaggio continuo
- **n. 12** stratigrafie pozzi da banche dati ISPRA e P.A.T.I.
- **n. 3** prove CPT da banca dati P.A.T.I. e altri Professionisti
- **n. 7** sondaggi a carotaggio continuo da banca dati P.A.T.I. e altri Professionisti
- **n. 3** prove DPSH da banca dati P.A.T.I. e altri Professionisti

Tali prove sono state tutte ubicate nella “Carta delle indagini” e schedate a fine testo.

6.2 Metodologia di elaborazione delle nuove indagini

6.2.1 Indagine sismica di tipo passivo a stazione singola (H.V.S.R.)

La tecnica di sismica passiva (tecnica dei rapporti spettrali o H.V.S.R., Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è totalmente non invasiva, molto rapida, si può applicare ovunque e non richiede nessun tipo di perforazione, né di stendimenti di cavi, né di energizzazione esterne diverse dal rumore ambientale, che in natura esiste ovunque.

I risultati che si possono ottenere da una registrazione di questo tipo sono molteplici ma, per lo studio in esame, essa è stata utilizzata direttamente per stimare la **frequenza caratteristica di risonanza del sito**, che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale.

Infatti, si devono adottare adeguate precauzioni nel costruire edifici aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno, per evitare l'effetto di “doppia risonanza”, estremamente pericoloso per la stabilità degli stessi.

Le basi teoriche della tecnica H.V.S.R. si fondano, in parte, sulla sismica tradizionale (riflessione, rifrazione, diffrazione) e, in parte, sulla teoria dei microtremori.

La forma di un'onda registrata in un sito x da uno strumento dipende:

- dalla forma dell'onda prodotta dalla sorgente s ;
- dal percorso dell'onda dalla sorgente s al sito x (attenuazioni, riflessioni, rifrazioni, incanalamenti per guide d'onda);
- dalla risposta dello strumento.

Possiamo scrivere questo come:

$$\text{segnale registrazione al sito } x = \text{sorgente} * \text{effetti di percorso} * \text{funzione trasferimento strumento}$$

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre. Si chiama anche *microtremore*, poiché riguarda oscillazioni molto piccole, molto più piccole di quelle indotte dai terremoti.

I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi, poiché il rumore non è generato *ad hoc*, come ad esempio avviene per le esplosioni della sismica attiva.

Nel tragitto dalla sorgente s al sito x le onde elastiche (sia di terremoto che microtremore) subiscono riflessioni, rifrazioni, intrappolamenti per fenomeni di guida d'onda, attenuazioni che dipendono dalla natura del sottosuolo attraversato.

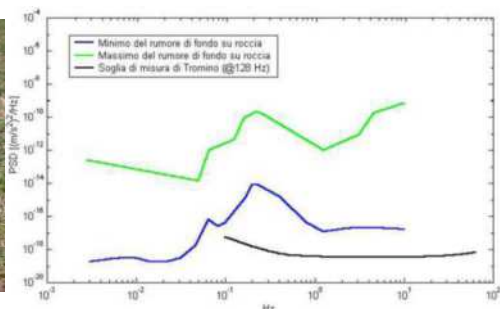
Questo significa che, se da un lato l'informazione riguardante la sorgente è persa e non sono più applicabili le tecniche della sismica classica, dall'altro lato è presente comunque una parte debolmente correlata nel segnale che può essere estratta e che contiene le informazioni concernenti il percorso del segnale e, in particolare, relative alla struttura locale vicino al sensore.

Dunque, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartata dalla sismologia classica, contiene informazioni. Questa informazione è però "sepolta" all'interno del rumore casuale e può essere estratta attraverso tecniche opportune. Una di queste tecniche è la teoria dei rapporti spettrali o semplicemente H.V.S.R., che è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali del sottosuolo, informazione di notevole importanza nell'ingegneria sismica.

Per l'acquisizione dei dati sono stati utilizzati due tromometri digitali della ditta Micromed S.r.l., un modello "*Tromino ZERO*" ed un "*Tromino ENGY - PLUS*", che rappresentano la nuova generazione di strumenti ultra - leggeri ed ultra - compatti in alta risoluzione adatti a tali misurazioni. Il "*Tromino ZERO*" racchiude al suo interno una terna velocimetrica con i sensori ortogonali tra loro e con intervallo di frequenza compreso tra 0,1 Hz e 256 Hz, mentre il "*Tromino ENGY - PLUS*" sfrutta due terne velocimetriche, anch'esse con i sensori ortogonali tra loro e con intervallo di frequenza compreso tra 0,1 Hz e 256 Hz (cfr. figure sotto).

Nella figura più a destra si riporta la curva di rumore di "*Tromino*" a confronto con i modelli standard di rumore sismico massimo (in verde) e minimo (in blu) per la Terra.

Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto.



6.2.1.1 Sintesi dei risultati

Le frequenze fondamentali di risonanza del terreno fanno parte degli effetti di sito che, assieme all'instabilità per azione sismica, caratterizzano la vulnerabilità del territorio quale elemento indispensabile per la stima del rischio sismico.

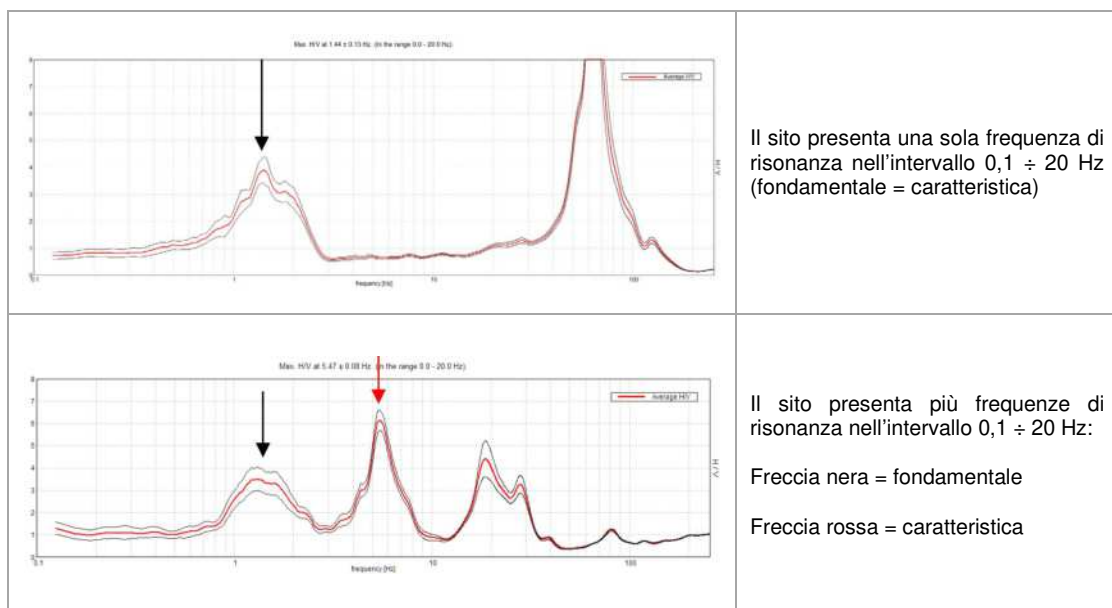
In linea di principio, visto che il suolo è assimilabile ad un corpo viscoelastico, è possibile misurarne le frequenze proprie di oscillazione in ogni punto: infatti, le frequenze sono determinate dalle proprietà meccaniche e, in maniera secondaria, dalla morfologia attorno al punto di misura.

Analizzando la “Carta delle frequenze” successivamente descritta, si vede come sia stato indagato integralmente il territorio previsto dall'incarico e come i 44 Tromini® eseguiti per lo studio di MS ed i 27 desunti da altri studi realizzati dagli scriventi, interessino completamente il Comune di Lavagno: la distribuzione delle prove è stata ottimizzata per vedere il “modo” di rispondere dei vari ambienti geologici alle sollecitazioni sismiche.

In particolare, durante le fasi interpretative si è cercato di distinguere la **frequenza fondamentale da quella caratteristica** poiché alcune registrazioni hanno rilevato, all'interno della stessa misura, più valori di risonanza.

Nello specifico, la prima corrisponde alla frequenza di risonanza con il valore più basso (frequenza fondamentale), mentre la seconda a quella con il rapporto H / V maggiore (frequenza caratteristica).

A seguire si riportano alcuni esempi di misure H.V.S.R. effettuate per il presente studio, che evidenziano tale distinzione:



Le valutazioni sulle condizioni di amplificazione di sito sono state effettuate considerando la finestra frequenziale di 0,1 ÷ 20 Hz, che risulta essere quella di normale interesse ingegneristico – strutturale; le amplificazioni considerate nella curva H / V sono quelle con rapporto superiore a 2 (per ulteriori dettagli cfr. par. 7.4).

Nella tabella della pagina seguente è stata riportata esclusivamente la sintesi dei risultati delle H.V.S.R. eseguite mediante Tromino® per gli studi di MS (**T1**, ..., **T44**) e per altri studi (**TD1**, ..., **TD27**), mentre in allegato sono state riportate le schede sintetiche di tali prove.

LOCALITÀ	CODICE PROVA	FREQUENZA CARATTERISTICA DI SITO F_{MAX} (Hz) (INTERVALLO 0,1 ÷ 20 Hz)	FREQUENZA FONDAMENTALE DI SITO F_0 (Hz) (INTERVALLO 0,1 ÷ 20 Hz)	CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE (INTERVALLO 0,1 ÷ 20 Hz)
Via Busolo	T1	1,38	1,38	Si
Via Lasta	T2	1,44	1,44	Si
Via San Gaspare Bertoni, Vago	T3	1,94	1,94	Si
Via Croce Bianca, S.P. 37a	T4	1,16	1,16	Si
Via Montecurto di Sotto	T5	1,03	1,03	Si
Via Marmuria, Montecurto	T6	7,63	7,63	Si
Via Pigno, Cimitero San Briccio	T7	3,97	3,97	Si
Via Cavalline, San Briccio	T8	10,31	10,31	Si
Via Gioiello, San Briccio	T9	5,00	5,00	Si
Via Passere, San Briccio	T10	1,41	1,41	Si
Via Monte Garbi	T11	1,53	1,53	Si
Via Giacinti, Montelungo	T12	7,50	7,50	Si
Via S. Giacomo di Sopra, S.P. 37	T13	3,75	3,75	Si
Via Don G. Albertini, San Pietro	T14	5,31	1,50	Si
Via Turano	T15	3,44	3,44	Si
Via Val Mezzane, S.P. 16	T16	1,88	1,88	Si
Via Fontana Antica	T17	5,94	5,94	Si
Vaio del Pian, Casoni	T18	7,34	7,34	Si
Via Monti Musoi	T19	n.p.	n.p.	Non amplifica
Via Val Mezzane, S.P. 16	T20	4,38	4,38	Si
Via Santa Croce, Busolo	T21	1,06	1,06	Si
Via A. De Gasperi, Cimitero Vago	T22	13,50	1,25	Si
Via Petrarca, Vago	T23	3,25	1,20	Si
Via Alessandro Volta, S.R. 11	T24	3,44	1,30	Si
Via Postumia, S.P. 37	T25	1,60	1,60	Si
Via Fontana, S.P. 16	T26	19,63	4,80	Si
Viale Rimembranza, S.P. 16	T27	2,69	1,50	Si
Via dei Mille, San Pietro	T28	1,09	1,09	Si
Via Donzellino	T29	1,06	1,06	Si
Via Monte San Moro	T30	1,69	1,60	Si
Via Fienile	T31	13,13	13,13	Si
Via Valdimezzo	T32	19,97	2,60	Si
Via Sant'Ambrogio	T33	4,19	4,19	Si
Villa Verità Fraccaroli	T34	11,63	2,10	Si
Via Corno d'Aquilio	T35	n.p.	n.p.	Non amplifica
Via Monticelli	T36	n.p.	n.p.	Non amplifica
Via Preare	T37	2,75	2,75	Si
Via San Giacomo di Sotto	T38	6,97	1,50	Si
Via A. Diaz, Barco	T39	4,97	4,97	Si
Via Ca' Pio, Gioiello	T40	5,94	5,94	Si
Via Formighè, Busolo	T41	5,47	1,30	Si
Via Busolo	T42	1,34	1,34	Si
Forte San Briccio	T43	8,72	8,72	Si
Via Cavalline, San Briccio	T44	4,34	4,34	No

LOCALITÀ	CODICE PROVA	FREQUENZA CARATTERISTICA DI SITO F_{MAX} (Hz) (INTERVALLO 0,1 ÷ 20 Hz)	FREQUENZA FONDAMENTALE DI SITO F_0 (Hz) (INTERVALLO 0,1 ÷ 20 Hz)	CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE (INTERVALLO 0,1 ÷ 20 Hz)
Via Osteria, San Pietro	TD1	1,22	1,22	Si
Via Montecurto di Sotto	TD2	0,94	0,94	Si
Via Ponte Asse, Vago	TD3	1,34	1,34	Si
Via Palazzina, San Pietro	TD4	1,78	1,78	Si
Via della Tecnica, Z.A.I. Lepia	TD5	1,20	1,20	Si
Via degli Alpini, San Pietro	TD6	3,03	3,03	Si
Via Pigno, San Briccio	TD7	4,47	4,47	Si
Via Passere, San Briccio	TD8	1,50	1,50	Si
Via Ugo Foscolo	TD9	n.p.	n.p.	Non amplifica
Via Montecurto di Sotto	TD10	1,59	1,59	Si
Via Giare, San Pietro	TD11	1,00	1,00	Si
Via Monti Musoi	TD12	1,25	1,25	Si
Via Castello, San Pietro	TD13	19,97	19,97	Si
Via Castello, San Pietro	TD14	3,00	3,00	Si
Via Piazza, San Pietro	TD15	4,69	4,69	Si
S.P. 37, Ponte Illasi	TD16	1,63	1,63	Si
Via Rocolo, San Briccio	TD17	1,47	1,47	Si
Via Alta, San Briccio	TD18	1,50	1,50	Si
Via dei Brugnoi, San Briccio	TD19	13,31	1,50	Si
Via Manzoni, Preare	TD20	misura disturbata	misura disturbata	misura disturbata
Via Palazzina, San Pietro	TD21	2,31	2,31	Si
Via dei Mille, San Pietro	TD22	1,25	1,25	Si
Via Sandro Pertini, San Pietro	TD23	1,22	1,22	Si
Via Monte Pasubio, Vago	TD24	3,38	3,38	Si
Via dell'Artigianato, Vago	TD25	1,84	1,84	Si
Via Cesare Battisti, Vago	TD26	1,41	1,41	Si
Via Provinciale, Vago	TD27	2,97	2,97	Si

6.2.2 Indagine sismica di tipo passivo in array (Re.Mi.)

È noto che la propagazione delle onde, nel caso di mezzi stratificati e trasversalmente isotropi, avviene in maniera diversa rispetto al caso di mezzi omogenei; non esiste più un'unica velocità, ma ogni frequenza è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione a sua volta legata alle varie lunghezze d'onda.

Queste lunghezze d'onda interessano il terreno a diverse profondità e risultano influenzate dalle caratteristiche elastiche che sono variabili, appunto, con la profondità. Questo comportamento viene definito **dispersione in frequenza** ed è fondamentale nello sviluppo dei metodi sismici che utilizzano le onde di superficie.

Ovviamente, le lunghezze d'onda più grandi corrispondono alle frequenze più basse e vanno ad interessare il terreno più in profondità; al contrario, le lunghezze d'onda più piccole, poiché sono associate alle frequenze più alte, rimangono nelle immediate vicinanze della superficie.

I metodi di prospezione sismica che utilizzano le onde di superficie si basano su modelli fisico – matematici nei quali il sottosuolo viene schematizzato come una serie di strati con caratteristiche elastiche lineari.

La procedura Re.Mi. è un metodo di prospezione sismica sviluppato presso l'Università di Reno in Nevada (Louie, 2001) e viene classificato come “metodo passivo” in quanto utilizza il rumore ambientale.

I vantaggi derivanti da questo metodo sono molteplici, poichè è veloce e semplice da usare in fase di acquisizione, raggiunge una buona profondità e risoluzione d'indagine ma, soprattutto, permette di ottenere migliori risultati in ambienti particolarmente urbanizzati.

La fase di acquisizione deve essere effettuata con una serie di accorgimenti e precauzioni da adottare in sito e nella pianificazione della registrazione.

Tutto è finalizzato alla registrazione di dati contenenti la miglior informazione possibile riguardo alla propagazione delle onde di Rayleigh con buon rapporto segnale - rumore.

Il rumore incoerente, cioè di tipo casuale, rappresenta nel caso Re.Mi. la fonte del segnale utile che si vuole registrare.

I microtremori generati dall'ambiente si propagano nel suolo e, di questi, si cerca di distinguere il modo fondamentale di vibrazione dell'onda di Rayleigh dai modi superiori e dall'*aliasing* spaziale: risulta quindi necessario soddisfare la condizione di “omnidirezionalità” delle sorgenti, cioè si suppone che il rumore ambientale provenga sostanzialmente da tutte le direzioni.

I tempi di registrazione dei microtremori sono decisamente più elevati rispetto alle indagini di tipo attivo. La registrazione viene analizzata in finestre temporali che variano dai 10 s ai 30 s. Sono da considerare la lunghezza dello stendimento L e la distanza intergeofonica Δx , che agisce sul segnale come una specie di filtro in frequenza; supponendo, infatti, che il segnale arrivi da tutte le direzioni, maggiore è la spaziatura, minore sarà la frequenza del segnale utile campionabile e viceversa: se la frequenza è più bassa, aumenta la profondità d'indagine.

La fase più delicata è quella del *data processing*, che consiste nel trattamento dei dati acquisiti con l'obiettivo di stimare la velocità di fase delle onde di Rayleigh (V_r), che sono correlabili con le velocità V_s di propagazione delle onde S ($V_s \approx 1,1 V_r$). Le varie tecniche di processing trasformano l'informazione registrata nel dominio $x - t$ (spazio tempo), in un dominio dove l'energia associata all'evento è funzione della frequenza e di altre variabili.

Tutto questo allo scopo, attraverso lo spettro, di localizzare la densità di energia maggiore, alla quale sono di solito associate le onde di Rayleigh. Con procedura manuale vengono selezionati dei punti sullo spettro, che andranno a formare la curva di dispersione sperimentale.

La scelta di questi valori, denominata *picking*, è condizionata da alcune indicazioni ma è imprescindibile dall'abilità e dall'esperienza dell'interprete, anche sulla base di altre conoscenze relative al sito in esame.

Per ottenere un elevato dettaglio del segnale, il *sampling rate* utilizzato è stato di 512 Hz. La durata (lunghezza temporale) del segnale registrato per ogni misura è stato di circa 6 minuti. Il software utilizzato per l'analisi spettrale è [Grilla v.7.4.1 release 2018](#).

Data la necessità di analizzare con elevato dettaglio le basse frequenze (tipicamente anche al di sotto dei 10 Hz), sono stati utilizzati n. 16 geofoni verticali a 4,5 Hz uniti in *array* lineari totalmente digitali (*SoilSpy Rosina*).

Ogni geofono è munito di un digitalizzatore che converte il segnale e lo trasmette al sismografo tramite un'interfaccia USB. Tale sistema permette di avere elevati rapporti di rumore, un perfetto sincronismo ed una estrema leggerezza.

La spaziatura utilizzata tra i geofoni è stata di 2 m o 3 m, quindi la lunghezza complessiva del profilo è risultata essere rispettivamente di 30 m o di 45 m.

Tutti gli stendimenti eseguiti non presentavano sostanziali variazioni di quota e, quindi, i siti indagati sono stati considerati a sviluppo orizzontale.



6.2.2.1 Determinazione delle velocità delle onde di taglio S (V_s)

Come detto in precedenza, nel territorio comunale sono state fatte una serie di misure sismiche di superficie (*array sismici Re.Mi.*) per approfondire le conoscenze sulle caratteristiche “sismiche” dei litotipi costituenti il territorio in esame.

In particolare, esse sono state utilizzate per determinare la velocità di propagazione delle onde di taglio S (V_s) dei terreni testati.

6.2.2.2 Risultati delle misure

In questo paragrafo è stata riportata la sintesi dei risultati ottenuti dall'**analisi congiunta** degli *array* sismici e delle accoppiate H.V.S.R. eseguiti per lo studio di MS e desunti da altri studi realizzati dagli scriventi. Nelle tabelle seguenti sono state riportate l'ubicazione degli *array* ed il profilo verticale delle onde di taglio S (V_s).

Si rimanda all'allegato per la lettura delle schede, dove sono stati riportati esclusivamente i risultati derivanti dalla pura interpretazione delle Re.Mi. (alcune delle quali non accoppiate ad H.V.S.R.).

A1	Via Busolo	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
		0,0 – 2,0	150
		2,0 – 42,0	350
		42,0 – 127,0	620
		> 127,0	1100

A2	Via Lasta	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
		0,0 – 2,0	190
		2,0 – 6,0	160
		6,0 – 36,0	300
		36,0 – 106,0	570
		> 106,0	860

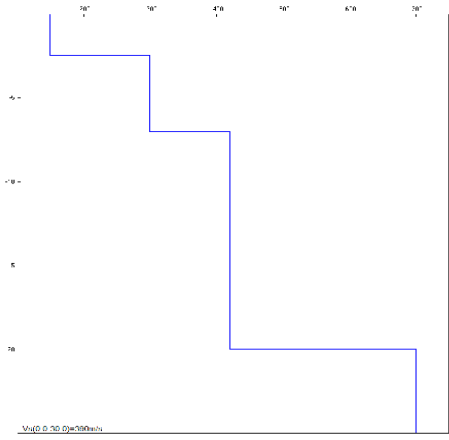
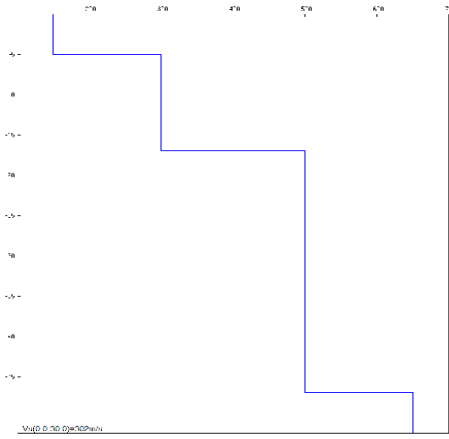
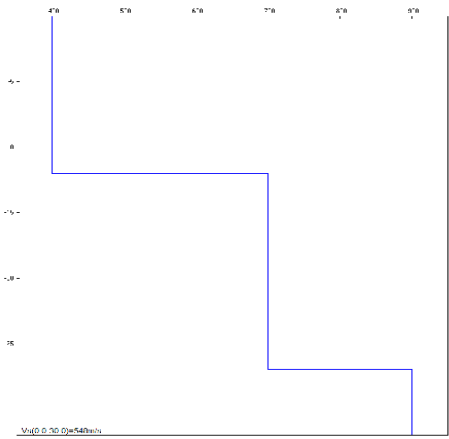

A3	Via San Gaspare Bertoni	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
		0,0 – 2,5	130
		2,5 – 7,5	250
		7,5 – 45,5	310
		> 45,5	800

A4	Via Croce Bianca, S.P. 37	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
		0,0 – 3,0	160
		3,0 – 30,0	350
		> 30,0	580

A5	Via Montecurto di Sotto	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
		0,0 – 1,5	160
		1,5 – 6,5	330
		6,5 – 26,5	370
		26,5 – 116,5	510
		> 116,5	900

A6	Via Marmuria, Montecurto	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
		0,0 – 2,0	160
		2,0 – 7,0	190
		7,0 – 31,0	450
		> 31,0	750

A7	Via Pigno, Cimitero San Briccio	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
		0,0 – 4,0	220
		4,0 – 24,0	400
		> 24,0	760

A8	Via Cavalline, San Briccio	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
	0,0 – 2,5	150	
	2,5 – 7,0	300	
	7,0 – 20,0	420	
	> 20,0	700	
	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)	
	0,0 – 5,0	150	
	5,0 – 17,0	300	
	17,0 – 47,0	500	
> 47,0	650		
A10	Via Passere, San Briccio	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
	0,0 – 12,0	400	
	12,0 – 27,0	700	
	> 27,0	900	
			

A11	Via Monte Garbi	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
		0,0 – 10,0	340
		10,0 – 25,0	700
		> 25,0	900

A12	Via Giacinti, Montelungo	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
		0,0 – 2,0	170
		2,0 – 10,0	280
		> 10,0	600

A13	Via San Giacomo di Sopra, S.P. 37	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
		0,0 – 2,0	130
		2,0 – 15,0	210
		15,0 – 65,0	579
		> 65,0	900

A14	Via Don Giuseppe Albertini, San Pietro	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
	0,0 – 2,0	170	
	2,0 – 8,0	240	
	8,0 – 25,0	500	
	25,0 – 115,0	750	
	> 115,0	1150	

A15	Via Turano	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
	0,0 – 1,0	120	
	1,0 – 17,0	260	
	17,0 – 47,0	600	
	> 47,0	850	

A16	Via Val Mezzane, S.P. 16, San Pietro	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
	0,0 – 4,0	160	
	4,0 – 10,0	260	
	10,0 – 50,0	400	
	> 50,0	800	

A17	Via Fontana Antica	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
		0,0 – 3,0	180
		3,0 – 10,0	300
		10,0 – 30,0	550
		> 30,0	800

A18	Vaio del Pian, Casoni	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
		0,0 – 1,0	120
		1,0 – 5,0	170
		5,0 – 11,5	320
		> 11,5	720

A19	Via Monti Musoi	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
		0,0 – 10,0	450
		10,0 – 50,0	650
		> 50,0	900

A20	Via Val Mezzane, S.P. 16	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
		0,0 – 4,0	130
		4,0 – 8,0	240
		8,0 – 23,0	370
		> 23,0	750

A21	Via Busolo	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
		0,0 – 9,0	130
		9,0 – 44,0	320
		44,0 – 99,0	500
		> 99,0	810

A22	Forte San Briccio	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
		0,0 – 4,5	260
		4,5 – 10,5	430
		10,5 – 30,5	650
		> 30,5	850

A23	Via Cavalline, San Briccio	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
		0,0 – 3,0	180
		3,0 – 10,0	260
		10,0 – 35,0	450
		> 35,0	650

AD1a	Via Osteria, San Pietro	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
		0,0 – 2,5	190
		2,5 – 5,0	280
		5,0 – 18,0	350
		18,0 – 100,0	500
		> 100,0	950

AD1b	Via Osteria, San Pietro	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
		0,0 – 3,0	190
		3,0 – 5,5	280
		5,5 – 18,0	350
		18,0 – 100,0	490
		> 100,0	930

AD2	Via Montecurto di Sotto	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
	0,0 – 0,5	100	
	0,5 – 5,5	210	
	5,5 – 20,0	330	
	20,0 – 95,0	370	
	> 95,0	800	
AD3	Via Ponte Asse, Vago	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
	0,0 – 2,8	180	
	2,8 – 5,8	330	
	5,8 – 36,0	270	
	36,0 – 136,0	610	
	> 136,0	950	
AD4	Via Palazzina, San Pietro	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
	0,0 – 2,1	160	
	2,1 – 6,0	230	
	6,0 – 10,0	280	
	10,0 – 27,0	350	
	27,0 – 42,0	430	
	42,0 – 130,0	800	
	> 130,0	1200	

AD5a	Via della Tecnica, Z.A.I. Lepia	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
		0,0 – 2,0	160
		2,0 – 4,5	230
		4,5 – 7,0	180
		7,0 – 18,0	360
		18,0 – 44,0	330
		> 44,0	310

AD5b	Via della Tecnica, Z.A.I. Lepia	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
		0,0 – 1,0	280
		1,0 – 3,0	190
		3,0 – 4,5	230
		4,5 – 7,0	180
		7,0 – 17,0	370
		17,0 – 44,0	320
		> 44,0	310

AD6	Via Castello, San Pietro	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
		0,0 – 2,5	130
		2,5 – 14,0	240
		14,0 – 38,0	460
		> 38,0	810

AD7	Via Piazza, San Pietro	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
		0,0 – 3,2	130
		3,2 – 11,0	260
		11,0 – 29,0	450
		29,0 – 99,0	580
		> 99,0	860

AD8	S.P. 37, Ponte Illasi	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
		0,0 – 3,0	290
		3,0 – 21,0	310
		21,0 – 36,0	350
		36,0 – 76,0	550
		> 76,0	810

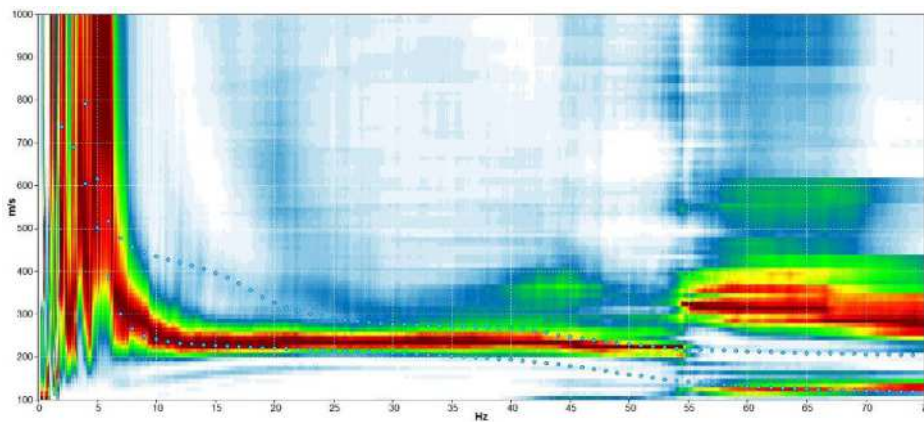
AD9	Via Rocolo, San Briccio	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
		0,0 – 4,8	190
		4,8 – 18,0	370
		18,0 – 43,0	690
		> 43,0	810

6.3 Modello geosismico del sottosuolo. Interpretazione e incertezze

La valutazione della risposta sismica locale, sia con approccio semplificato, sia con modellazioni avanzate, non può prescindere da un'accurata ricostruzione del modello geosismico del sottosuolo tramite l'utilizzo di indagini geofisiche specifiche.

Le misurazioni effettuate in array (Re.Mi.) ed a stazione singola (H.V.S.R.), hanno permesso di ricostruire, con una certa precisione, i modelli sismostratigrafici locali, poiché i segnali si presentano, nella maggior parte dei casi, privi di artefatti e con una elevata coerenza nel modo fondamentale. Inoltre, la presenza di un rumore di fondo caratterizzato da un ricco spettro frequenziale, ha permesso di ottenere un'elevata profondità di penetrazione per quanto riguarda le misure in *array*.

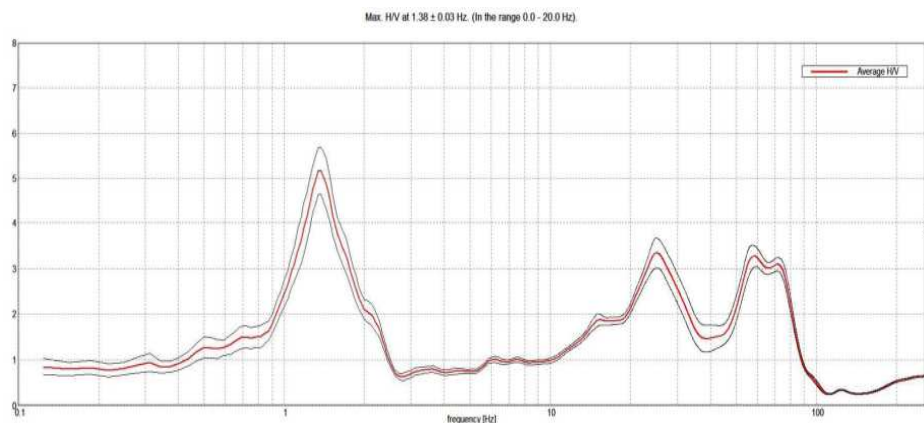
Le misure H.V.S.R. si presentano quindi chiare e ben interpretabili, con rapporti spettrali H / V decisamente elevati in corrispondenza di marcati contrasti sismici e pressoché piatte in concomitanza di una graduale crescita di rigidità con la profondità.



Spettro di velocità da misura sismica in array (Re.Mi. n. 15): è possibile notare l'elevata coerenza del segnale e le basse frequenze indagate

I risultati hanno evidenziato un modello sismostratigrafico del sottosuolo abbastanza regolare, soprattutto per quanto riguarda lo spessore della copertura, nella porzione meridionale ed orientale del territorio comunale ed in corrispondenza della zona pianeggiante, mentre si presenta spiccatamente irregolare nella parte settentrionale e centro occidentale, corrispondente con le propaggini collinari.

Tale modello sismostratigrafico risulta compatibile con l'area in oggetto di indagine, caratterizzata da un assetto tettonico - stratigrafico tipico delle zone di raccordo pianura - collina.



Curva H / V da misura H.V.S.R. n. 1: la curva mostra un forte contrasto sismico alle medio - basse frequenze (1,38 Hz), associabile al contatto copertura - roccia a circa 120 m dal p.c.

La profondità del bedrock ed il grado di rigidità della copertura, come ben noto, contribuiscono in maniera determinante nella valutazione della risposta sismica locale, amplificando gli effetti in modo considerevole.

Tali amplificazioni saranno tanto più marcate quanto più elevati sono i contrasti di rigidità tra i vari sismostrati.

Le misure effettuate nella **zona collinare** hanno evidenziato la modesta rigidità di alcuni litotipi ma, soprattutto, la presenza di contrasti sismici anche all'interno dell'ammasso roccioso e tali da poter generare, in occasione di eventi sismici, delle amplificazioni considerevoli del moto sismico in superficie.

Si ribadisce l'importanza di "quantificare" i contrasti di rigidità tramite misure dirette, poiché qualsiasi litologia è in grado di generare amplificazione qualora ci sia un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità od un passaggio ad un litotipo più massivo.

Nella **zona di pianura** sono emerse condizioni stratigrafiche tali da poter ipotizzare importanti amplificazioni del moto sismico in superficie. Le misure condotte hanno evidenziato la presenza di un contrasto sismico rilevante tra la copertura e la sottostante formazione rocciosa tale da generare, ad una determinata frequenza, l'amplificazione sismica locale massima.

Confrontando tutte le prospezioni eseguite nel Comune di Lavagno, si è osservato che i maggiori contrasti di rigidità e, quindi, le amplificazioni sismiche più elevate, si localizzano nella zona di pianura e nella fascia di raccordo pianura - collina; inoltre, si fa presente che in tali aree possono verificarsi condizioni di "guide d'onda" del moto sismico in condizioni bidimensionali che possono, quindi, amplificare notevolmente il moto sismico di base.

Se da una parte la ricostruzione litologica del sottosuolo risulta complessa, in quanto caratterizzata da strutture tettoniche articolate, si fa presente che i modelli sismostratigrafici sono risultati ben correlabili e contraddistinti, come precedentemente illustrato, da contrasti considerevoli all'interno della copertura, nell'ammasso roccioso ed al contatto tra i due.

7 ELABORATI CARTOGRAFICI

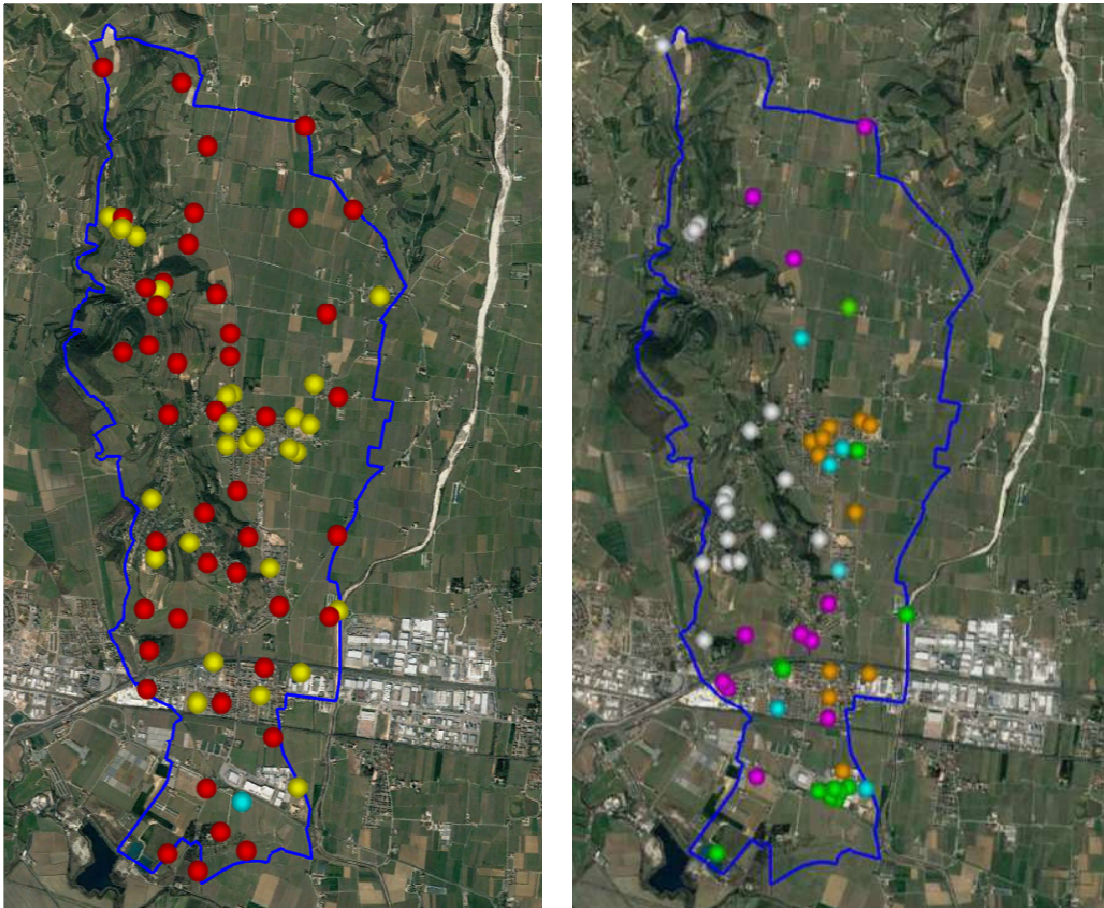
7.1 Carta delle indagini

Si tratta della cartografia elaborata sulla base della Carta Tecnica Regionale alla Scala 1:10.000, aggiornata per i piani urbanistici locali, dove sono state ubicate le indagini eseguite e quelle desunte da studi pregressi.

La figura sottostante a sinistra dimostra che le indagini geofisiche di tipo sismico eseguite per gli studi di MS (in rosso) e quelle desunte da altri studi (in giallo), coinvolgono l'intero territorio comunale; in azzurro, la prova geofisica di geoelettrica eseguita in questa fase.

Invece, l'immagine a destra riporta le indagini geognostiche / esplorative considerate significative ai fini dello studio di Microzonazione Sismica desunte dal P.A.T.I., le stratigrafie dei pozzi dal sito dell'ISPRA ed alcune prove eseguite dagli scriventi o da altri Professionisti nel Comune di Lavagno.

In verde sono stati indicati i pozzi per acqua ed i sondaggi che “non raggiungono il substrato roccioso”, in viola quelli che “raggiungono il substrato roccioso”, in arancio le prove CPT e, in azzurro, le prove DPSH.



Tutti i punti di prova sono stati schedati ed allegati a fine testo e sono stati ovviamente ricompresi nella “Carta delle Indagini”.

Invece, i punti bianchi della figura di destra sono relativi ad altri studi eseguiti dagli scriventi, che non sono stati schedati fuori testo, in cui il substrato roccioso è risultato subaffiorante.

7.2 Carta geologico – tecnica

La “Carta geologico – tecnica” per la Microzonazione Sismica (in breve CGT) serve per individuare gli elementi geologici che, in prospettiva sismica, potrebbero assumere un ruolo rilevante nell’esaltazione degli effetti di un terremoto.

Questa carta, elaborata sulla base della Carta Tecnica Regionale alla Scala 1:10.000, aggiornata per i piani urbanistici locali, riguarda l’integrazione e la rivisitazione in chiave sismologica dei contenuti geolitologici, geomorfologici ed idrogeologici allegati al P.A.T.I.

Infatti, non sono stati eseguiti rilievi su tutto il territorio e, come da incarico, sono state utilizzate e mantenute le informazioni geologiche del P.A.T.I. anche se, talora, ne sono stati integrati e modificati i contenuti sulla base di specifici sopralluoghi, escludendo le locali anomalie di misura.

Per l’elaborazione della CGT, sono state quindi analizzate le informazioni di carattere geologico disponibili e, sulla base delle caratteristiche meccaniche e degli ambienti genetico – deposizionali, le varie unità litologiche sono state accorpate in classi distinte e rappresentative dei terreni costituenti Lavagno.

Per suddividere le unità litologiche come richiesto dagli indirizzi di Microzonazione Sismica della Protezione Civile, sono stati utilizzati anche i risultati delle prove geofisiche di tipo sismico, dopo averli confrontati anche con altre prove eseguite in litologie analoghe e con le osservazioni condotte durante i sopralluoghi.

Alla fine, sono state create due unità principali (“Terreni di copertura” e “Substrato geologico”) che contengono una serie di unità litologiche derivate dalla selezione e, talora, dall’accorpamento delle litologie locali.

Visto che le definizioni previste dagli “standard di rappresentazione e archiviazione informatica” non ricoprono tutti gli ambienti deposizionali, le litologie riconducibili sia all’ambiente fluviale che fluvioglaciale del Piano di Divagazione dell’Adige (depositi fluviali e fluvioglaciali, più o meno terrazzati), sono state classificate tutte come appartenenti all’ambiente fluvioglaciale “fg”.

Per evidenziare i possibili effetti di amplificazione stratigrafica (contrasto di impedenza tra mezzi geologici differenti, ovvero effetti litologico – stratigrafici), sulla base degli studi specifici di carattere geofisico, sono stati individuati i contatti tra litologie che possono rispondere in modo differente alla sollecitazione sismica: le indagini hanno verificato che, oltre ad esserci risposte sismiche variabili in relazione ai differenti ambienti geologici in cui esse vengono registrate (coperture eluvio - colluviali, substrato geologico “roccia”, coperture alluvionali), esistono risposte diverse anche, ad esempio, all’interno della stessa formazione rocciosa.

In sostanza, per riconoscere in via preliminare le aree soggette o non soggette ad amplificazione sismica, in questa carta sono state indicate le seguenti informazioni:

- delimitazione del substrato rigido (roccia) dai terreni di copertura. Le unità litologiche individuate dal P.A.T.I. sono state riviste sulla base delle conoscenze dei luoghi, delle prove eseguite, ed uniformate agli Standard di MS;
- zone di versante potenzialmente instabili;
- elementi tettonico - strutturali attivi ricavati dai cataloghi nazionali e precedentemente descritti, faglie ricavate dal P.A.T.I. e faglie ipotizzate;
- irregolarità del rilievo marcate: linee di cresta, cigli di scarpata e cime isolate che possono esaltare gli effetti di amplificazione topografica;
- morfologie di superficie e morfologie sepolte;
- informazioni sulla falda e sulle stratigrafie dei sondaggi e dei pozzi;
- traccia delle sezioni geologiche eseguite e sezioni geologiche.

Di seguito vengono quindi descritti, sulla base della loro rigidità, i vari litotipi testati: in primo luogo, i terreni alluvionali ed eluvio - colluviali (Terreni di copertura) sono tutti caratterizzati da una velocità di propagazione delle onde di taglio $V_s < 800$ m/s.

Per quanto riguarda il **SUBSTRATO GEOLOGICO**, partendo dagli ammassi rocciosi più recenti, i Calcari Eocenici hanno mostrato un comportamento molto variabile, presentandosi solitamente con velocità $V_s < 800$ m/s. Le sismostratigrafie non hanno permesso di definire se il passaggio netto riscontrato in alcuni array, più in profondità, sia attribuibile ad un cambio di litotipo o ad una variazione di rigidità interna, situazione abbastanza frequente in tali calcari.

I litotipi vulcanici presentano $V_s < 800$ m/s: teoricamente, i basalti dei neck dovrebbero risultare più rigidi, ma tra le prove eseguite immediatamente ad Est ed al confine Sud del Forte di San Briccio, solo quella più meridionale sembra aver individuato, nelle porzioni inferiori della sismostratigrafia, velocità associabili ad un potenziale camino vulcanico. Per tale motivo, tutti gli orizzonti vulcanici sono stati considerati esclusivamente con $V_s < 800$ m/s, “non stratificati e localmente stratificati”.

La Scaglia Rossa risulta fittamente stratificata, localmente molto fratturata, di difficile interpretazione per le sue caratteristiche intrinseche; inoltre, i contatti sismici tra la Scaglia ed il sottostante Biancone non sono sempre ben evidenti. La Scaglia Rossa è stata considerata con una velocità $V_s < 800$ m/s, anche se tende ad aumentare con la profondità ed a superare gli 800 m/s.

Anche il Biancone ha dimostrato di essere generalmente un sismotipo amplificabile e con $V_s < 800$ m/s, con ogni probabilità a causa della sua fitta stratificazione e fratturazione, fenomeno che risulta ancor più evidente nelle porzioni più recenti; infatti, le porzioni più antiche del Biancone presentano caratteristiche nettamente migliori rispetto alle facies recenti ed hanno solitamente una $V_s > 800$ m/s, per cui rappresentano una buona interfaccia di contrasto. Ad ogni modo, vista la difficoltà nel separare dal punto di vista sismico la Formazione del Biancone, visto il fatto che le velocità superficiali sono sempre inferiori ad 800 m/s e visto l'elevato stato di fratturazione, essa è stata accorpata in un'unica classe considerata con $V_s < 800$ m/s.

In conclusione, le unità litologiche principali definite nella CGT sono le seguenti:

<i>Carta Geolitologica del P.A.T.I. (parzialmente modificata)</i>	<i>Carta geologico – tecnica per la Microzonazione Sismica</i>	<i>Simbolo riportato in carta</i>
Vulcaniti	GR	GR
Epiclastiti stratificate	GRS	GRS
Basalti dei neck	LP	LP
Calcari Eocenici	AL	AL
Scaglia Rossa e Biancone	LPS	LPS
Terreni contenenti resti di attività antropica	RI	RI
Coperture detritiche eluvio – colluviali e dei conoidi di deiezione	CL ec + CL cz	CL
Materiali fluviali del fondovalle del Mezzane	ML ca	ML
Materiali fluviali grossolani del Conoide dell'Ilasi	GM ca	GM
Depositi sciolti di deposito recente dell'alveo dei progni di Ilasi e Mezzane	GP ca	GP
Materiali fluviali / fluvioglaciali grossolani dell'Antico Conoide dell'Adige	GP fg	GP
Depositi del Piano di Divagazione dell'Adige	OL fg	OL

Tali unità litologiche sono state descritte in carta con la seguente simbologia.

Substrato geologico	Terreni di copertura
 AL Alternanza di litotipi	 Rizz Terreni contenenti resti di attività antropica di altra origine
 LPS Lapideo, stratificato	 CLec Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre di eluvi/colluvi
 LP Lapideo	 GLcz Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre di conoide di deiezione
 GRS Granulare cementato, stratificato	 OLfg Limi organici, argille limose organiche di bassa plasticità di deposito fluvio glaciale
 GR Granulare cementato	 MLca Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fine limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di deposito conoide alluvionale
	 GPfg Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia di deposito fluvio glaciale
	 GPca Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia di conoide alluvionale
	 GMca Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di conoide alluvionale

I materiali del fondovalle principale sono stati definiti **ML**, in difformità rispetto alla definizione specifica degli standard perché, pur essendo prevalentemente limosi e argillosi, più o meno sabbiosi, spesso contengono clasti calcarei e dolomitici, talora vulcanici; inoltre, sono presenti anche frequenti intercalazioni prevalentemente ghiaioso sabbiose. Lo stesso dicasi per i **CL**, anch'essi molto variabili.

Per quanto riguarda le zone di versante potenzialmente instabili, sono state inserite le aree soggette a fenomeni gravitativi descritte nella cartografia comunale (P.A.T.I.), visto che gli altri strumenti pianificatori consultati non hanno segnalato alcun dissesto: sono frane indicate come non definite, alcune attive (di scarse dimensioni e poste in zone agricole) ed altre non attive (una di piccole dimensioni e la paleofrana in cui si sviluppa il settore orientale di San Briccio, a Nord del Cimitero, indicata nella Carta Geologica d'Italia come "Scoscendimento di rocce di età Luteziana").

I sopralluoghi non hanno evidenziato particolari evidenze; in ogni caso, sono state riportate tutte le informazioni di base, anche se si fa presente che la "Carta delle Fragilità" del P.A.T.I. e delle successive varianti risulterebbe vincolante solo per le due frane attive di piccole dimensioni poste in Località Gioiello ed in Località Fontane Mandonego (al confine Ovest), mentre non pone vincoli all'edificabilità per le altre due frane non attive, considerate stabilizzate, tra cui l'estesa paleofrana di San Briccio.

Invece, i lineamenti sismicamente attivi e capaci possono essere evidenziati solo da studi sismogenetici di livello superiore, per cui nella carta è stata ubicata la faglia riportata nel Data Base ITHACA (**Faglia "Adige Line" – indicata in carta con cinematisma non definito NON ATTIVA (INCERTA) come descritto nei successivi paragrafi specifici**).

La focalizzazione delle onde sismiche in corrispondenza di creste, cime o cigli di scarpata è il fenomeno che sta alla base dell'amplificazione topografica. Nella carta prodotta sono state evidenziate le irregolarità morfologiche più marcate che potrebbero produrre particolari amplificazioni sismiche: sono state inserite le informazioni derivanti dal P.A.T.I. mettendo in evidenza le linee di cresta, un picco isolato poco definito, un orlo di terrazzo di altezza limitata (fino a circa 10 m) con scarpata di blanda pendenza, ed alcune scarpate residuali di vecchie attività di cava.

Vista la morfologia delle valli locali, nei siti infravallivi posti sui terreni di copertura è possibile riscontrare, oltre a quelle stratigrafiche, la presenza di amplificazioni dovute agli "Effetti di valle" legati alle riflessioni multiple causate dall'intrappolamento delle onde sismiche (P ed S) all'interno dei depositi di riempimento stessi.

Nella CGT sono state indicate, quindi, le zone più importanti in cui si ritiene che possano verificarsi tali fenomeni, ovvero la porzione della Val di Mezzane compresa tra le due dorsali ed alcune vallecole tributarie; la prima è stata considerata come una “Valle sepolta larga $C < 0,25$ ” mentre, le seconde, risultano variabili tra “Valle sepolta larga $C < 0,25$ ” e “Valle sepolta stretta $C \geq 0,25$ ” a seconda dello sviluppo della vallecola considerata.

Effetti stratigrafici associati ad amplificazioni di carattere topografico sono invece possibili per le coperture che ammantano i versanti, condizione che può contemporaneamente verificarsi anche per gli ammassi rocciosi in posto, vista la loro variabilità verticale.

Sono stati ubicati i pozzi dell'ISPRA, alcune indagini e pozzi del P.A.T.I. ed alcune prove eseguite dagli scriventi o da altri Professionisti, nonché quelle derivate dalla bibliografia. In particolare, nella CGT sono state specificate le profondità raggiunte dai pozzi / sondaggi e l'eventuale quota del “substrato geologico”, considerando come “substrato geologico” l'ammasso roccioso; inoltre, è stato indicato il livello della falda nei punti in cui essa satura i terreni di copertura (per i sondaggi e pozzi, punto azzurro con valore della soggiacenza sovrapposto ai rispettivi simboli e, solo per le CPT e DPSH con misura della falda, punto azzurro con indicazione della sua profondità dal p.c.): non sono stati riportati i pozzi / sondaggi con la falda nell'ammasso roccioso e le prove CPT / DPSH senza indicazioni sulla stessa.

Per quanto riguarda le cavità sepolte, il P.A.T.I. riporta la presenza di un imbocco di grotta posto in una ex cava in Località Barco di Sotto, della quale non si conosce la morfologia e lo sviluppo: per tale motivo, essa è stata inserita come informazione puntuale.

In ultima, sono state indicate e riportate le tracce delle sezioni geologiche utilizzate per la ricostruzione del modello locale e le sezioni geologiche stesse.

7.3 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica

La “Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica” (in breve MOPS) ha come finalità la suddivisione del territorio comunale nelle seguenti aree:

1. ZONE STABILI
2. ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI
3. ZONE DI ATTENZIONE PER LE INSTABILITA'

Inoltre, in essa sono state inserite le seguenti informazioni:

- morfologie di superficie e morfologie sepolte;
- misure di rumore ambientale H.V.S.R.;
- tracce di sezione per lo studio delle amplificazioni sismiche.

La MOPS è stata ricostruita alla Scala 1:10.000 a partire dalla “Carta geologico - tecnica” precedentemente esposta e, rispetto alla MOPS del Livello 1, essa è stata aggiornata ed integrata tenendo conto delle verifiche di Livello 3 eseguite.

1) ZONE STABILI

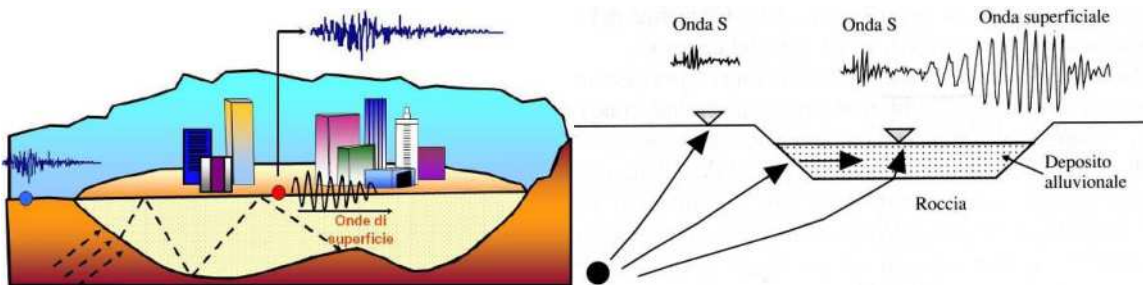
Nel Comune di Lavagno **non** sono state individuate zone “stabili”.

In sostanza, si noti che l'intero territorio è considerabile come stabile suscettibile di amplificazione sismica, in parte soggetto a potenziale liquefazione e, solo per alcune modeste porzioni poste in zona agricola, potenzialmente instabile per frana. Infatti, è stato verificato che il moto sismico è modificabile rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante, a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e morfologiche locali.

2) **ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI**

Il Comune di Lavagno risulterebbe “stabile suscettibile di amplificazioni locali” per i seguenti motivi:

- A. **Stratigrafia e caratteristiche dei litotipi.** Come evidenziano la Carta CGT e le considerazioni finora esposte, è stato accertato che, oltre ad esserci risposte sismiche variabili in relazione ai diversi ambienti geologici (detrito, roccia, alluvioni) ed al contatto tra le coperture ed il substrato roccioso, si verificano spesso cambi di rigidità al contatto tra formazioni rocciose di caratteristiche differenti, all’interno dello stesso ammasso o nelle coperture quaternarie, che si ripercuotono sull’amplificabilità sismica del sito.
- B. **Forme sepolte ed effetti morfologici.** Nei fondivalle sono possibili sia “effetti di valle” associati alle riflessioni multiple causate dall’intrappolamento delle onde sismiche (P ed S) all’interno dei depositi che riempiono le valli, sia amplificazioni stratigrafiche causate dal contrasto di impedenza tra mezzi geologici diversi (per la presenza di alluvioni poggianti su substrato roccioso).



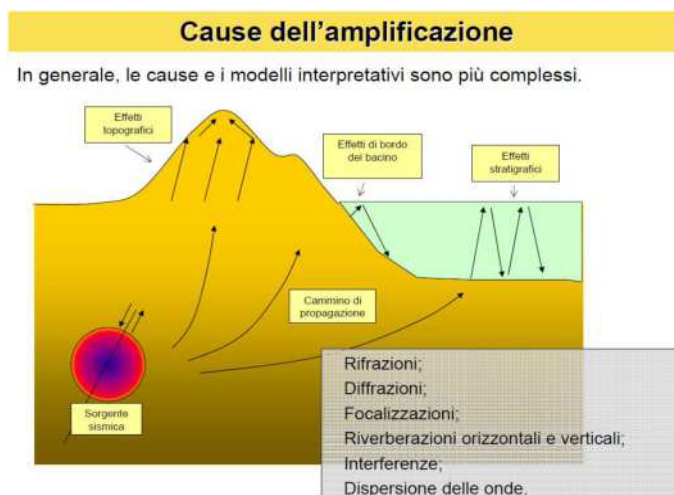
Effetti di bordo (2D o 3D)

Effetti legati alla interazione tra onde sismiche e morfologia sepolta con effetti di focalizzazione delle onde sismiche e generazione di onde di superficie in prossimità dei bordi

Infatti, la maggior parte del territorio comunale di Lavagno si sviluppa all’interno di una vallata lessinea allungata in direzione NW – SE, dove il substrato roccioso si trova, celato dalle coperture alluvionali, a profondità non particolarmente elevate, per cui sono possibili gli “effetti di valle” appena descritti.

Lo stesso dicasi per alcune vallecole tributarie e per la fascia pedecollinare dell’Alta Pianura posta in prossimità dell’approfondimento della dorsale lessinea.

Non sono infatti da escludere gli “effetti di bordo del bacino”, che sono potenzialmente manifestabili ai piedi dei versanti collinari e che tendono ad esaurirsi allontanandosi dalle colline stesse.

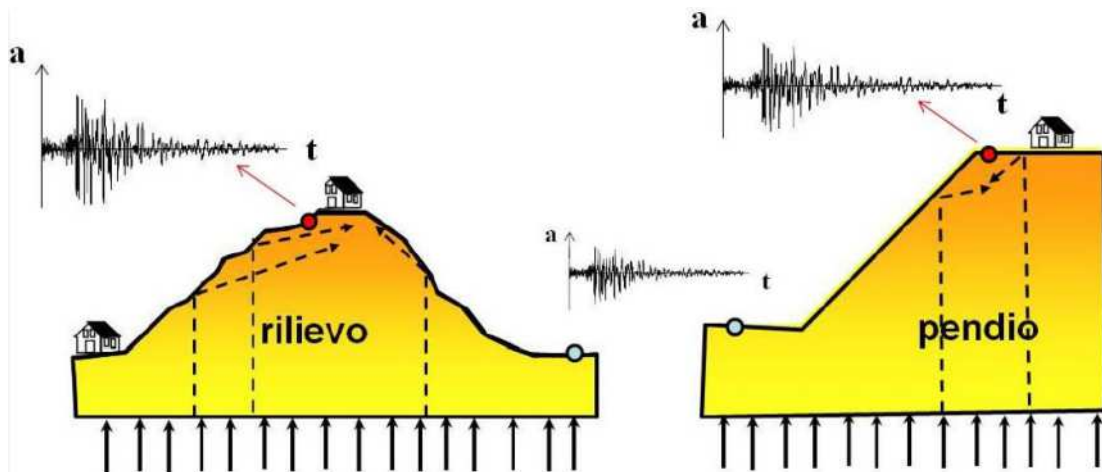


Pertanto, nella carta sono state riportate le informazioni relative alla morfologia sepolta della Val di Mezzane, assimilata ad una valle larga, e quelle delle altre vallecole tributarie potenzialmente caratterizzabili da tale effetto e definite “strette” o “larghe” a seconda dei casi e del loro sviluppo.

- C. **Amplificazione topografica.** Per quanto riguarda l'amplificazione topografica, le colline di Lavagno presentano una morfologia generalmente complessa e non facilmente modellizzabile. Come anticipato al punto A), si ricorda che nell'ambito collinare, l'amplificazione sismica può essere legata, oltre che alle condizioni topografiche dei luoghi, anche a motivi di tipo stratigrafico (copertura su roccia, roccia meno competente su roccia compatta) e, spesso, tali “effetti di sito” sono associabili tra loro.

Si ritiene, comunque, che tutto il territorio collinare di Lavagno sia assoggettabile ad amplificazione sismica per effetto topografico, fatto salvo quindi per le zone di pianura infravallive e l'Alta pianura pedecollinare.

Infatti, la topografia locale evidenzia come le inclinazioni della dorsale che costituisce l'ambito collinare sia caratterizzata da versanti con pendenze medie talora superiori a 15° rispetto all'orizzontale che, localmente, tendono ad essere superiori ai 30°.



Effetti topografici 2D – 3D.

Effetti legati alla interazione tra onde sismiche e morfologia superficiale con effetti di focalizzazione delle onde sismiche

In ogni caso, facendo riferimento alle esperienze condotte dagli scriventi in situazioni geomorfologiche analoghe (mediante modellazioni numeriche avanzate per la verifica dell'amplificazione sismica), si ritiene che tutto l'ambiente collinare di Lavagno sia assoggettabile ad effetti legati alla interazione tra le onde sismiche e la morfologia superficiale.

- D. Inoltre, sono state riportate le **irregolarità del rilievo marcate** che potenzialmente possono creare effetti di amplificazione topografica.

Nella MOPS sono stati inseriti gli elementi topografici desunti dal P.A.T.I., localmente integrati e modificati.

Come detto in precedenza, a Lavagno non si sono verificate le condizioni per ipotizzare la perimetrazione di “zone stabili” dove lo scuotimento sismico sia associabile solamente all’energia ed alla distanza dall’evento.

Pertanto, sulla base di quanto finora esposto ed escludendo la presenza di “zone stabili”, le “zone stabili suscettibili di amplificazione” sono state suddivise come nella tabella sottostante.

Zona 1	LP (Neck Vulcanico) + GR (Vulcaniti)	2001
Zona 2	LPS (Scaglia Rossa, Biancone)	2002
Zona 3	AL (Calcari Eocenici) + GR (vulcaniti) + GRS (vulcaniti)	2003
Zona 4	GP fg	2004
Zona 5	GM ca	2005
Zona 6	ML ca + GP ca asta fluviale Mezzane	2006
Zona 7	CL ec + CL cz	2007
Zona 8	OL fg del Piano di Divagazione dell’Adige	2008
Zona 9	Rlzz (riporti)	2009

Le zone sono state create ed ordinate dalla Zona 1 alla Zona 9 considerando le caratteristiche litologiche e genetiche dei terreni della “Carta geologico – tecnica” e le potenziali risposte sismiche locali dal punto di vista stratigrafico.

Si ricorda che una stessa zona può accorpare differenti colonnine stratigrafiche in virtù di un analogo comportamento rilevato durante le indagini sismiche.

Le Zone 1, 2 e 3 sono relative al substrato roccioso subaffiorante che, nelle parti superficiali, risulta quasi sempre poco rigido.






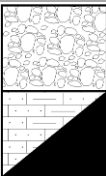
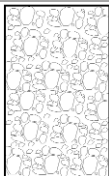
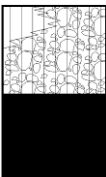
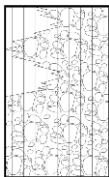
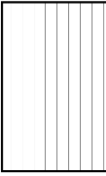
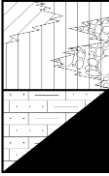
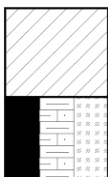
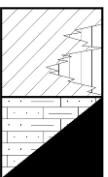

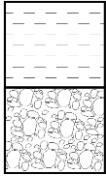
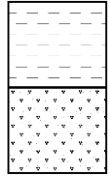
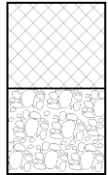
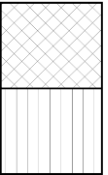
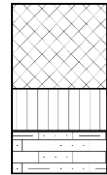
Nella **Zona 1** sono stati accorpati il neck di San Briccio e le vulcaniti che lo circondano, desunte dal P.A.T.I. e ricostruite dal confronto con le indagini geofisiche.

Nella **Zona 3**, il range di velocità e frequenza dimostrato dai Calcari Eocenici non ha permesso di differenziarli dalle intercalazioni vulcaniche, per cui sono stati accorpati in un’unica zona: nella **Zona 2** sono stati unificati i litotipi calcarei stratificati cretaci.

Anche nella **Zona 6** sono state unite due litologie differenti, per l’estensione limitata delle ghiaie dell’asta fluviale, probabilmente anche con debole spessore.

Nella **Zona 7** sono state accorpate le conoidi delle valli tributarie con l’eluvio - colluviale, poiché con caratteristiche litologiche e di rigidità discretamente correlabili tra loro; in taluni casi, anche se lo spessore individuato dell’eluvio – colluviale a copertura del substrato roccioso risulta inferiore a 3 m (cfr. pagina 53), il suo limite non è stato modificato per questioni geomorfologiche.

Ad ogni zona è stata assegnata una colonnina stratigrafica: le colonnine dei primi 30 ÷ 40 m, fatto salvo qualche dubbio interpretativo, sono state rappresentate simbolicamente nella pagina che segue.

<p>Zona 1. LP + GR. Costituita dagli ammassi rocciosi appartenenti al neck basaltico di San Briccio ed alle vulcaniti connesse ad esso. I siti caratterizzati dalla presenza di tali litotipi potrebbero risentire, oltre che degli effetti di tipo stratigrafico, anche di amplificazioni topografiche. La definizione del GR è stata inserita sulla base delle informazioni derivate dal P.A.T.I.</p>			
<p>Zona 2. LPS. Costituita dagli ammassi rocciosi stratificati appartenenti alle formazioni del Cretaceo. I siti caratterizzati dalla presenza di tali litotipi potrebbero risentire, oltre che degli effetti di tipo stratigrafico, anche di amplificazioni topografiche.</p>			
<p>Zona 3. AL + GR + GRS. Costituita dagli ammassi rocciosi malstratificati, generalmente poco rigidi, appartenenti alle formazioni calcaree del Terziario ed alle vulcaniti, talora stratificate, intercalate in essi. I siti caratterizzati dalla presenza di tali litotipi possono risentire sia di amplificazioni di tipo stratigrafico sia di effetti topografici.</p>			
<p>Zona 4. GP fg. Costituita da litologie alluvionali ghiaioso sabbiose che sovrastano un substrato geologico appartenente alla Zona 2 o ai litotipi AL della Zona 3. Lo spessore aumenta procedendo verso Sud.</p>			
<p>Zona 5. GM ca. Costituita dalle alluvioni dell'Illasi, prevalentemente granulari con matrice sabbioso limosa, intercalate da orizzonti a granulometria fine e/o in eteropia con le ML ca della Zona 6. Possono sovrastare direttamente il substrato roccioso della Zona 2 in prossimità della dorsale che separa la Val d'Illasi dalla Valle di Mezzane, ad Est, esterna al Comune di Lavagno o, subordinatamente, essere in contatto con le CL ec della stessa dorsale.</p>			
<p>Zona 6. ML ca + GP ca asta fluviale Mezzane. Costituita da litologie alluvionali prevalentemente fini, alternate ad orizzonti grossolani, che sovrastano il substrato roccioso appartenente alla Zona 2 o alla Zona 3. Hanno spessori variabili che aumentano verso il centro della valle. Localmente, sono coperte e intercalate alle litologie CL che derivano dalle dorsali laterali o alle GM derivanti dall'Illasi: le ML ca possono coprire od essere intercalate alle ghiaie prevalenti GP fg dell'Adige.</p>			
<p>Zona 7. CL ec + CL cz. Costituita dai depositi eluvio - colluviali e dai depositi dei conoidi laterali, prevalentemente argillosi e limosi con orizzonti grossolani, che possono sovrastare direttamente il substrato roccioso della Zona 1, 2 o 3. Verso la base collinare sono a contatto con le alluvioni fini del fondovalle (Zona 6, Zona 5) o grossolane dell'Alta Pianura (Zona 4). Secondariamente, sono in contatto anche con la Zona 5, lungo la dorsale Est.</p>			
<p>Zona 8. OL fg del Piano di Divagazione dell'Adige. Alluvioni prevalentemente limoso argillose ed argillose organiche, con sabbie, del Piano di Divagazione dell'Adige, di spessore limitato, ma generalmente superiore a 3 m. Sono poste nella pianura meridionale, a copertura di terreni più grossolani, a valle dell'orlo di terrazzo fluviale.</p>			
<p>Zona 9. RI. Zone di riporto poste a copertura delle alluvioni del fondovalle principale (Zona 6) e dell'Alta pianura (Zona 4), con spessori variabili, ma superiori a 3 m. Riguardano i riporti delle infrastrutture comprese nell'area ed il riempimento di una ex cava: non è stato inserito l'argine del Mezzane ed alcune strade secondarie. Localmente (ad es. negli ex piani di cava, non indicati in carta) potrebbero essere in prossimità del bedrock.</p>			

3) ZONE DI ATTENZIONE PER LE INSTABILITÀ

Per quanto riguarda le “zone di attenzione per le instabilità”, esse comprendono le aree potenzialmente soggette a fenomeni di liquefazione e le aree di frana, avendo escluso da esse lo sviluppo in superficie della presunta faglia ITHACA, così come delineata da questo catalogo.

La faglia è stata rappresentata nella CGT come “Faglia con cinematismo non definito non attiva (incerta)” e, vista la sua indeterminatezza, il fatto di essere sepolta da alluvioni di potenza elevata, l’ubicazione approssimativa e le modellazioni di seguito esposte, si ritiene di escludere la definizione di eventuali “fasce di vincolo”, per cui non è stata riportata nella MOPS, in attesa di studi sismogenetici di livello superiore.

Le aree di instabilità per frana desunte dal P.A.T.I., che coincidono con quelle cartografate nella CGT, ricadono prevalentemente in aree agricole, fatto salvo per la paleofrana **non attiva** di età Luteziana in cui si sviluppa parte di San Briccio.

In merito a quest’ultima, si tratta di un’area descritta dalla Carta Geologica d’Italia (Foglio n. 49 “Verona”) come “Scoscendimento di età Luteziana” e dalla Carta Geologica dei Lessini Centro Occidentali (Zampieri e Zorzin, 1993) come “Accumuli di antiche frane in massa”, con una forma ed uno sviluppo differente a seconda della cartografia consultata; questi depositi gravitativi, aventi un’età compresa tra i 40,4 ed i 48,6 milioni di anni (Luteziano), sono generalmente stabilizzati ed inattivi, come indica anche la cartografia geologica allegata al quadro conoscitivo del P.A.T.I. Nel corso degli anni, con particolare riferimento all’area urbanizzata, all’interno di tale paleofrana sono sorte nuove lottizzazioni e non sono state segnalate, secondo le informazioni raccolte, problematiche legate a dissesti, se non per quelli legati alla cattiva esecuzione degli scavi per la realizzazione degli interventi edilizi.

Alcune indagini eseguite dallo scrivente e da altri professionisti all’interno dell’area hanno evidenziato la presenza di terreni di copertura di spessore variabile, prevalentemente argillosi con elementi eterodimensionali basaltici e calcarei inclusi, sovrastanti litotipi vulcanici, almeno nella porzione Sud dell’area (cfr. figure sotto, dove l’acqua è di origine meteorica); non si hanno particolari informazioni sulla parte Nord, destinata all’agricoltura ed ospitante solo qualche edificio isolato.



Anche le Re.Mi. eseguite all’interno della indicata paleofrana, nella zona urbanizzata (A7, A8, A22) denotano un modesto spessore di terreni interpretabili come copertura di litotipi più rigidi. In sostanza, sulla scorta di quanto finora esposto, è stato scelto di escludere tale frana dalla MOPS e di includere, tra gli elementi instabili, i due piccoli dissesti interessanti esclusivamente terreni agricoli e già considerati come “attivi” e “non idonei” all’edificazione dal P.A.T.I. e dalle varianti successive; inoltre, è stata inserita anche un’altra piccola frana indicata dal P.A.T.I. come “non attiva” e ritenuta “idonea a condizione” all’edificazione, della quale non si hanno informazioni.

Ad ogni modo, entrambe le frane “idonee a condizione” (quindi compresa la paleofrana) dovranno essere opportunamente esaminate secondo i criteri della microzonazione, nel caso in cui si preveda l’inserimento di nuove aree edificabili.

La liquefazione rientra tra gli “Effetti di sito”, ovvero tra quel tipo di effetti dovuti all’interazione tra le onde sismiche e le condizioni geologiche locali; il fenomeno della “liquefazione” dei terreni durante i terremoti interessa, in genere, i depositi sabbiosi e/o sabbioso limosi sciolti sotto falda, a granulometria uniforme, normalmente consolidati e saturi.

Esistono delle condizioni (fattori predisponenti) che rendono alcuni terreni suscettibili di “liquefazione” ma, affinché questo avvenga, l’azione sismica (fattore scatenante) deve essere tale che, durante lo scuotimento sismico, le sollecitazioni indotte nel terreno determinino un aumento delle pressioni interstiziali fino ad eguagliare la pressione litostatica e la tensione di confinamento, annullando la resistenza al taglio ed inducendo fenomeni di fluidificazione.

Secondo le NTC, un deposito NON è liquefacibile (nel senso che si può omettere la verifica alla liquefazione) quando si manifesta **almeno una** delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna suborizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1n} > 180$, dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove S.P.T. normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa, e q_{c1n} è il valore della resistenza determinata in prove CPT e normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) delle NTC nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Fig. 7.11.1(b) delle NTC nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

In generale, parte del fondovalle del Mezzane e dell’Alta Pianura **NON** soddisfano alcuna di queste caratteristiche, per cui si ritiene che siano potenzialmente soggetti alla liquefazione dei terreni in caso di terremoto di magnitudo e durata importanti.

Pertanto, anche se le litologie costituenti il fondo della Valle di Mezzane sembrano essere sfavorevoli alla liquefazione, nel Livello 1 è stata considerata anche parte di questa zona come potenzialmente liquefacibile (quella interferente con la falda entro i 15 m di profondità), rimandando le verifiche ai successivi livelli di approfondimento.

Per valutare qualitativamente la suscettibilità alla liquefazione dei terreni locali, nel Livello 1 sono stati utilizzati il “Criterio storico”, il “Criterio geologico”, il “Criterio di composizione” ed il “Criterio di stato fisico”, che hanno permesso di escludere le Zone 1, 2, 3, 5.

Si rimanda ai capitoli successivi per la stima alla liquefazione, il cui risultato ha permesso di ridurre l’area precedentemente definita al Livello 1, grazie anche alle altre prove eseguite dagli scriventi nei comuni confinanti ad Est ed Ovest; in ogni caso, indipendentemente da tale stima, la verifica alla liquefazione dovrà essere eseguita per ogni nuova opera / previsione urbanistica, come da normativa, ovviamente in caso di condizioni geologiche predisponenti a tale effetto sismico.

In merito alla **cavità sepolta**, non conoscendone la morfologia e lo sviluppo, essa è stata riportata come dato puntuale, ma non è stata esaminata e valutata nel presente studio.

7.4 Carta delle frequenze

La misura delle vibrazioni ambientali (note anche come rumore sismico ambientale o microtremori) o della sismicità di fondo (*weak motion*) consentono di analizzare la variazione della risposta sismica di un sito al variare delle condizioni litostratigrafiche.

Durante le indagini di MS dell'area aquilana dopo il terremoto del 06 aprile 2009, i risultati di tali analisi si sono rilevati estremamente utili sin dalle prime fasi di elaborazione delle carte di Livello 1.

L'analisi dei microtremori attraverso la tecnica *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (H.V.S.R.) consente di mettere in luce fenomeni di risonanza sismica e di stimare le frequenze alle quali il moto del terreno può essere amplificato (frequenza fondamentale di risonanza del terreno, F_0). Il metodo consente, inoltre, di valutare qualitativamente l'entità dell'amplificazione (ampiezza del picco H.V.S.R. alla frequenza F_0 - grandezza da interpretare con estrema cautela), e di fornire una stima indicativa sulla profondità del contrasto di impedenza che causa la risonanza sismica.

I risultati delle indagini H.V.S.R. da microtremori hanno consentito di realizzare la "Carta delle frequenze", hanno fornito informazioni utili a definire con maggior dettaglio la "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica" (MOPS) ed hanno permesso l'identificazione di alcune criticità locali.

I siti selezionati per le indagini geofisiche sono stati distribuiti in corrispondenza delle differenti unità litologiche presenti nell'area, al fine di verificare e valutare l'influenza dei litotipi e delle loro geometrie sulla risposta sismica locale. In allegato sono state riportate le schede di sintesi dei risultati di tali prove.

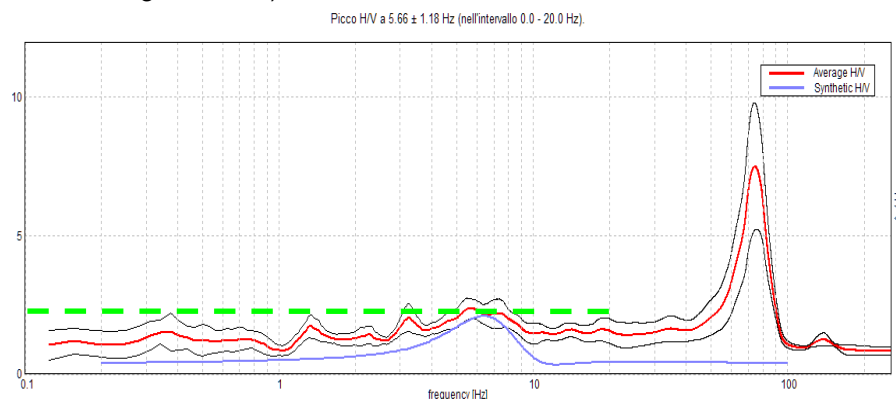
Dal punto di vista ingegneristico – strutturale, il valore di risonanza del sottosuolo rappresenta un parametro fondamentale per una corretta progettazione sismica delle strutture.

E' ormai consolidata, sia a livello accademico sia professionale, l'ipotesi che le strutture subiscono le sollecitazioni sismiche maggiori, quando c'è coincidenza tra la frequenza di vibrazione naturale del terreno investito da un'onda sismica e quella naturale dell'edificio.

Si dovrà quindi porre estrema attenzione nell'edificare strutture aventi gli stessi periodi di vibrazione del terreno.

Tutte le valutazioni sulle condizioni di amplificazione di sito sono state effettuate considerando la finestra frequenziale di 0,1 ÷ 20 Hz, in quanto risultano essere quelle di normale interesse ingegneristico – strutturale.

Inoltre, le amplificazioni sismiche considerate nella curva H / V sono state quelle con un rapporto superiore a 2: infatti, in base al progetto SESAME, che di fatto fornisce le linee guida per misure sismiche H.V.S.R., il rapporto sotto il quale non si devono considerare le amplificazioni sismiche dovute ad effetti locali è fissato a 2 (linea tratteggiata nella figura sotto).



Sono attribuite condizioni di amplificazione stratigrafica per quei siti in cui la curva mediana di interpolazione del grafico presenta picchi con ampiezza H / V superiore a 2 (criterio SESAME, 2004; Albarello e Castellaro, 2011) all'interno del campo di frequenze compreso tra 0,1 Hz e 20 Hz

Nell'ambito del presente studio, le frequenze di risonanza sono state ottenute utilizzando il software applicativo "Grilla" in dotazione a Tromino®, secondo la procedura descritta in Castellaro et al. (2005) e Albarello e Castellaro (2011), che prevede quanto segue:

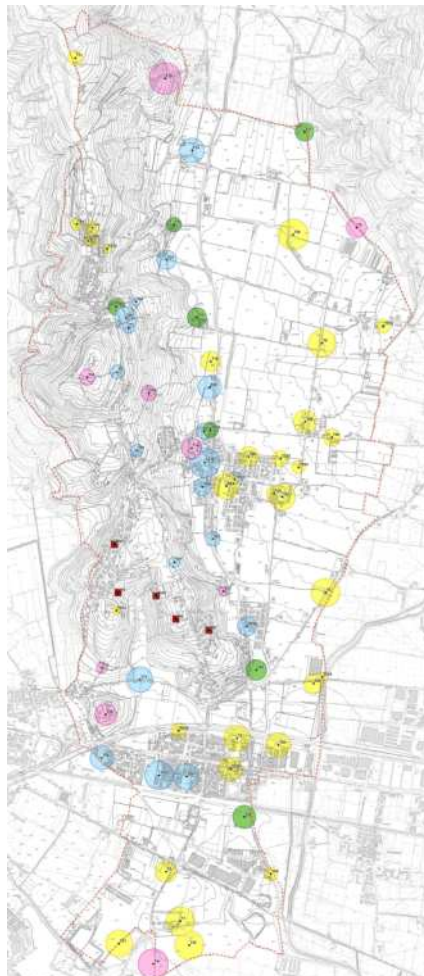
- larghezza delle finestre di analisi pari a 20 s;
- lisciamento secondo una finestra triangolare con ampiezza pari al 10% della frequenza centrale;
- rimozione delle finestre con rapporto STA / LTA (media a breve termine / media a lungo termine) superiore a 2;
- rimozione manuale di eventuali transienti ancora presenti;
- verifica dell'affidabilità delle curve H / V secondo i criteri di qualità SESAME (2004).

SINTESI DEI RISULTATI

Questa carta, elaborata sulla base della C.T.R. alla Scala 1:10.000, aggiornata per i piani urbanistici locali ed estratta nella figura seguente, evidenzia come la frequenza caratteristica di risonanza di un sito sia molto variabile e condizionata dai rapporti litostratigrafici che si sviluppano con la profondità: nel nostro caso, la frequenza fondamentale di risonanza, nelle aree di pianura, risulta legata al contrasto di rigidità presente tra la copertura e la sottostante formazione rocciosa.

Inoltre, le prove condotte nelle zone collinari hanno dimostrato che possono presentarsi interfacce importanti anche all'interno dell'ammasso roccioso e, quindi, risultare amplificabili.

Nella "Carta delle frequenze" è stata riportata la frequenza caratteristica F_{max} , mentre nella MOPS, come richiesto dagli Standard per le MS, sono stati riportati i valori della frequenza fondamentale F_0 .



Analizzando la “Carta delle frequenze”, realizzata grazie alle misure di rumore ambientale a stazione singola eseguite per il presente studio ed alle misure desunte, è possibile formulare alcune interessanti osservazioni:

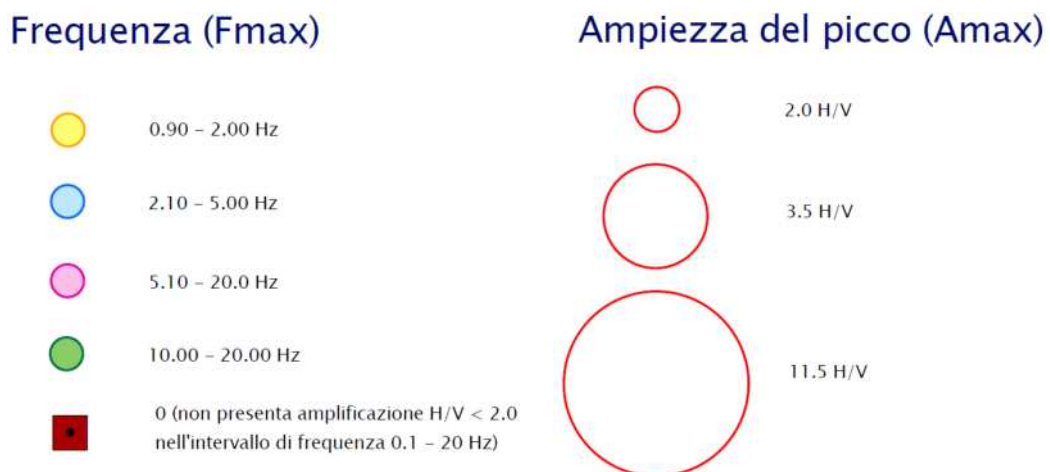
1. Lavagno presenta un ampio range di frequenze di risonanza con valori H / V , in generale, abbastanza elevati, per cui risulta possibile ipotizzare importanti amplificazioni del moto sismico in superficie, sia in presenza dei terreni di copertura quaternari sia, in misura inferiore, degli ammassi rocciosi subaffioranti.
2. L’area caratterizzata dai rapporti spettrali (A) più elevati è generalmente quella della pianura e della fascia di raccordo pianura - collina localizzata nella porzione centro orientale e meridionale del territorio comunale.
3. Risulta interessante notare come il valore della frequenza fondamentale di risonanza di sito (F_0) **riportato nella MOPS** diminuisca progressivamente allontanandosi dalle zone collinari, fino ad emergere con valori prossimi / di poco inferiori a circa 1 Hz.
4. Alcune misure condotte sulla sommità delle colline meridionali non hanno restituito frequenze di risonanza rilevanti, a causa del graduale aumento di rigidità del substrato con la profondità.

Si fa presente che le misure H.V.S.R. quantificano l’amplificazione sismica locale in termini di frequenza ed “ampiezza” in base al solo contributo stratigrafico.

Non viene considerata l’amplificazione dovuta agli effetti topografici ed alle eventuali morfologie complesse sepolte.

In conclusione, i risultati delle analisi sono stati cartografati tramite dei cerchi di diverso colore in base ai valori di frequenza F_{max} (4 classi) e con un diametro proporzionale all’ampiezza del picco (3 classi).

Ad ogni gamma di frequenza fondamentale F_{max} è stato quindi assegnato un cerchio colorato, mentre l’ampiezza del picco H / V è stata rappresentata sulla base del diametro dei cerchi stessi, secondo i seguenti *range*:



7.5 Carta della pericolosità sismica locale

Le Linee Guida Regionali per l'esecuzione di studi di Microzonazione Sismica (D.G.R.V. n. 1572 del 03 settembre 2013), prevedono la realizzazione della "Carta della pericolosità sismica locale" (CPSL), nella quale vengono indicate le maggiori criticità del territorio ed individuate le aree che richiedono approfondimenti per particolari tematiche e/o assetti stratigrafico - tettonici complessi.

Nel territorio comunale è stato assegnato, in analogia alla MOPS di cui in precedenza, uno scenario di pericolosità sismica locale, come riportato nella seguente descrizione:


SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE


P1 : Zone suscettibili di instabilità

 **P1a** Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi


 **P1c** Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio frana

P2 : Zone suscettibili a liquefazione e cedimenti

 **P2b** Zona con depositi granulari fini saturi


 **P2c** Zona caratterizzata da coltri di terreno di riporto o che hanno subito riempimenti antropici


P3 : Zone suscettibili ad amplificazioni topografiche


 **P3a** Zona di ciglio H=10 m (scarpa, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica...)


 **P3b** Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate

P4 : Zone suscettibili ad amplificazioni litologiche e geometriche

 **P4a** Zona di fondovalle ampie e di pianura con depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi

 **P4b** Zona di fondovalle strette (C>0,25) od in presenza di forme geometriche sepolte tali da non permettere di considerare il modello geologico monodimensionale

 **P4c** Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre

 **P4e** Zona in presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio - colluviale

PROCEDURA DI MICROZONAZIONE SISMICA								
SIGLA	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	Verifica di assoggettabilità	(soglia)	1° livello	(soglia)	2° livello	(soglia)	3° livello
P1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi				cartografia			Analisi stabilità
P1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti				cartografia			Analisi stabilità
P1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana				cartografia	Analisi di stabilità	Fs prossimo a 1	Analisi stabilità
P2a	Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti quali depositi altamente compressibili, ecc.	zona 4 pga>0,100 zona 3 pga>0,100	pga di sito >0,125		raccolta dati - cartografia	ABITATI PREV.URBAN. Cedimenti Eventuale verifica	PREV.URBAN.	Cedimenti
P2b	Zona con depositi granulari fini saturi	zona 4 pga>0,100 zona 3 pga>0,100	pga di sito >0,125		raccolta dati - cartografia	ABITATI PREV.URBAN. Liquefazione Eventuale verifica	PREV.URBAN.	Liquefazione
P2c	Zona caratterizzata da coltri di terreno di riporto o che hanno subito riempimenti antropici	zona 4 pga>0,100 zona 3 pga>0,100	pga di sito >0,125		raccolta dati - cartografia	ABITATI PREV.URBAN. Cedimenti	PREV.URBAN.	Cedimenti
P3a	Linea di ciglio H=10 m (scarpa, bordo di cava, nicchia di cava, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc...)				H=10 m; a>15°	Effetti topografici		
P3b	Zona di cresta e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate				h=1/3H; a e a2>15°	Effetti topografici		
P4a	Zona di fondovalle ampie e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi				Vs30<800m/s; C<0,25	Effetti litologici	h/b>0,65/(Cv-1)	Effetti lito-geometrici
P4b	Zona di fondovalle stretta (C>0,25) od in presenza di forme geometriche sepolte tali da non permettere di considerare il modello geologico monodimensionale				Vs30<800m/s; C>0,25			Effetti lito-geometrici
P4c	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre				Vs30<800m/s	Effetti litologici		
P4d	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)				Vs30<800m/s	Effetti litologici		
P4e	Zona con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale				Vs30<800m/s	Effetti litologici		
P5a	Linea di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse				cartografia	Comportamenti differenziali		
P5b	Zona ove sono presenti o potenzialmente presenti cavità sotterranee o sinkhole				cartografia			Comportamenti differenziali

La maggior parte dell'area è stata associata alla zona **P4a** e **P4c**, ovviamente ad esclusione delle porzioni collinari e delle aree considerate potenzialmente liquefacibili in seguito alle verifiche di Livello 3 eseguite durante tale studio (zona **P2b – P2c**) e riportate di seguito.

Infatti, la CPSL, così come la MOPS, dovrebbe essere fatta al Livello 1 e contenere, in essa, i livelli successivi di approfondimento da applicare alle varie microzone individuate; in questo modo, sarebbe risultato potenzialmente liquefacibile quasi tutta la fascia pedemontana e parte della Val di Mezzane, così come indicato nella MOPS del Livello 1.

Nella zona **P4e** ricadono le aree con presenza di sedimenti fini di origine eluvio / colluviale, mentre con il codice **P3a** e **P3b** sono state riportate le irregolarità morfologiche dovute rispettivamente ai cigli delle scarpate ed alle linee di cresta e con il codice **P4b** le valli strette così come definite nella MOPS.

Analogamente alla MOPS, sulla scorta delle considerazioni di cui in precedenza, è stato scelto di escludere dalla CPSL la paleofrana “non attiva” di età Luteziana collocata a San Briccio e di includere, tra gli elementi instabili, i due piccoli dissesti interessanti esclusivamente terreni agricoli e già considerati come “attivi” e “non idonei” all'edificazione dal P.A.T.I. e dalle varianti successive (**P1a**); inoltre, è stata inserita anche l'altra piccola frana indicata dal P.A.T.I. come “non attiva” e ritenuta “idonea a condizione” all'edificazione, della quale non si hanno informazioni (**P1c**).

In merito alla presunta faglia ITHACA, essa è stata rappresentata nella Carta CGT come “Faglia con cinematisimo non definito non attiva (incerta)”; visto quanto descritto in precedenza circa la sua indeterminatezza, il fatto di essere sepolta da alluvioni di elevata potenza, l'approssimazione della sua ubicazione e, considerate le modellazioni di seguito esposte, essa non è stata riportata nella CPSL come elemento di vincolo, in attesa di studi sismogenetici di livello superiore.

In merito alla **cavità sepolta**, non conoscendone la morfologia e lo sviluppo, non è stato possibile riportarla in tale carta; come detto in precedenza, essa è stata inserita solo come informazione puntuale nella CGT e nella MOPS, e non è stata esaminata e valutata nel presente studio.

Facendo riferimento alla tabella relativa alla procedura per la MS con i differenti livelli di approfondimento e per i differenti scenari di pericolosità sismica locale (Figura 2 delle Linee Guida Regionali) si evince che **l'analisi di Livello 3 appare appropriata per il territorio comunale di Lavagno** per quanto riguarda la stima dei fattori di amplificazione che saranno calcolati tramite modelli numerici bidimensionali.

Si rimarca la necessità, indipendentemente dai contenuti di tale cartografia, di eseguire sempre, per ogni opera e per ogni nuova lottizzazione, tutte le verifiche richieste dalle NTC nazionali vigenti, nonché dalle locali normative di piano; entrambe le frane “idonee a condizione” (quindi compresa la paleofrana) dovranno essere opportunamente esaminate secondo i criteri della microzonazione, nel caso in cui si preveda l'inserimento di nuove aree edificabili.

8 APPROFONDIMENTI DI LIVELLO 3

Nel territorio comunale di Lavagno è stato eseguito, nel 2015 - 2016, uno studio di MS di Livello 1, integrato solo localmente con alcune modellazioni bidimensionali.

L'obiettivo generale del presente lavoro è di compensare le incertezze del Livello 1, con approfondimenti conoscitivi, e di fornire quantificazioni numeriche della modificazione locale del moto sismico in superficie, causata da assetti tettonico - strutturali "complessi" e da fenomeni di deformazione permanente.

Da quanto emerso dallo studio di Microzonazione Sismica di Livello 1, è possibile affermare che il territorio comunale è da considerarsi sempre stabile suscettibile di amplificazione sismica. Infatti, è stato verificato che il moto sismico è modificabile rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante in tutto il territorio, a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o morfologiche locali.

Inoltre, per quanto riguarda le "Zone di attenzione per instabilità", nel Livello 1 di MS erano state evidenziate zone potenzialmente liquefacibili, zone di frana e, come anticipato nei paragrafi precedenti, era stata indicata una FAC – Faglia attiva e capace (presunta) poiché, relativamente ai lineamenti tettonico - strutturali, il Catalogo ITHACA riporta, nella porzione meridionale del territorio comunale, il presunto passaggio di una FAC.

A seguito di quanto esplicitato, gli obiettivi principali del presente studio di MS3 sviluppati nei seguenti capitoli, sono stati i seguenti:

1. condurre analisi di risposta sismica locale per la quantificazione numerica dell'effetto amplificativo del moto sismico di base, stimando i fattori amplificativi FA (fattore di amplificazione in termini di accelerazione) negli intervalli imposti 0,1 – 0,5 s, 0,4 – 0,8 s e 0,7 – 1,1 s, attraverso modellazioni numeriche rappresentative della reale condizione di amplificabilità del sito. A tale scopo sono state utilizzate le indagini sismiche eseguite e la curva G/G0 e D/D0 fornite dagli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica.
2. valutare la capacità della faglia, attraverso modellazioni numeriche avanzate per definire l'eventuale possibilità di creare dislocazioni in superficie e localizzarle, con rilievi sul posto e con interpretazioni aereo - fotogrammetriche;
3. delimitare e valutare quantitativamente il potenziale di liquefazione dei depositi nelle zone MOPS caratterizzate da tale instabilità, come indicato nel Livello 1;
4. definire le zone di attenzione per instabilità da frana indicate nel Livello 1.

8.1 Descrizione del metodo

Il codice di calcolo **FLAC 2D v.8.0** (*Fast Lagrangian Analysis of Continua*) della Itasca (2018) è basato sul metodo delle differenze finite con un procedimento di tipo esplicito.

La flessibilità nella modellazione della geometria del problema, la disponibilità di elementi strutturali, l'elevato numero di modelli costitutivi implementati e la possibilità di svilupparne anche di nuovi, rendono FLAC idoneo allo studio di tutti i problemi riguardanti il comportamento meccanico di mezzi continui (terreni, rocce, ecc.) e di strutture interagenti.

Sviluppato inizialmente per le applicazioni di ingegneria geotecnica e ingegneria mineraria in campo statico, esso ha trovato successivamente, con l'introduzione del modulo dinamico, largo impiego anche per la soluzione di problemi di risposta sismica locale.

Il codice di calcolo FLAC, anche per i problemi in campo statico, risolve le equazioni di equilibrio dinamico di un mezzo continuo:

$$\rho \cdot \frac{\partial \dot{u}_i}{\partial t} = \sum_j \frac{\partial \tau_{ji}}{\partial x_j} + \rho g_i \quad (8.1)$$

dove:

- ρ è la densità
- x_j la componente i - esima del vettore posizione
- \dot{u}_i la componente i - esima del vettore velocità
- g_i la componente dell'accelerazione di gravità (forze di volume) lungo la direzione i
- τ_{ji} la generica componente del tensore degli sforzi.

Il comportamento meccanico dei materiali è espresso dalla legge costitutiva:

$$\tau_{ji} = M(\tau_{ji}; \dot{\epsilon}_{ij}; k) \quad (8.2)$$

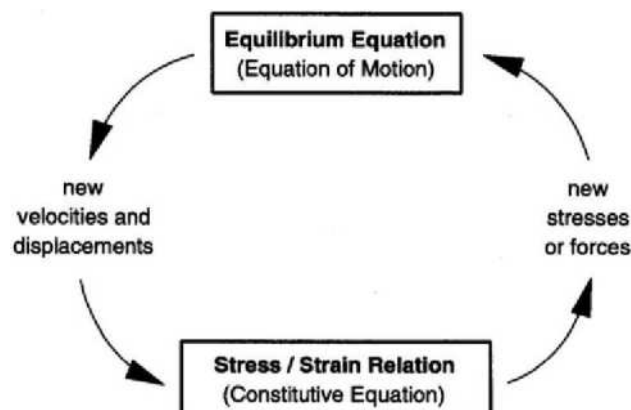
dove k è un parametro che tiene conto della storia di carico, M un funzionale ed $\dot{\epsilon}_{ij}$ il tensore velocità di deformazione espresso dalla:

$$\dot{\epsilon}_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial \dot{u}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \dot{u}_j}{\partial x_i} \right) \quad (8.3)$$

I materiali vengono rappresentati da elementi quadrilateri, o zone, che formano una griglia (*mesh*) che può essere configurata dall'utente in modo da modellare contatti stratigrafici e morfologie superficiali, anche complesse ed irregolari. A ciascuna zona si assegnano le proprietà fisiche e meccaniche che ne caratterizzano il comportamento nell'analisi. I vertici di ogni zona costituiscono i nodi della griglia.

I metodi alle differenze finite come quelli agli elementi finiti traducono un sistema di equazioni differenziali come la (8.1) in un sistema di equazioni algebriche. Se i metodi agli elementi finiti hanno come punto centrale la definizione delle funzioni di forma, che descrivono la variazione delle grandezze che interessano il problema (tensioni, deformazioni) attraverso ciascun elemento, nei metodi alle differenze finite si prescinde da questa definizione della funzione di forma, e le equazioni algebriche vengono scritte direttamente in termini di variabili di campo (tensioni, spostamenti) definite nei nodi della *mesh*.

In sintesi, l'algoritmo risolutivo dell'approccio esplicito si articola secondo il ciclo indicato nella seguente figura.



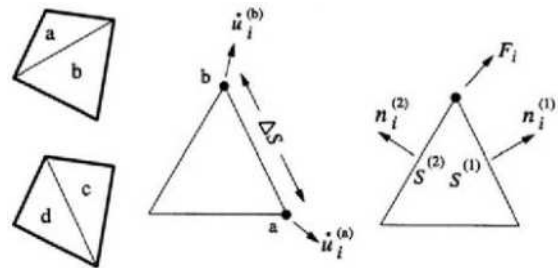
Ad ogni nuovo passo di calcolo (*step*), vengono risolte le equazioni di equilibrio dinamico, per cui dalle tensioni e dalle forze si ottengono i valori corrispondenti delle velocità di deformazione e degli spostamenti; successivamente, dalle velocità di deformazione ed attraverso le equazioni dei legami costitutivi, si giunge a valori aggiornati delle tensioni.

L'ipotesi base dell'approccio esplicito consiste nel fatto che, durante ciascuna fase, le grandezze vengono ricavate da altre grandezze i cui valori sono assunti costanti durante l'operazione. Ad esempio, attraverso le leggi costitutive, i valori delle velocità di deformazione sono considerati fissi durante l'operazione di calcolo delle tensioni: in altre parole, i nuovi valori calcolati delle tensioni non influenzano le velocità. Questo può apparire poco accettabile dal punto di vista fisico, poiché se c'è una variazione di tensione in un punto, questa necessariamente influenza i punti vicini alterandone le velocità di deformazione.

Tuttavia, se l'intervallo di tempo Δt (*timestep*) corrispondente al singolo ciclo di calcolo è sufficientemente piccolo, tale alterazione non può propagarsi da un elemento all'altro in tale intervallo.

Tale approccio si è dimostrato particolarmente efficiente nella modellazione di problemi non lineari in presenza di grandi deformazioni. Per contro, essendo il Δt richiesto generalmente molto piccolo, sono necessari un gran numero di passi di integrazione cui corrispondono tempi di calcolo molto elevati.

Gli elementi quadrangolari della griglia vengono automaticamente suddivisi dal programma in due set sovrapposti di triangoli a deformazioni costanti.



Le equazioni alle differenze finite per ogni triangolo si ottengono dalla forma generalizzata del teorema della divergenza di Gauss:

$$\int_S \mathbf{f} \cdot \hat{\mathbf{n}} \cdot d\mathbf{s} = \int_A \text{div } \mathbf{f} \cdot dA \quad (8.4)$$

in cui:

- \mathbf{n} è il versore normale al contorno S del dominio triangolare
- \mathbf{f} la funzione generica (scalare, vettore o tensore)
- A la superficie del dominio triangolare di contorno S
- d_s la lunghezza incrementale lungo il contorno S .

Sostituendo ad \mathbf{f} un valore medio del vettore velocità, la relazione precedente consente di scrivere:

$$\frac{\partial \dot{u}_i}{\partial x_i} \cong \frac{1}{2A} \sum_s \left(\dot{u}_i^{(a)} + \dot{u}_i^{(b)} \right) n_j \Delta s \quad (8.5)$$

dove (a) e (b) sono due nodi consecutivi sul generico lato del triangolo. Attraverso la (8.3) e la (8.5) è, quindi, possibile calcolare tutte le componenti del tensore velocità di deformazione. La legge costitutiva è poi utilizzata per calcolare un nuovo valore del tensore delle tensioni. Calcolate le tensioni vengono calcolate le forze equivalenti applicate ai nodi.

Le tensioni agiscono in ciascun triangolo come trazioni sui lati del triangolo stesso; ogni trazione è considerata equivalente a due forze agenti sui due nodi all'estremità del lato. Su ogni nodo del triangolo agiscono, quindi, due forze relative ai due lati convergenti nel nodo stesso:

$$F_i = \frac{1}{2} \tau_{ji} \left(n_i^{(1)} S^{(1)} + n_i^{(2)} S^{(2)} \right) \quad (8.6)$$

Infine, per ciascun nodo vengono sommate tutte le forze dovute ai triangoli convergenti nel nodo stesso, le forze dovute a eventuali carichi esterni applicati e le forze di volume dovute alla gravità. In tal modo viene determinata la forza nodale netta ΣF_i ; se $\Sigma F_i = 0$, il nodo è in equilibrio, altrimenti subirà un'accelerazione espressa dalla seconda legge di Newton, nient'altro che la (8.1) espressa in termini incrementali:

$$\dot{u}_i^{(t+\frac{\Delta t}{2})} = \dot{u}_i^{(t-\frac{\Delta t}{2})} + \left[\sum F_i^{(t)} \right] \frac{\Delta t}{m} \quad (8.7)$$

dove l'apice indica il tempo in corrispondenza del quale è valutata la variabile ed m è la massa associata a ciascun nodo pari alla somma di un terzo delle masse dei triangoli convergenti nel nodo. Dalla relazione precedente si determinano nuovi valori della velocità e, quindi, del tensore velocità di deformazione per un nuovo ciclo.

Come detto, condizione essenziale dell'algoritmo descritto è che il *time step* Δt corrispondente al singolo ciclo di calcolo, sia sufficientemente piccolo da rendere accettabile l'approssimazione di tensioni e velocità costanti sul singolo *step* di calcolo. In particolare, Δt deve essere inferiore ad un *time step* critico Δt_{cr} definito dalla:

$$\Delta t_{cr} = \min \left\{ \frac{A}{V_p \Delta x_{max}} \right\} \quad (8.8)$$

dove A è la superficie del subelemento triangolare, Δx_{max} la dimensione massima della zona (in genere la diagonale) e V_p la velocità delle onde di compressione. La funzione minimo è presa su tutte le zone. Il *timestep* critico è tanto più piccolo (e i tempi di calcolo quindi tanto più elevati) quanto più la rigidità del materiale è elevata e quanto più piccolo è l'elemento. Il Δt di calcolo viene determinato internamente da FLAC, applicando un coefficiente di sicurezza pari a 2 al valore fornito dalla (8.8).

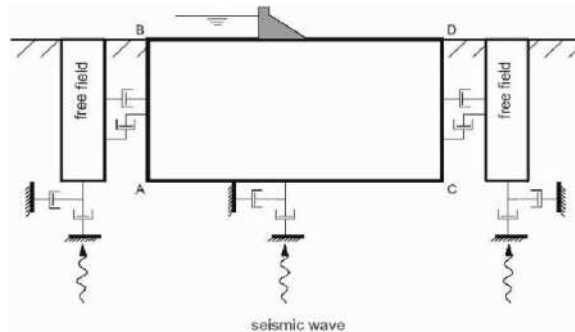
Particolare attenzione va posta nella scelta delle dimensioni degli elementi della *mesh*, in quanto queste condizionano in maniera fondamentale l'accuratezza numerica della trasmissione delle onde. In particolare, per un'accurata modellazione viene consigliato di scegliere una altezza degli elementi h almeno pari ad un valore compreso tra un decimo ed un ottavo della minima lunghezza d'onda di interesse λ_{min} :

$$h \leq \frac{\lambda_{min}}{10} \quad (8.9)$$

La λ_{min} è la lunghezza d'onda che corrisponde alla massima frequenza di interesse ed è legata ad essa dalla velocità di propagazione delle onde di taglio. I metodi alle differenze finite, così come quelli agli elementi finiti, si basano sulla discretizzazione, tramite una *mesh* di nodi, di una porzione finita dello spazio, per cui appropriate condizioni al contorno vanno imposte ai confini artificiali di tale regione.

In ogni problema di propagazione di onde sismiche, parte dell'energia si allontana indefinitamente dalla regione di interesse verso il semispazio circostante per fenomeni di diffrazione e riflessione, dando luogo ad una “perdita” di energia indicata come *smorzamento di radiazione*. Al fine di modellare correttamente questo fenomeno, FLAC consente di minimizzare la riflessione delle onde sui contorni della *mesh*, imponendo su questi condizioni di campo libero (*free field boundaries*) o viscose (*quiet boundaries*). La definizione delle condizioni al contorno è strettamente correlata all'applicazione della sollecitazione dinamica, come discusso in seguito.

I contorni *free - field* consistono sostanzialmente in colonne monodimensionali di larghezza unitaria, situate ai lati del modello, che simulano il comportamento di un mezzo infinitamente esteso (figura seguente).



In pratica, essi riproducono il moto libero del terreno che si avrebbe in assenza della configurazione bidimensionale ed allo stesso tempo impediscono la riflessione ai bordi della *mesh* delle onde diffratte verso l'esterno. Come illustrato, i singoli nodi dei contorni laterali della griglia principale vengono accoppiati alla griglia *free - field* attraverso smorzatori viscosi che materialmente assorbono l'energia delle onde incidenti sui contorni, applicando delle forze viscose proporzionali alla differenza tra il campo di velocità esistente al bordo e quello in condizioni *free - field*. Prima dell'applicazione delle condizioni *free - field* durante l'analisi dinamica, il modello deve essere in condizioni di equilibrio statico, per cui è necessario eseguire una analisi statica preliminare per determinare lo stato tensionale e deformativo all'interno del modello.

All'atto dell'applicazione delle condizioni *free - field*, tutte le variabili di stato determinate dall'equilibrio statico vengono quindi applicate alle colonne monodimensionali ai bordi del modello.

I contorni *free - field* sono di notevole utilità, in quanto consentono di evitare l'allontanamento dei confini laterali, altrimenti necessario in assenza di confini assorbenti, per la minimizzazione delle onde riflesse dai contorni.

I contorni *quiet* sono invece costituiti, secondo la formulazione di *Lysmer e Kuhlemeyer* (1969), da smorzatori viscosi attaccati alla griglia ed agenti in direzione normale e tangenziale al contorno stesso; essi consentono un pressoché completo assorbimento delle onde di volume che incidono sul contorno. I contorni *quiet* possono essere applicati su contorni verticali, orizzontali o inclinati. Essi vanno applicati al confine inferiore della *mesh* per simulare la base elastica, mentre ai bordi del modello, come detto, è preferibile l'utilizzo dei contorni *free - field*.

Le sollecitazioni dinamiche possono essere applicate sia ai bordi della *mesh* sia ai suoi nodi interni in una delle seguenti forme:

- storia temporale di accelerazioni;
- storia temporale di velocità;
- storia temporale di tensioni;
- storia temporale di forze.

Nell'applicare la sollecitazione dinamica, bisogna però tenere conto di alcune limitazioni che derivano da particolari incompatibilità tra forme di applicazione dell'input e delle condizioni al contorno. Se, ad esempio, queste sono rappresentate da *quiet boundaries* (come avviene solitamente per il bordo inferiore della *mesh*), il loro effetto viene annullato se si applica un accelerogramma o una storia di velocità.

Quindi, in questo caso, la base è modellata come rigida, cioè perfettamente riflettente, dando luogo a irrealistiche sovrastime del moto sismico. Per simulare correttamente una base elastica occorre applicare ai *quiet boundaries*, alla base della *mesh*, una storia temporale di tensioni. A tal fine, un accelerogramma di input deve essere integrato per ottenere una storia temporale di velocità e questa viene infine convertita in tensioni tramite le seguenti relazioni:

$$\sigma_n = 2(\rho V_p) v_n \quad \sigma_s = 2(\rho V_s) v_s \quad (8.10)$$

dove:

- ρ è la densità;
- σ_n , σ_s rispettivamente tensione applicata in direzione normale e tangenziale al contorno;
- V_p , V_s rispettivamente velocità delle onde di compressione e di taglio del materiale che viene simulato al di sotto del contorno inferiore (costituente la base elastica);
- v_n , v_s rispettivamente la velocità di input normale e tangente al contorno.

In definitiva, un input costituito da onde S sarà quindi applicato come una storia temporale di tensioni tangenziali, mentre le onde P tramite una storia temporale di tensioni normali al contorno. Entrambe le sollecitazioni sono applicate con incidenza verticale.

La non linearità e le proprietà dissipative dei terreni possono essere modellate in FLAC secondo differenti modalità: attraverso l'adozione di un legame costitutivo propriamente non lineare o, a partire dalla versione 5.0 (Itasca, 2005), tramite semplici modelli di *smorzamento isteretico*. Le proprietà dissipative possono altresì essere modellate attraverso la formulazione di Rayleigh.

L'adozione di una legge sforzi - deformazione non lineare rappresenta, teoricamente, il modo più efficace per tenere conto della degradazione di rigidità al procedere della deformazione e della dissipazione di energia per isteresi.

Questi modelli possono essere accoppiati con modelli di filtrazione per simulare la generazione e dissipazione di eccessi di pressioni neutre e/o fenomeni di liquefazione e consentono, inoltre, la valutazione delle deformazioni permanenti. Però, dal punto di vista pratico, i modelli non lineari sono spesso complessi e richiedono la definizione di molti parametri e lunghi processi di calibrazione.

La complessità dei modelli non lineari e la comodità di un utilizzo diretto delle curve di tipo $G / G_0 - \gamma$ e $D - \gamma$, generalmente fornite dalle prove di laboratorio e dalle correlazioni empiriche, ha portato all'introduzione di semplici modelli di *smorzamento isteretico* (*hysteretic damping*) nella recente versione 5.0 del codice.

Durante ciascun *step* di calcolo, in funzione del valore medio del tensore di velocità di deformazione, viene restituito un fattore moltiplicativo da usarsi nel legame costitutivo, in modo da correggere il valore del modulo tangente di taglio associato a ciascun elemento.

Il modello isteretico implementato utilizza solo curve continue che esprimono la variazione del modulo di taglio con la deformazione tangenziale; pertanto, i parametri da fornire in input che definiscono la forma di tali curve, vanno ricavati attraverso regressione dei dati sperimentali. Analisi di calibrazione dello smorzamento isteretico sono necessarie prima di un suo uso nella pratica corrente.

Nel caso di analisi lineari, o per modellare comunque lo smorzamento a basse deformazioni che spesso i legami costitutivi non lineari non riescono a cogliere, si può utilizzare la formulazione di *Rayleigh*. Essa conduce ad uno smorzamento dipendente dalla frequenza, in contrasto con le evidenze sperimentali sul comportamento dei terreni.

Il suo impiego richiede, pertanto, una oculata scelta dei parametri che lo definiscono, per limitare la variazione dello smorzamento con la frequenza (*Lanzo et al., 2003 e 2004*). Lo smorzamento di *Rayleigh* è stato originariamente formulato per le analisi strutturali ed è espresso in forma matriciale attraverso la definizione di una matrice di smorzamento **C** proporzionale alla matrice di massa **M** e a quella di rigidezza **K**:

$$\mathbf{C} = \alpha_R \mathbf{M} + \beta_R \mathbf{K} \quad (8.11)$$

dove α_R e β_R sono i coefficienti di *Rayleigh* che hanno dimensione rispettivamente di s^{-1} e s . E' possibile dimostrare (*Chopra, 1995*) che lo smorzamento ξ_j associato al j -esimo modo di vibrazione del deposito è espresso dalla:

$$\xi_j = \frac{1}{2} \left(\frac{\alpha_R}{\omega_j} + \beta_R \omega_j \right) \quad (8.12)$$

dove ω_j è la frequenza circolare relativa al modo j .

I coefficienti di *Rayleigh* vengono comunemente determinati attraverso due procedure, a seconda che si fissi il valore dello smorzamento modale in corrispondenza di una o due frequenze naturali opportunamente selezionate (dette frequenze di controllo). Il codice FLAC adotta la prima procedura in accordo alla quale i coefficienti di *Rayleigh* sono espressi dalle:

$$\alpha_R = \xi^* \omega^* \quad , \quad \beta_R = \frac{\xi^*}{\omega^*} \quad (8.13)$$

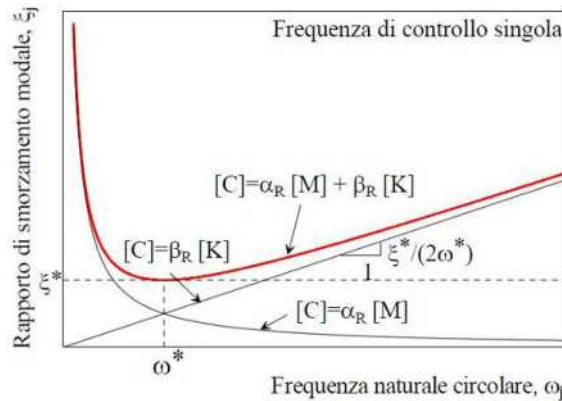
avendo fissato lo smorzamento modale al valore ξ in corrispondenza della singola frequenza ω .

Per ciascun elemento della *mesh* occorre specificare il rapporto di smorzamento ξ^* del materiale e la frequenza ω^* . A titolo di esempio, nel caso di smorzamento ξ^* e frequenza ω^* costante per tutto il deposito, è possibile dimostrare che un'analisi lineare eseguita con FLAC fornisce gli stessi risultati di un'analisi modale, con rapporto di smorzamento modale dell'intero sistema variabile con la frequenza circolare naturale ω_j secondo la:

$$\xi_j = \frac{\xi^*}{2} \left(\frac{\omega^*}{\omega_j} + \frac{\omega_j}{\omega^*} \right) \quad (8.14)$$

riportata nella figura seguente, nella quale si nota come ξ_j assuma un minimo (pari al valore imposto ξ^*) in corrispondenza della frequenza di controllo ω^* , mentre sia sovrastimato nel campo dei valori maggiori e minori di ω^* .

La formulazione di *Rayleigh* viene applicata a livello del singolo elemento della *mesh* per cui, tra i dati di input, occorre specificare per ciascun elemento il valore del rapporto di smorzamento del materiale che lo costituisce ξ^* e la frequenza di controllo ω^* (o meglio il valore f^*). La scelta di f^* è cruciale per fissare il campo di frequenza in corrispondenza del quale lo smorzamento mostra variazioni contenute rispetto a ξ^* .



In generale, f^* deve essere scelta nel campo di frequenza significativo per il problema in esame sia in termini di frequenze naturali del sistema che di frequenze predominanti dell'input. In prima approssimazione, si può collocare f^* tra la frequenza fondamentale del sistema e la frequenza predominante dell'input (frequenza corrispondente al massimo dello spettro di Fourier o di risposta). Se questi valori sono distanti è comunque opportuno esaminare con analisi parametriche l'influenza sui risultati delle diverse scelte di f^* .

In definitiva, per ciascun materiale occorre fornire i seguenti parametri di input:

- peso dell'unità di volume;
- nel caso di analisi lineari modulo di taglio (G_0) e di elasticità volumetrico (k), o, in alternativa modulo di Young (E) e coefficiente di Poisson (ν);
- nel caso di analisi non lineari occorre fornire i parametri caratteristici del modello adottato;
- rapporto di smorzamento (ξ^*) e frequenza di controllo (f^*) se si adotta la formulazione di *Rayleigh*.

Il codice offre notevoli potenzialità di dati in output, potendo restituire la storia temporale di tutte le grandezze di interesse: spostamenti, velocità, accelerazioni, deformazioni e tensioni.

L'interfaccia grafica consente, inoltre, di costruire ed esportare i grafici delle sopracitate grandezze, in funzione della profondità o lungo un generico profilo.

8.2 Analisi di risposta sismica locale nel Comune di Lavagno

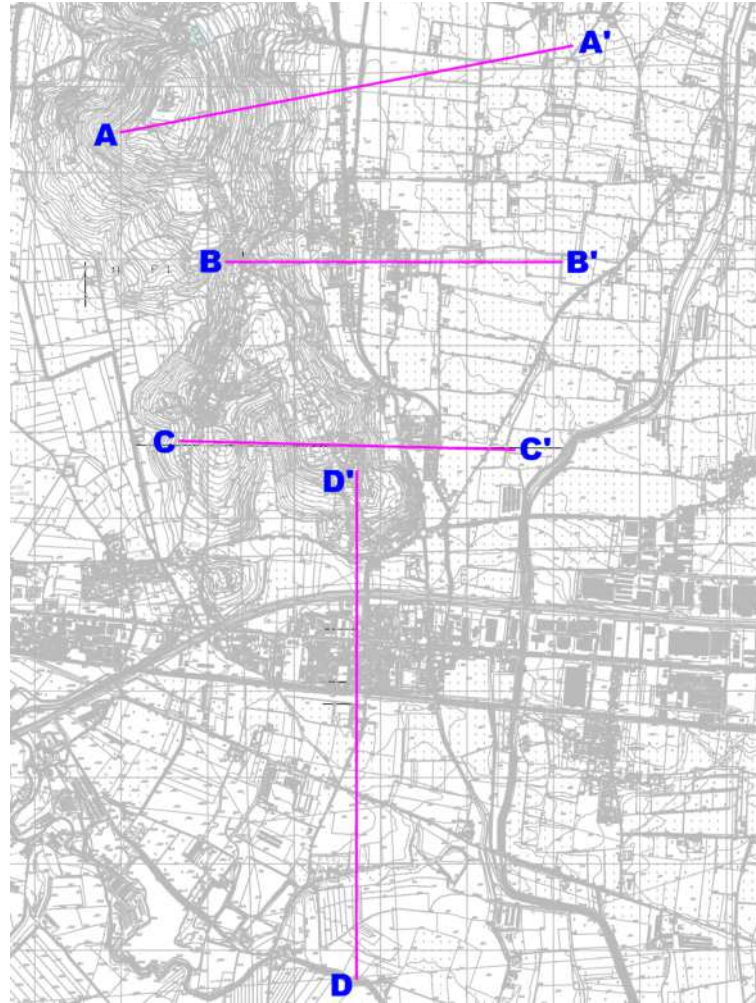
Le quantificazioni della risposta sismica di sito sono state condotte effettuando delle modellazioni numeriche lungo n. 4 profili stratigrafici bidimensionali, ritenuti rappresentativi del Comune di Lavagno.

Tali valutazioni sono state realizzate in corrispondenza di tutte le aree stabili suscettibili di amplificazione, in modo da caratterizzare l'intero territorio comunale.

Si precisa che tali sezioni sono da intendersi come sezioni sismostratigrafiche, finalizzate ad evidenziare il diverso comportamento sismico dei depositi e non come sezioni geologiche.

Pertanto, i rapporti ed i contatti litologici non corrispondono alla stratigrafia geologica locale, ma devono essere considerati come passaggi tra materiali con differenti velocità sismiche (ricavate dalle interpretazioni delle indagini geofisiche).

In particolare, le sezioni sono state ubicate in più aree interessate ed interessanti dal punto di vista sismico, e sono state eseguite con lunghezze variabili tra circa 1950 m e circa 3000 m; esse sono ubicabili come nella figura sottostante e nella MOPS.



La tecnica di risoluzione numerica adoperata è quella alle differenze finite (FDM) implementata nel codice di calcolo FLAC 8.0 (Itasca, 2018), operante nel dominio del tempo. Il codice effettua un'analisi lagrangiana del continuo risolto mediante uno schema di avanzamento temporale di tipo esplicito.

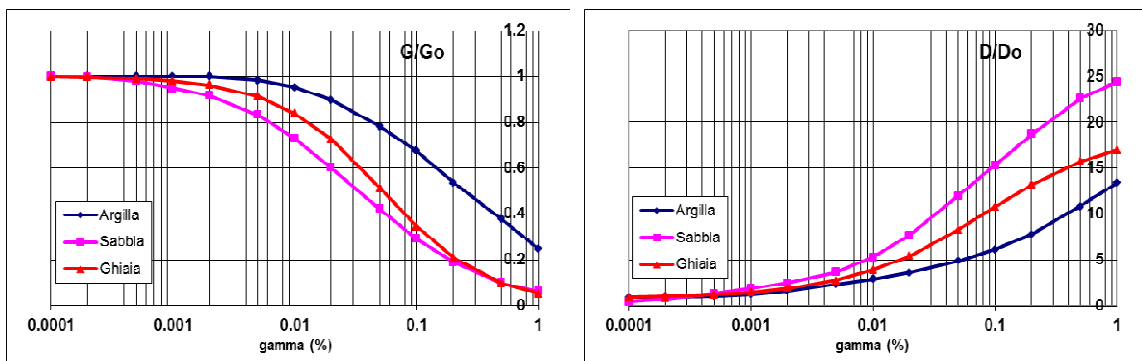
La quantificazione numerica degli effetti sarà rappresentata dai fattori amplificativi FA (fattore di amplificazione in termini di accelerazione) negli intervalli 0,1 – 0,5 s, 0,4 – 0,8 s e 0,7 – 1,1s. A partire dai risultati di tali modellazioni e interpolando i valori ottenuti, è stata prodotta una “Carta dei fattori di amplificazione FA (0,1 – 0,5 s)” una “Carta dei fattori di amplificazione FA (0,4 – 0,8 s)” ed una “Carta dei fattori di amplificazione FA (0,7 – 1,1 s).

Per quantificare l'azione sismica in superficie, sono state realizzate delle sezioni di rigidità del sottosuolo, sulle quali è stata successivamente condotta la modellazione numerica, come precedentemente illustrato; le sismostratigrafie ed i valori di rigidità utilizzati sono quelli ottenuti dalle indagini sismiche eseguite per il presente studio.

Il modello geometrico è stato discretizzato con una maglia ad elementi quadrangolari, le dimensioni dei quali sono state stabilite in funzione delle lunghezze d'onda minime caratterizzanti il fenomeno di propagazione sismica, determinabili con la relazione di Kuhlemeyer & Lysmer ($h_{max} < V_s / 10 * f_{max}$) in funzione delle velocità delle onde di taglio, nei diversi terreni del modello e della frequenza massima di interesse dei segnali accelerometrici selezionati ($f_{max}=10$ Hz).

Lungo le frontiere laterali dei modelli sono stati introdotti particolari elementi assorbenti (*free - field boundaries*) che, oltre ad evitare la riflessione delle onde in maniera analoga agli smorzatori viscosi introdotti da Lysmer & Kuhlemeyer (1969), forzano i nodi delle frontiere laterali a riprodurre il moto di *free - field*, essenziale per le analisi di risposta sismica locale bidimensionale.

Per limitare la riflessione delle onde in corrispondenza della frontiera inferiore del modello, sono stati utilizzati degli smorzatori viscosi (*quiet boundaries*), mentre le proprietà dissipative dei materiali sono state ottenute attraverso la formulazione di Rayleigh per quanto riguarda il *bedrock geofisico* (smorzamento 0,02 %); per i materiali di copertura è stato utilizzato lo *smorzamento isteretico* tramite le curve G / G_0 e D / D_0 indicate negli “Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica” e sotto riportate.



Nelle elaborazioni è stata assunta una severità dell’azione sismica valida per un periodo di ritorno dell’azione sismica di 475 anni, corrispondente ad una probabilità di superamento del 10% allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV).

L’input sismico utilizzato è rappresentato da una settupla di storie accelerometriche applicate alla base del modello e riferite agli spettri di Normativa calcolati per il sito in esame, considerando un sottosuolo di roccia affiorante (classe A) con topografia orizzontale (T1) e correttamente deconvoluto (v. Dynamic Analysis della ITASCA).

In particolare, gli accelerogrammi sono stati ricavati tramite l’utilizzo del software REXEL - computer aided record selection for code – based seismic structural analysis.

La *history* (storia temporale) ricavata al tetto del modello (per ogni input sismico applicato) rappresenta la storia accelerometrica orizzontale attesa nel sito d’indagine: ogni *history* è stata successivamente plottata in uno spettro di risposta elastico e mediata in una curva rappresentativa (accelerogramma medio).

Infine, per calcolare il Fattore di Amplificazione (FA) si è confrontato lo spettro medio in ingresso con quello in uscita, calcolando il rapporto dell’intensità di *Housner* per periodi compresi tra 0,1 – 0,5 s, tra 0,4 – 0,8 s e tra 0,7 – 1,1 s poiché, in tali intervalli, **si ha la massima risposta in accelerazione.**

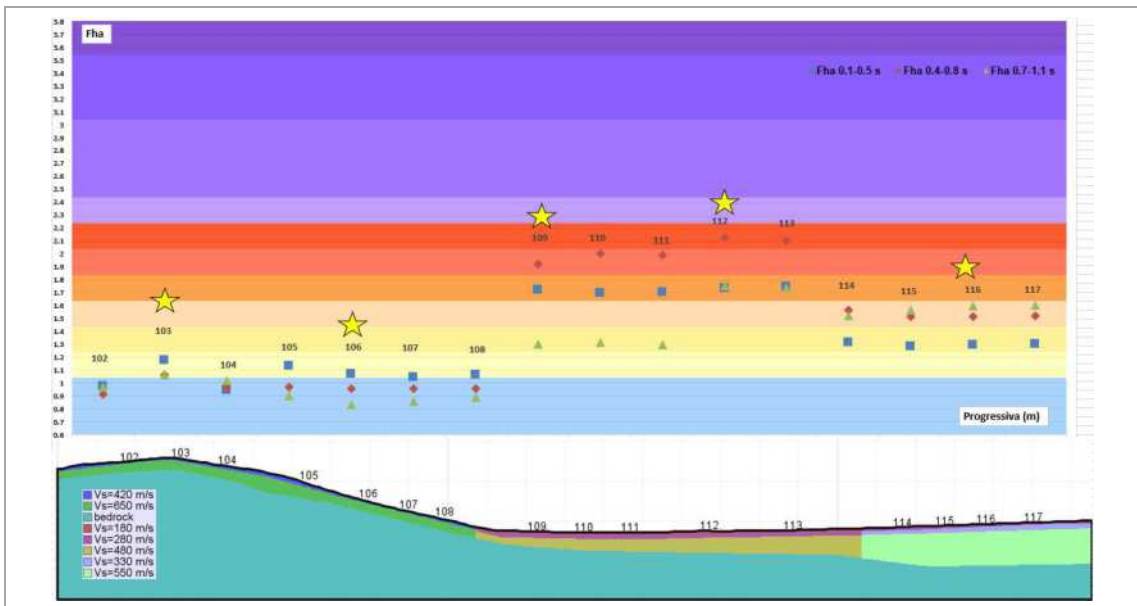
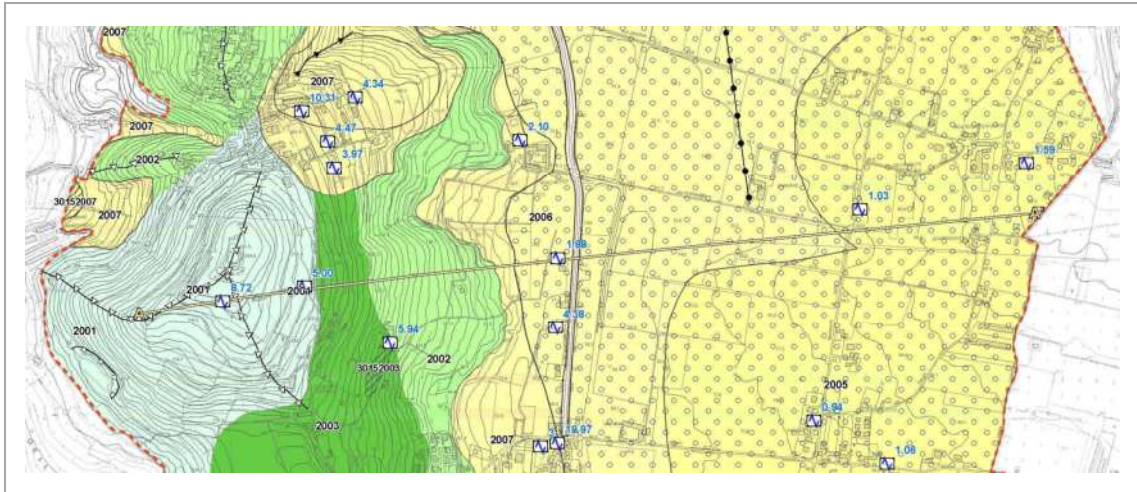
Di seguito si riportano, per i 4 modelli analizzati, il modello sismostratigrafico utilizzato per le analisi, ed i fattori di Amplificazione FA calcolati.

È necessario fare la seguente precisazione: per quanto riguarda le modellazioni bidimensionali, dato il contesto morfologico che caratterizza il territorio collinare di Lavagno, si è ritenuto importante separare le zone di alto morfologico, in cui per effetto della focalizzazione delle onde sono da attendersi fenomeni di amplificazione massimi, dalle zone di versante, dove si possono creare anche condizioni di deamplificazione.

Per fare questa operazione si sono consultate le cartografie relative al DTM di Lavagno ed alle pendenze, al fine di effettuare tale suddivisione in un modo quanto più oggettivo possibile.

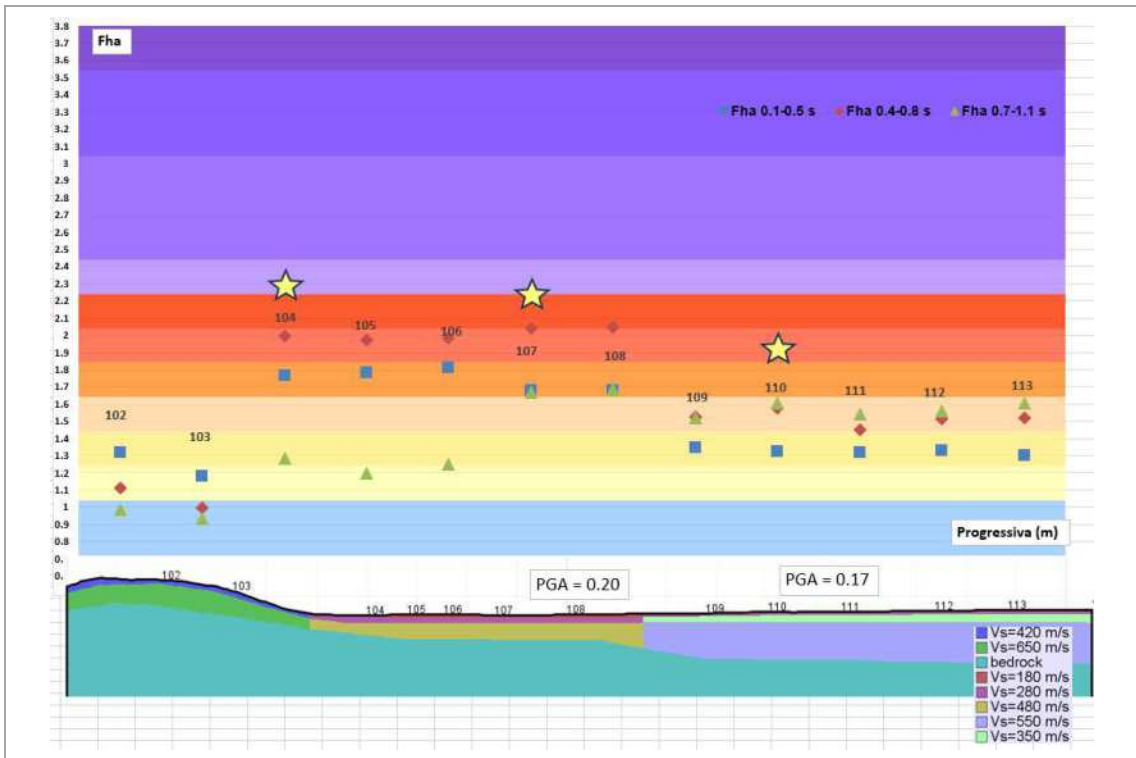
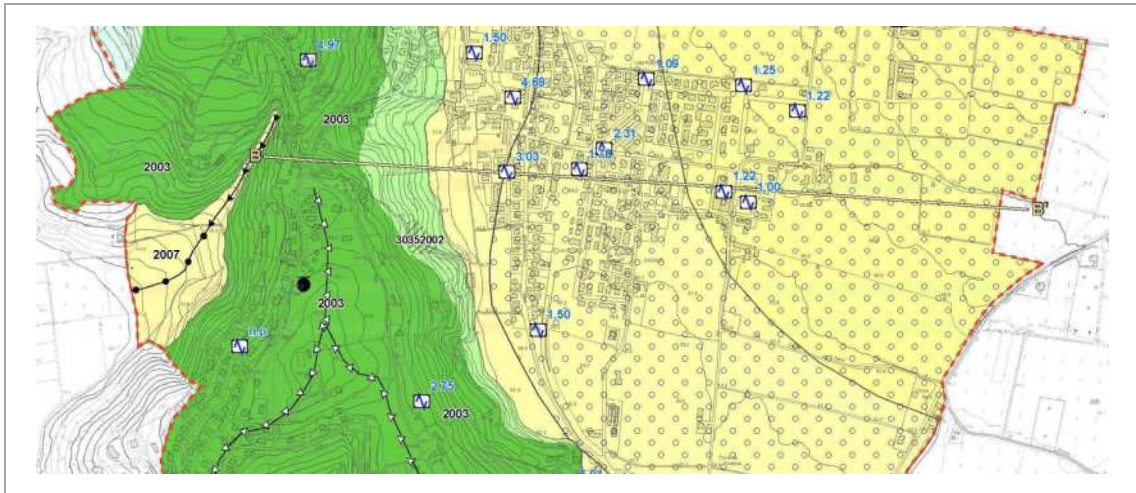
Con la definizione di tali limiti, le zone MOPS rappresentative del substrato roccioso, sono state successivamente suddivise in due aree, nominate a seguire “cresta” e “versante”, alle quali sono stati assegnati fattori di amplificazione differenti tra loro, ottenuti dalle modellazioni numeriche ed in considerazione della morfologia.

PROFILO A - A'



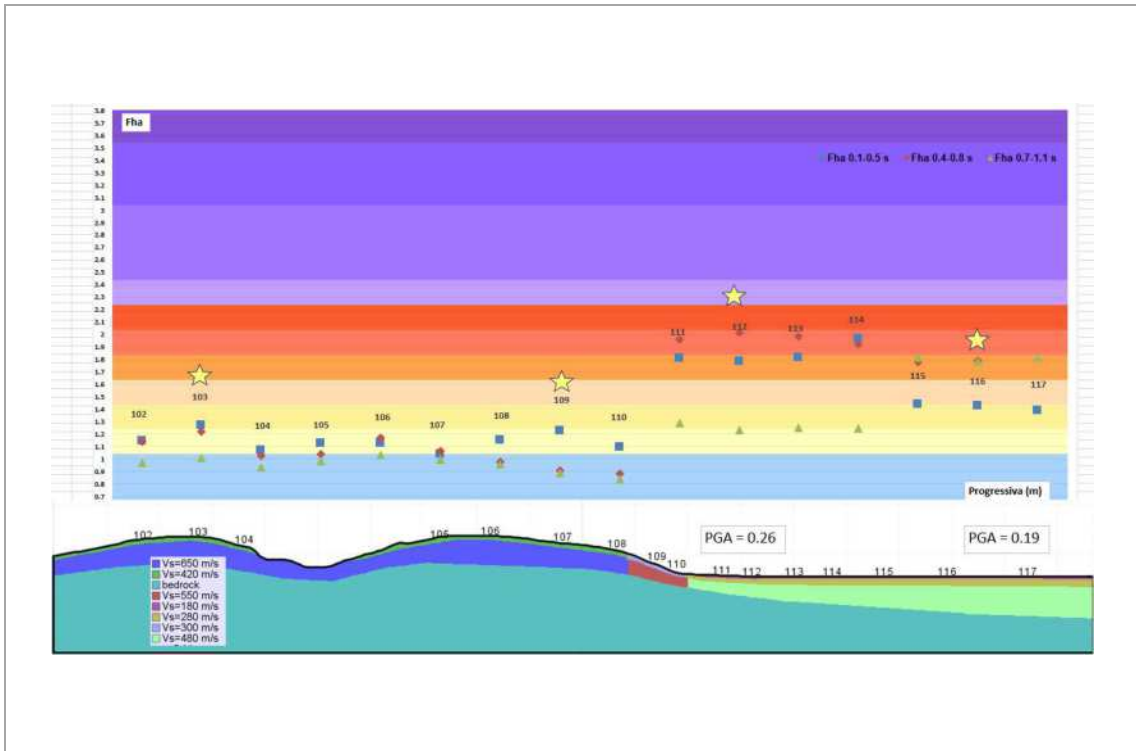
Zona MOPS	FA 0,1 – 0,5 s	FA 0,4 – 0,8 s	FA 0,7 – 1,1 s
2001 (cresta)	1,2	1,1	1,1
2001 (versante)	1,1	1,0	1,0
2003 (versante)	1,2	1,0	1,0
2002 (versante)	1,1	1,0	1,0
2007 + 2006	1,8	2,0	1,3
2006 (distale)	1,7	2,1	1,7
2005	1,3	1,5	1,6

PROFILO B - B'



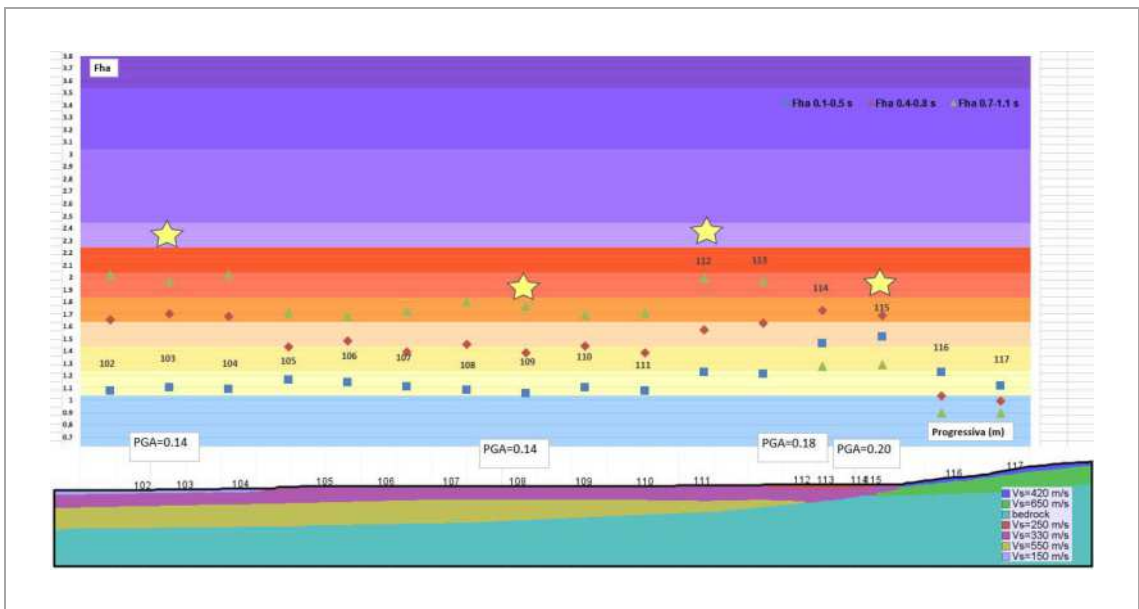
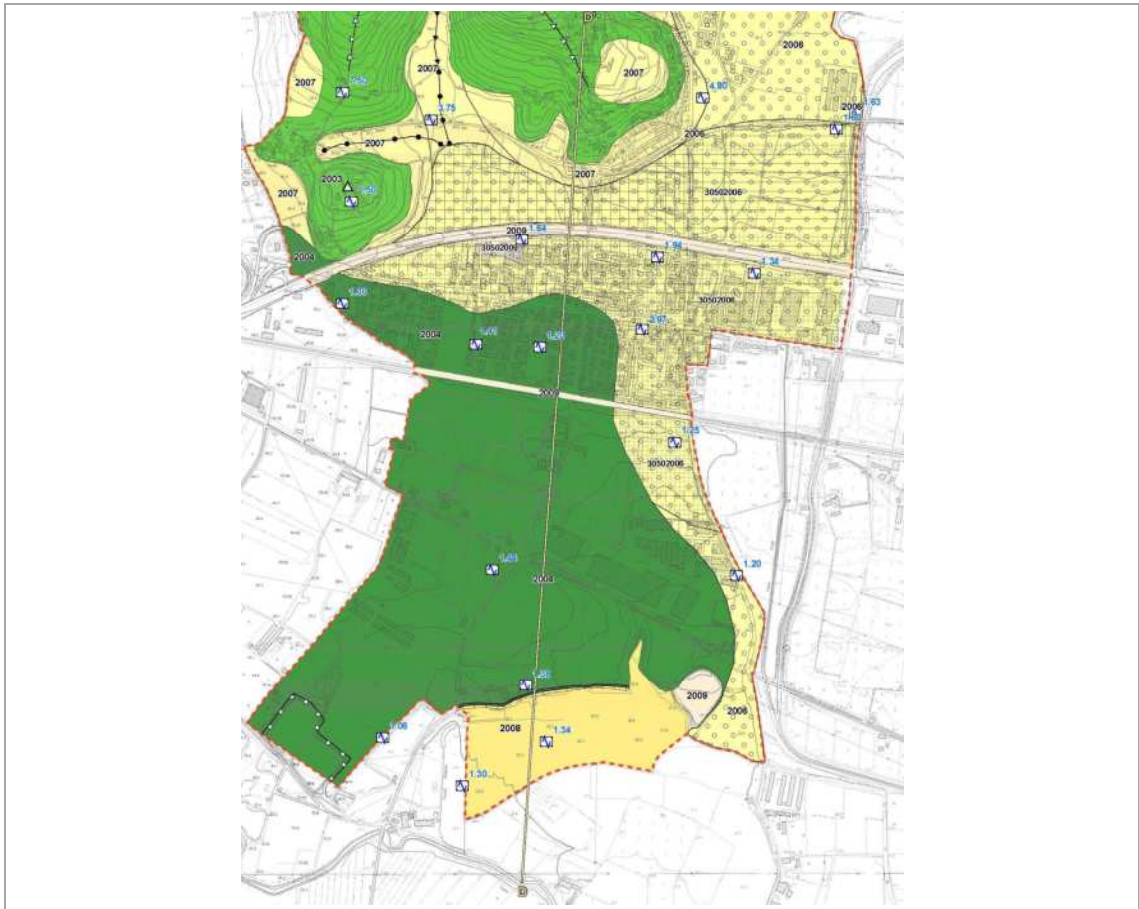
Zona MOPS	FA 0,1 – 0,5 s	FA 0,4 – 0,8 s	FA 0,7 – 1,1 s
2003 (cresta)	1,3	1,2	1,0
2003 (versante)	1,2	1,0	1,0
2007 + 2006	1,8	2,0	1,3
2006 (distale)	1,4	1,8	1,8
2005	1,3	1,5	1,6

PROFILO C - C'



Zona MOPS	FA 0,1 – 0,5 s	FA 0,4 – 0,8 s	FA 0,7 – 1,1 s
2003 (cresta)	1,3	1,2	1,0
2003 (versante)	1,2	1,0	1,0
2007 + 2006	1,8	2,0	1,3
2006 (distale)	1,7	2,1	1,7

PROFILO D - D'



Zona MOPS	FA 0,1 – 0,5 s	FA 0,4 – 0,8 s	FA 0,7 – 1,1 s
2008	1,1	1,7	2,0
2004	1,1	1,4	1,7
2006	1,2	1,6	2,0
2007	1,4	1,7	1,3
2003 (versante)	1,1	1,0	1,0

A partire dai risultati ottenuti, è stato possibile creare una maglia di valori tali da poter interpolare i dati ed ottenere le “Carte dei fattori di amplificazione”.

In allegato sono riportate le cartografie prodotte, dalla cui consultazione è possibile trarre alcune interessanti considerazioni:

Lavagno è caratterizzato da valori amplificati del moto sismico di base che variano da 1,0 a circa 2,1, così descrivibili:

- si riscontrano importanti amplificazioni del moto sismico di base, sia per motivi stratigrafici che topografici e, molte volte, dalla combinazione di entrambi;
- i valori massimi di FA nei range di periodo 0,1 - 0,5 s e 0,4 - 0,8 s (sensibili ai contrasti più o meno superficiali), sono associati alle aree con depositi eluvio - colluviali e, soprattutto, in corrispondenza delle zone di bordo valle, dove gli spessori di copertura sono ridotti (i principali contrasti di impedenza sono a profondità minori di 30 m) e l'effetto di intrappolamento delle onde influisce maggiormente sull'amplificabilità del sito;
- al contrario, nelle zone di pianura della porzione Sud del territorio comunale ed in corrispondenza dei depositi ghiaiosi, si osserva un'inversione dei fattori rispetto a quanto detto sopra: i valori maggiori di amplificazione sono correlati al parametro FA 0,7 - 1,1 s sensibile ai contrasti profondi (bedrock geofisico a profondità maggiori di 80 m dal p.c.);
- relativamente ai substrati rocciosi analizzati, i fattori di amplificazione più alti sono stati ricavati in corrispondenza dei periodi 0,1 - 0,5 s, dove è possibile osservare un aumento in corrispondenza delle sommità dei pendii, dovuto ad un effetto topografico di amplificazione del moto sismico per interferenza delle onde sismiche incidenti la superficie e per una loro focalizzazione sulla cima dei rilievi; per tale motivo, e sulla base del DTM, tali zone sono state suddivise in base al fattore di amplificazione calcolato, come spiegato precedentemente;
- i riporti della Zona 2009 sono stati ricompresi tra le zone che li ospitano, assegnando loro lo stesso fattore di amplificazione; dalle zone microzonate nel Livello 3 sono stati esclusi, invece, i riporti appartenenti alle infrastrutture principali considerate nella CGT.

8.3 Instabilità da frana e cavità sepolta

Come già esposto nei paragrafi precedenti, tra gli elementi instabili della MOPS sono stati indicati i due piccoli dissesti interessanti esclusivamente terreni agricoli e considerati come “attivi” e “non idonei” all'edificazione dal P.A.T.I. e dalle varianti successive; inoltre, è stata inserita anche un'altra piccola frana indicata dal P.A.T.I. come “non attiva” e ritenuta “idonea a condizione” all'edificazione, della quale non si hanno informazioni. Invece, è stato scelto di escludere la paleofrana di età Luteziana collocata a San Briccio e ritenuta, dal P.A.T.I., “non attiva” ed “idonea a condizione”.

Negli approfondimenti di Livello 3, considerando che le frane “attive” interessano esclusivamente terreni destinati all'agricoltura e visto che non potranno comprendere nuove aree edificabili, poiché ritenute “non idonee” all'edificazione, non sono stati valutati gli spostamenti sismoindotti, ma solo i fattori di amplificazione della zona che le comprendono; lo stesso dicasi per la piccola frana “non attiva” interessante esclusivamente terreni agricoli, della quale non si hanno informazioni.

Ad ogni modo, come anticipato, entrambe le frane “idonee a condizione” (quindi compresa la paleofrana attualmente non inserita tra gli elementi instabili), dovranno essere opportunamente esaminate secondo i criteri della microzonazione, nel caso in cui si preveda l'inserimento di nuove aree edificabili.

Lo stesso discorso vale per la cavità sepolta, della quale non si conosce la morfologia e lo sviluppo.

8.4 Stima alla liquefazione

Per la stima alla liquefazione dei terreni locali si è fatto riferimento al **metodo di analisi semplificato** in condizioni di *free - field*: tale criterio richiede che venga definito un sisma di progetto, attraverso l'introduzione dell'accelerazione sismica orizzontale massima in superficie e della magnitudo di riferimento. In tale metodologia si esprime la suscettibilità alla liquefazione del deposito attraverso la stima di un coefficiente di sicurezza dato dal rapporto fra la resistenza al taglio mobilitabile nello strato (CRR – *rapporto di resistenza ciclica*) e lo sforzo tagliante indotto dal sisma (CSR – *rapporto di tensione ciclica*).

La verifica è stata eseguita con software dedicati (**CLiq Versione 3.0 e LiqsVs 2.0 - Geologismiki**), grazie alle prove CPT ed alle prove SPT eseguite nei sondaggi realizzati nel territorio comunale, adottando il più cautelativo metodo di Boulanger & Idriss (2014) ed utilizzando la magnitudo di riferimento della Zona Sismogenetica 906 ($M_w = 6,6$) inserita nella Zonazione Sismica ZS9; invece, l'accelerazione massima utilizzata, differente per ogni zona indicata nella MOPS, deriva dalle modellazioni esposte nel precedente capitolo e negli spettri allegati nel CD allegato allo studio.

In via del tutto indicativa e per confronto, sono state utilizzate anche le velocità V_s restituite dalle prove sismiche Re.Mi.; solo in un caso (**Zona 2008** posta in area agricola non urbanizzata, dove non è stato possibile accedere per eseguire indagini) è stata utilizzata esclusivamente tale prova, tarandola sulla scorta delle indagini fatte e/o raccolte nello stesso ambito deposizionale del confinante comune di Caldiero (considerando i primi metri a bassissima velocità come terreni argillosi).

Anche nelle zone in cui le prove hanno raggiunto i limiti strumentali per l'intercettazione di litologie ghiaioso sabbiose / sabbioso ghiaiose, solo per i terreni più profondi sono stati utilizzati i valori di V_s determinati con le prove Re.Mi., che hanno restituito valori elevati e tali da escluderne la potenziale liquefacibilità.

Una volta eseguita la stima alla liquefazione, è stato calcolato l'indice del potenziale di liquefazione medio (IL) per ogni zona interessata, ripartendolo all'interno di una delle seguenti 4 classi definite dalle "Linee Guida per la gestione del territorio in aree interessate da liquefazione (LQ). Versione 1.0":

IL	CLASSI
$0 < IL \leq 2$	Nulla- Basso
$2 < IL \leq 5$	Moderato
$5 < IL \leq 15$	Alto
$IL > 15$	Molto Alto

Infatti, la verifica è stata eseguita nel rispetto delle formulazioni contenute in tali linee guida e così sintetizzabili:

Il potenziale di liquefazione, IL, è definito dalla seguente relazione:

$$I_L = \int_0^{20} F(z) w(z) dz$$

in cui z è la profondità dal piano campagna in metri e, $w(z) = 10 - 0,5z$ Ad una data quota z il fattore $F(z)$ vale:

$$F = 1 - F_L \text{ se } F_L \leq 1,0$$

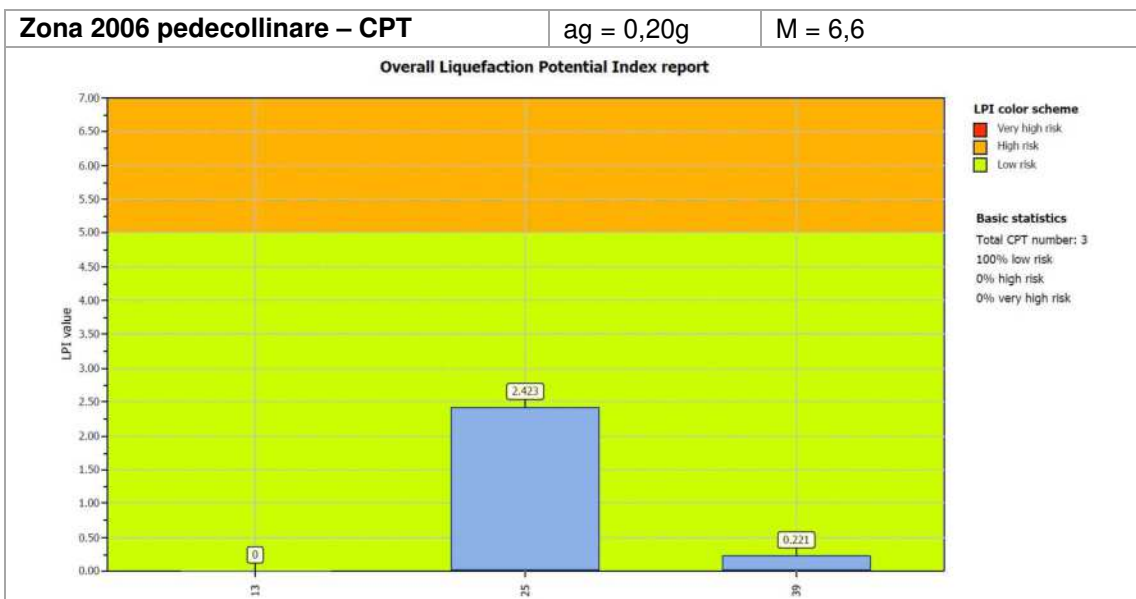
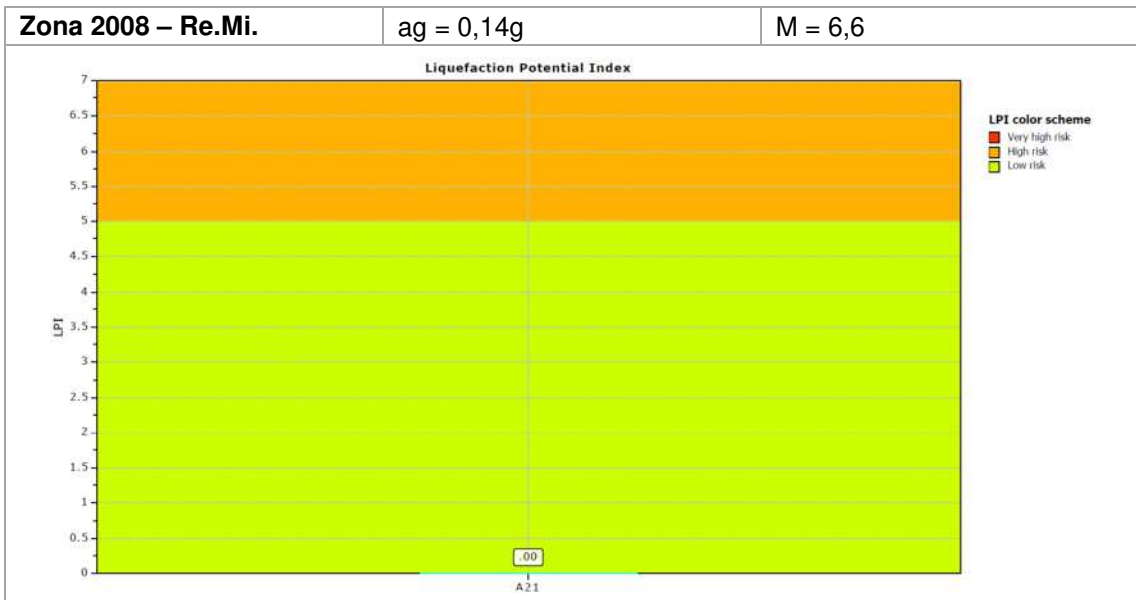
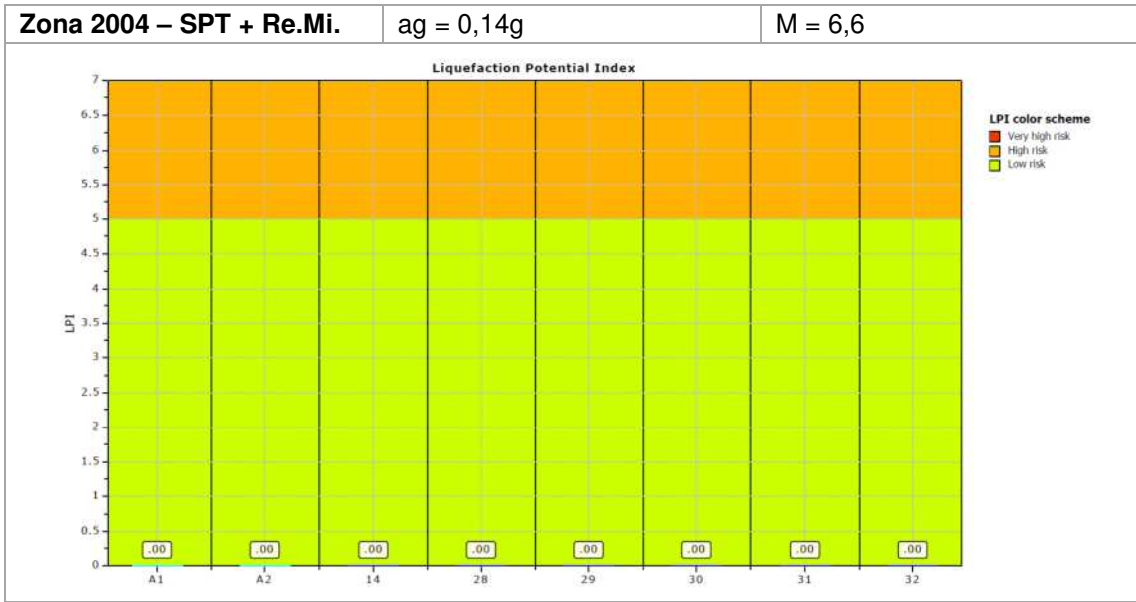
$$F = 0 \text{ se } F_L > 1,0$$

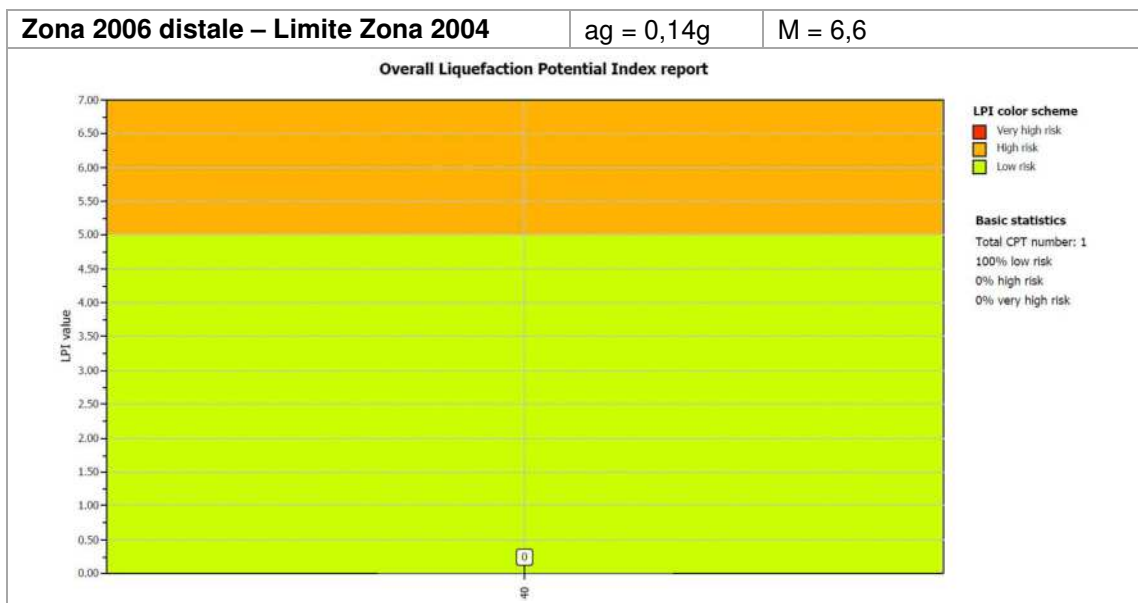
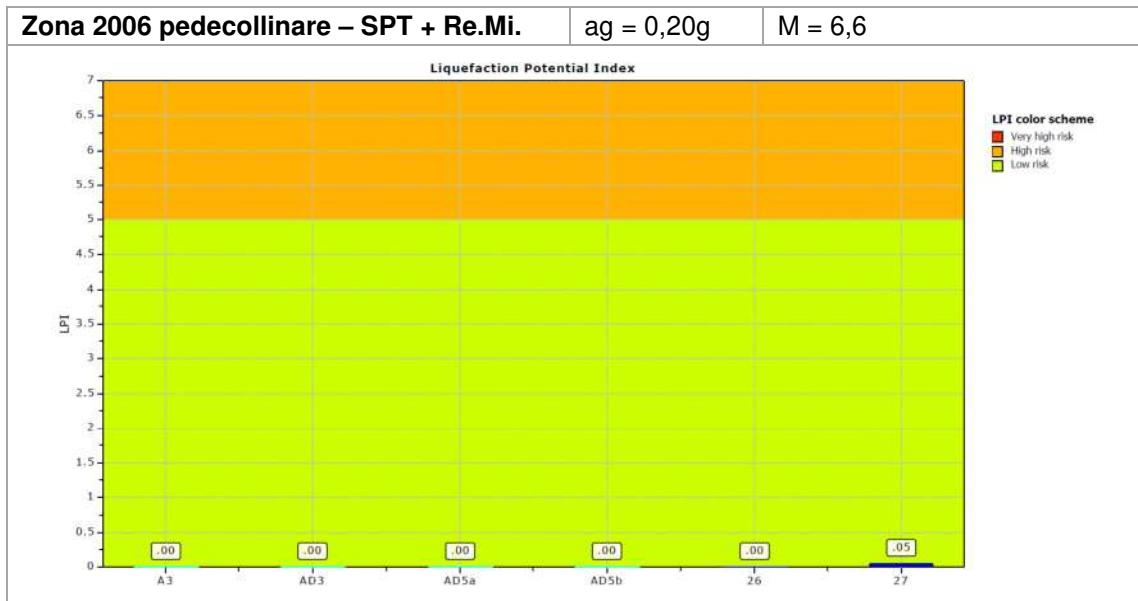
dove F_L è il fattore di sicurezza alla liquefazione alla quota considerata.

La formulazione di cui sopra, pur essendo coincidente con il metodo di Iwasaky et al. (1982), utilizzato nei software **Geologismiki**, ha considerato una classificazione del valore IL più definita, per cui i grafici seguenti non indicano la stessa suddivisione.

Si riportano di seguito i risultati ottenuti, con i relativi dati di input: le prove, numerate come nella "Carta delle indagini", sono riassunte nelle schede allegate a fine testo. Le stime hanno permesso di inserire tra le ZSLQ, parte della Zona 2006 e della 2009.

Non sono state quindi inserite Zone di Rispetto ZR_{LQ} , poiché il valore medio dell'indice del potenziale di liquefazione è risultato sempre inferiore a 15.





Si fa presente, tuttavia, che l'incertezza del potenziale di liquefazione è strettamente correlato alla variabilità laterale che contraddistingue i depositi alluvionali locali, caratterizzati da continue alternanze tra livelli sabbiosi e ghiaiosi.

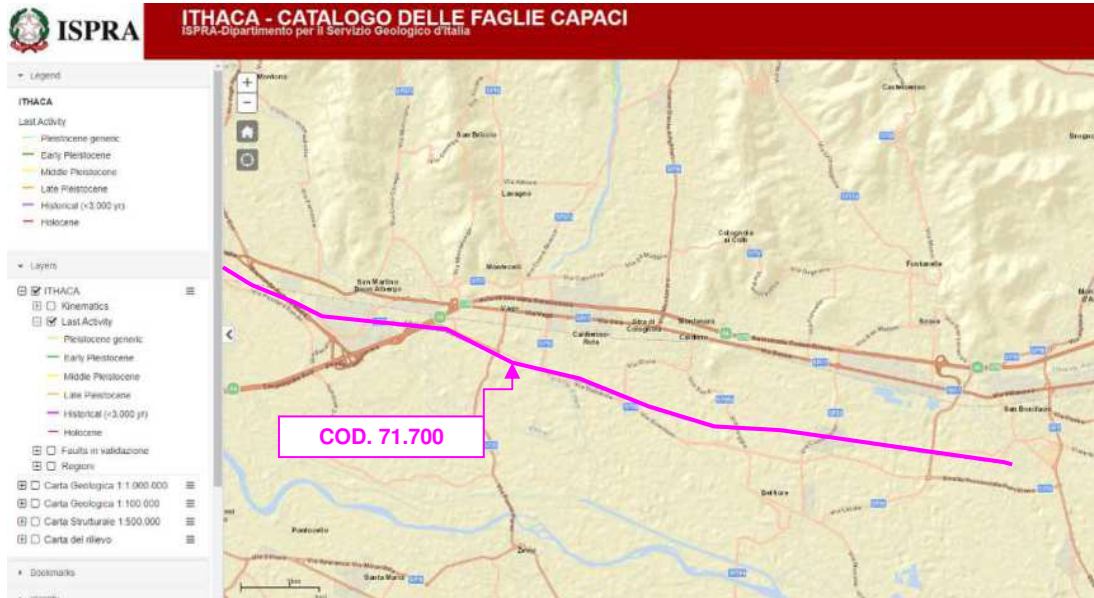
La differente distribuzione e percentuale di tali livelli sabbiosi / limoso sabbiosi nelle verticali indagate, può considerarsi il principale fattore influenzante il potenziale di liquefazione.

Pertanto, come da indicazione da NTC 2018, in previsione di interventi costruttivi / urbanistici di espansione, sarà compito del progettista verificare che il sito presso il quale è ubicato il manufatto, sia suscettibile o meno nei confronti della liquefazione; infatti, la verifica alla liquefazione dovrà essere eseguita per ogni opera, come da normativa vigente, ovviamente in caso di condizioni geologiche predisponenti e secondo la strategia di progettazione prevista.

Indicativamente, l'elaborazione della porzione Sud (Zone 2004, 2006 distale, 2008), caratterizzata da valori di PGA molto bassi, è stata eseguita anche applicando i valori massimi delle Zone Nord della Sezione D - D ($a_g = 0,20 \text{ g}$ – cfr. pag. 73) ottenendo, anche in questo caso, un risultato che **non** andrebbe a variare la suddivisione delle perimetrazioni riportate nelle carte di sintesi.

8.5 Modellazione numerica relativa alle faglie attive e capaci

Relativamente ai lineamenti tettonico - strutturali, la consultazione del Catalogo ITHACA ha permesso di ubicare all'interno del territorio comunale una presunta faglia attiva e capace, disposta indicativamente come nella figura riportata sotto e nella cartografia prodotta ai fini del presente studio di MS.



L'esatta ubicazione della faglia risulta alquanto incerta poiché non sono presenti, in superficie ed in corrispondenza di affioramenti del substrato geologico, indicatori morfologici in grado di accertarne la presenza.

Si rimanda al Capitolo 4 per una lettura descrittiva su tale presunto disturbo tettonico.

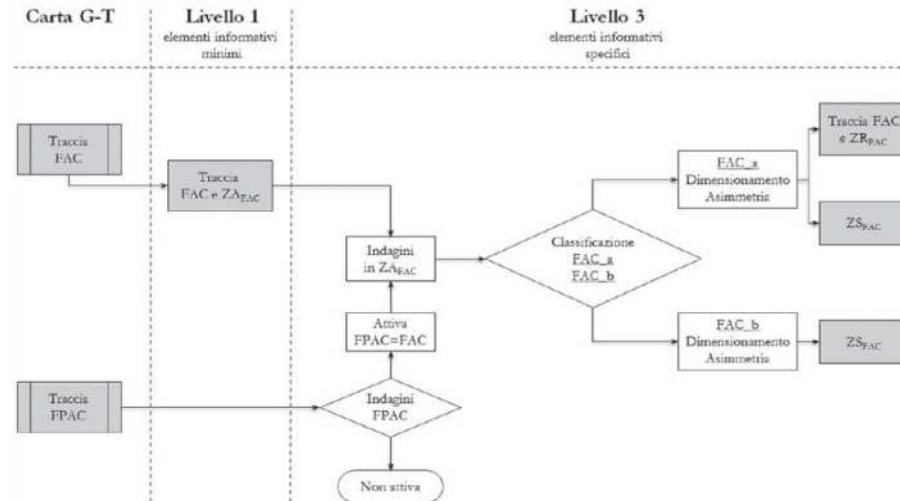
In accordo con quanto stabilito negli ICMS (Gruppo di lavoro MS, 2008), è considerata attiva una faglia che si è movimentata almeno una volta negli ultimi 40.000 anni (parte alta del Pleistocene superiore - Olocene) ed è considerata capace una faglia attiva che raggiunge la superficie topografica, producendo una frattura / dislocazione del terreno; questa definizione si riferisce al piano di rottura principale della faglia (piano su cui avviene la maggiore dislocazione).

Le FAC possono essere classificate in due categorie in funzione delle incertezze nella loro identificazione:

CATEGORIA (FAC_x)	DEFINIZIONE DELLA FAC_x	NOTE ESPLICATIVE
FAC_a	Certa e definita	Il piano di rottura principale e fenomeni cosismici ad essa collegati sono riconosciuti con certezza. In questa categoria sono comprese anche le strutture tettoniche secondarie e le zone di trasferimento tra segmenti distinti di una faglia attiva e capace.
FAC_b	Incerta	Gli elementi che compongono una faglia attiva e capace e i fenomeni cosismici collegati non sono cartografabili con certezza e/o dettaglio, per assenza di dati o perché non possono essere identificati (zone di trasferimento, gap, erosione, coperture, ecc.).

In particolare, secondo quanto riportato nel diagramma di flusso delle linee guida sulle faglie attive e capaci, le FPAC (Faglie Potenzialmente Attive Capaci) vengono riportate nella "Carta geologico tecnica" per la Microzonazione Sismica (CGT) nel Livello MS1, ma non nelle MOPS.

Nel Livello MS3, tali faglie verranno investigate con indagini appropriate al fine di identificarne l'eventuale attività negli ultimi 40.000 anni, oltre che definirne con certezza la geometria.



Nel caso in cui **almeno due** delle seguenti **condizioni preliminari** risultino verificate, è necessario condurre uno studio di dettaglio finalizzato all'individuazione dell'eventuale traccia superficiale di una faglia attiva e capace:

1. l'area oggetto di studi di MS ricade in area epicentrale di terremoti storici con $M_w > 5,5$ (cfr. CPTI11);
2. la letteratura scientifica disponibile già riporta la presenza di faglie all'interno di formazioni tardo - pleistoceniche - oloceniche;
3. sono segnalate evidenze di attività recente delle faglie rilevate sul campo da geologi, durante i rilievi geologico - tecnici per la stesura delle carte di MS.

Gli elementi generalmente indicativi dell'attività recente di una faglia sono di ordine sia geomorfologico (anomalie nelle forme del paesaggio, diversione di corsi d'acqua o di altri elementi lineari, scarpate di faglia) sia, ovviamente, tettonico (faglie che dislocano terreni tardo pleistocenici - olocenici).

Nel caso in esame, facendo riferimento all'elenco di cui sopra e riprendendo quanto esposto più ampiamente nei capitoli precedenti, si riassume quanto segue:

1. risulterebbe applicabile considerando la zonazione generale ZS9 mentre, secondo il recente DISS 3.3.0, le zone sismogeniche collegabili alle strutture pedemontane non intersecano il territorio in esame. Ad oggi, il Catalogo CPTI15 ha inserito l'epicentro di un terremoto nel territorio comunale, più a Nord rispetto all'ipotizzata faglia. Tale terremoto, con magnitudo $M_w = 4,41$, non era mai stato riportato nei DB precedenti (cfr. pag. 15);
2. il passaggio della presunta "Adige Line" è riportato solo in alcune carte, con approssimazione ed incertezza e, in altre, sono segnalati dei potenziali disturbi tettonici pedemontani, in posizione differente rispetto a questa. Nelle ultime pubblicazioni non viene più rappresentata e in ITHACA, pur essendo indicata come una faglia attiva e capace, essa rientra tra quelle "Unknown" e "not connected". Si ricorda che, in ITHACA, viene indicato che tale faglia è stata mappata alla **Scala 1:500.000**;
3. non ci sono indizi superficiali della recente attività sismica lungo la direttrice indicata nel Data Base ITHACA.

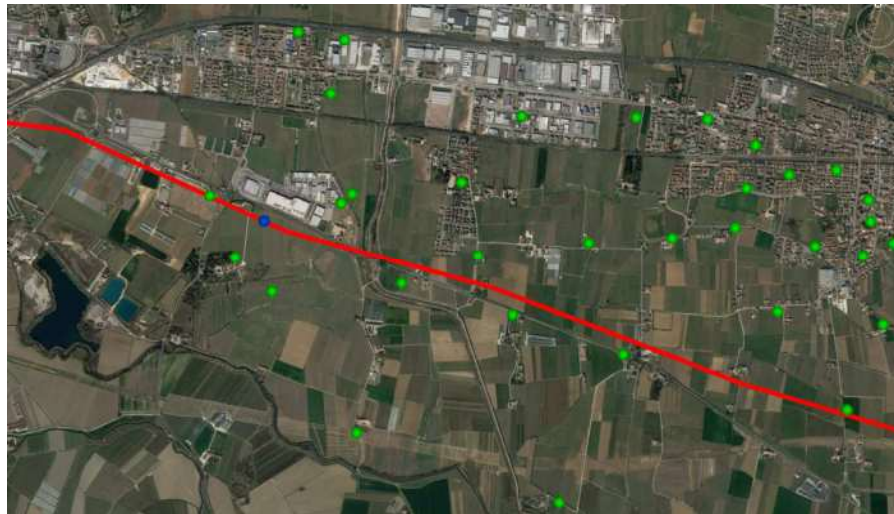
Dalle considerazioni sopra riportate, non è possibile, ad oggi, accertare ma, soprattutto, localizzare con precisione la presenza di una faglia attiva e capace di creare dislocazioni in superficie (si rimanda alle precedenti descrizioni in merito all'ipotetica FAC).

Tuttavia, dato il rischio sismico che una dislocazione tettonica può provocare in superficie, si è deciso di effettuare uno studio approfondito sulla propagazione della rottura per faglia all'interno dei depositi quaternari che caratterizzano il sottosuolo di Lavagno, attraverso una modellazione numerica con il codice di calcolo *FLAC 8.0* (Itasca, 2018) che interessa la faglia "Adige Line" indicata come nel DB ITHACA.

In merito a questo punto, la modellazione ha lo scopo di simulare l'evolversi della deformazione lungo un piano di faglia, valutando l'ampiezza dell'area deformata dall'eventuale fagliazione in superficie e la deviazione della traccia del piano di faglia reale dalla sua proiezione verticale.

Dal punto di vista geologico, **la traccia della faglia riportata in ITHACA** attraverserebbe (nel comune di Lavagno) aree con spessori di copertura maggiori di 100 m dal p.c., per cui la prima fase ha previsto la creazione di un modello sismostratigrafico rappresentativo dell'area: si è considerato, quindi, un modello bidimensionale orizzontale, esteso per circa 700 m e per oltre 100 m di profondità.

La base del modello rappresenta l'interfaccia con il bedrock sismico, la cui profondità è stata stimata dalle indagini geofisiche condotte lungo lo sviluppo del lineamento descritto da ITHACA; si fa presente che anche a San Martino Buon Albergo, sulla stessa ipotetica direttrice, sono state fatte sia indagini geofisiche di tipo sismico, sia di tipo elettrico, ed ulteriori altre indagini geofisiche di tipo sismico sono state realizzate ad Est, a Caldiero e tutte hanno restituito indicativamente gli stessi risultati (cfr. ubicazioni indagini nella figura sotto, collocate lungo l'Adige Line, solo per i comuni di Caldiero e Lavagno con, in blu, la prova geoelettrica).



Il comportamento geotecnico dei depositi è stato assimilato ad un modello costitutivo Mohr - Coulomb considerando un modello sismostratigrafico medio, rappresentativo della porzione di territorio interessata dal presunto passaggio della faglia.

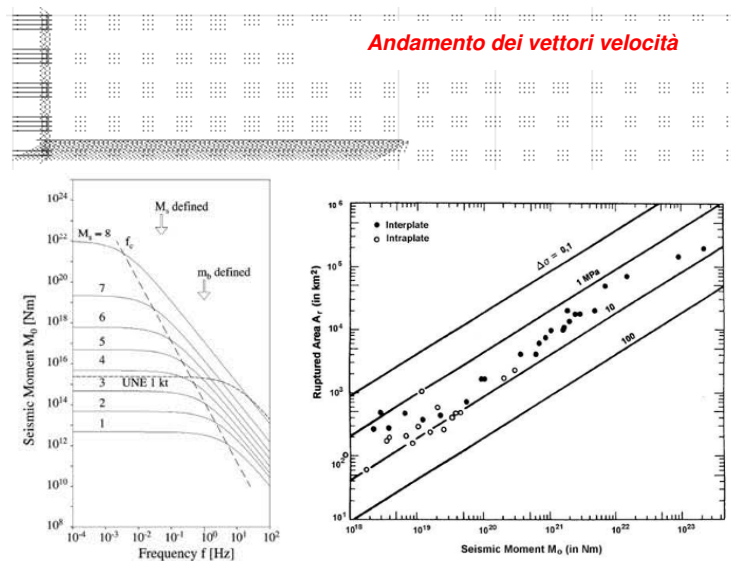
Visto che in tale porzione di territorio, la stratigrafia è caratterizzata dalla presenza superficiale di terreni fini argilloso limosi / limoso argillosi di spessore modesto e talora assenti (non considerati nella modellazione), sovrastanti prevalenti ghiaie sabbiose / sabbie ghiaiose più o meno addensate, intercalate da subordinati orizzonti fini, il modello è stato ricostruito integrando le prove lungo la linea, ed è stato così sintetizzato:

<i>Ghiaie sabbiose</i>	<i>Velocità Vs media della verticale</i>	≈ 400 m/s
	Angolo di resistenza al taglio θ	$\approx 35^\circ$
	Coesione	nulla

Relativamente alle condizioni al contorno, nella creazione del modello si è imposta una condizione di spostamento nullo in direzione orizzontale ai lati del modello e di spostamento nullo, sia lungo la verticale che l'orizzontale, alla base dello strato.

Dopo aver creato il modello, si è simulato lo spostamento lungo il piano di faglia: per la faglia in questione **non si hanno indicazioni relative al suo cinematisimo (cfr. ad es. ITHACA)** per cui, considerato il contesto tettonico in cui è inserito il comune e l'incertezza delle informazioni riguardanti tale potenziale lineamento, si è ipotizzata cautelativamente una faglia inversa con inclinazione di 45°.

Pertanto, si sono applicati dei vettori velocità al confine laterale e inferiore della porzione del modello dislocante. I vettori alla base si sono imposti paralleli al piano di faglia, mentre quelli laterali lungo la direzione orizzontale entrante (per simulare la compressione dovuta alla faglia inversa).



Riguardo all'ampiezza dei vettori in termini di velocità, essa è correlata al numero di *step* di calcolo che effettua il programma ed alla dislocazione tettonica massima che la faglia è in grado di produrre. Questo parametro è stato ottenuto a partire da alcune relazioni empiriche e grafiche, che correlano la magnitudo momento massima attesa nell'area, il momento sismico scalare, l'area di faglia e la rigidezza crostale.

Considerando per l'area di indagine una magnitudo momento massima di 6,6 M_w , una rigidezza di 30 GPa ed un momento sismico di 10^{18} , si è ricavato una dislocazione tettonica massima di circa 5 m. Imponendo tale spostamento ed un numero di *step* pari a 50.000, i vettori avrebbero un'ampiezza dell'ordine di 10^{-4} m/s.

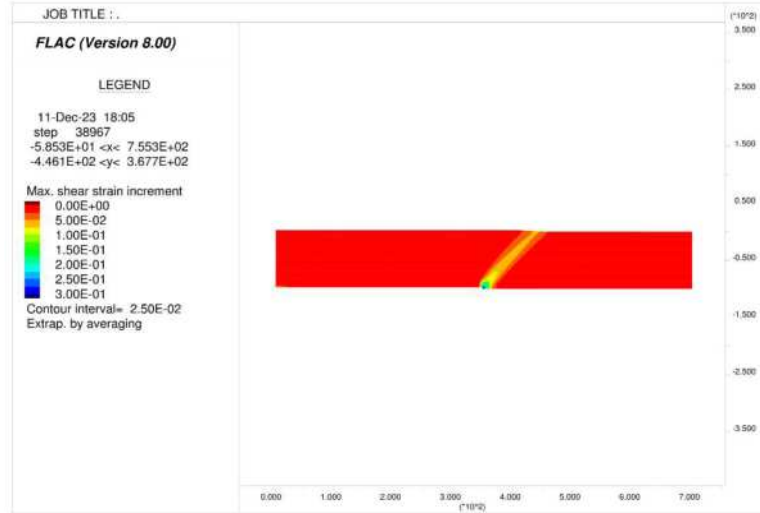
Nelle modellazioni effettuate, si è deciso di considerare il campo delle grandi deformazioni, che consente di poter modellare il movimento di ogni nodo della griglia e quindi simulare un comportamento non lineare del materiale.

Plottando lo *shear strain increment (ssi)* si può osservare l'andamento della *shear band*, ossia dell'area all'interno della quale il materiale subisce una deformazione di taglio. Tale deformazione inizia nel punto di intersezione del piano di faglia con l'interfaccia *bedrock* – terreno e si propaga verso la superficie.

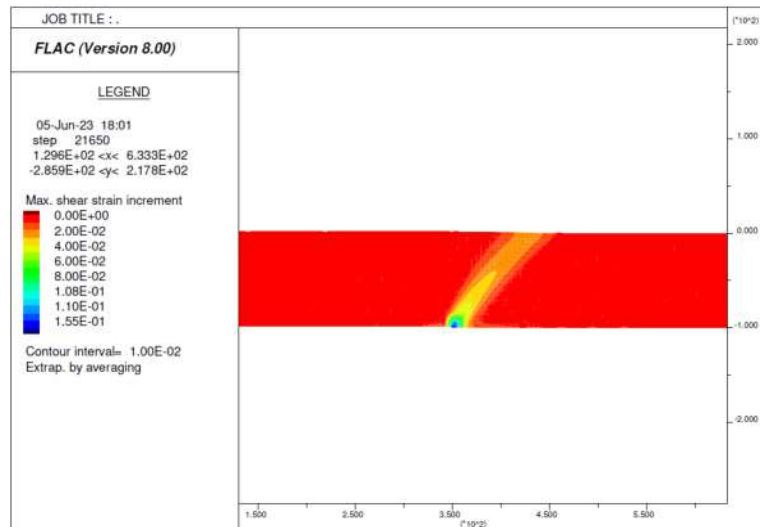
I risultati della modellazione effettuata riguardanti la propagazione della rottura della faglia inversa hanno prodotto i seguenti risultati:

- i massimi valori di deformazione si sono riscontrati fino a circa 50 - 70 m dal punto di rottura, in orizzontale.

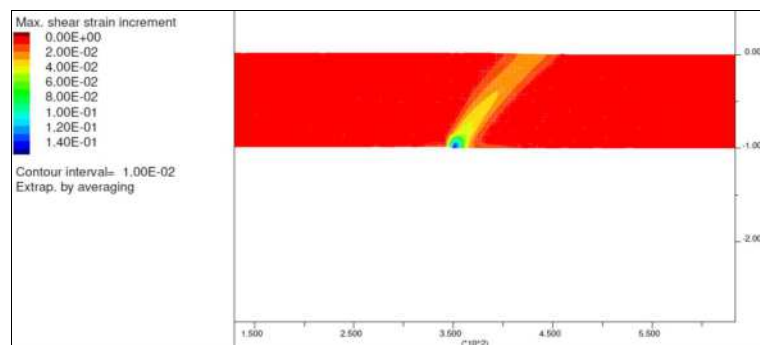
I valori di *strain* sono risultati di $3,00e-1$ nel punto di rottura e di $5,0e-2$ in prossimità della superficie dimostrando, quindi, una diminuzione di un ordine di grandezza. È ben evidente, infatti, che la maggior concentrazione di deformazione è localizzata a profondità massime di 70 - 80 m dal piano campagna locale, risultando attenuata in superficie.



I risultati ottenuti dagli scriventi adottando gli stessi metodi di verifica a Caldiero (ad Est) e a San Martino (ad Ovest), risultano essere ben confrontabili tra loro e con Lavagno, come si evince dalle modellazioni eseguite lungo tale ipotetica faglia.



Analisi eseguita nel Comune di Caldiero

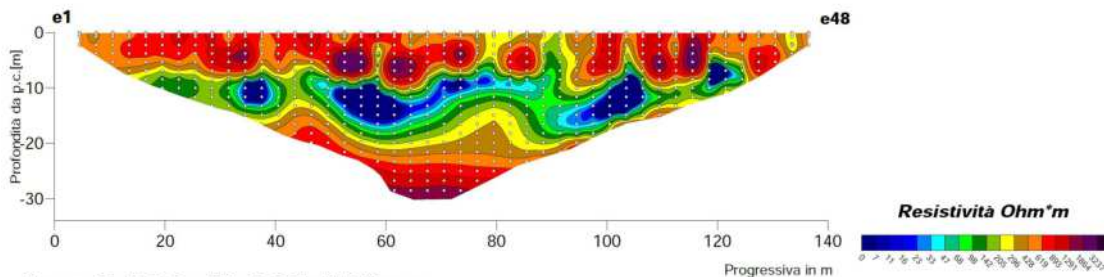


Analisi eseguita nel Comune di San Martino Buon Albergo

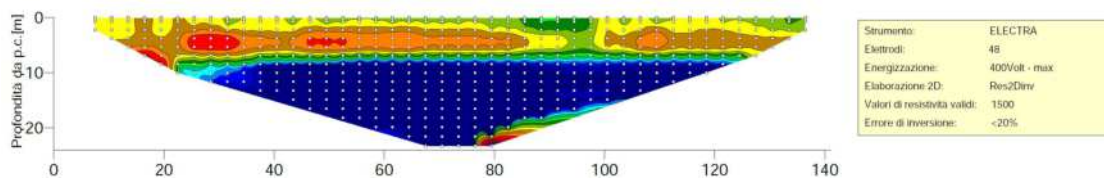
Per quanto riguarda invece la prospezione geoelettrica, essa è stata utilizzata allo scopo di ricostruire il modello di distribuzione della resistività elettrica nel sottosuolo e, quindi, valutare la presenza di contatti laterali nel sottosuolo tra materiali a composizione diversa.

Come è possibile notare nell'estratto a seguire, tutte le anomalie di resistività segnalate sono riconducibili ad effetti litologici locali e/o alla presenza di circolazione idrica e, comunque, non interessano i primi 2 - 3 m di profondità (per ubicazione linea cfr. "Carta delle indagini" e pagine precedenti).

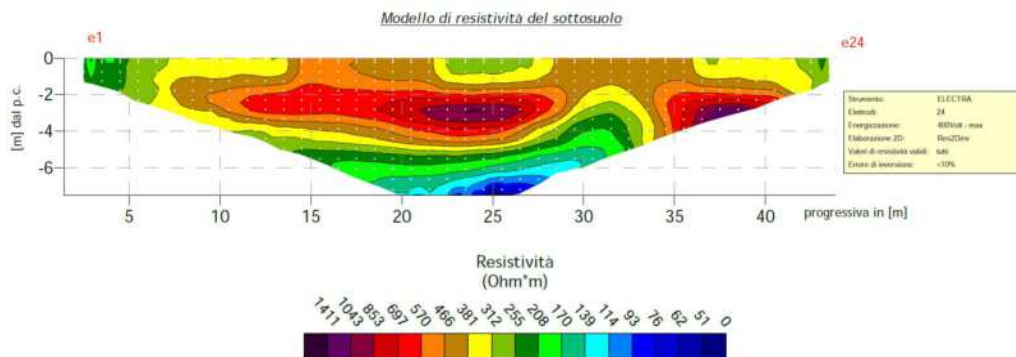
Tomografia Elettrica di Resistività: ELE-Dipolo-Dipolo



Tomografia Elettrica di Resistività: ELE-Wenner



Si noti come anche lo studio eseguito dagli scriventi a San Martino Buon Albergo, con la stessa tipologia di indagine, abbia restituito indicativamente lo stesso risultato.



In sostanza, dalle analisi fatte è possibile concludere quanto segue:

- 1 sulla base di rilievi condotti dallo scrivente, lungo il lineamento indicato nel Data Base ITHACA non sono stati riscontrati gli elementi che compongono una faglia attiva e capace ed i fenomeni cosismici ad essa collegati. Pertanto, non è possibile cartografare con precisione la faglia ipotizzata in tale Catalogo;
- 2 in merito alla potenziale capacità della faglia, i modelli effettuati hanno evidenziato che lo spessore elevato di depositi posti al di sopra del bedrock attenua le deformazioni attese, rendendo difficile la "capacità" della faglia.

Pertanto, si è ritenuto opportuno classificare tale lineamento come **non attivo** (da intendersi più propriamente come non capace di produrre deformazione in superficie), con ubicazione incerta.

9 PROPOSTA PER LE NORME TECNICHE OPERATIVE (NTO)

I capitoli precedenti hanno evidenziato chiaramente la complessità geologica del Comune di Lavagno che, visto in chiave sismica, dimostra una risposta locale che necessita di alcune importanti attenzioni.

Infatti, lo studio ha permesso di verificare localmente la presenza di amplificazioni più marcate di quanto stimabile dalla normativa e non correttamente quantificabili dal parametro $V_{s,30}$, poichè sono presenti delle potenziali situazioni di rischio, a causa dei forti contrasti di rigidità presenti nel sottosuolo e della marcata conformazione bidimensionale del sottosuolo stesso.

Nel presente capitolo viene quindi proposto un articolo di riferimento da inserire all'interno delle "Norme Tecniche Operative – NTO" del Comune di Lavagno, al fine di recepire e rendere operativo lo studio di Microzonazione Sismica di Livello 3.

Art. XX. Riduzione del rischio sismico

Lo studio di Microzonazione Sismica di Livello 3 identifica vari scenari di pericolosità sismica locale che concorrono alla definizione delle scelte di Piano.

Lo studio è parte integrante dello strumento urbanistico comunale e, nel caso di esecuzione di opere o di interventi specifici, non potrà e non dovrà in alcun modo sostituire le indagini e le elaborazioni puntuali esplicitamente previste dalle Norme Tecniche sulle Costruzioni vigenti e future.

Lo studio di Microzonazione Sismica di Livello 3 ha chiaramente evidenziato le criticità del territorio comunale per quanto riguarda l'amplificazione sismica locale, dimostrando che:

Lavagno è caratterizzato da valori amplificati del moto sismico di base che variano da 1,0 a circa 2,1, così descrivibili:

- si riscontrano importanti amplificazioni del moto sismico di base, sia per motivi stratigrafici che topografici e, molte volte, dalla combinazione di entrambi;
- i valori massimi di FA nei range di periodo 0,1 - 0,5 s e 0,4 - 0,8 s (sensibili ai contrasti più o meno superficiali), sono associati alle aree con depositi eluvio - colluviali e, soprattutto, in corrispondenza delle zone di bordo valle, dove gli spessori di copertura sono ridotti (i principali contrasti di impedenza sono a profondità minori di 30 m) e l'effetto di intrappolamento delle onde influisce maggiormente sull'amplificabilità del sito;
- al contrario, nelle zone di pianura della porzione Sud del territorio comunale ed in corrispondenza dei depositi ghiaiosi, si osserva un'inversione dei fattori rispetto a quanto detto sopra: i valori maggiori di amplificazione sono correlati al parametro FA (0,7 - 1,1 s) sensibile ai contrasti profondi (bedrock geofisico a profondità maggiori di 80 m dal p.c.);
- relativamente ai substrati rocciosi analizzati, i fattori di amplificazione più alti sono stati ricavati in corrispondenza dei periodi 0,1 - 0,5 s, dove è possibile osservare un aumento in corrispondenza delle sommità dei pendii, dovuto ad un effetto topografico di amplificazione del moto sismico per interferenza delle onde sismiche incidenti la superficie e per una loro focalizzazione sulla cima dei rilievi; per tale motivo, e sulla base del DTM, tali zone sono state suddivise in base al fattore di amplificazione calcolato.

Inoltre, l'analisi dei microtremori attraverso la tecnica H.V.S.R. ha consentito di stimare le frequenze di risonanza del sottosuolo che, dal punto di vista ingegneristico – strutturale, rappresenta un parametro fondamentale per una corretta progettazione sismica delle strutture (cfr. "Carta delle frequenze").

Per questo, in fase di progettazione, attraverso la consultazione dello studio di MS, si dovranno valutare le condizioni di amplificabilità / risonanza del sito, al fine di valutare la metodologia più appropriata per determinare l'azione sismica, ovvero:

- modellazioni numeriche di Risposta Sismica Locale;
- approccio semplificato da Categoria di Sottosuolo e Categoria Topografica.

La determinazione della velocità delle onde di taglio V_s , indispensabili per la ricostruzione del modello sismostratigrafico, dovrà essere fatta utilizzando appropriate indagini sismiche, in foro (cross - hole, down - hole, cono sismico) o in superficie (M.A.S.W., Re.Mi., ESAC, sismica a rifrazione).

Vista la complessità geologica locale, gli studi di compatibilità geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica da allegare ai piani urbanistici di ogni ordine, dovranno valutare opportunamente gli aspetti sismici, indipendentemente dalla zona in cui saranno realizzati, per verificare le indicazioni derivanti dallo studio generale.

Per tutte le opere ricadenti tra le “zone di attenzione per instabilità”, dovrà essere eseguito un Livello 3 di approfondimento con esecuzione di uno studio di Risposta Sismica Locale, a prescindere dalla Classe d'uso dell'opera, con valutazione quantitativa dei fenomeni di cedimenti e liquefazioni (potenziale di liquefazione).

Tale tipo di approfondimento dovrà essere eseguito anche per tutte le opere rilevanti e per tutte le opere strategiche (individuata con la Classe III e Classe IV ai sensi delle NTC 2018 - *costruzioni che prevedono affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali, al fine di ottimizzare le opere e gli eventuali interventi di mitigazione della pericolosità*) o ritenute tali, indipendentemente dal contesto in cui esse si sviluppano.

In generale, gli studi di MS hanno lo scopo di razionalizzare la conoscenza del territorio per chi deve pianificare gli interventi.

Ad ogni modo, alla luce di quanto sopra indicato, si ritiene opportuno che, in fase di progettazione, si tengano in debita considerazione gli spettri di risposta sismica locale elaborati per questo studio per le varie microzone.

Il Progettista, attraverso il confronto tra gli spettri proposti e quelli derivanti dall'utilizzo delle Categorie di Sottosuolo delle NTC 2018, valuterà se sia necessario o meno svolgere una analisi di RSL per l'intervento di progetto.

Per la progettazione dovranno essere comunque eseguite le indagini specifiche ritenute più opportune in relazione all'opera da realizzare, come previsto dalle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018); inoltre, la valutazione quantitativa dei fenomeni di liquefazione (potenziale di liquefazione) e degli effetti sismici di sito, dovrà essere eseguita in tutte le aree potenzialmente interessabili da tali fenomeni, indipendentemente dalle zone delimitate nel presente studio, e dovranno essere calcolati sulla scorta della strategia di progettazione adottata.

Escludendo le aree di frana “attive”, poiché classificate “non idonee” all'edificazione, per le frane “non attive” e considerate “idonee a condizione” dalla “Carta delle Fragilità” del P.A.T.I., dovranno essere verificati opportunamente i rapporti opera – terreno in relazione a tale condizione geomorfologica, come peraltro già previsto dalle norme tecniche comunali per tali aree.

Entrambe le frane dovranno essere opportunamente esaminate secondo i criteri della microzonazione, nel caso in cui si preveda l'inserimento di nuove aree edificabili.

Lo stesso discorso vale per la cavità sepolta, della quale non si conosce la morfologia e l'andamento, che dovrà essere adeguatamente verificata.

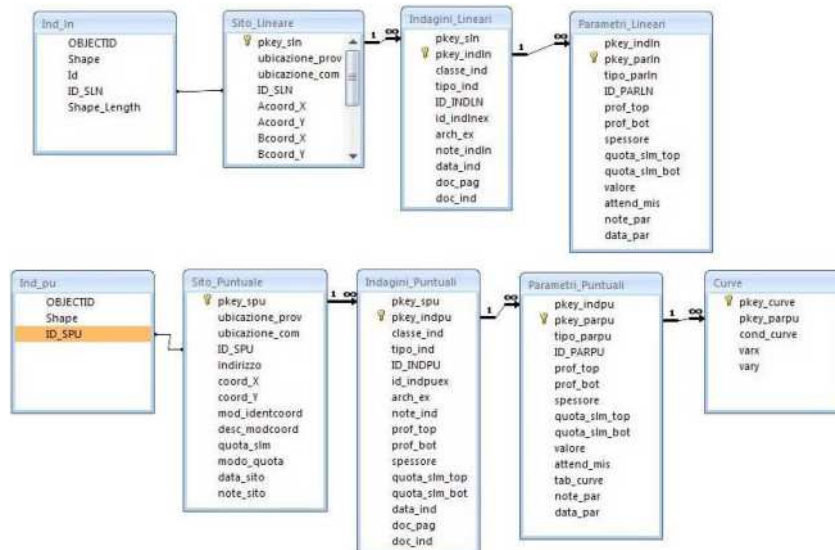
10 RESTITUZIONE CARTOGRAFICA E CREAZIONE BASI INFORMATIVE

L'analisi di Microzonazione Sismica ha prodotto informazioni che sono state cartografate secondo le indicazioni previste dalle linee guida emanate dalla Protezione Civile Nazionale.

I *layers* informativi prodotti sono stati organizzati secondo la banca dati geografica definita dagli “Standard di rappresentazione e archiviazione informatica” - versione 4.2 - emanati dalla “Commissione tecnica per il monitoraggio degli studi di microzonazione sismica” nell’ottobre 2013. Tali standard definiscono le specifiche tecniche per la redazione in ambiente GIS degli elaborati cartografici della MS.

Per quanto riguarda la **rappresentazione cartografica**, anch’essa è stata realizzata utilizzando le vestiture previste dagli “Standard di rappresentazione e archiviazione informatica” - versione 4.2.

Il contenuto informativo della “Carta delle indagini” si esplica attraverso la relazione tra gli *shapefile* (*Ind_pu* e *Ind_In*) e le tabelle ad essi collegate, appositamente strutturate per archiviare i dati alfanumerici dei siti, delle indagini e dei parametri delle indagini.



Relazione fra tabelle e shapefiles
 (Figura 2.1-1 “Standard di Rappresentazione e archiviazione informatica” - versione 4.0b)

Lo *shapefile* *Ind_pu* rappresenta la primitiva puntuale che posiziona spazialmente il relativo punto d’indagine, identificato univocamente nel campo ID_SPU; quest’ultimo costituisce la chiave di collegamento (join) alla tabella **Sito_Puntuale**, destinata all’archiviazione dei parametri di georeferenziazione dei punti d’indagine.

La tabella **Indagini_Puntuale** descrive le tipologie d’indagine eseguite e le informazioni necessarie alla tracciabilità, mediante collegamento esterno con la relativa documentazione in formato pdf. Infine, nella tabella **Parametri_Puntuale** sono archiviati i parametri associati alle prove descritte nella tabella *Indagini_Puntuale*.

Lo *shapefile* *Ind_In* costituisce la primitiva lineare che posiziona spazialmente le indagini lineari, identificati univocamente nel campo ID_SLN; quest’ultimo rappresenta la chiave di collegamento alla tabella **Sito_Lineare**, nella quale vengono archiviate le codifiche del tracciato. La tabella **Indagini_Lineari** definisce la tipologia d’indagine eseguita e le informazioni necessarie alla sua tracciabilità, tramite un collegamento esterno con la documentazione corrispondente, in formato pdf.

Infine, la tabella **Parametri_Lineari** contiene i parametri definiti dalle prove descritte nella tabella **Indagini_Lineari**.

Il contenuto informativo riportato nella “Carta delle frequenze” è definito dal campo VALORE della tabella **Parametri_Puntuali**, dove viene specificato il valore della frequenza di risonanza espresso in Hertz (Hz) nell’intervallo compreso tra 0,1 Hz e 20 Hz. La restituzione grafica dei valori di frequenza si ispira a quanto proposto per la “Carta delle frequenze” di risonanza negli “STANDARD DI RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA E ARCHIVIAZIONE INFORMATICA. SPECIFICHE TECNICHE PER LA REDAZIONE DEGLI ELABORATI CARTOGRAFICI ED INFORMATICI RELATIVI AL PRIMO LIVELLO DELLE ATTIVITÀ DI MICROZONAZIONE SISMICA – Versione 1.2” (2012) della Regione Abruzzo.

Visti i risultati ottenuti dall’interpretazione delle H.V.S.R., nella “Carta delle frequenze” sono stati riportati i valori di F_{max} e le relative ampiezze.

Le suddette tabelle sono state compilate e archiviate nel database di Access **Cdi_tabelle.mdb** contenuto, assieme agli *shapefile* Ind_pu e Ind_In, nella cartella Indagini.

La “Carta geologico tecnica” e la “Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica” sono state realizzate in formato vettoriale e rappresentano le informazioni contenute nelle cartelle GeoTec ed MS1; invece, le carte di microzonazione sono state realizzate con quanto contenuto nella cartella MS23.

La cartella **GeoTec** contiene i seguenti *layers* informativi.

Nome file	Tipo <i>shapefile</i>	Descrizione
Elineari	Lineare	Elementi lineari (escluse le isobate)
Epuntuali	Puntuale	Elementi puntuali geologici
Geoidr	Puntuale	Elementi puntuali geologici e idrogeologici
Geotec	Poligonale	Unità geologico tecniche
Forme	Poligonale	Forme morfologiche

Nella cartella **MS1** sono invece contenuti i seguenti *shapefile*.

Nome file	Tipo <i>shapefile</i>	Descrizione
Stab	Poligonale	Zone stabili suscettibili di amplificazione locale
Instab	Poligonale	Zone instabili

Nella cartella **MS23** sono contenuti i seguenti *shapefile*.

Nome file	Tipo <i>shapefile</i>	Descrizione
Stab	Poligonale	Zone stabili suscettibili di amplificazione locale
Instab	Poligonale	Zone instabili

Tutti gli spetti di risposta elastici calcolati sono stati salvati nella cartella “MS23 / Spettri” della struttura di archiviazione dei file.

In particolare, secondo gli Standard, è necessario fornire, per ogni terna di fattori di amplificazione, lo spettro medio risultante.

Pertanto, nella cartella “MS23 / Spettri”, si riportano n. 13 file .txt contenenti gli spettri medi ottenuti dall’elaborazione numerica dei n. 7 accelerogrammi di input nominati con un codice progressivo (LavagnoPSAO01.txt, LavagnoPSAO013.txt).

Quindi, dal punto di vista operativo, un professionista che necessita di recuperare lo spettro relativo ad una determinata area del Comune di Lavagno dovrà:

- 1. Aprire lo shp stab/instab e vedere in quale poligono ricade l'area di interesse**
- 2. Aprire la tabella degli attributi dello shp e leggere il nome dello spettro associato al poligono di interesse (es. CaldieroPSAO02);**
- 3. Andare nella cartella "Spettri" e cercare la cartella con il nome suddetto: al suo interno troverà lo spettro elastico medio e i n.7 spettri ottenuti dalla modellazione.**

La cartografia di base utilizzata per l'elaborazione dello studio è la C.T.R. del Veneto, le cui coordinate piane sono espresse nel formato **WGS84 UTM33N**, integrata con gli aggiornamenti derivanti dai piani urbanistici locali.

Infine, secondo quanto riportato nella Versione degli Standard 4.2, è stato necessario inserire nella "Carta delle Indagini", una serie di punti baricentrici dei poligoni riportati nello **shp Stab**, indicanti la stratigrafia rappresentativa della zona MOPS di appartenenza.

Ogni punto, inoltre, è stato archiviato nel software SoftMS e vi è stato associato un file .pdf riportante una descrizione dettagliata delle aree omogenee dal punto di vista sismico che costituiscono il Comune di Lavagno.

11 BIBLIOGRAFIA

- ✚ A. Viganò, G. Bressan, G. Ranalli, S. Martin (2008) – Focal mechanism inversion in the Giudicarie – Lessini seismotectonic region (Southern Alps, Italy): Insight on tectonic stress and strain.
- ✚ Autorità di Bacino Nazionale dell'Adige – Piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico. Bacino dell'Adige. Regione Veneto.
- ✚ Brammerini F., Di Pasquale G., Naso G., Severino M. (2008) – Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica – Parti I e II – Gruppo di lavoro "Indirizzi e criteri generali per la microzonazione sismica" del Dipartimento della Protezione Civile.
- ✚ Carta Geologica d'Italia – Foglio n. 49 "Verona" alla Scala 1:100.000.
- ✚ Castellaro S., Albarello D. (2011). Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Ingegneria sismica, pp. 32 – 62.
- ✚ Castellaro S., Mulargia F., Bianconi L. (2005). Passive Seismic Stratigraphy: A new efficient, fast and economic technique. Geologia tecnica & ambiente, pp. 77 – 102.
- ✚ CERI Centro di ricerca "Previsione, Prevenzione e Controllo dei Rischi Geologici" (2004) – La microzonazione sismica. Metodi, esperienze e normativa.
- ✚ Chopra L. (1995). Dynamic of Structures: theory and applications to earthquake engineering. Prentice Hall International Series in Civil Engineering and Engineering Mechanics. Prentice – Hall.
- ✚ C.N.R. (1981) – Carta tettonica delle Alpi Meridionali alla Scala 1:20.000
- ✚ Dal Prà et al. (1997) – Carta Idrogeologica dell'Alta Pianura Veronese Orientale.
- ✚ Dey A. and Morrison H.F. (1979) – Resistivity modelling for arbitrary shaped two-dimensional structures. Geophysical Prospecting, 27, 1020-1036.
- ✚ F. Galadini, P. Galli, A. Cittadini, B. Gioiaccio (2001) – Late Quaternary fault movements in the Mt. Baldo – Lessini Mts. Sector of the Southalpine area (northern Italy).
- ✚ Fabiani R. (1913) - I bacini dell'Alpone, del Tramigna e del Progno d'Illasi nei Lessini medi: geologia, morfologia, idrografia e carta della permeabilità delle rocce", Venezia Premiate Officine Grafiche di Carlo Ferrari.
- ✚ Facciorusso J. et al. (2012) – Microzonazione Sismica – Uno strumento consolidato per la riduzione del rischio – L'esperienza della Regione Emilia – Romagna – a cura del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia – Romagna.
- ✚ Geotomo Software, Res2DinvX64 ver. 4.01 (2012) – Rapid 2-D Resistivity & IP inversion using the least - squares method.
- ✚ Ghosh B.; Madabhushi S. P. G. (2003). A numerical investigation into effects of single and multiple frequency earthquake input motion. Soil Dyn. Earthquake Eng., 23(8), 691 – 704.
- ✚ Gruppo di lavoro MPS (2004) – Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'OPCM 3274 del 20 Marzo 2003. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano – Roma.
- ✚ Iervolino I., Galasso C., Cosenza E. (2009) - REXEL: computer aided record selection for code - based seismic structural analysis – Bulletin of Earthquake Engineering, 8: 339 – 362.
- ✚ Itasca (2011). FLAC Fast Lagrangian Analysis of Continua. V.7.0. User's Manual.
- ✚ Kuhlmeyer R. L.; Lysmer J. (1969). Finite Element Method Accuracy for Wave Propagation Problems. J. Soil Mech. and Found. Div., ASCE, 99(5), 421 – 427.
- ✚ Lanzo G., Pagliaroli A., D'Elia B. (2003). Numerical study on the frequency - dependent viscous damping in dynamic response analyses of ground. In Latini & Brebbia (eds), Earthquake Resistant Engineering Structures, WIT Press, Southampton, Boston, pp. 315 - 324.
- ✚ Lanzo G., Pagliaroli A., D'Elia B. (2004a). Influenza della modellazione di Rayleigh dello smorzamento viscoso nelle analisi di risposta sismica locale. Atti XI Congresso Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia", Genova, Italia, 25 - 29 Gennaio
- ✚ Lanzo G., Silvestri F. (1999) – Risposta Sismica Locale. Hevelius Ed.
- ✚ Loke M.H. and Barker R.D. (1996) – Practical techniques for 3D resistivity surveys and data inversion. Geophysical Prospecting, 44, pp. 499 - 523.
- ✚ Loke M.H., Barker R.D. (1996) – Rapid lest-square inversion of apparent resistivity pseudosections by a quasi-Newton method., Geophysical Prospecting, 44, pp. 131 – 152.
- ✚ Louie, J. N. (2001). Faster, better: shear-wave velocity to 100 meters depth from refraction microtremor arrays, Bull. Seism. Soc. Am., 91, 347 – 364.
- ✚ M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi, 2011. DBM11, la versione 2011 del Database Macrosismico Italiano. Milano, Bologna, a.
- ✚ Meneghel M. (1987) – Sedimenti simili a Loess nella zona di Caldiero.
- ✚ Mucciarelli M. (2011) – Tecniche speditive per la stima dell'amplificazione sismica e della dinamica degli edifici – Progetto ricerca 2007PTRC4C – Aracne editrice.
- ✚ Mucciarelli M. e Gallipoli M.R. (2001) – A critical review of 10 Years of microtremor H.V.S.R. technique – Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata, 42, P. 255 – 266.
- ✚ Mucciarelli M. e Gallipoli M.R. (2006) – Comparison between Vs30 and other estimates of site amplification in Italy – Conf. Eartq. Eng. and Seismol., Ginevra, 3 - 8 Sept. no 270.
- ✚ Panizza M., Slejko D. et al. (1981) – Modello sismotettonico dell'area fra il Lago di Garda e il Monte Grappa.
- ✚ Rota M., Zuccolo E., Taverna L., Corigliano M., Lai C.G., Penna A. (2012) – "Mesozonation of the Italian territory for the definition of real spectrum-compatible accelerograms", in stampa sul Bulletin of Earthquake Engineering.
- ✚ Giancarlo Scardia, Andrea Festa, Giovanni Monegato, Roberta Pini, Sergio Rogledi, Fabrizio Tremolada, and Fabrizio Galadini (2014). Evidence for late Alpine tectonics in the Lake Garda area (northern Italy) and seismogenic implications
- ✚ SESAME Project (2005) – "Site Effects Assessment Using Ambient Excitations".
- ✚ Silvester P.P. and Ferrari R.L. (1990) – Finite elements for electrical engineers (2nd ed) Cambridge University Press.
- ✚ Slejko D. et al (1987) – Modello sismotettonico dell'Italia Nord – Orientale. C.N.R.
- ✚ Sorbini et al (1984) – Geologia e geomorfologia di una porzione della pianura a Sud Est di Verona – Memorie del museo civico di storia naturale di Verona.
- ✚ Spallarossa D. e Barani S. (2007) – Report, Disaggregazione della Pericolosità Sismica in Termini di M - R - ε – Progetto DPC - INGV S1, <http://esse1.mi.ingv.it/d14.html>.

12 ALLEGATI

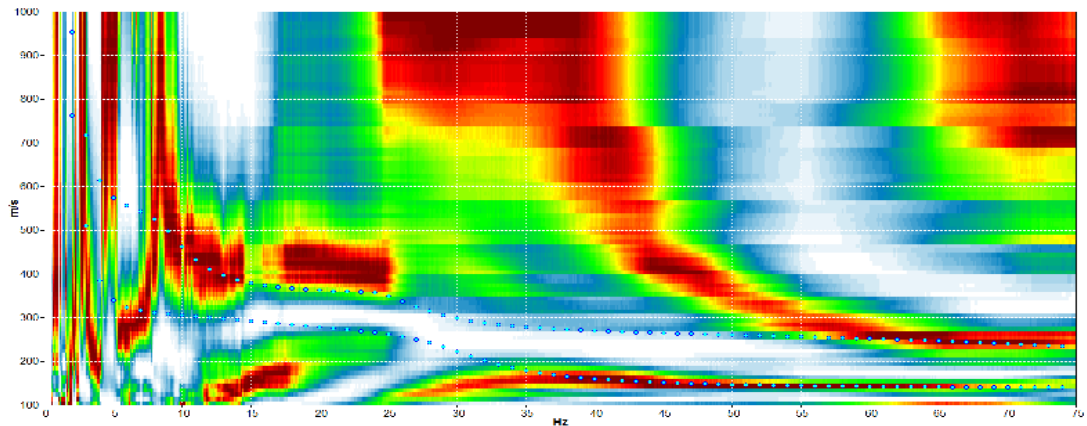
AL TESTO	FUORI TESTO
Schede delle indagini	Carta delle indagini. Scala 1:10.000
	Carta geologico – tecnica. Scala 1:10.000
	Carta delle frequenze. Scala 1:10.000
	Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica. Scala 1:10.000
	Carta di microzonazione sismica FA 0,1 - 0,5 s – Livello 3. Scala 1:10.000
	Carta di microzonazione sismica FA 0,4 - 0,8 s – Livello 3. Scala 1:10.000
	Carta di microzonazione sismica FA 0,7 - 1,1 s – Livello 3. Scala 1:10.000
	Carta della pericolosità sismica locale. Scala 1:10.000
	CD contenente i file pdf dello studio e le basi informative

SCHEDE
DELLE MISURE IN ARRAY DI TIPO RE.MI.

MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

A1

Spettro delle velocità misurate



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	A1	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,40782
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	40,7 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,13143
LUNGHEZZA STENDIMENTO	45 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,40821
ANNO DI MISURA	2015	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,13148

UBICAZIONE Re.Mi.



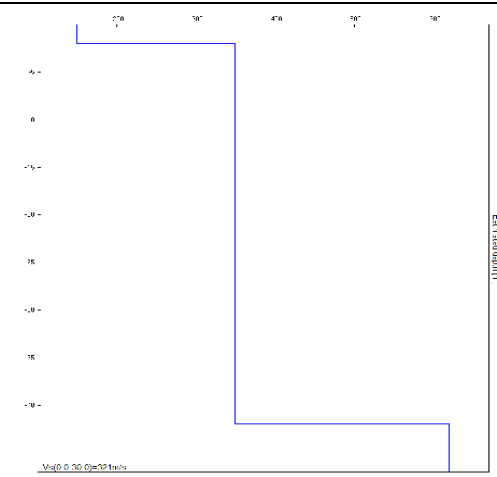
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



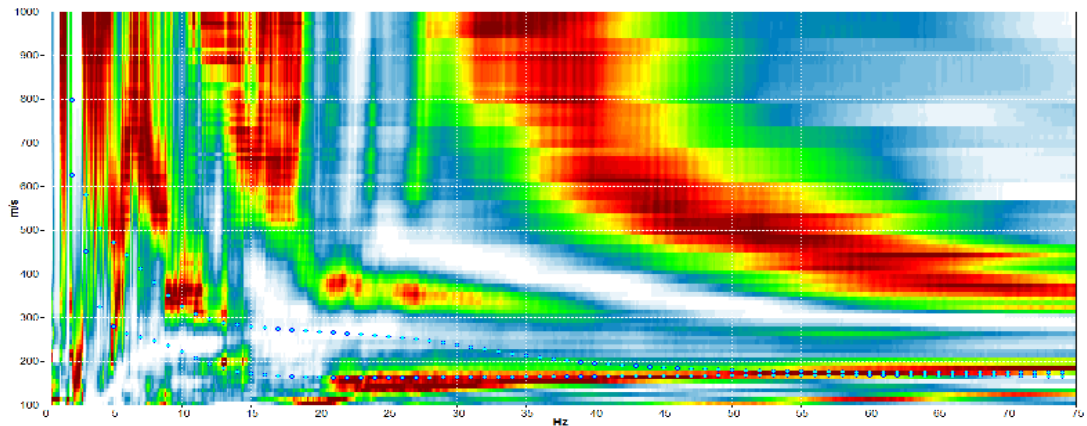
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

A2

Spettro delle velocità misurate



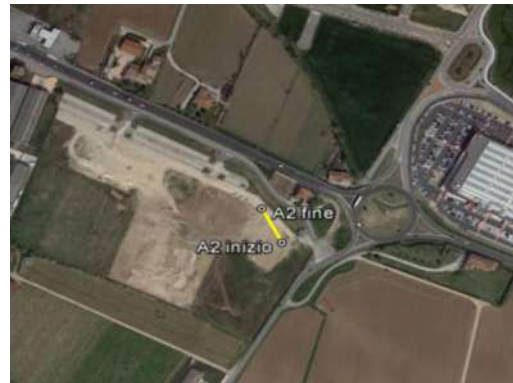
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	A2	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,41142
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	42 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,12972
LUNGHEZZA STENDIMENTO	45 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,41181
ANNO DI MISURA	2015	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,12939

UBICAZIONE Re.Mi.



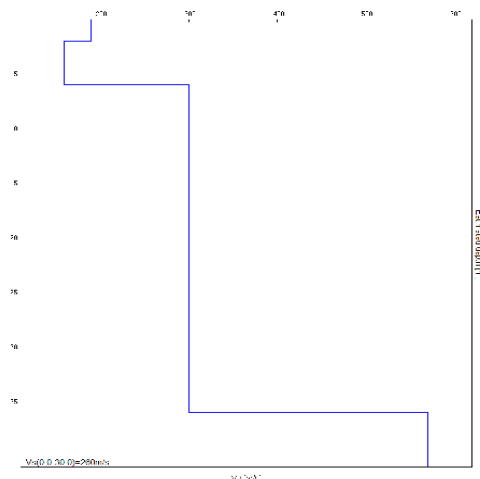
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



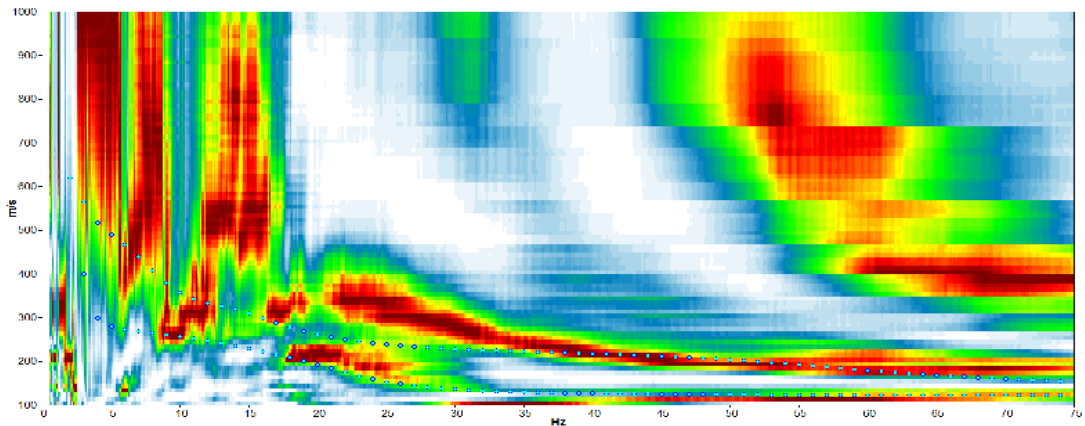
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

A3

Spettro delle velocità misurate



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	A3	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,42132
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	47 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,13629
LUNGHEZZA STENDIMENTO	30 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,42130
ANNO DI MISURA	2015	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,13671

UBICAZIONE Re.Mi.



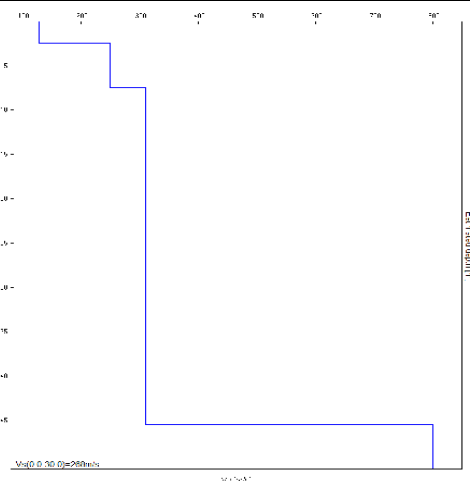
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



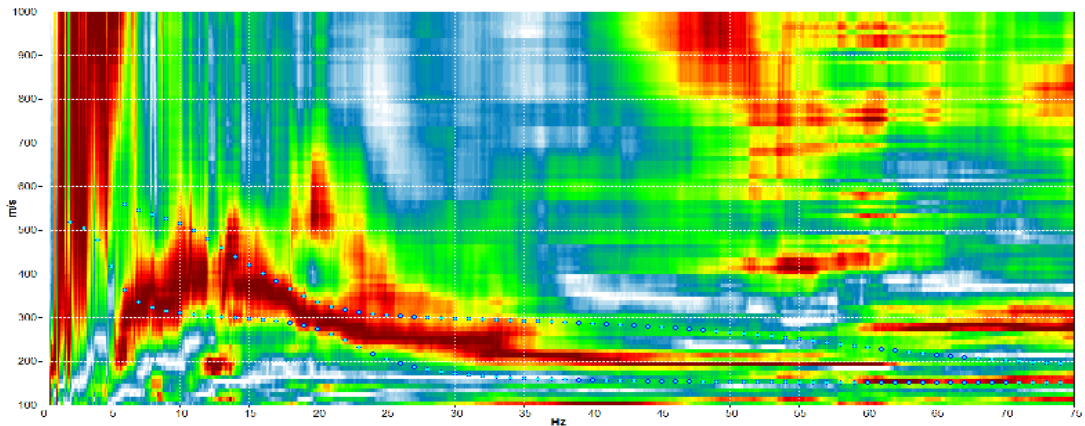
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

A4

Spettro delle velocità misurate



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	A4	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,43208
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	59 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,14471
LUNGHEZZA STENDIMENTO	45 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,43172
ANNO DI MISURA	2015	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,14441

UBICAZIONE Re.Mi.



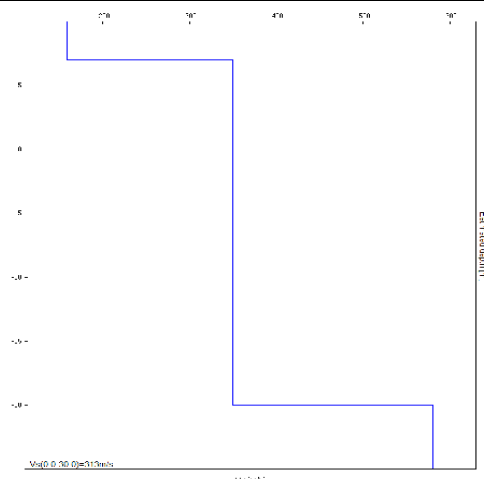
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.

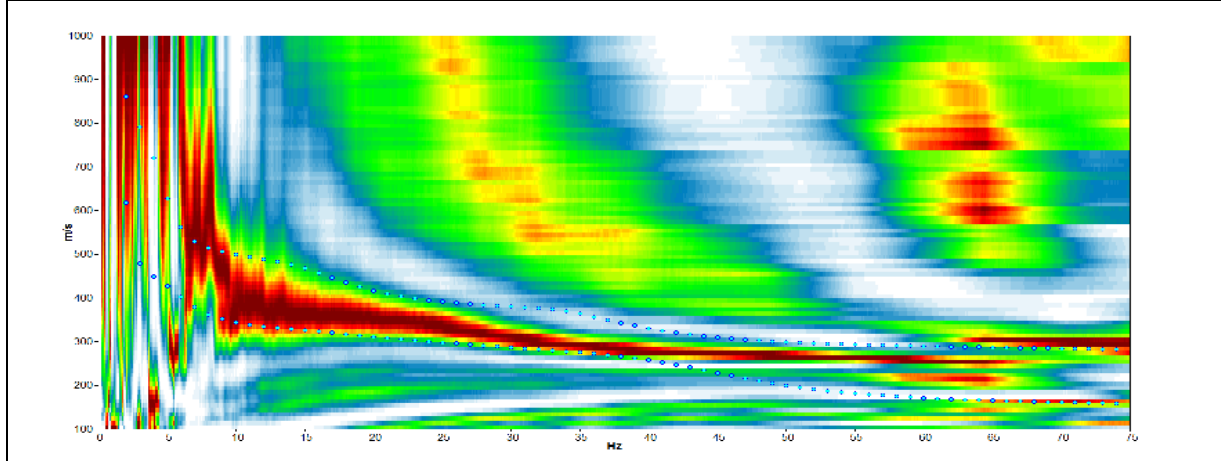


PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)	A5
--	-----------

Spettro delle velocità misurate



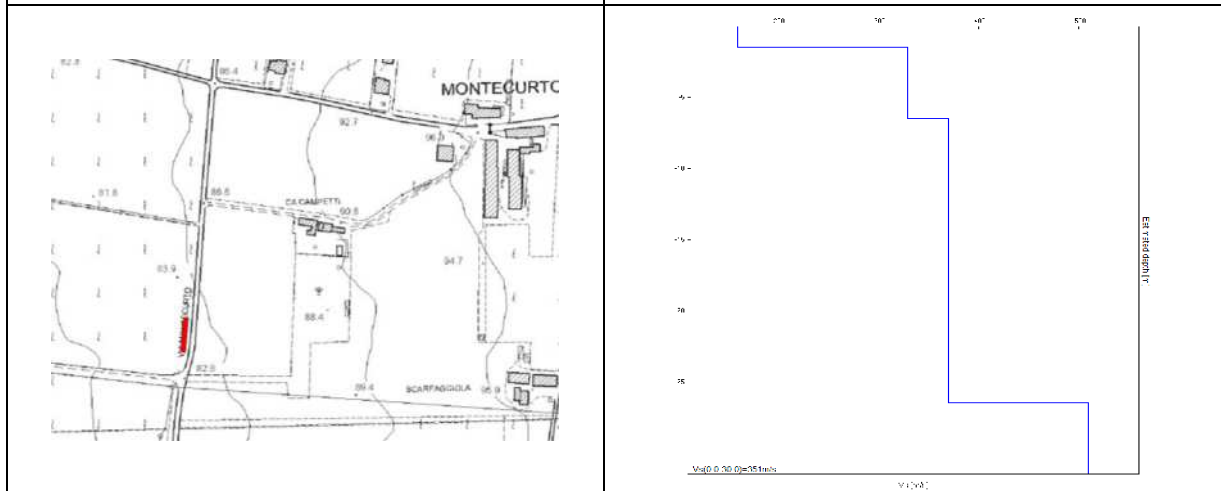
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	A5	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,45043
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	84 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,14301
LUNGHEZZA STENDIMENTO	45 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,45001
ANNO DI MISURA	2015	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,14293

UBICAZIONE Re.Mi.	ORTOFOTO
--------------------------	-----------------



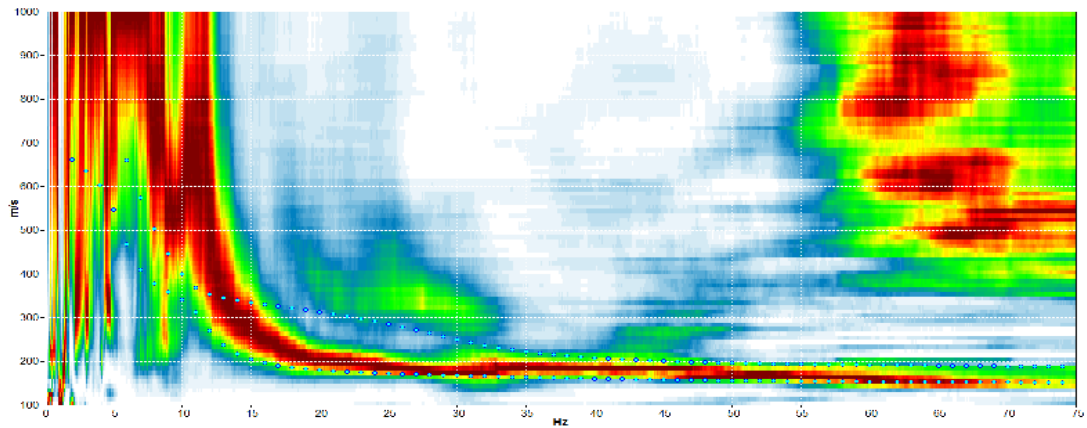
ESTRATTO C.T.R.	PROFILO SISMICO VELOCITA' V_s – PROFONDITA'
------------------------	---



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

A6

Spettro delle velocità misurate



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	A6	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,45878
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	89 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,14589
LUNGHEZZA STENDIMENTO	45 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,45848
ANNO DI MISURA	2015	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,14626

UBICAZIONE Re.Mi.



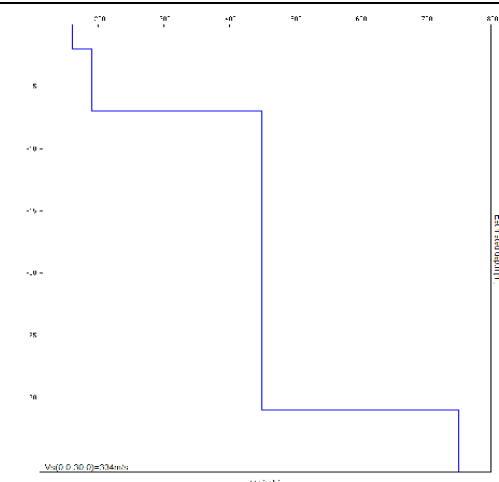
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



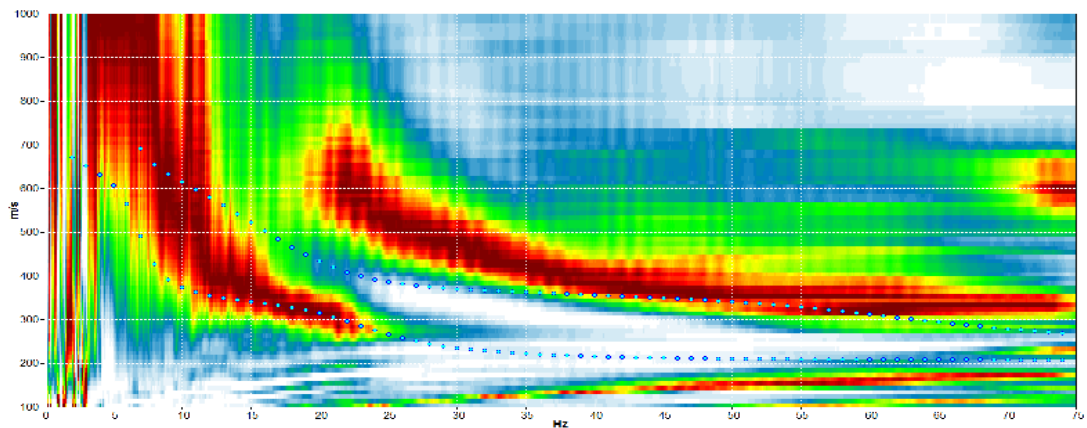
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

A7

Spettro delle velocità misurate



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	A7	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,45042
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	194 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,12320
LUNGHEZZA STENDIMENTO	45 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,45075
ANNO DI MISURA	2015	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,12300

UBICAZIONE Re.Mi.



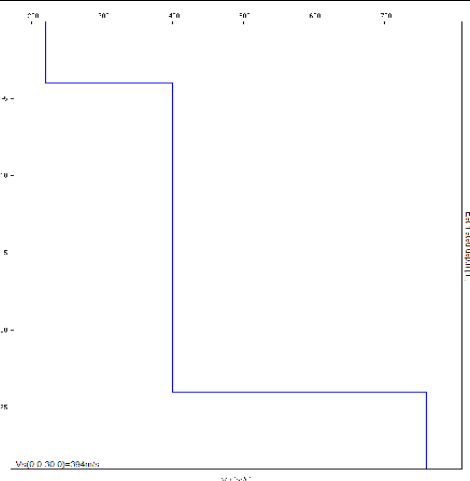
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



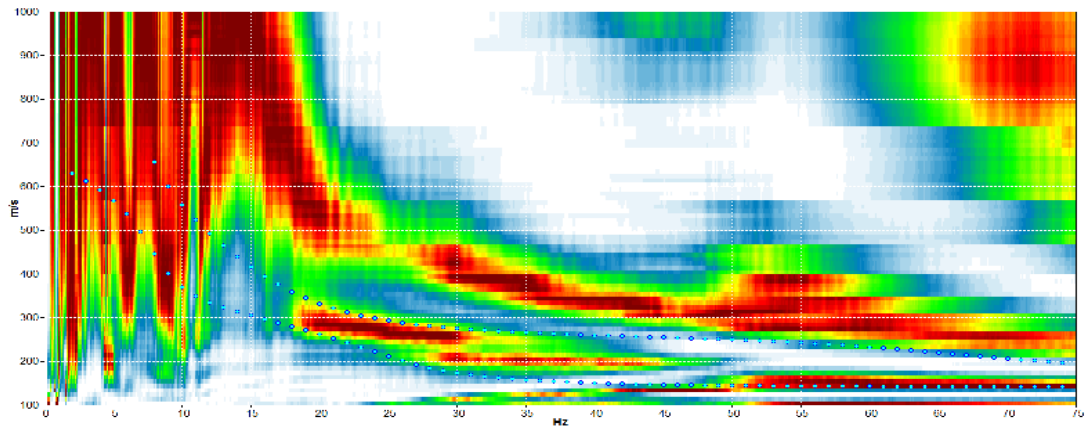
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

A8

Spettro delle velocità misurate



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	A8	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,45217
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	195 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,12177
LUNGHEZZA STENDIMENTO	45 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,45180
ANNO DI MISURA	2015	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,12201

UBICAZIONE Re.Mi.



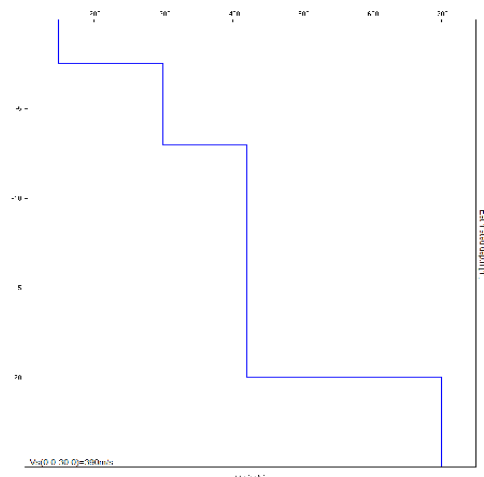
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



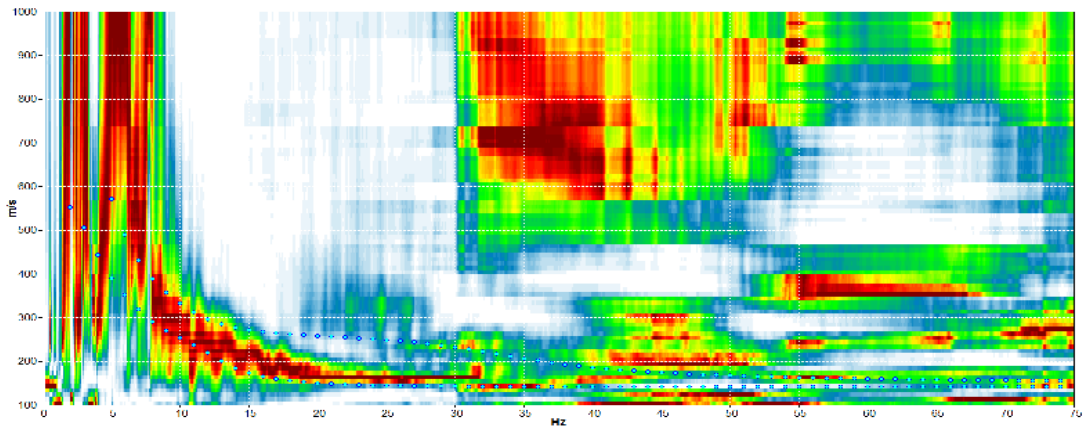
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

A9

Spettro delle velocità misurate



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	A9	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,44726
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	233 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,12218
LUNGHEZZA STENDIMENTO	45 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,44770
ANNO DI MISURA	2015	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,12221

UBICAZIONE Re.Mi.



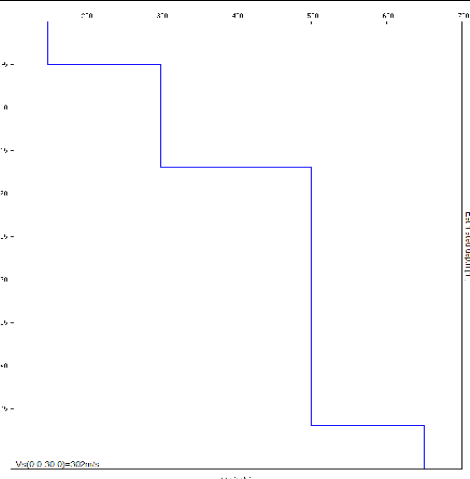
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



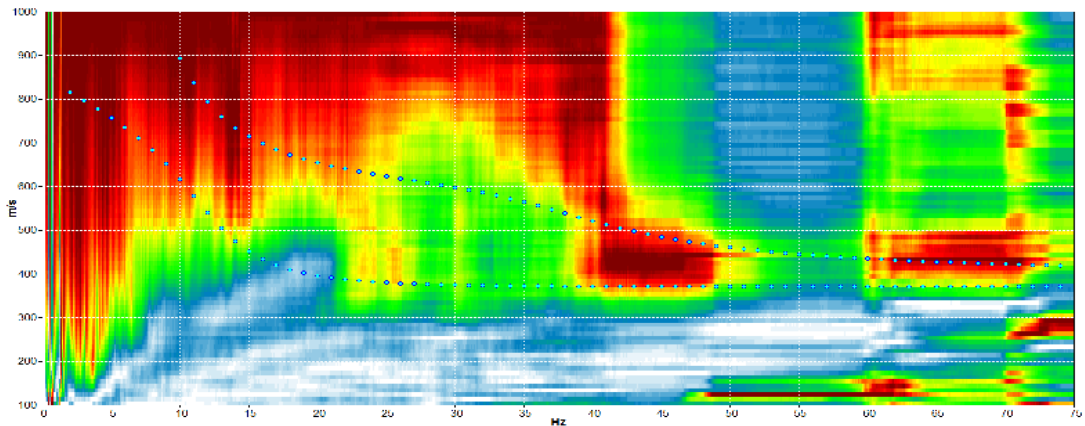
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

A10

Spettro delle velocità misurate



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	A10	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,45781
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	216 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,11897
LUNGHEZZA STENDIMENTO	30 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,45752
ANNO DI MISURA	2015	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,11891

UBICAZIONE Re.Mi.



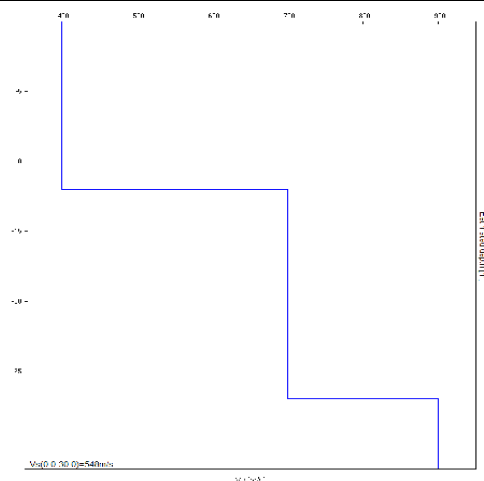
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



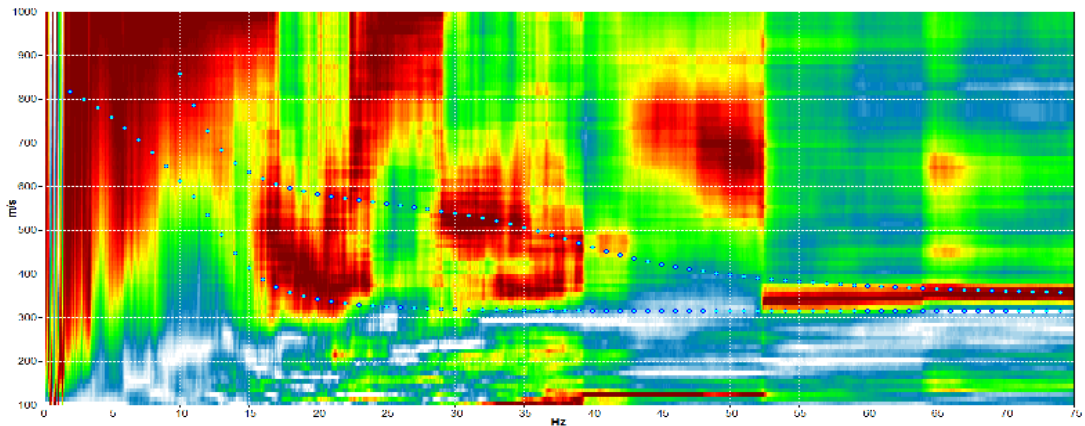
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

A11

Spettro delle velocità misurate



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	A11	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,47005
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	290 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,11624
LUNGHEZZA STENDIMENTO	45 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,46961
ANNO DI MISURA	2015	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,11638

UBICAZIONE Re.Mi.



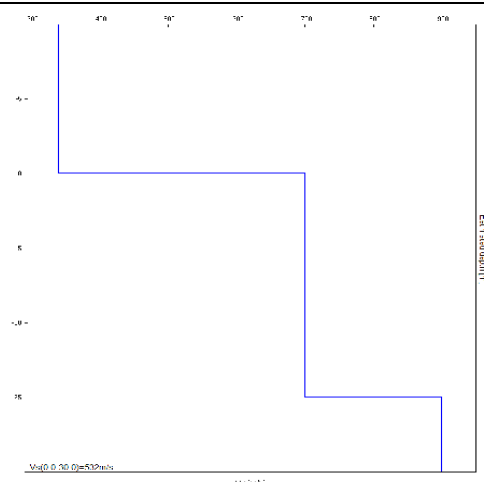
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



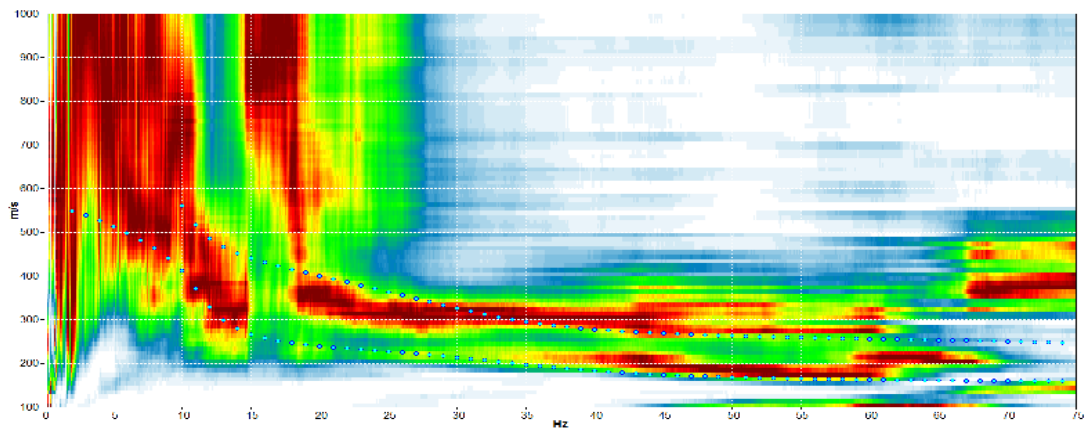
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

A12

Spettro delle velocità misurate



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	A12	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,42586
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	75 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,12228
LUNGHEZZA STENDIMENTO	45 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,42609
ANNO DI MISURA	2015	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,12180

UBICAZIONE Re.Mi.



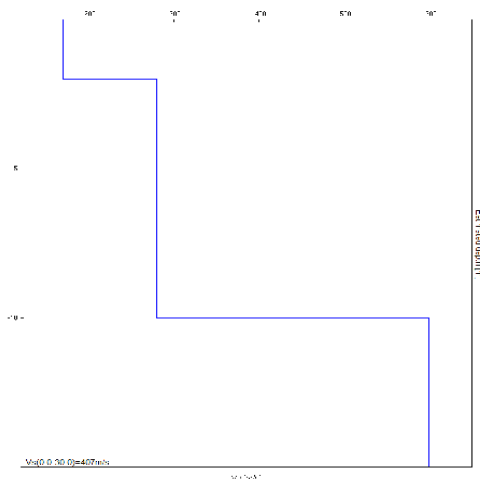
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



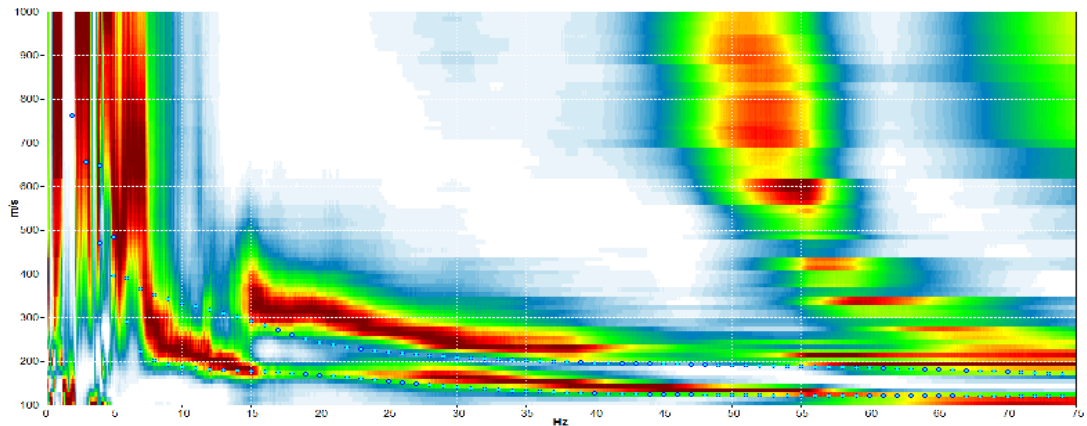
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

A13

Spettro delle velocità misurate



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	A13	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,42518
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	46 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,12614
LUNGHEZZA STENDIMENTO	45 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,42558
ANNO DI MISURA	2015	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,12615

UBICAZIONE Re.Mi.



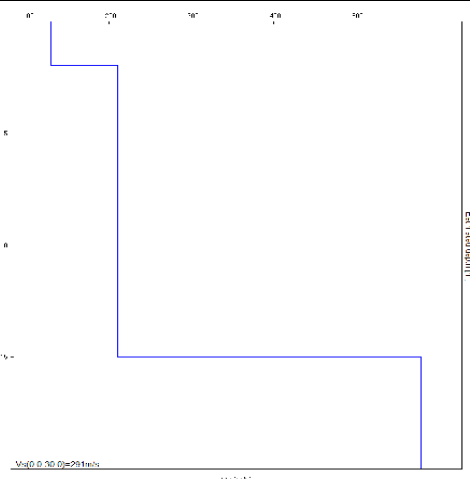
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



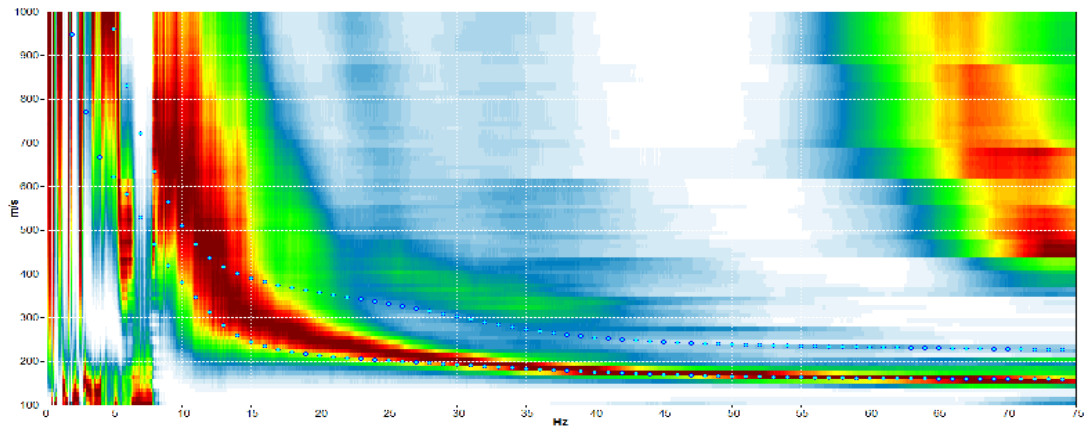
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_s – PROFONDITA'



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

A14

Spettro delle velocità misurate



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	A14	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,44192
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	70 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,13018
LUNGHEZZA STENDIMENTO	45 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,44234
ANNO DI MISURA	2015	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,13021

UBICAZIONE Re.Mi.



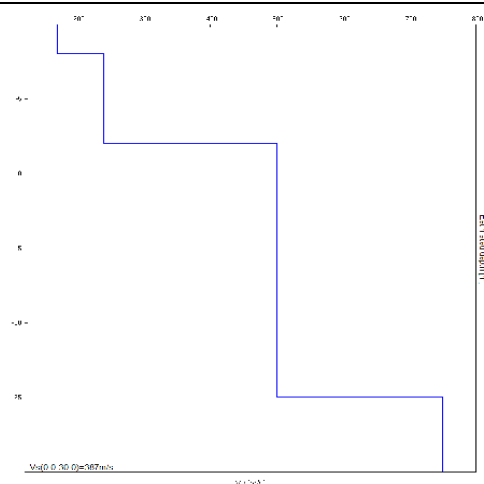
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



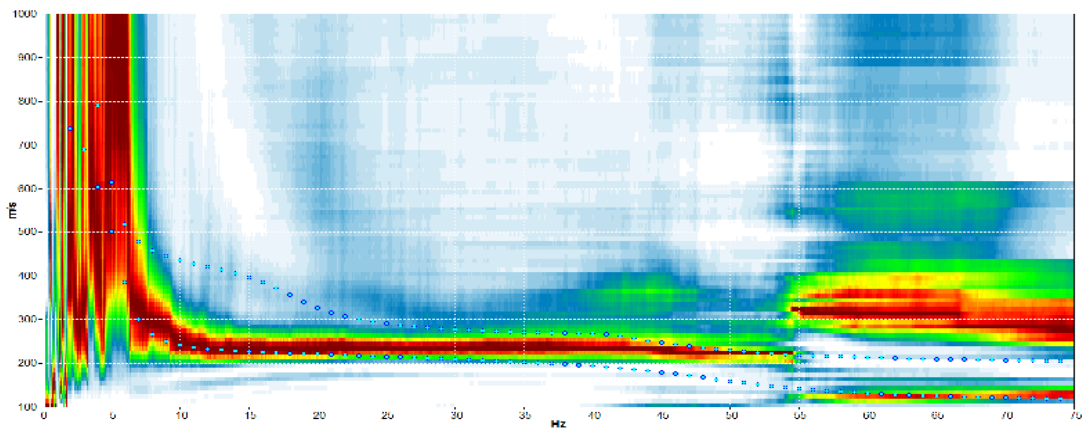
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_s – PROFONDITA'



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

A15

Spettro delle velocità misurate



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	A15	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,46381
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	92 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,12886
LUNGHEZZA STENDIMENTO	45 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,46341
ANNO DI MISURA	2015	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,12879

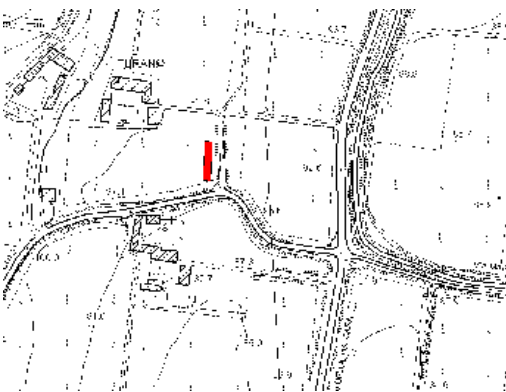
UBICAZIONE Re.Mi.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



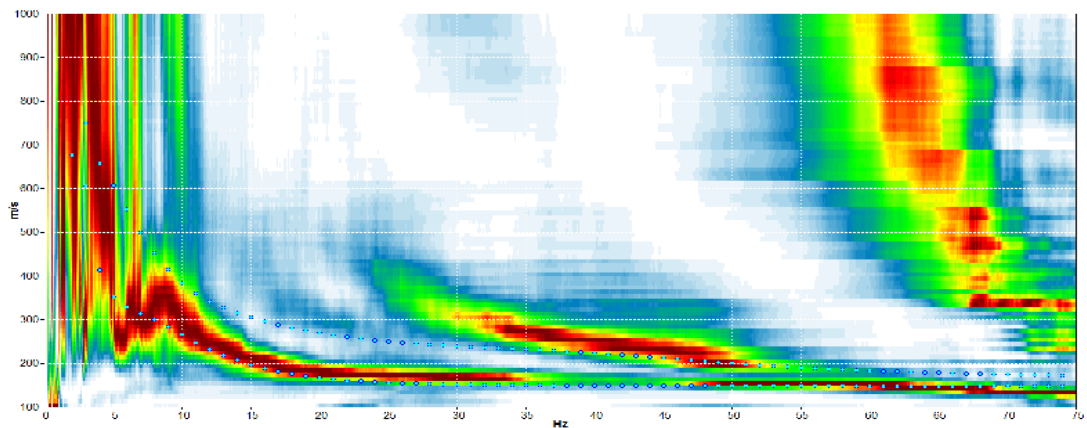
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

A16

Spettro delle velocità misurate



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	A16	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,44837
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	70 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,13185
LUNGHEZZA STENDIMENTO	45 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,44877
ANNO DI MISURA	2015	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,13199

UBICAZIONE Re.Mi.



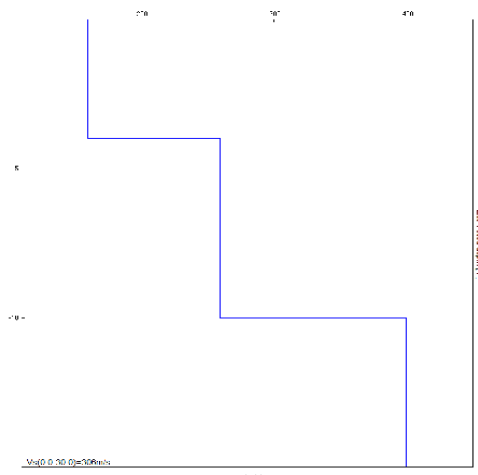
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



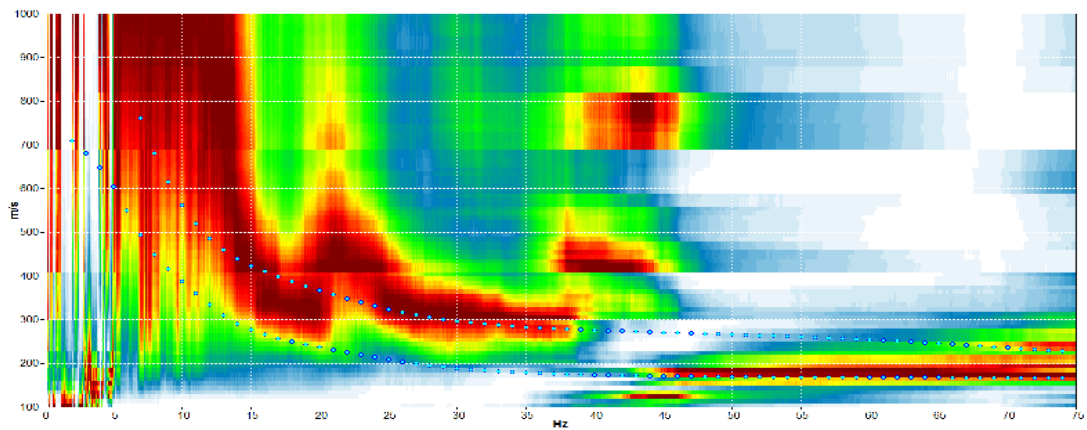
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

A17

Spettro delle velocità misurate



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	A17	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,43190
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	74 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,13433
LUNGHEZZA STENDIMENTO	30 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,43163
ANNO DI MISURA	2015	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,13428

UBICAZIONE Re.Mi.



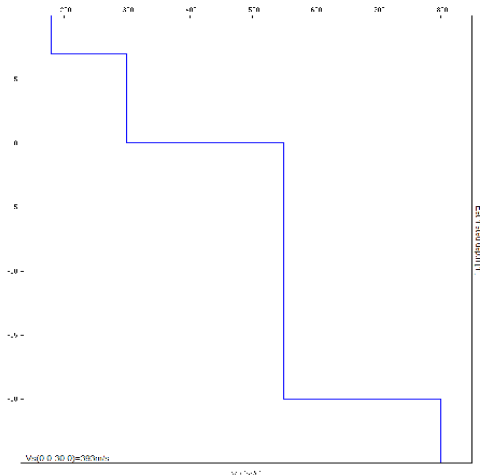
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



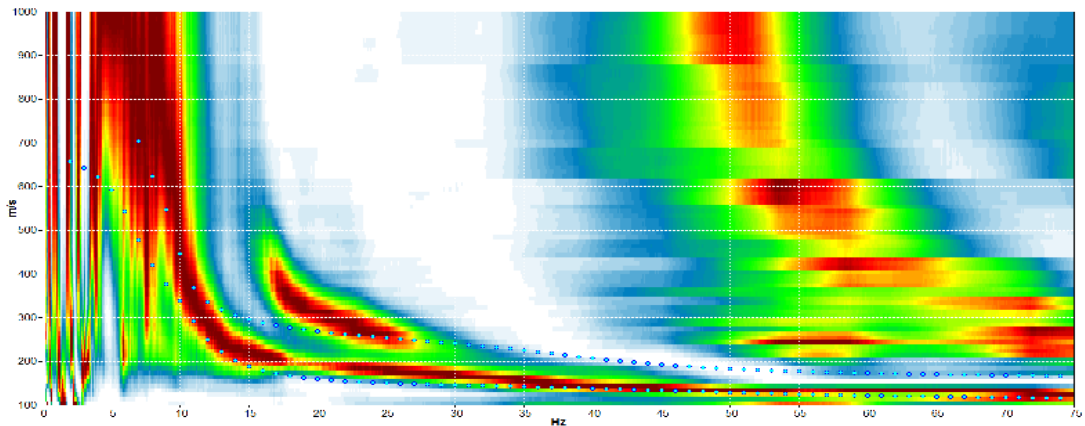
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_s – PROFONDITA'



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

A18

Spettro delle velocità misurate



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	A18	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,46873
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	153 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,12561
LUNGHEZZA STENDIMENTO	45 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,46834
ANNO DI MISURA	2015	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,12545

UBICAZIONE Re.Mi.



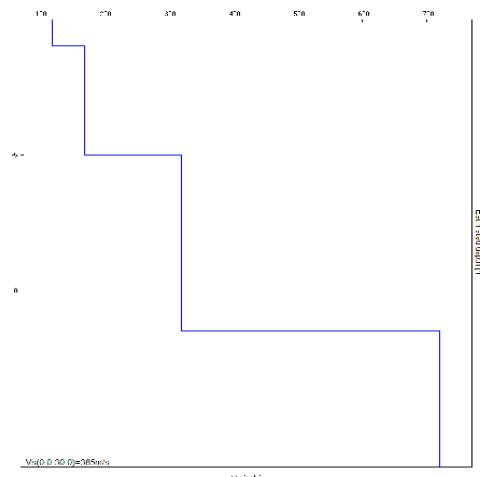
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



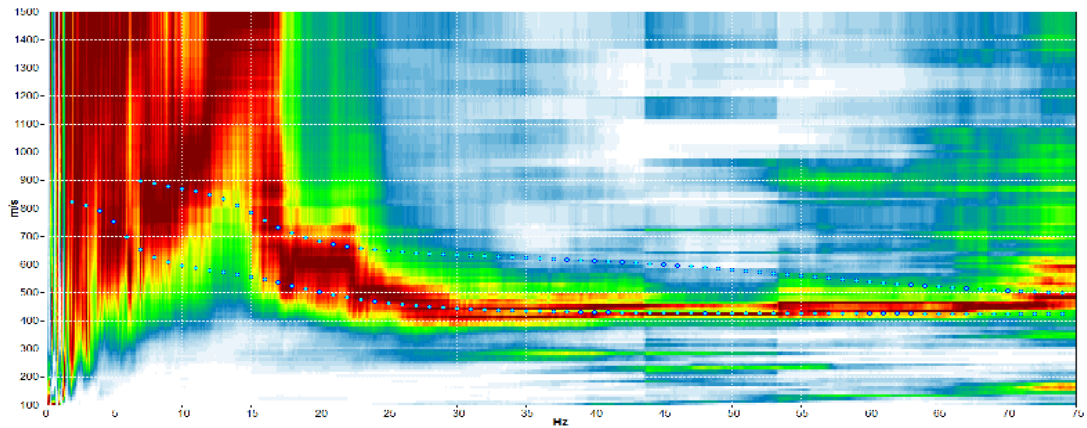
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_s – PROFONDITA'



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

A19

Spettro delle velocità misurate



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	A19	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,43131
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	123 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,12344
LUNGHEZZA STENDIMENTO	45 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,43167
ANNO DI MISURA	2015	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,12366

UBICAZIONE Re.Mi.



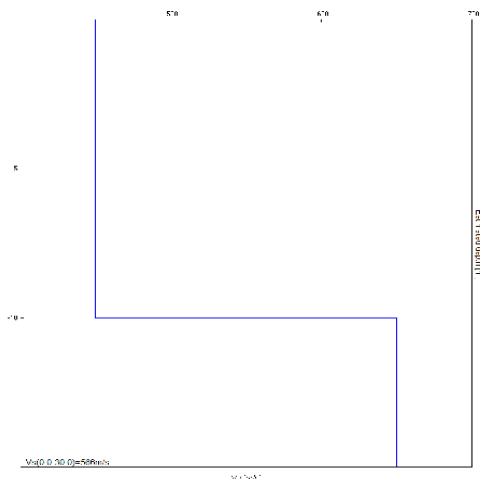
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



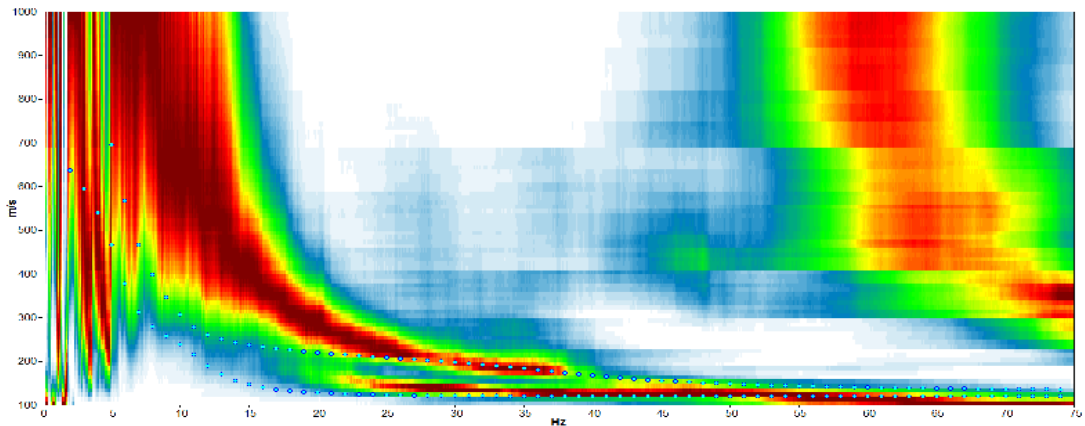
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_s – PROFONDITA'



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

A20

Spettro delle velocità misurate



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	A20	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,44658
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	70 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,13184
LUNGHEZZA STENDIMENTO	30 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,44658
ANNO DI MISURA	2015	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,13146

UBICAZIONE Re.Mi.



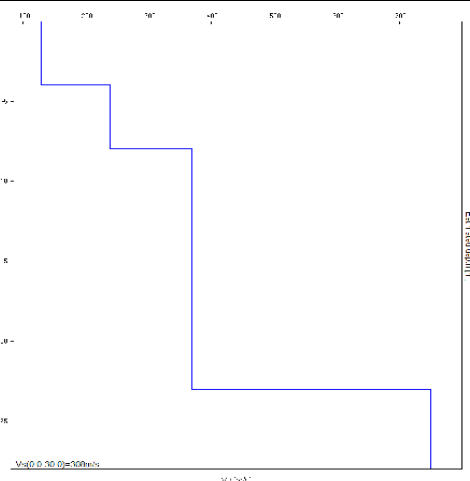
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



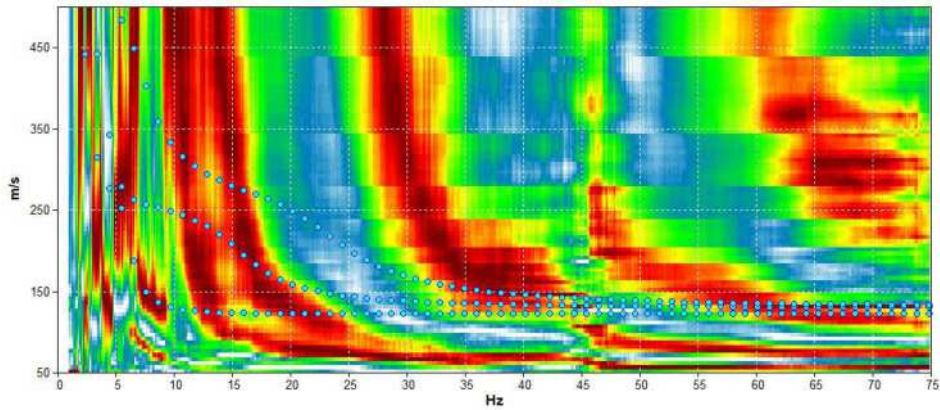
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

A21

Spettro delle velocità misurate



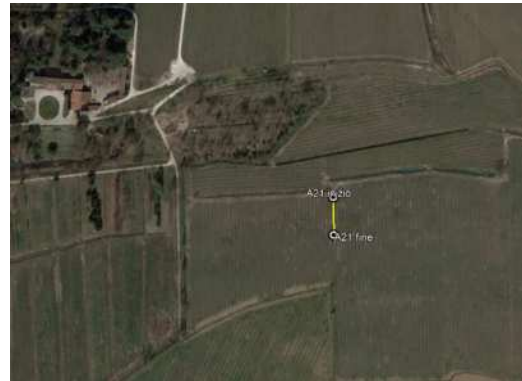
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	A21	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,40644
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	30,3 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,13453
LUNGHEZZA STENDIMENTO	45 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,40604
ANNO DI MISURA	2023	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,13453

UBICAZIONE Re.Mi.



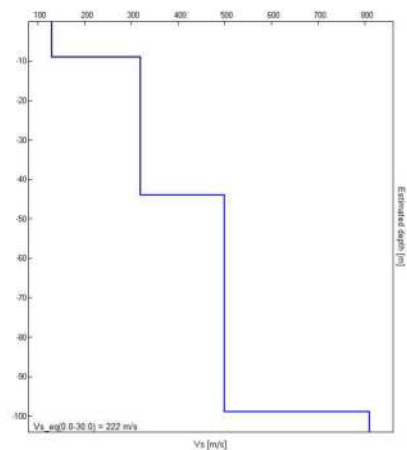
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



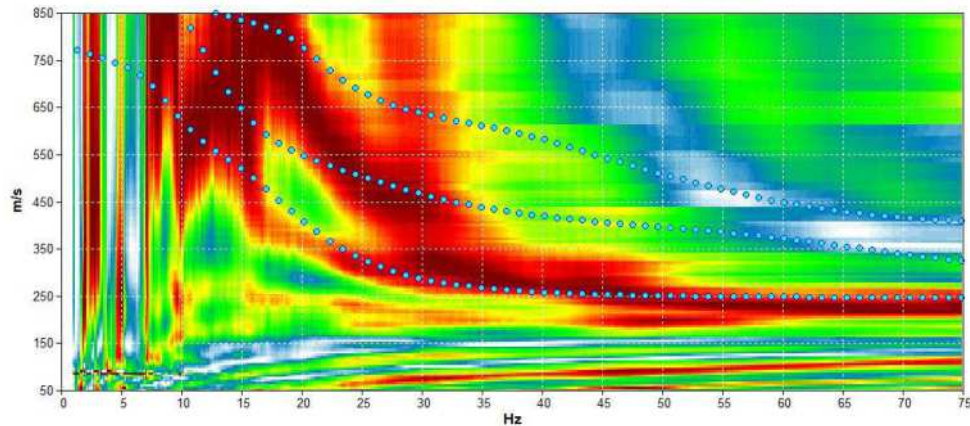
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_s – PROFONDITA'



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

A22

Spettro delle velocità misurate



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	A22	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,44673
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	262 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,11937
LUNGHEZZA STENDIMENTO	45 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,44684
ANNO DI MISURA	2023	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,11883

UBICAZIONE Re.Mi.



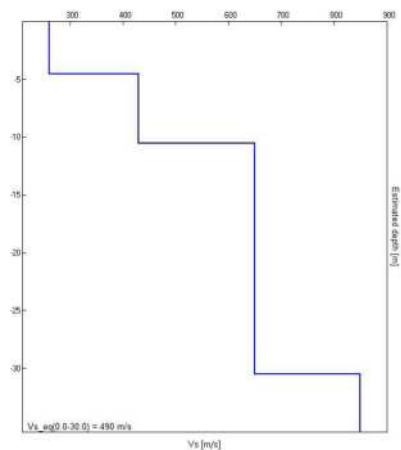
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



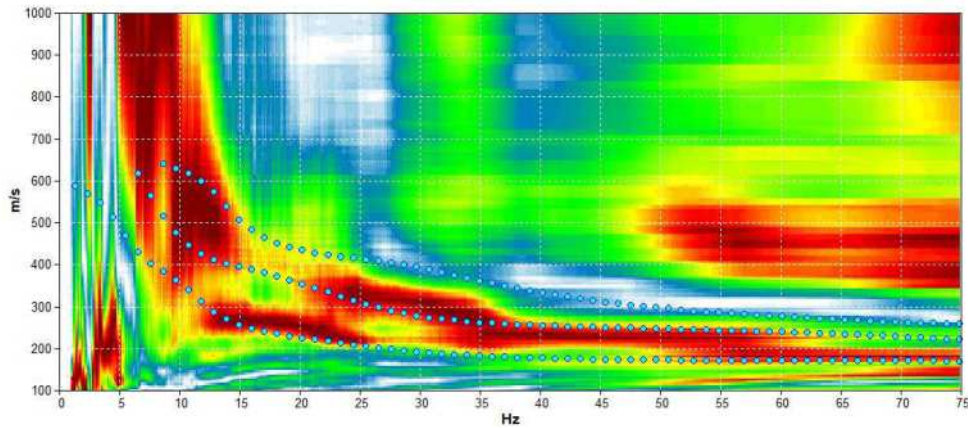
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_s – PROFONDITA'



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

A23

Spettro delle velocità misurate



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	A23	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,45259
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	173,6 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,12375
LUNGHEZZA STENDIMENTO	45 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,45221
ANNO DI MISURA	2023	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,12398

UBICAZIONE Re.Mi.



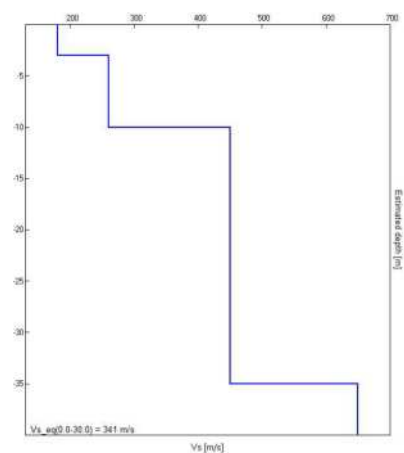
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



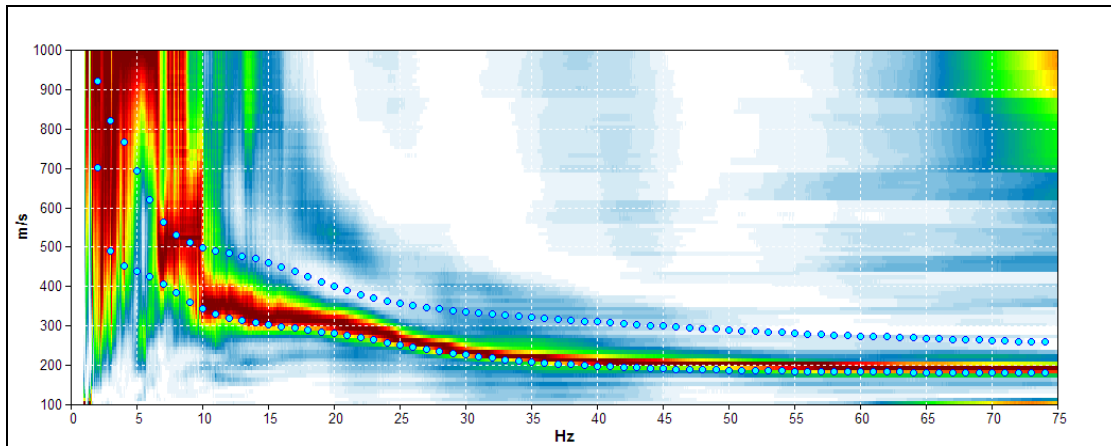
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_s – PROFONDITA'



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

AD1a

Spettro delle velocità misurate



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	AD1a	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,43941
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	67 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,13879
LUNGHEZZA STENDIMENTO	50 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,43894
ANNO DI MISURA	2015	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,13879

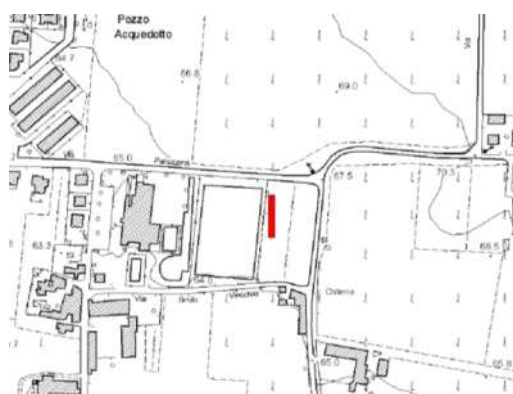
UBICAZIONE Re.Mi.



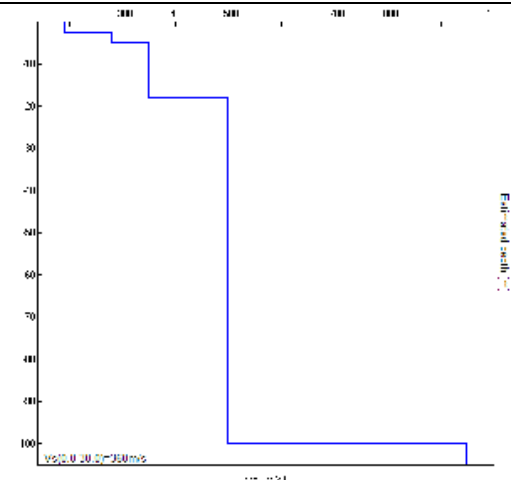
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



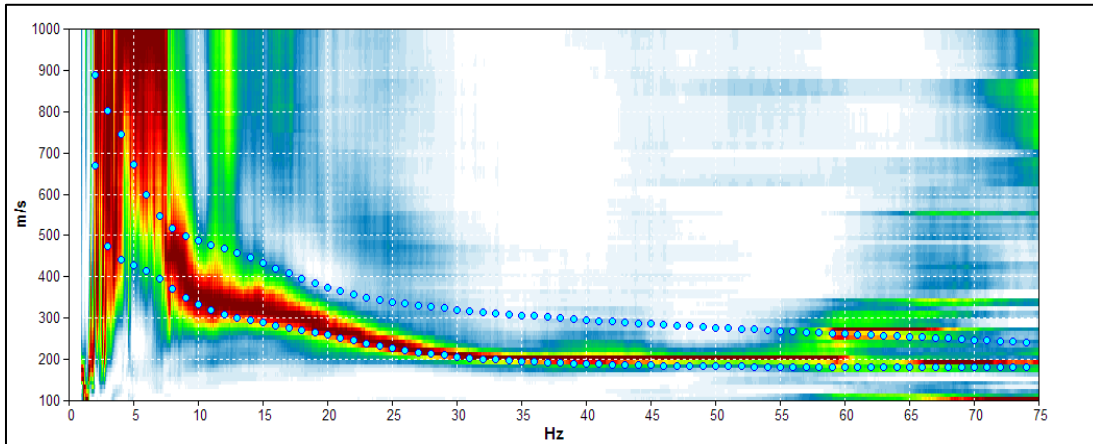
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_s – PROFONDITA'



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

AD1b

Spettro delle velocità misurate



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	AD1b	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,43891
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	67 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,13858
LUNGHEZZA STENDIMENTO	50 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,43884
ANNO DI MISURA	2015	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,13920

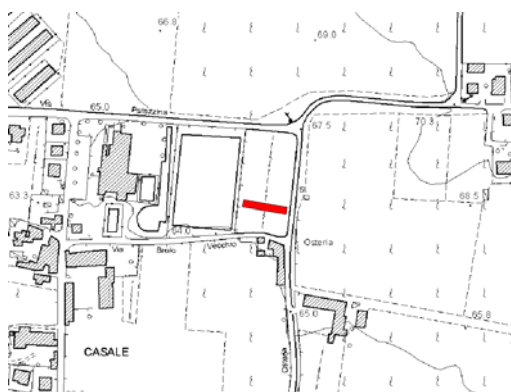
UBICAZIONE Re.Mi.



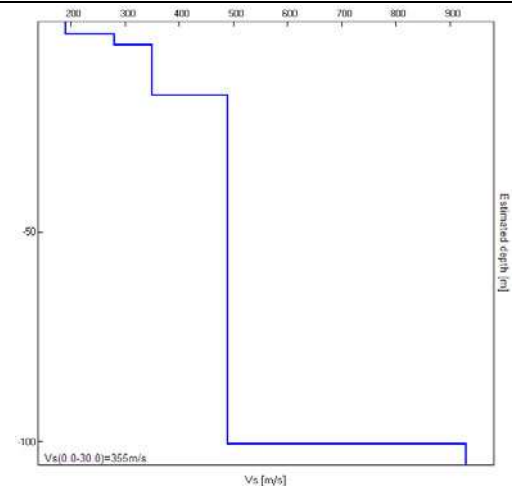
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



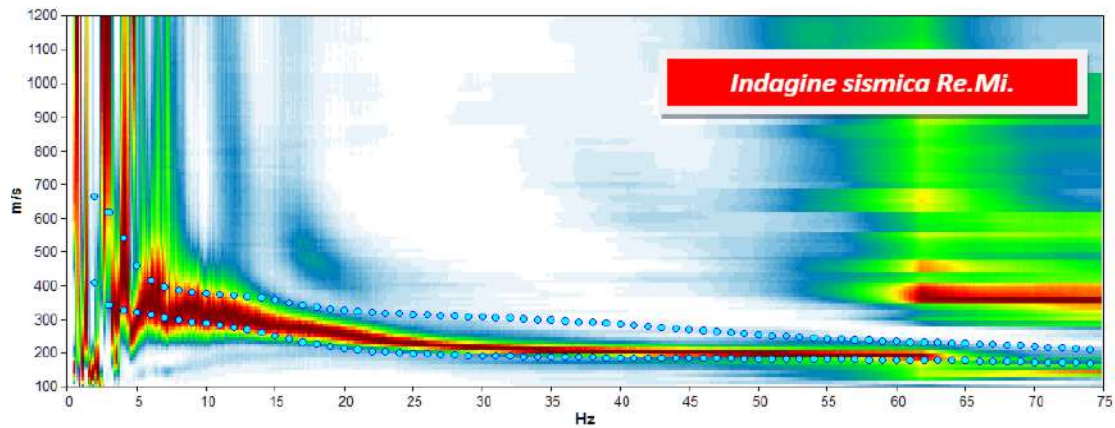
PROFILO SISMICO VELOCITA V_s – PROFONDITA'



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

AD2

Spettro delle velocità misurate



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	AD2	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,44450
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	78 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,14183
LUNGHEZZA STENDIMENTO	45 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,44410
ANNO DI MISURA	2013	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,14176

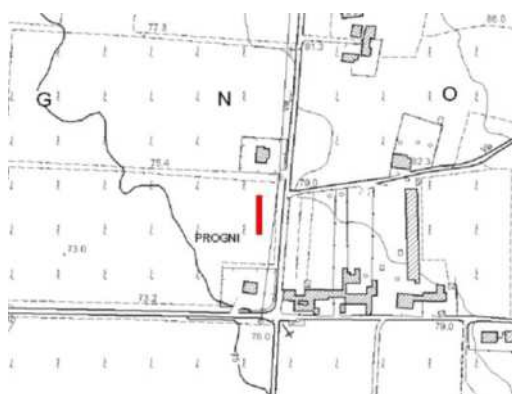
UBICAZIONE Re.Mi.



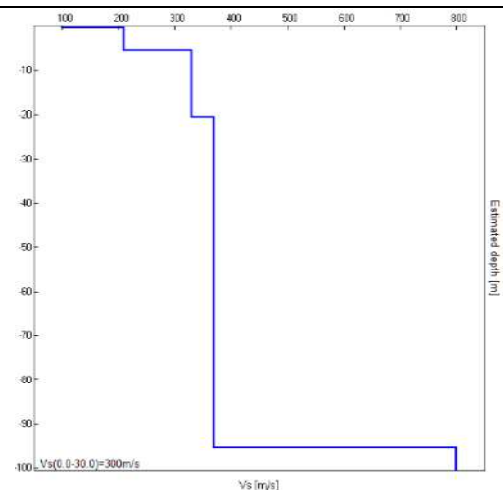
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



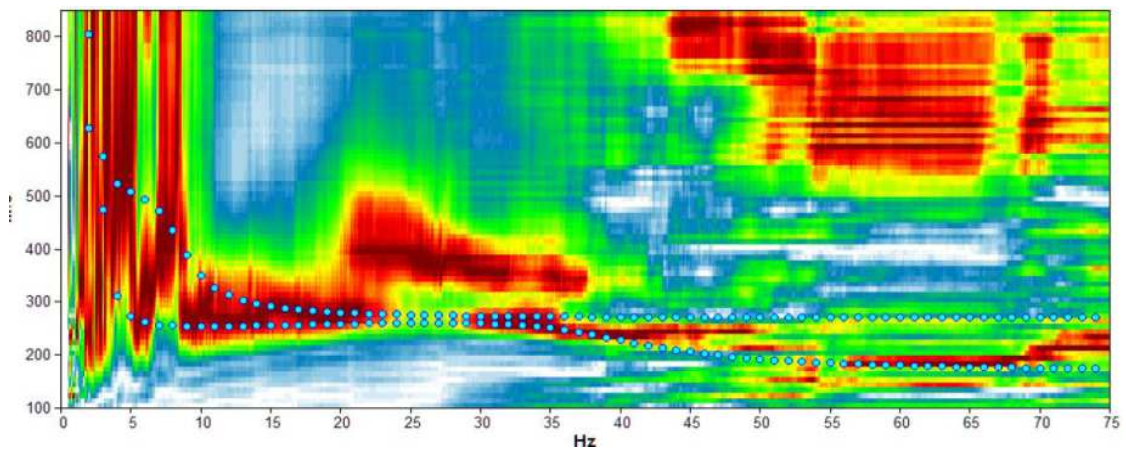
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_s – PROFONDITA'



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

AD3

Spettro delle velocità misurate



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	AD3	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,42083
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	45,4 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,14084
LUNGHEZZA STENDIMENTO	35 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,42088
ANNO DI MISURA	2013	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,14038

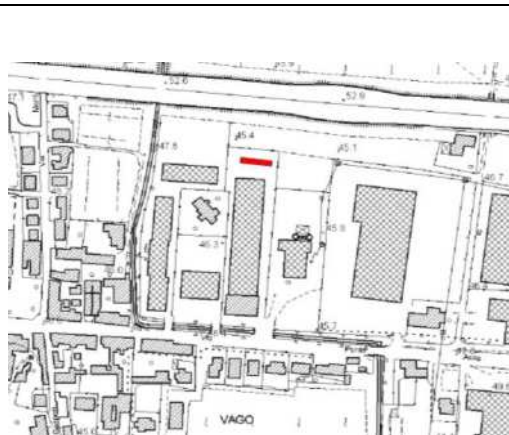
UBICAZIONE Re.Mi.



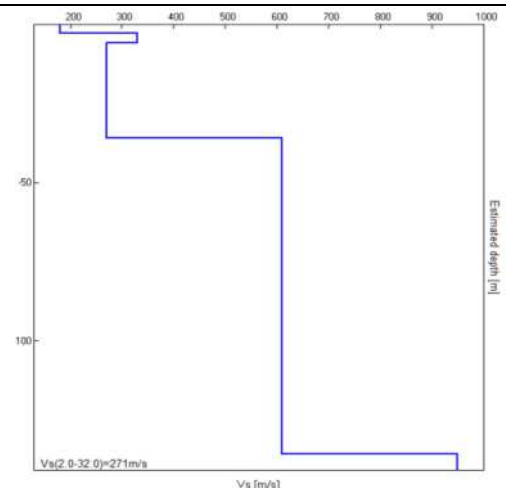
ORTOFOTO



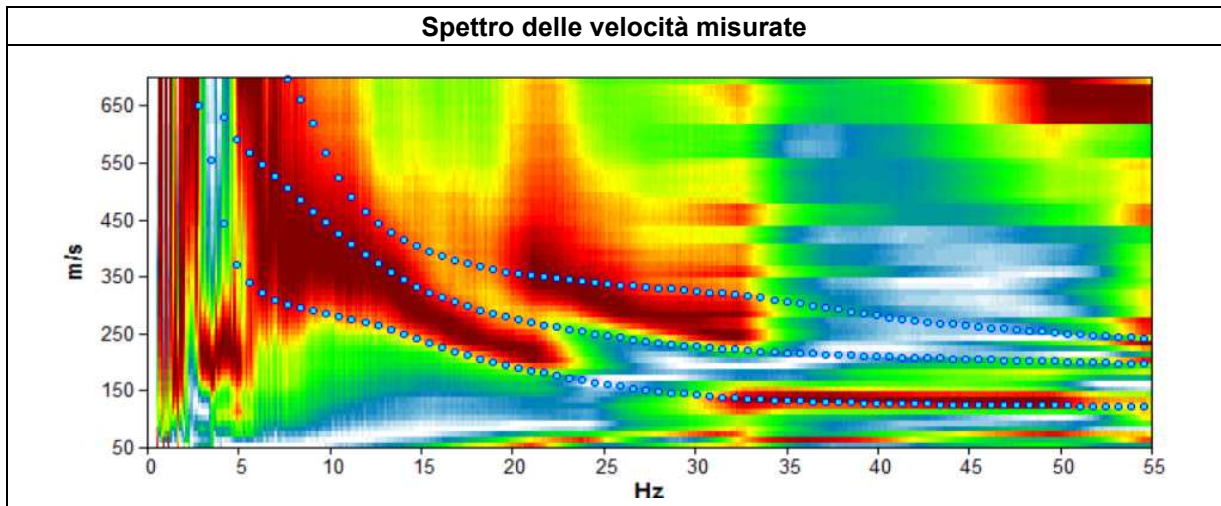
ESTRATTO C.T.R.



PROFILO SISMICO VELOCITA' V_s – PROFONDITA'

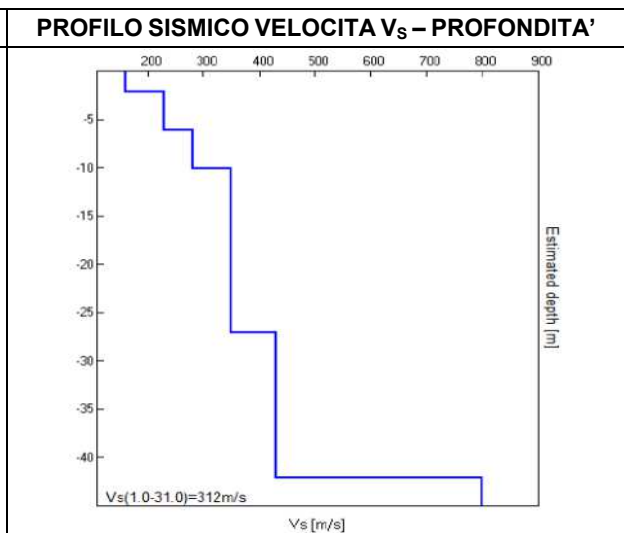
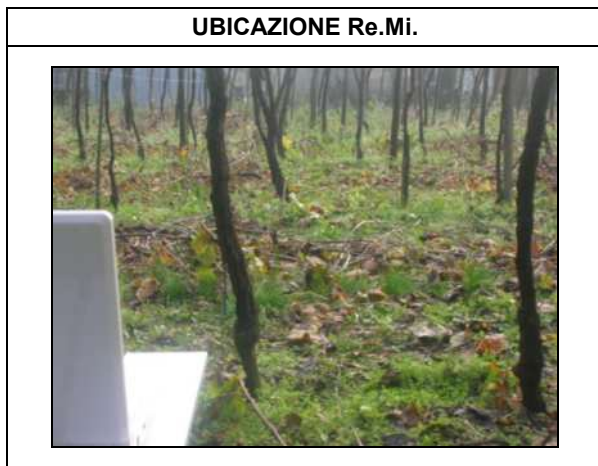


MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)	AD4
--	------------



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

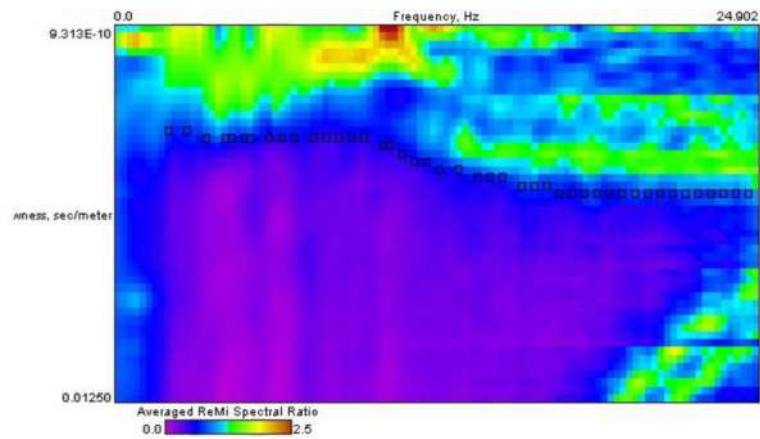
CODICE STAZIONE	AD4	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,43952
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	65 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,13381
LUNGHEZZA STENDIMENTO	50 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,43924
ANNO DI MISURA	2010	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,13444



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

AD5a

Spettro delle velocità misurate



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	AD5a	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,41155
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	38,3 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,14051
LUNGHEZZA STENDIMENTO	60 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,41100
ANNO DI MISURA	2006	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,14050

UBICAZIONE Re.Mi.



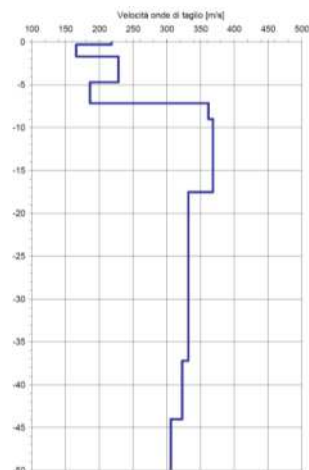
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



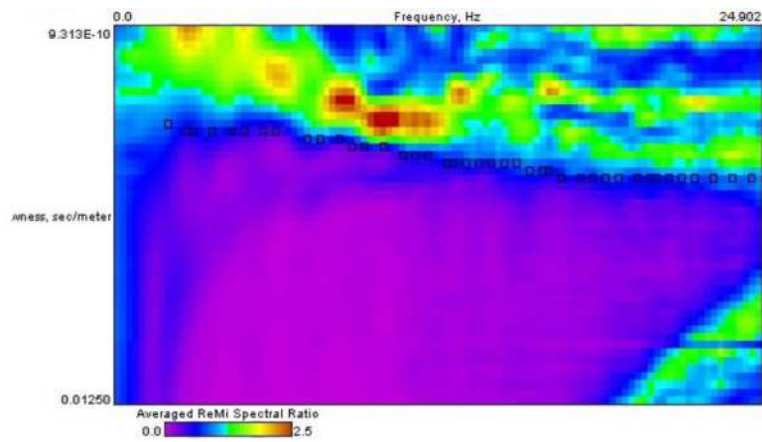
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

AD5b

Spettro delle velocità misurate



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	AD5b	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,41118
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	38,3 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,14061
LUNGHEZZA STENDIMENTO	60 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,41129
ANNO DI MISURA	2006	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,13985

UBICAZIONE Re.Mi.



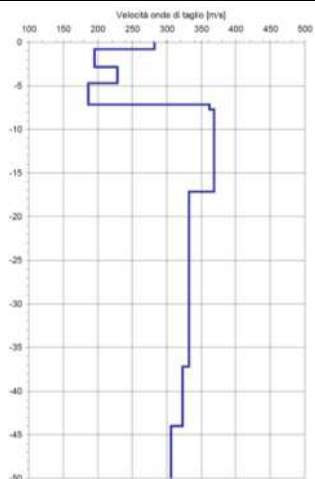
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



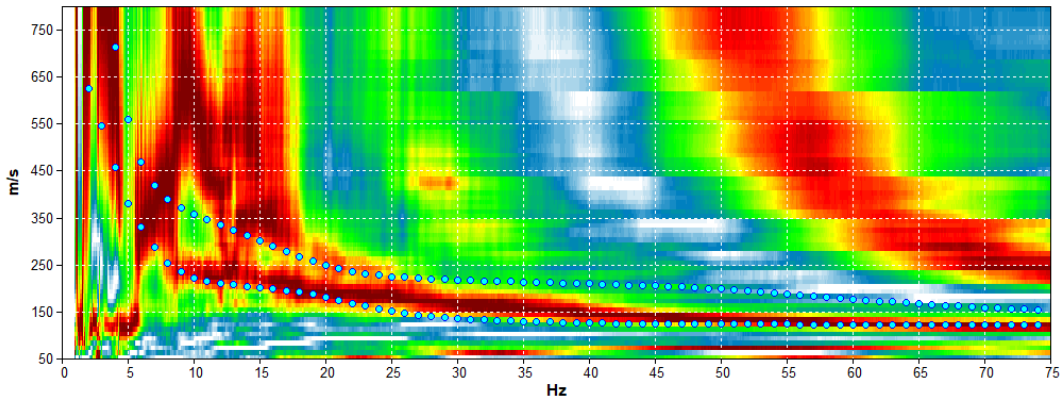
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

AD6

Spettro delle velocità misurate



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	AD6	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,44348
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	70 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,13154
LUNGHEZZA STENDIMENTO	45 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,44306
ANNO DI MISURA	2023	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,13154

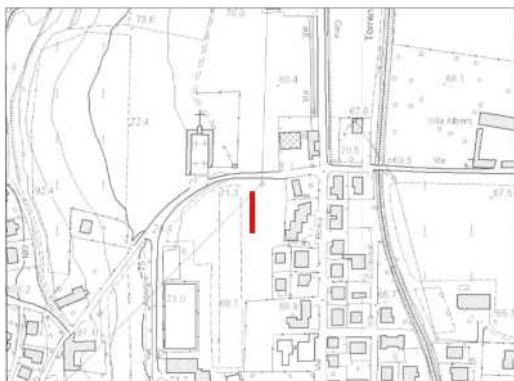
UBICAZIONE Re.Mi.



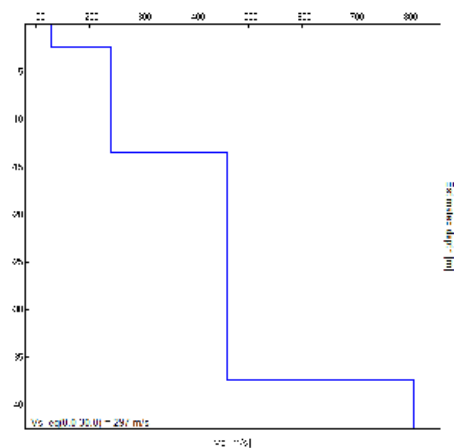
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



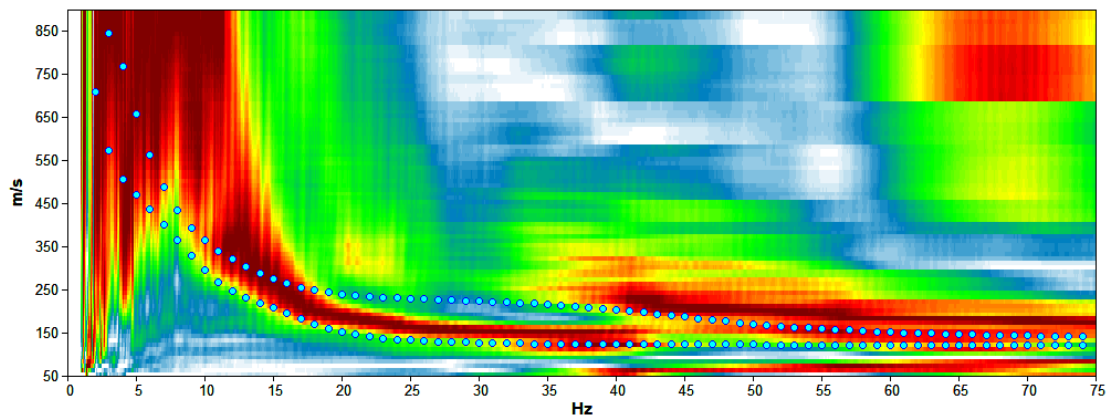
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_s – PROFONDITA'



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

AD7

Spettro delle velocità misurate



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	AD7	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,44122
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	67 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,13175
LUNGHEZZA STENDIMENTO	30 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,44098
ANNO DI MISURA	2018	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,13192

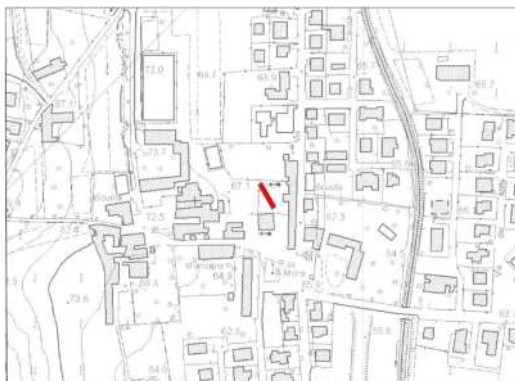
UBICAZIONE Re.Mi.



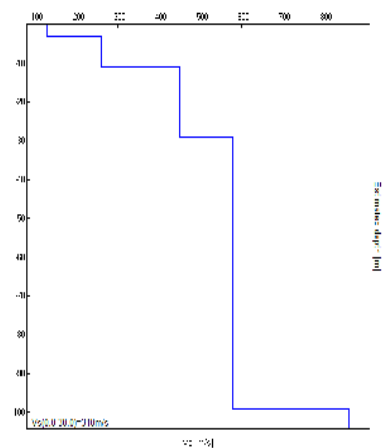
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



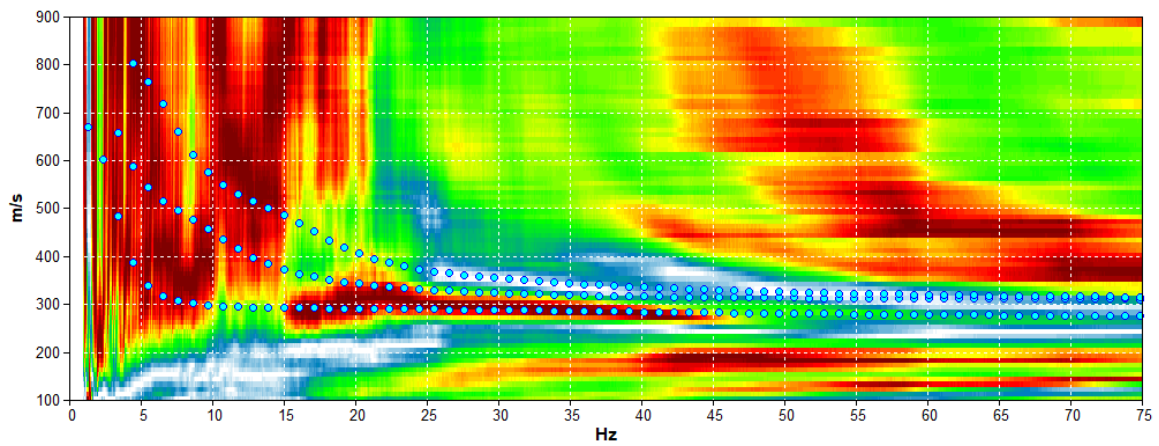
PROFILO SISMICO VELOCITA' VS – PROFONDITA'



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

AD8

Spettro delle velocità misurate



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	AD8	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,42584
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	56,0 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,14487
LUNGHEZZA STENDIMENTO	45 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,42622
ANNO DI MISURA	2021	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,14505

UBICAZIONE Re.Mi.



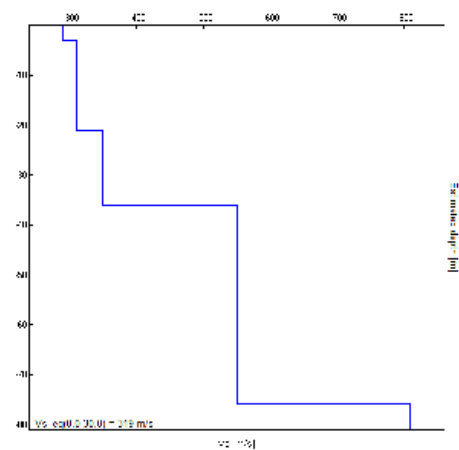
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



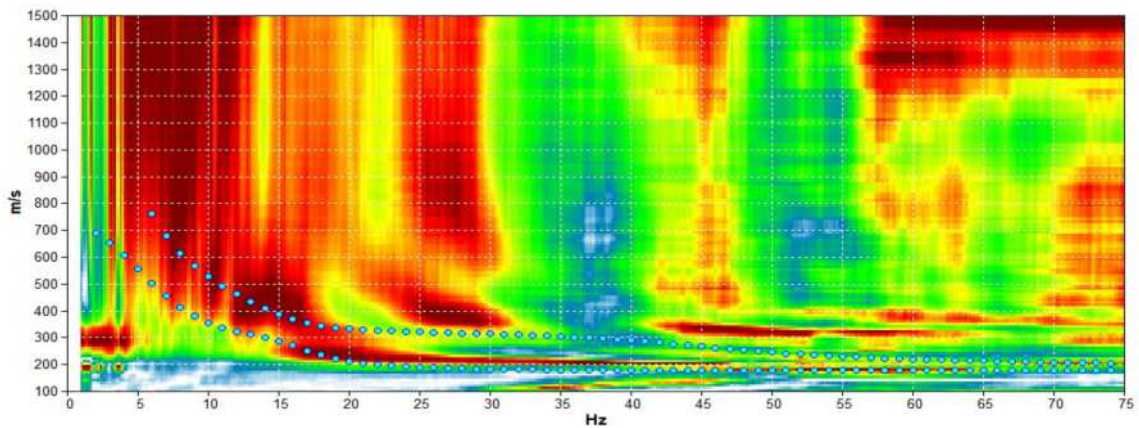
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_s – PROFONDITA'



MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)

AD9

Spettro delle velocità misurate



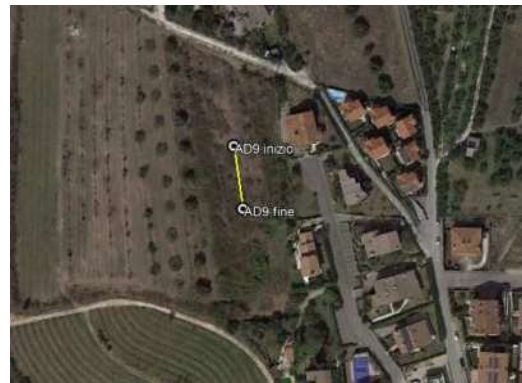
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	AD9	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,45783
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	210 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,11731
LUNGHEZZA STENDIMENTO	30 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,45754
ANNO DI MISURA	2023	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,11737

UBICAZIONE Re.Mi.



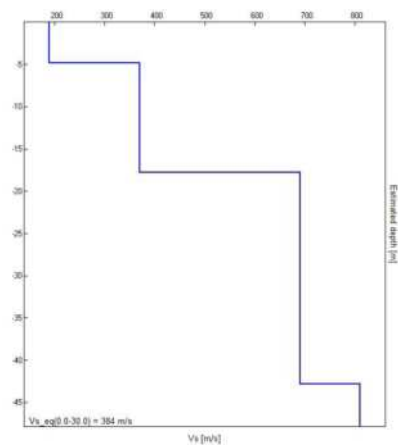
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.

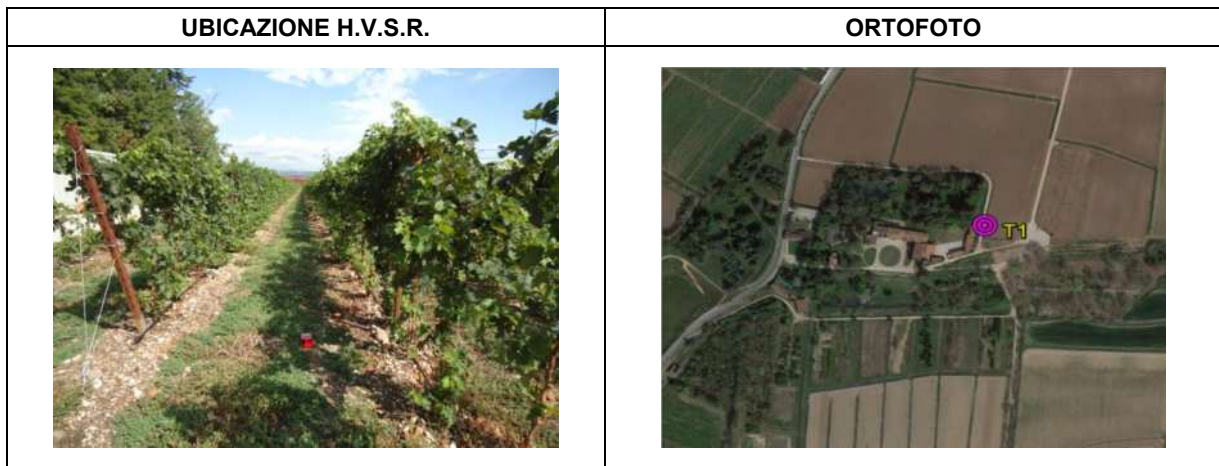
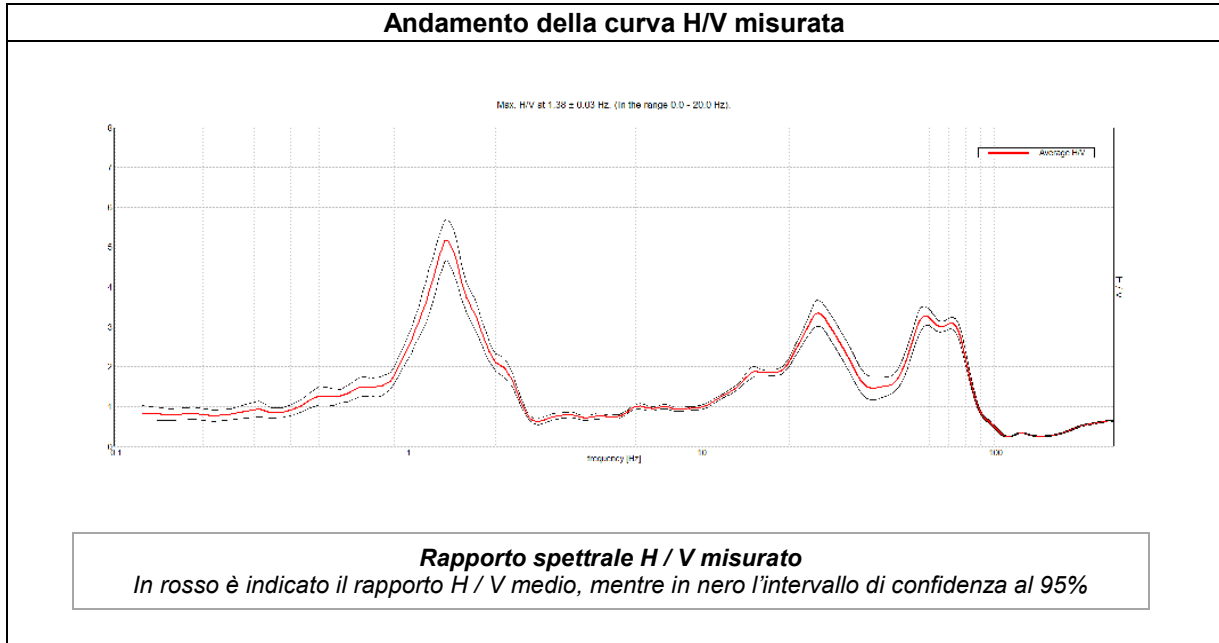



PROFILO SISMICO VELOCITA' V_s – PROFONDITA'



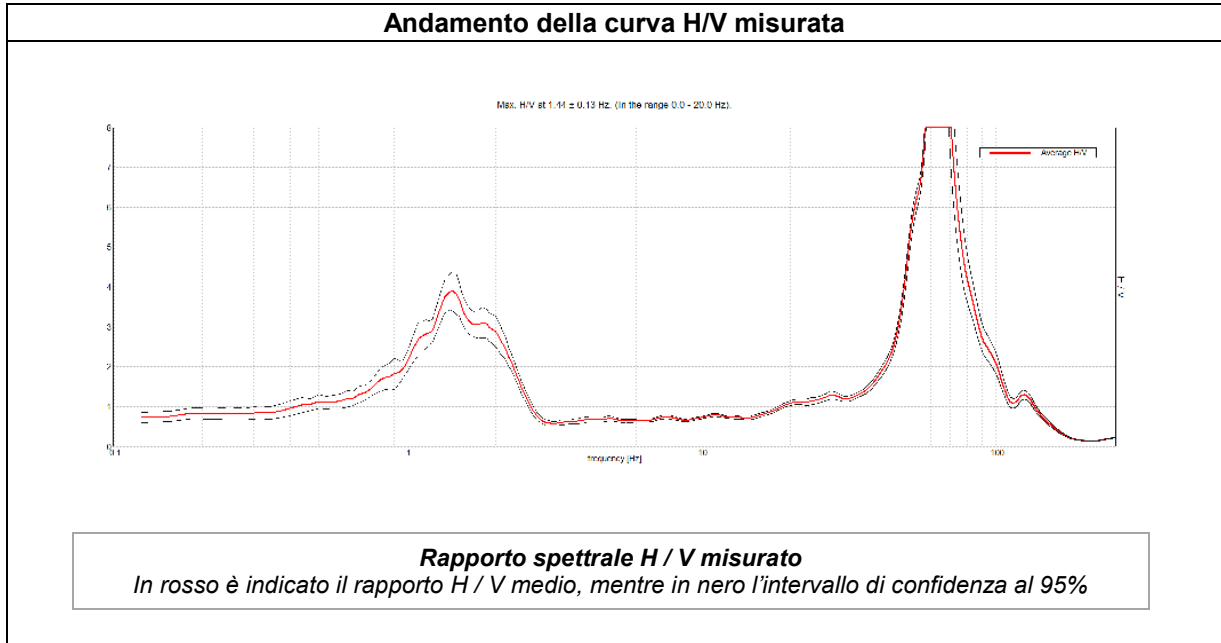
SCHEDA
DELLE MISURE A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.	T1
---	-----------



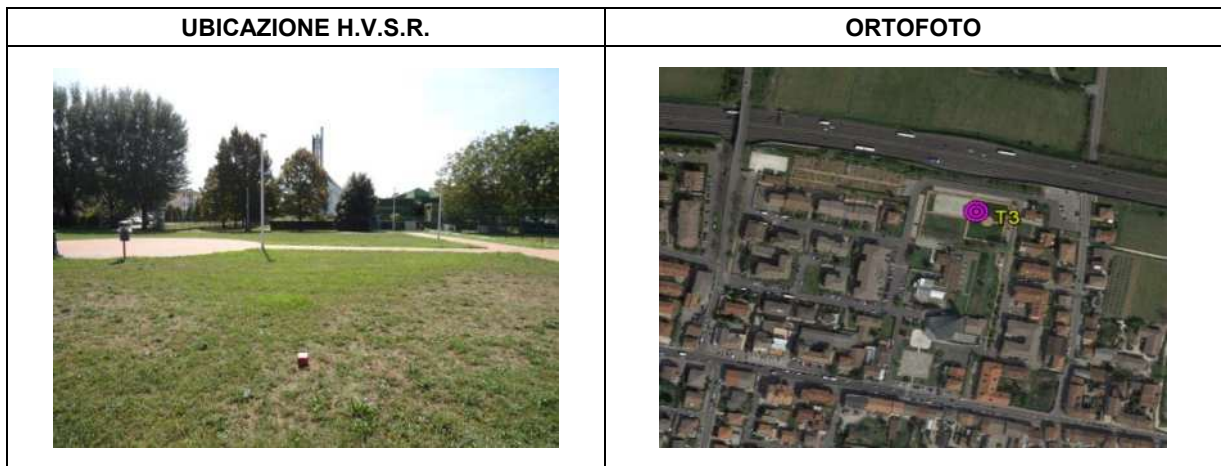
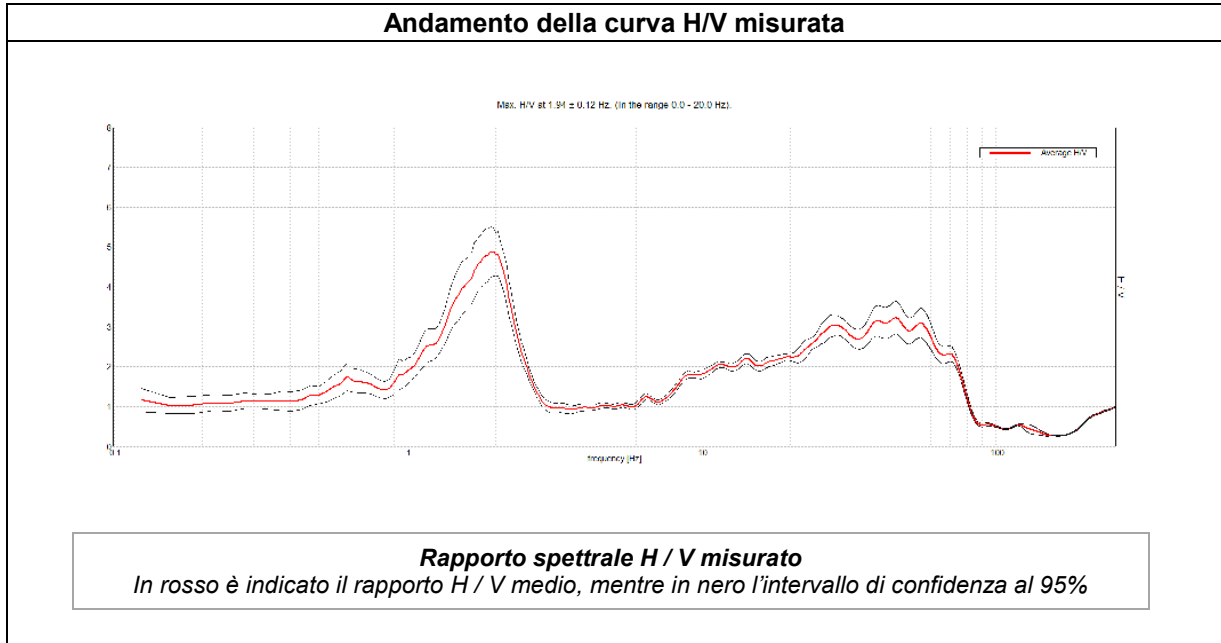
ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T1
	LATITUDINE WGS 84	45,40786
	LONGITUDINE WGS 84	11,13144
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	40,7 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,38 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,38 Hz
	CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
	ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.	T2
---	-----------



ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T2
	LATITUDINE WGS 84	45,41138
	LONGITUDINE WGS 84	11,12973
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	42 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	1,44 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	1,44 Hz
	CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	SI
	ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.	T3
---	-----------

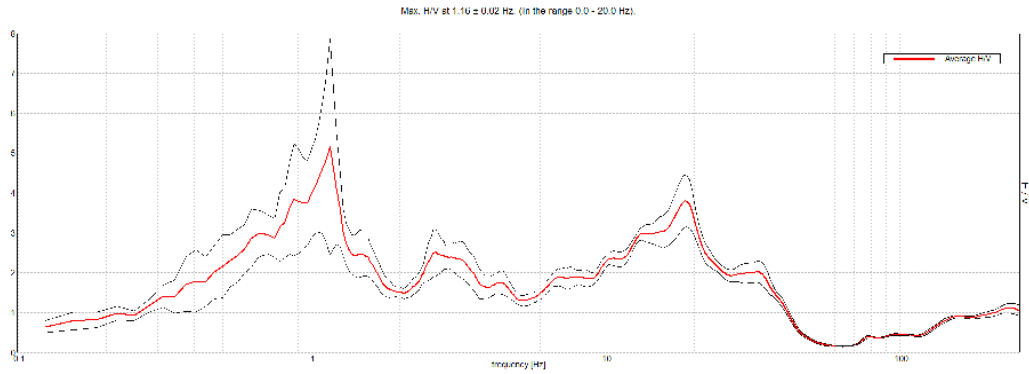


ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T3
	LATITUDINE WGS 84	45,42126
	LONGITUDINE WGS 84	11,13633
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	47 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,94 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,94 Hz
	CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
	ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

T4

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

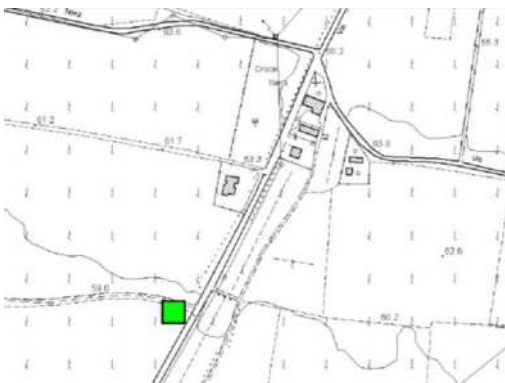
UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



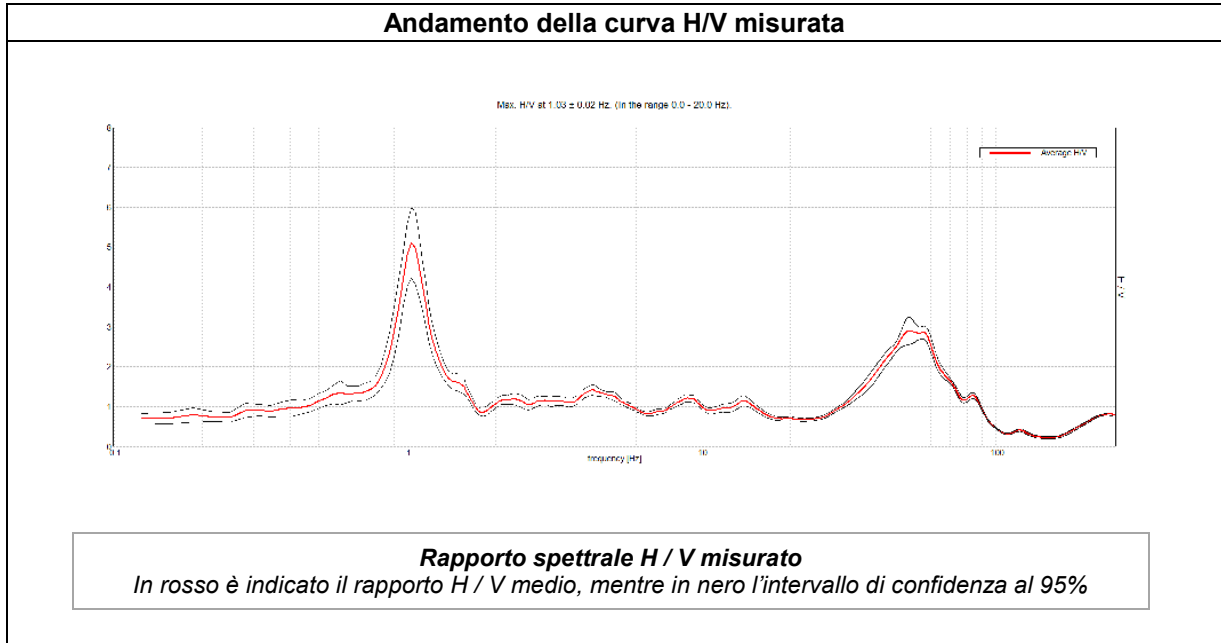
ESTRATTO C.T.R.



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	T4
LATITUDINE WGS 84	45,43211
LONGITUDINE WGS 84	11,14470
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	59 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 - 20 Hz	1,16 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 - 20 Hz	1,16 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 - 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.	T5
---	-----------

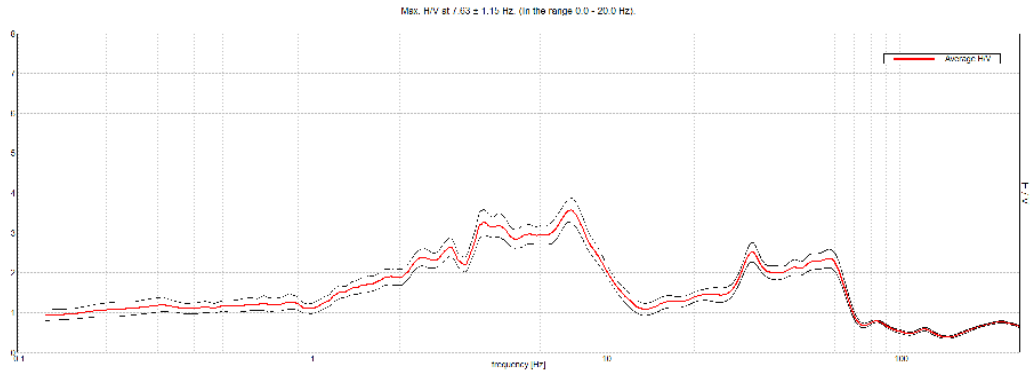


ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T5
	LATITUDINE WGS 84	45,45013
	LONGITUDINE WGS 84	11,14311
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	85 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,03 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,03 Hz
	CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
	ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

T6

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



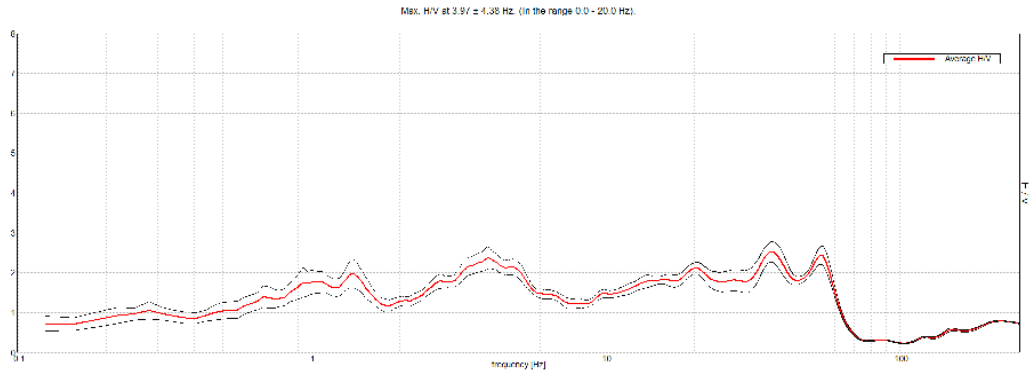
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	T6
LATITUDINE WGS 84	45,45862
LONGITUDINE WGS 84	11,14608
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	89 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	7,63 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	7,63 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

T7

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



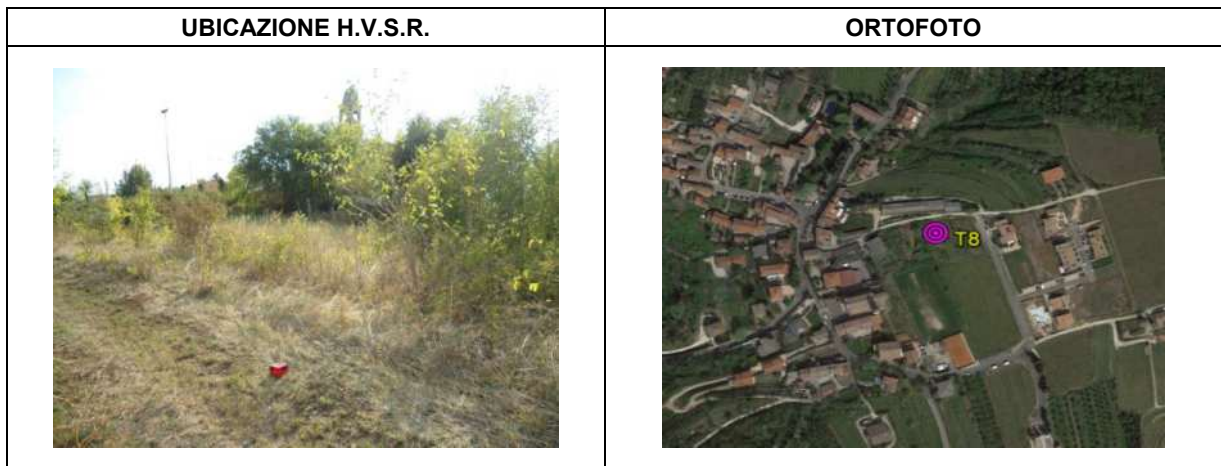
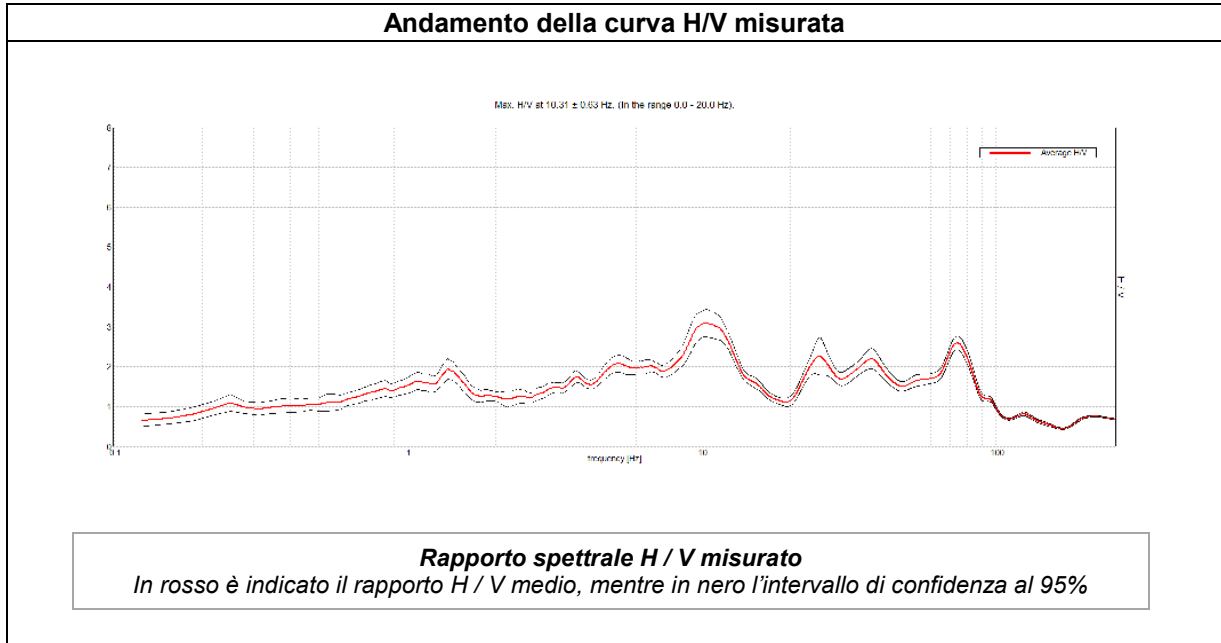
ESTRATTO C.T.R.



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

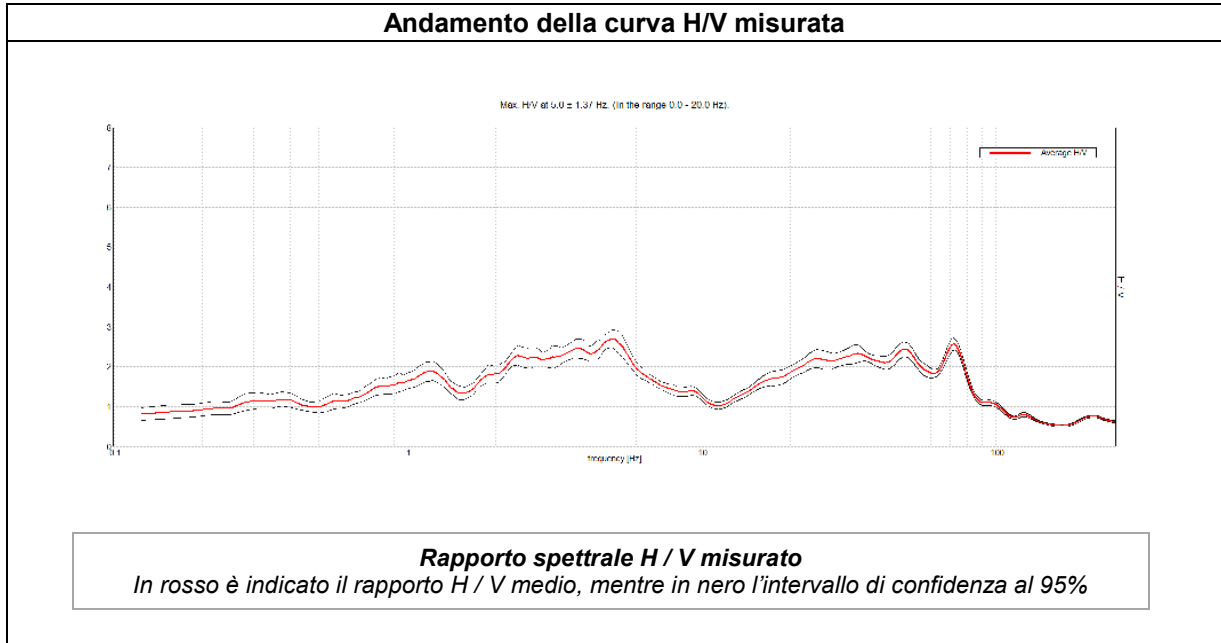
CODICE STAZIONE	T7
LATITUDINE WGS 84	45,45058
LONGITUDINE WGS 84	11,12315
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	194 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	3,97 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	3,97 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2015

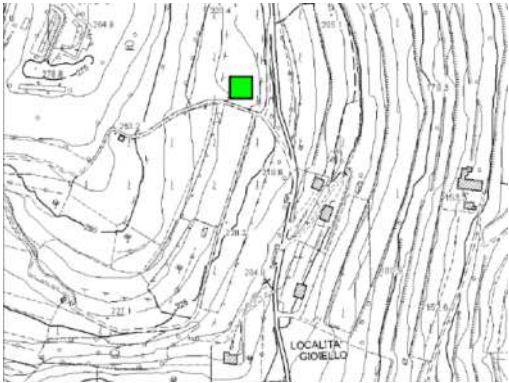
MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.	T8
---	-----------



ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T8
	LATITUDINE WGS 84	45,45205
	LONGITUDINE WGS 84	11,12181
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	195 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	10,31 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	10,31 Hz
	CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
	ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.	T9
---	-----------

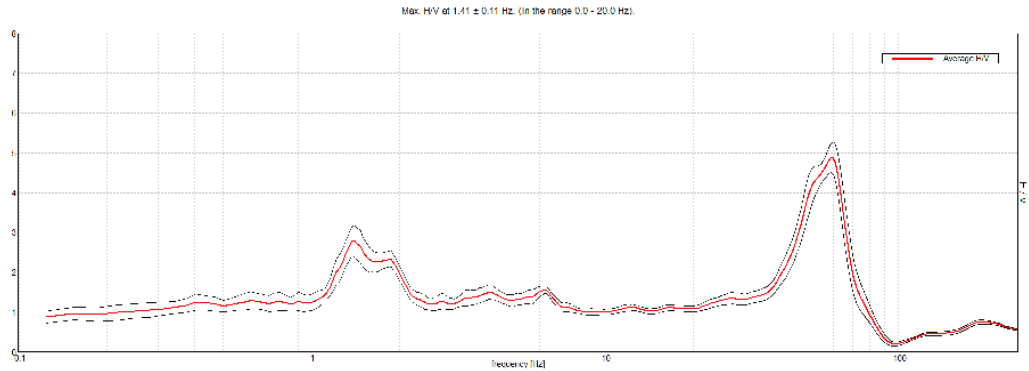


ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T9
	LATITUDINE WGS 84	45,44734
	LONGITUDINE WGS 84	11,12224
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	233 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	5,00 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	5,00 Hz
	CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
	ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

T10

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



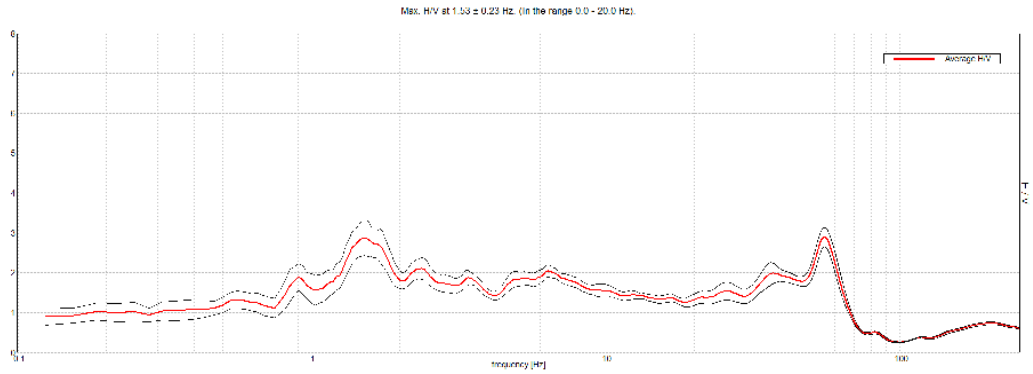
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	T10
LATITUDINE WGS 84	45,45767
LONGITUDINE WGS 84	11,11896
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	215 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,41 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,41 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

T11

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



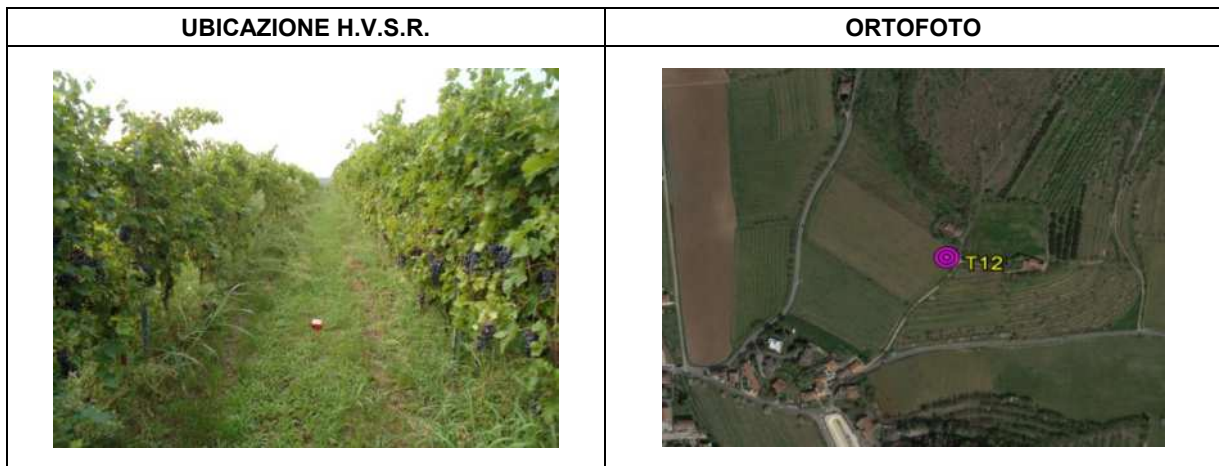
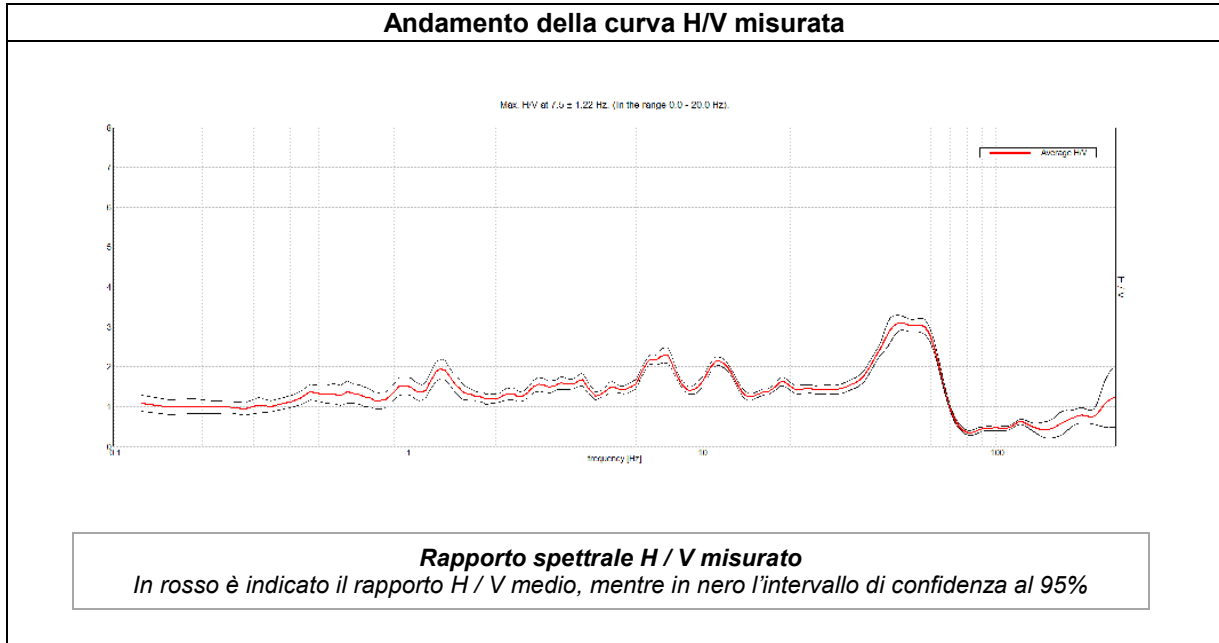
ESTRATTO C.T.R.



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	T11
LATITUDINE WGS 84	45,46990
LONGITUDINE WGS 84	11,11638
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	290 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,53 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,53 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.	T12
---	------------

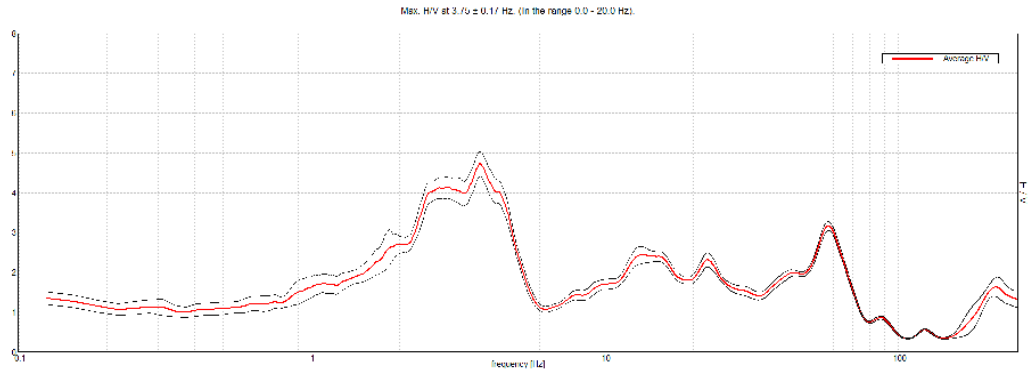


ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T12
	LATITUDINE WGS 84	45,42589
	LONGITUDINE WGS 84	11,12212
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	75 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	7,50 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	7,50 Hz
	CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
	ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

T13

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



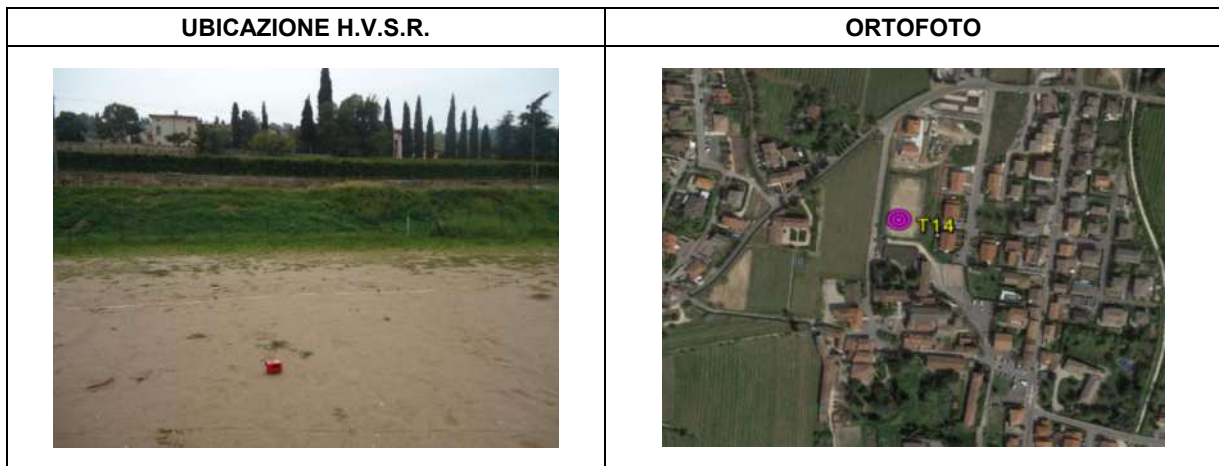
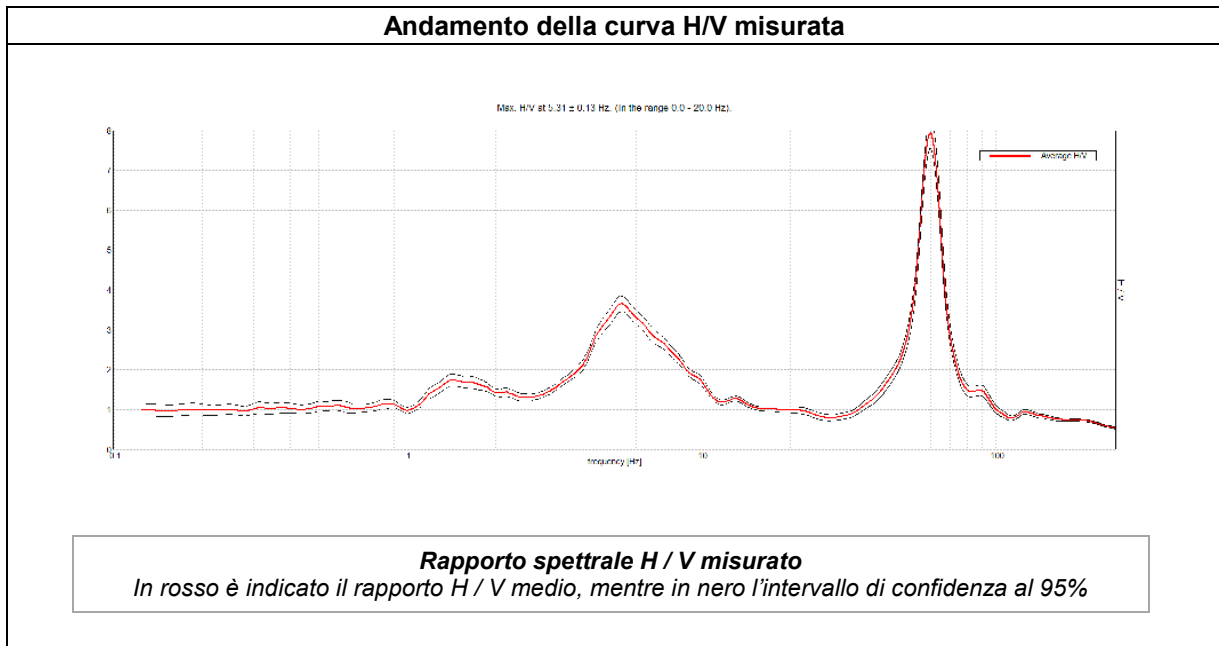
ESTRATTO C.T.R.



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

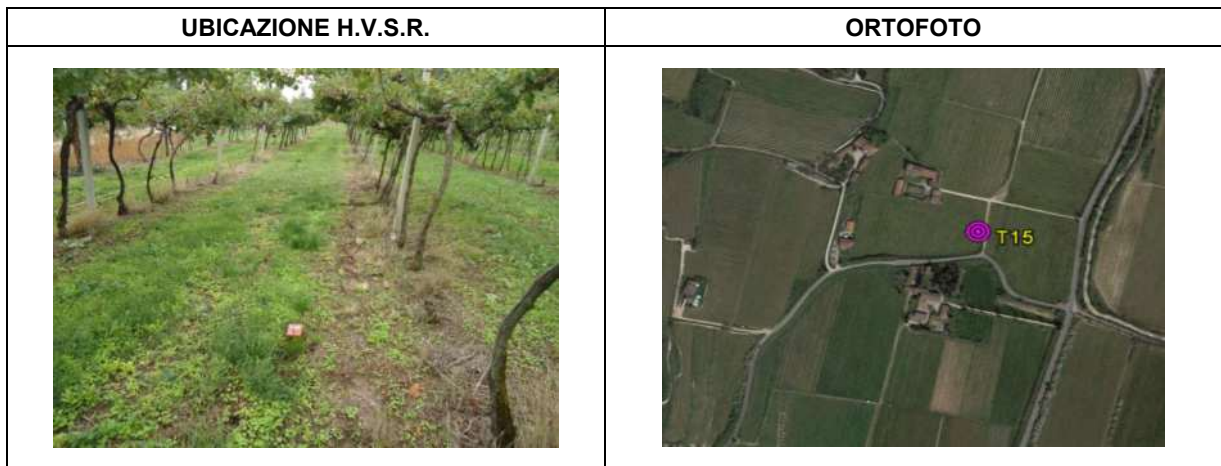
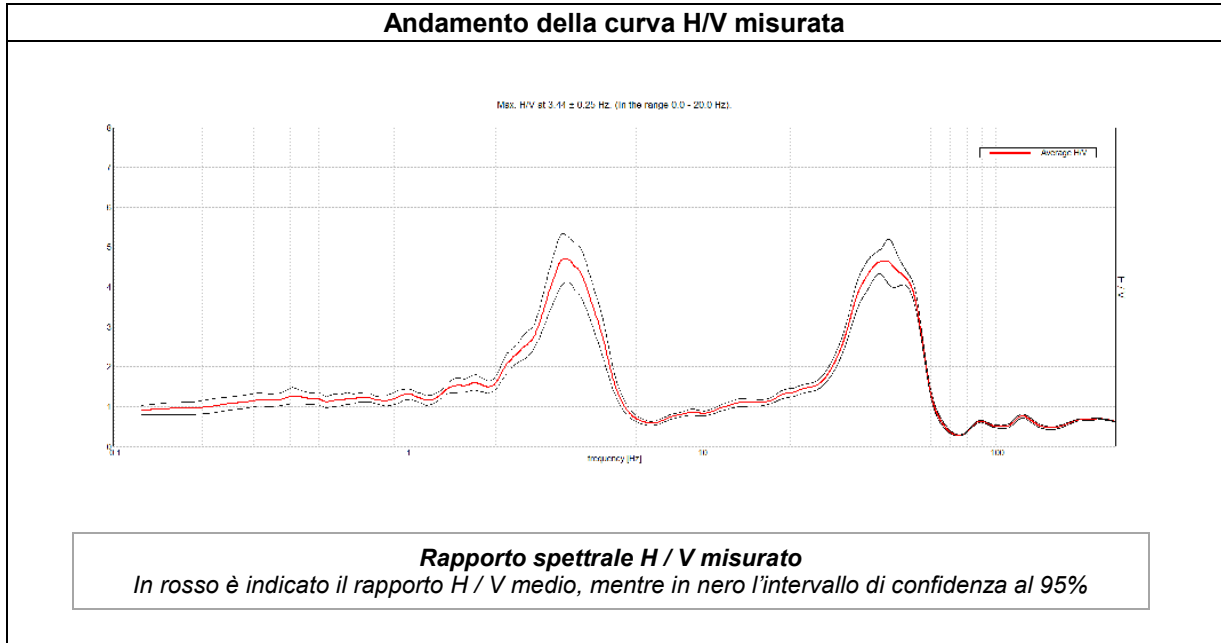
CODICE STAZIONE	T13
LATITUDINE WGS 84	45,42518
LONGITUDINE WGS 84	11,12608
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	46 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	3,75 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	3,75 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.	T14
---	------------



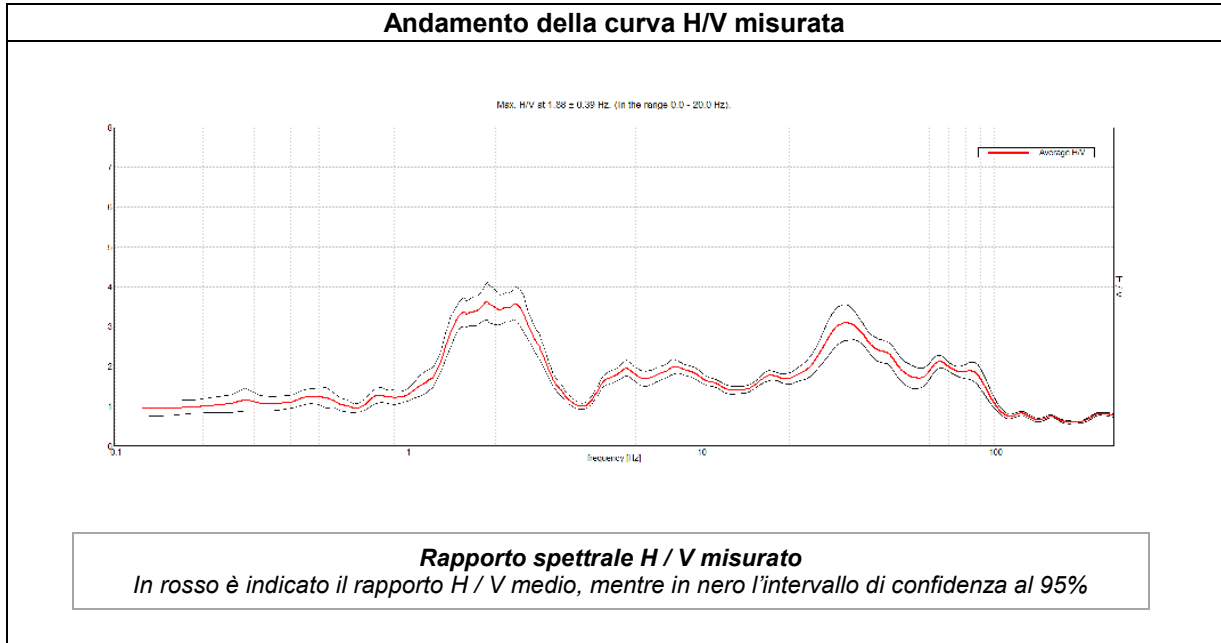
ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T14
	LATITUDINE WGS 84	45,44209
	LONGITUDINE WGS 84	11,13026
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	70 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	5,31 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,50 Hz
	CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
	ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.	T15
---	------------



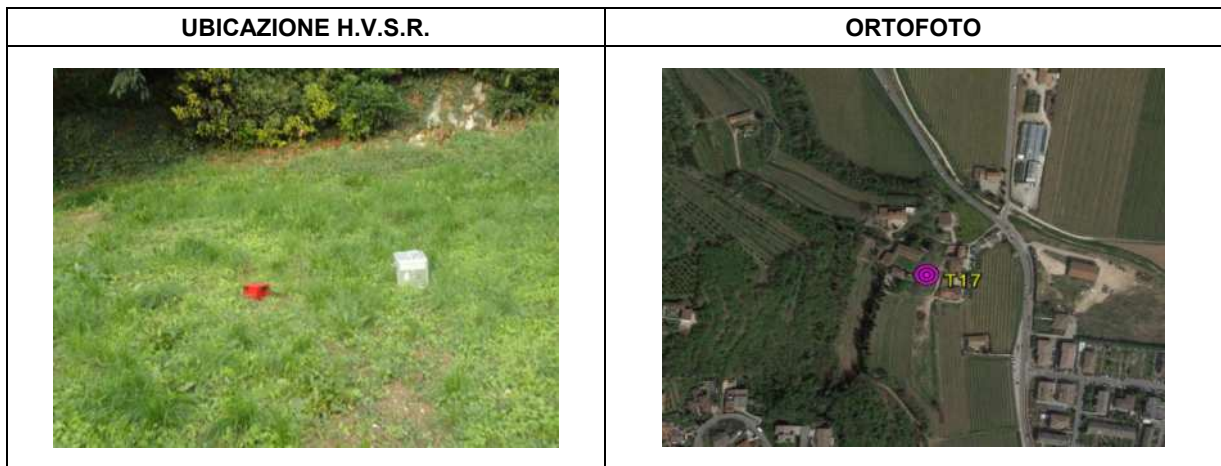
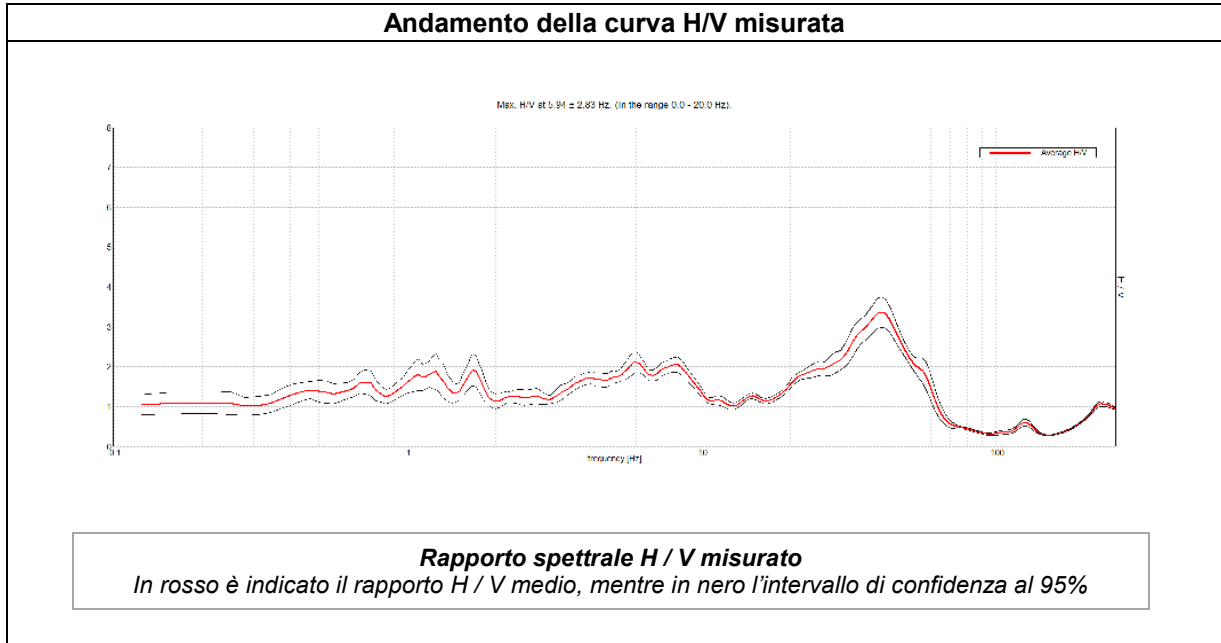
ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T15
	LATITUDINE WGS 84	45,46361
	LONGITUDINE WGS 84	11,12882
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	92 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	3,44 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	3,44 Hz
	CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
	ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.	T16
---	------------



ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T16
	LATITUDINE WGS 84	45,44843
	LONGITUDINE WGS 84	11,13178
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	70 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	1,88 Hz
	FREQUENZA DI FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	1,88 Hz
	CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	SI
	ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.	T17
---	------------

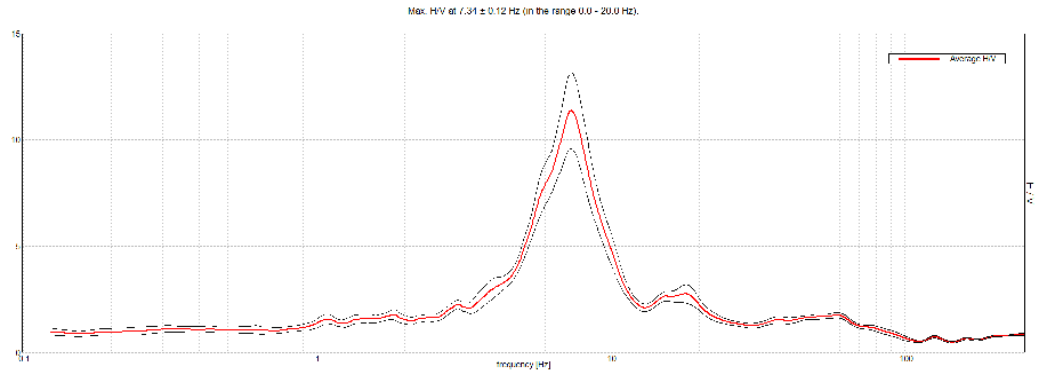


ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T17
	LATITUDINE WGS 84	45,43185
	LONGITUDINE WGS 84	11,13424
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	74 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	5,94 Hz
	FREQUENZA DI FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	5,94 Hz
	CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	SI
	ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

T18

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

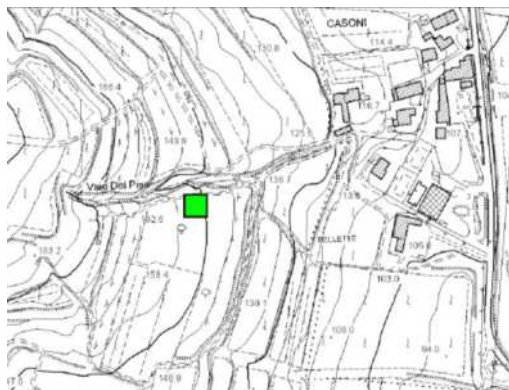
UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



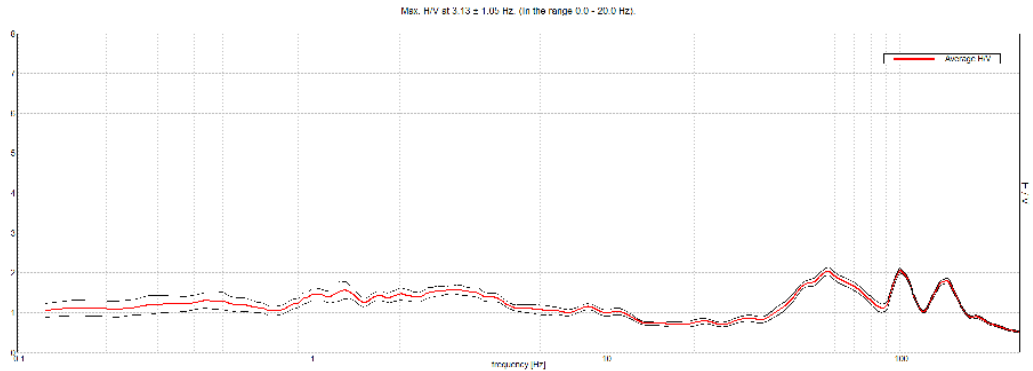
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	T18
LATITUDINE WGS 84	45,46872
LONGITUDINE WGS 84	11,12568
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	153 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	7,34 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	7,34 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

T19

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



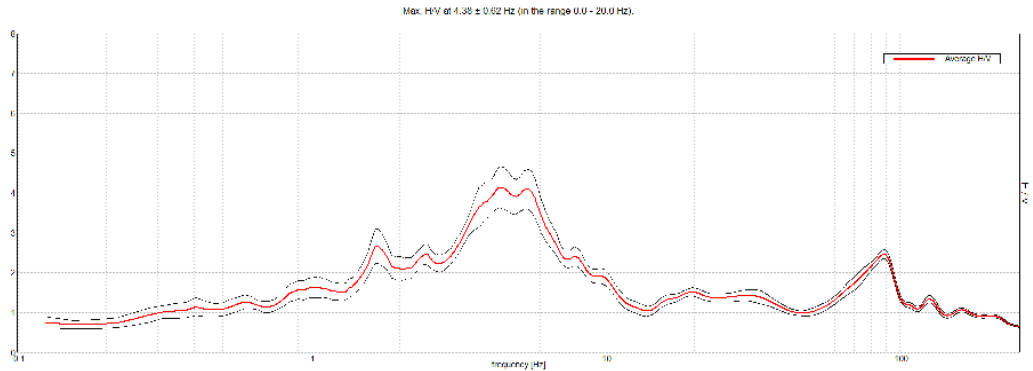
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	T19
LATITUDINE WGS 84	45,43139
LONGITUDINE WGS 84	11,12342
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	123 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	n.p.
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	n.p.
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	NO
ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

T20

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



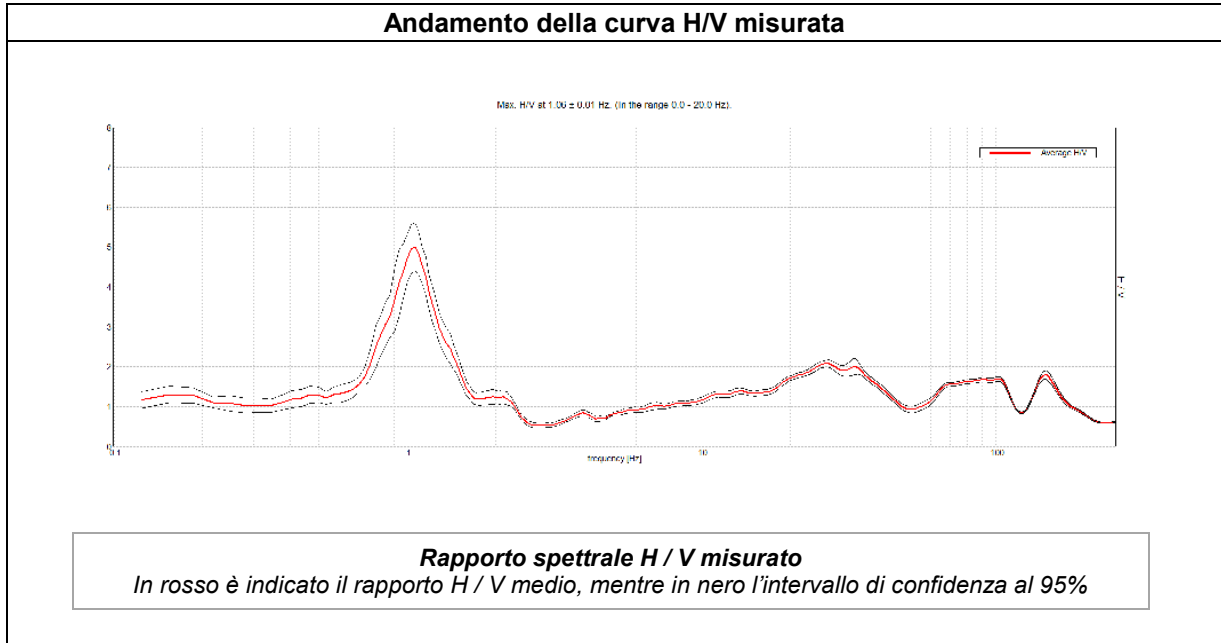
ESTRATTO C.T.R.



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	T20
LATITUDINE WGS 84	45,44656
LONGITUDINE WGS 84	11,13180
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	70 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	4,38 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	4,38 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	SI
ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.	T21
---	------------

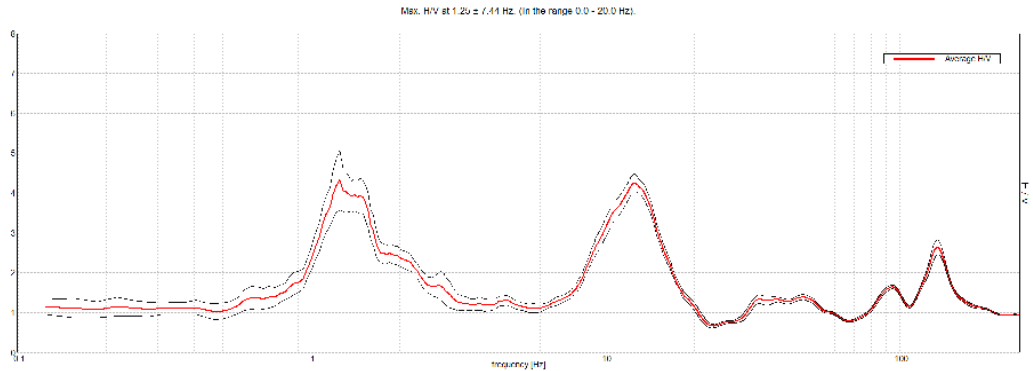


ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T21
	LATITUDINE WGS 84	45,40602
	LONGITUDINE WGS 84	11,12526
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	40 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,06 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,06 Hz
	CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
	ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

T22

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



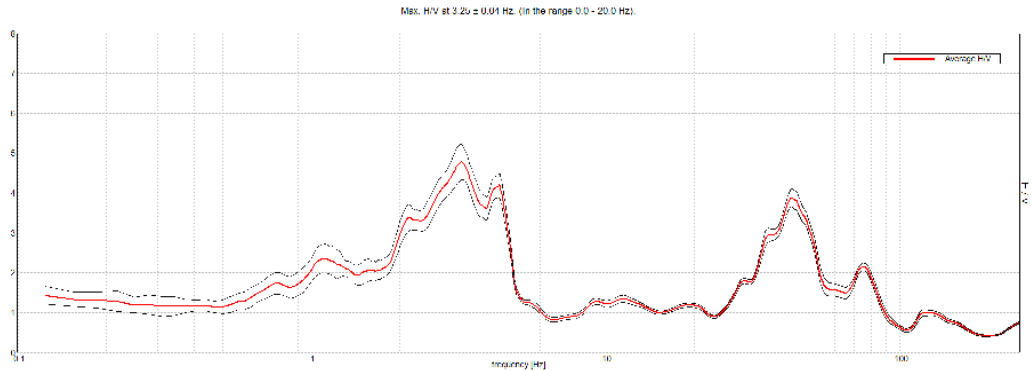
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	T22
LATITUDINE WGS 84	45,41561
LONGITUDINE WGS 84	11,13748
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	41,6 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	13,5 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,25 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

T23

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

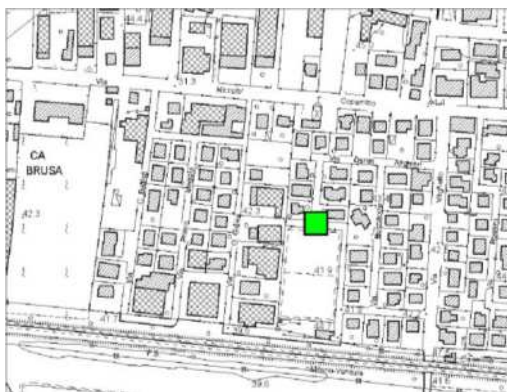
UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



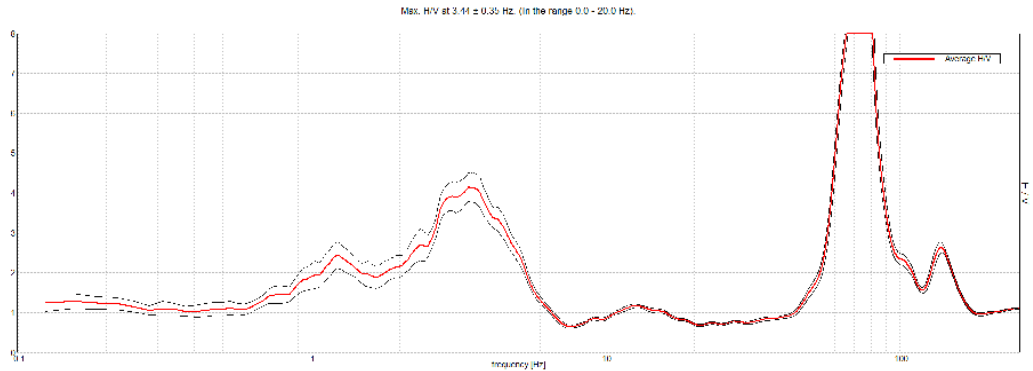
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	T23
LATITUDINE WGS 84	45,41833
LONGITUDINE WGS 84	11,13135
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	42 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	3,25 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,20 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

T24

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

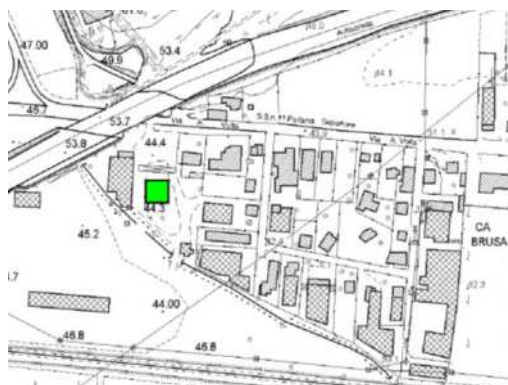
UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



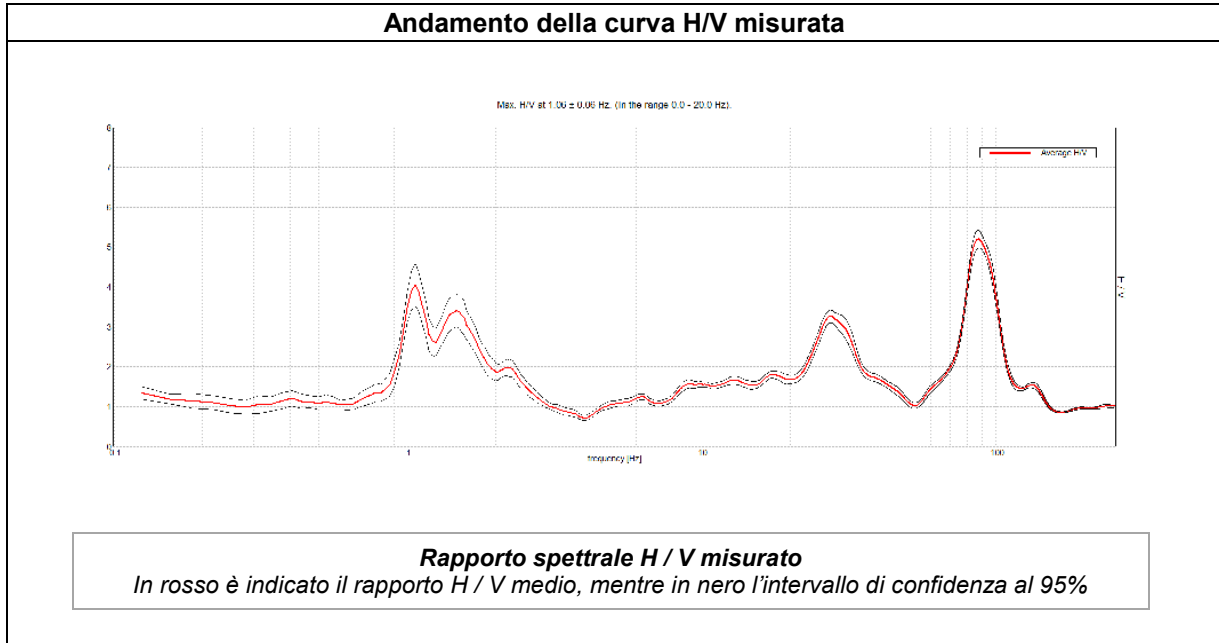
ESTRATTO C.T.R.



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	T24
LATITUDINE WGS 84	45,41938
LONGITUDINE WGS 84	11,12256
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	44,3 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	3,44 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	1,30 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	SI
ANNO DI MISURA	2015

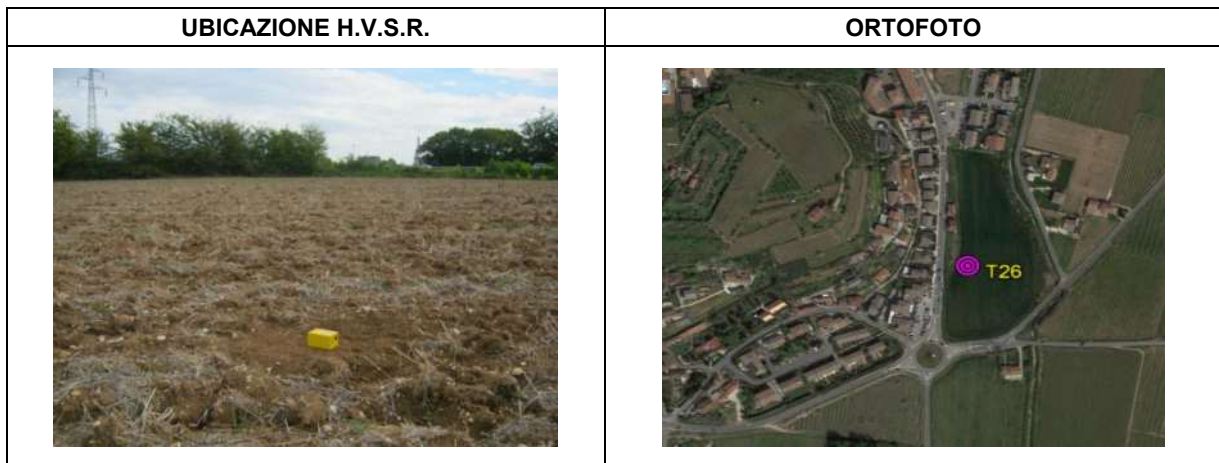
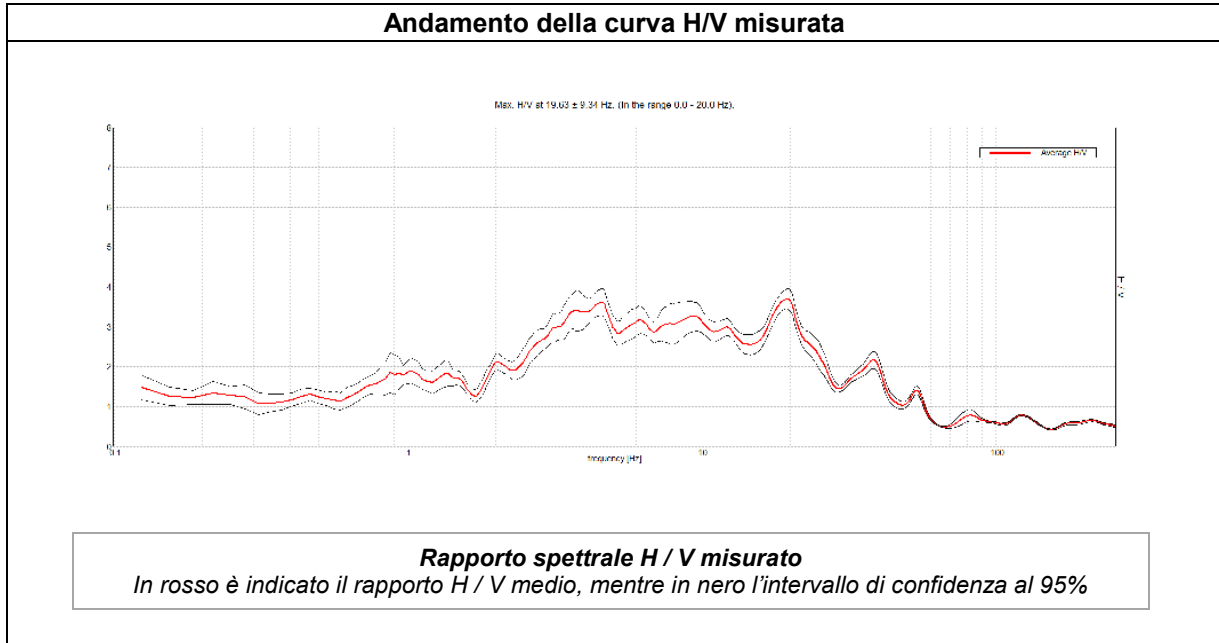
MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.	T25
---	------------



UBICAZIONE H.V.S.R.	ORTOFOTO

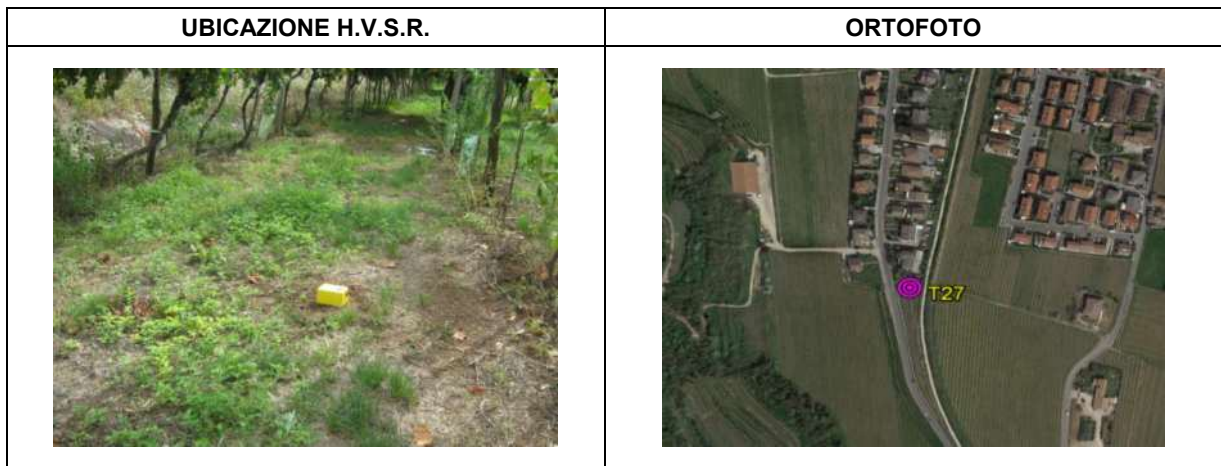
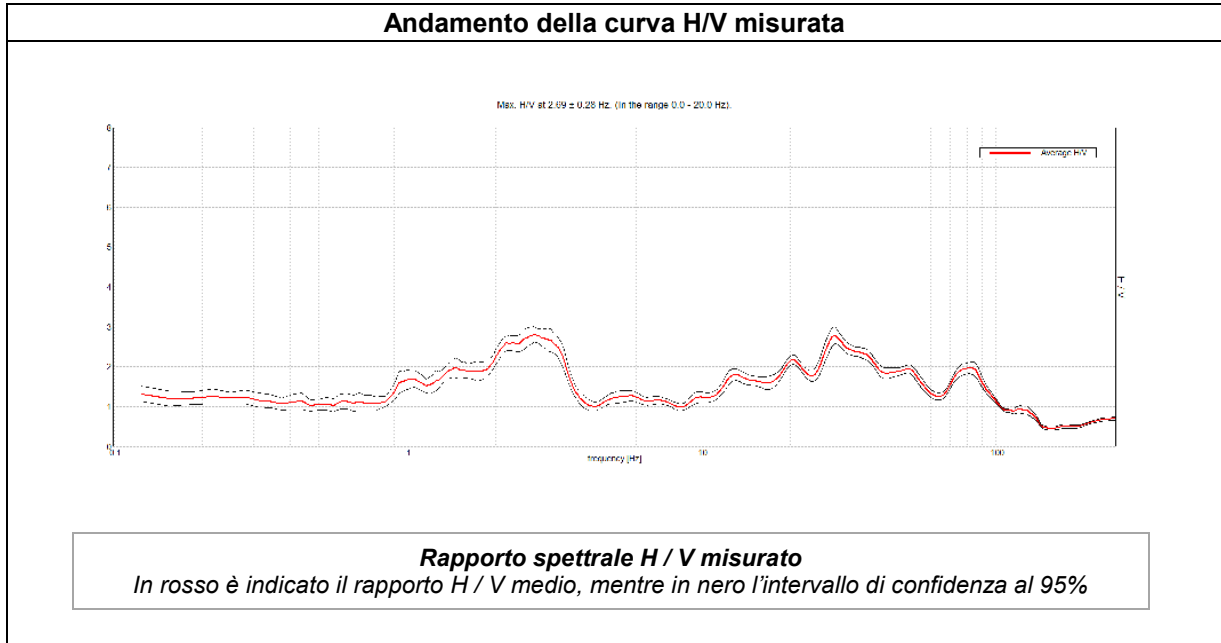
ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T25
	LATITUDINE WGS 84	45,42549
	LONGITUDINE WGS 84	11,14394
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	49 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,60 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,60 Hz
	CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
	ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.	T26
---	------------



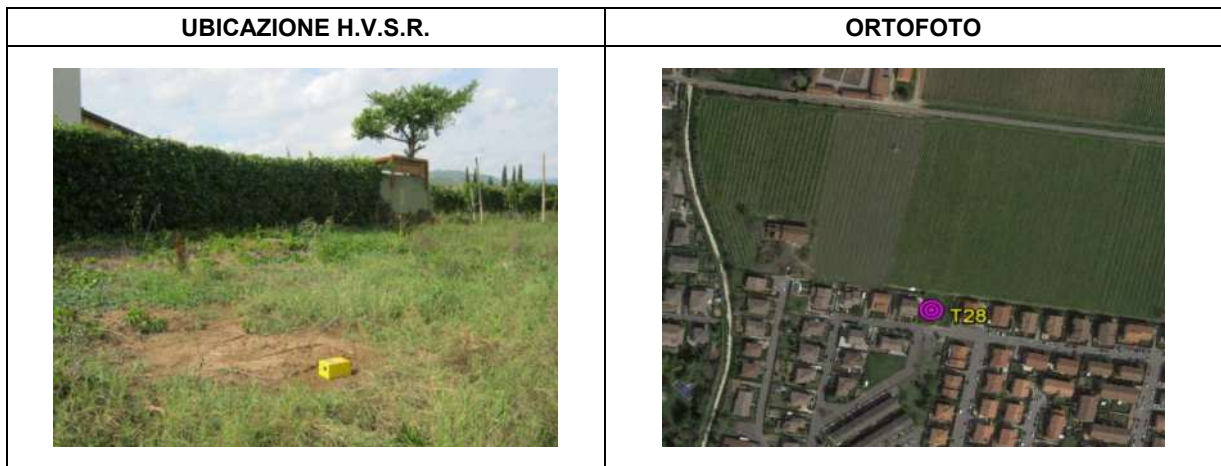
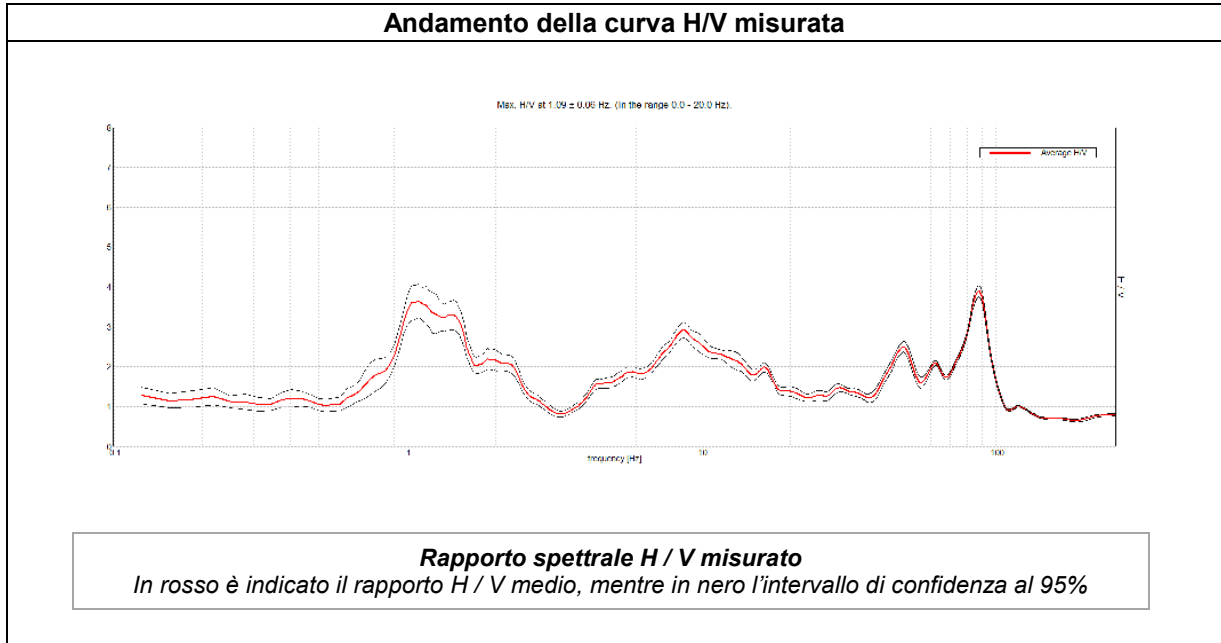
ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T26
	LATITUDINE WGS 84	45,42627
	LONGITUDINE WGS 84	11,13797
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	51,5 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	19,63 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	4,80 Hz
	CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
	ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.	T27
---	------------



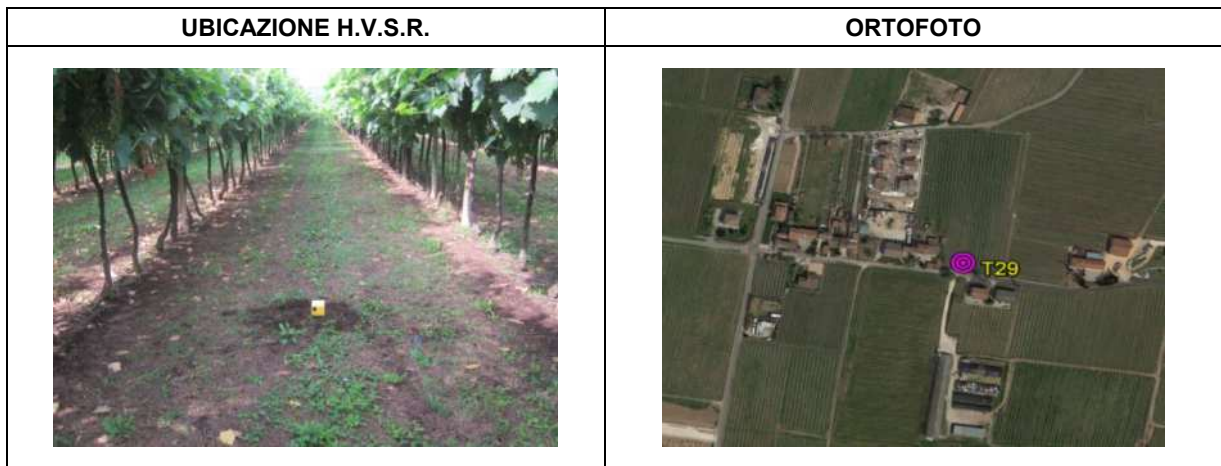
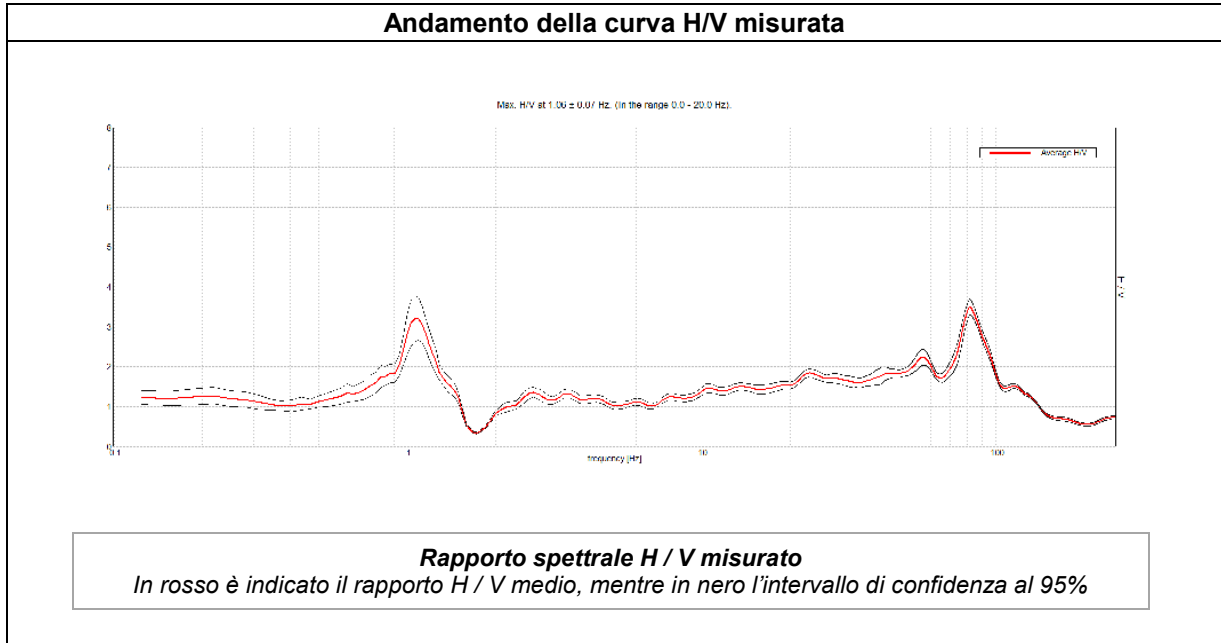
ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T27
	LATITUDINE WGS 84	45,43560
	LONGITUDINE WGS 84	11,13287
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	60 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	2,69 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	1,50 Hz
	CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	SI
	ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.	T28
---	------------



ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T28
	LATITUDINE WGS 84	45,44167
	LONGITUDINE WGS 84	11,13614
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	65,6 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,09 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,09 Hz
	CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
	ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.	T29
---	------------

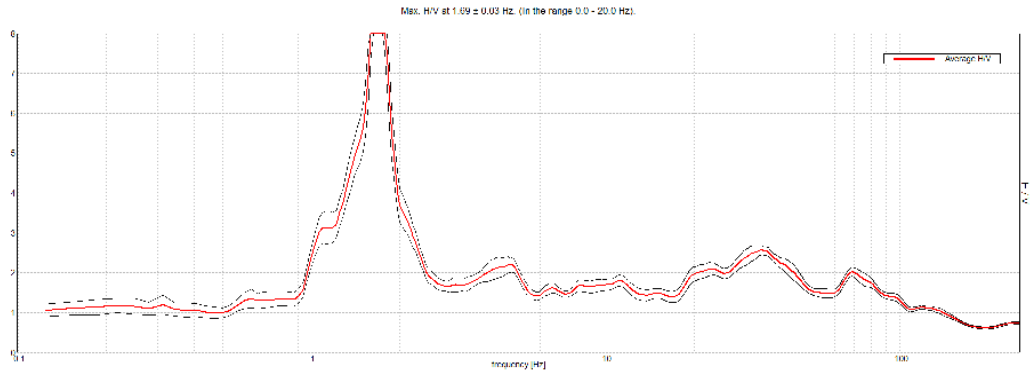


ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T29
	LATITUDINE WGS 84	45,44335
	LONGITUDINE WGS 84	11,14459
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	80 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,06 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,06 Hz
	CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
	ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

T30

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

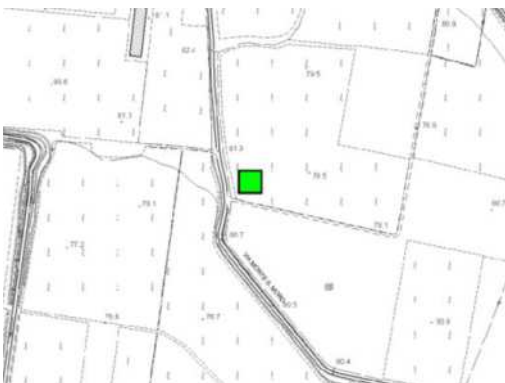
UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



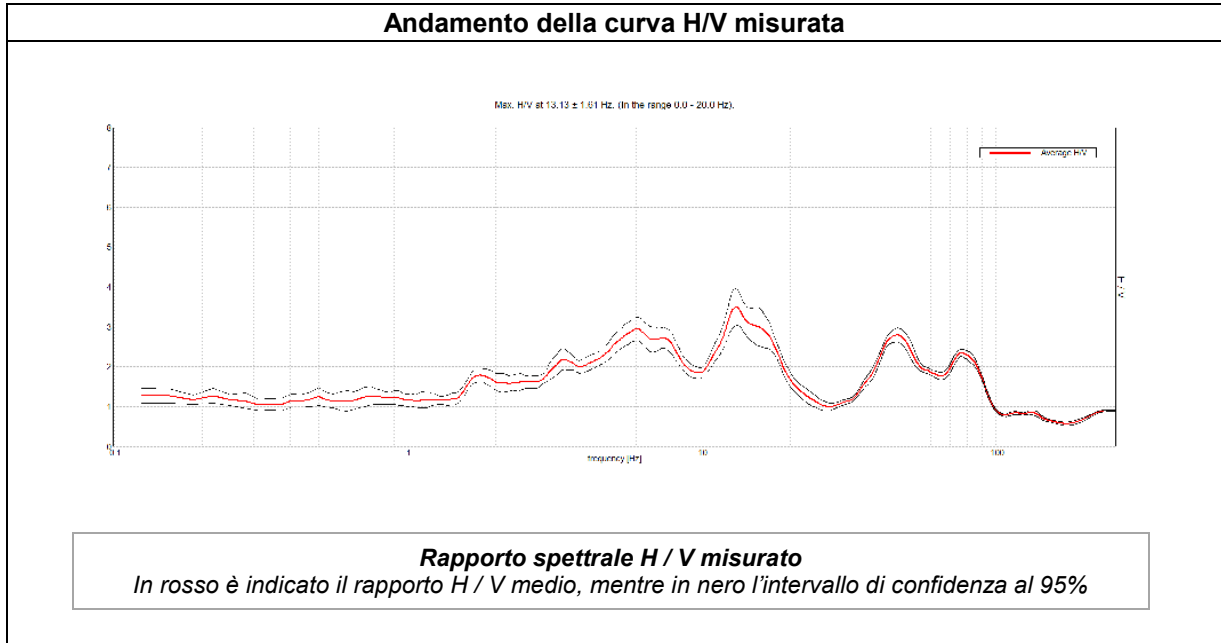
ESTRATTO C.T.R.



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	T30
LATITUDINE WGS 84	45,45788
LONGITUDINE WGS 84	11,13961
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	80 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,69 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,60 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.	T31
---	------------

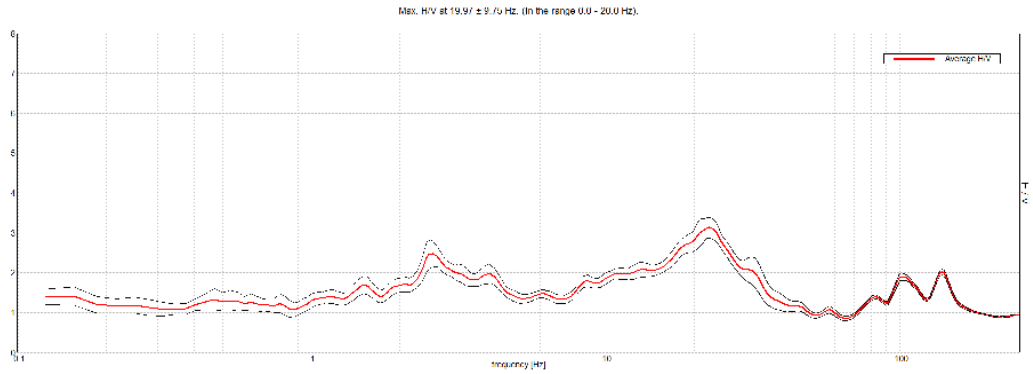


ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T31
	LATITUDINE WGS 84	45,46535
	LONGITUDINE WGS 84	11,14027
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	95 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	13,13 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	13,13 Hz
	CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
	ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

T32

Andamento della curva H/V misurata



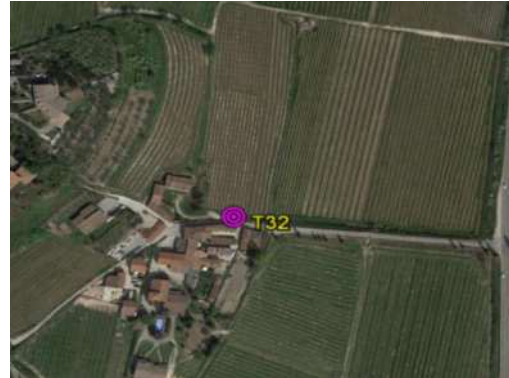
Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



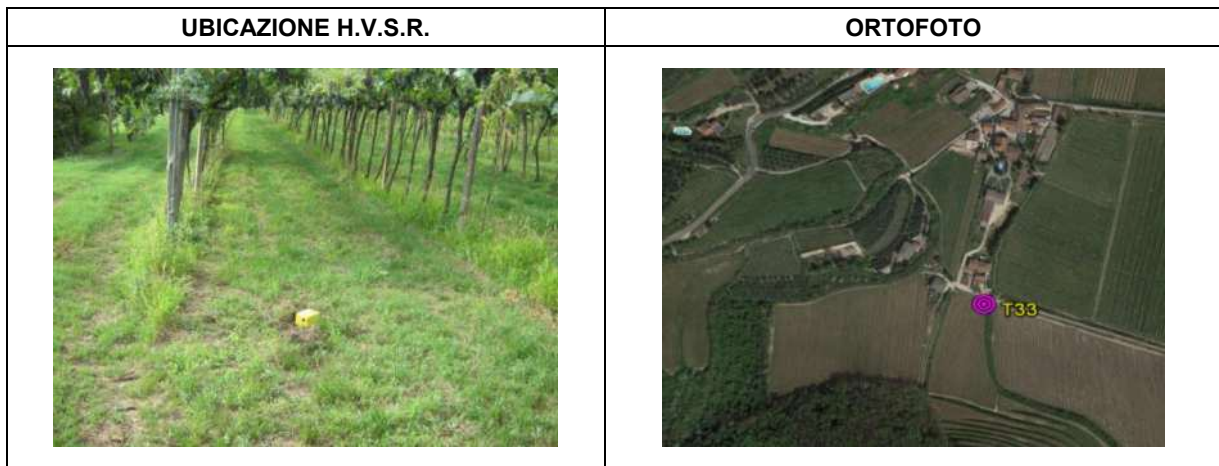
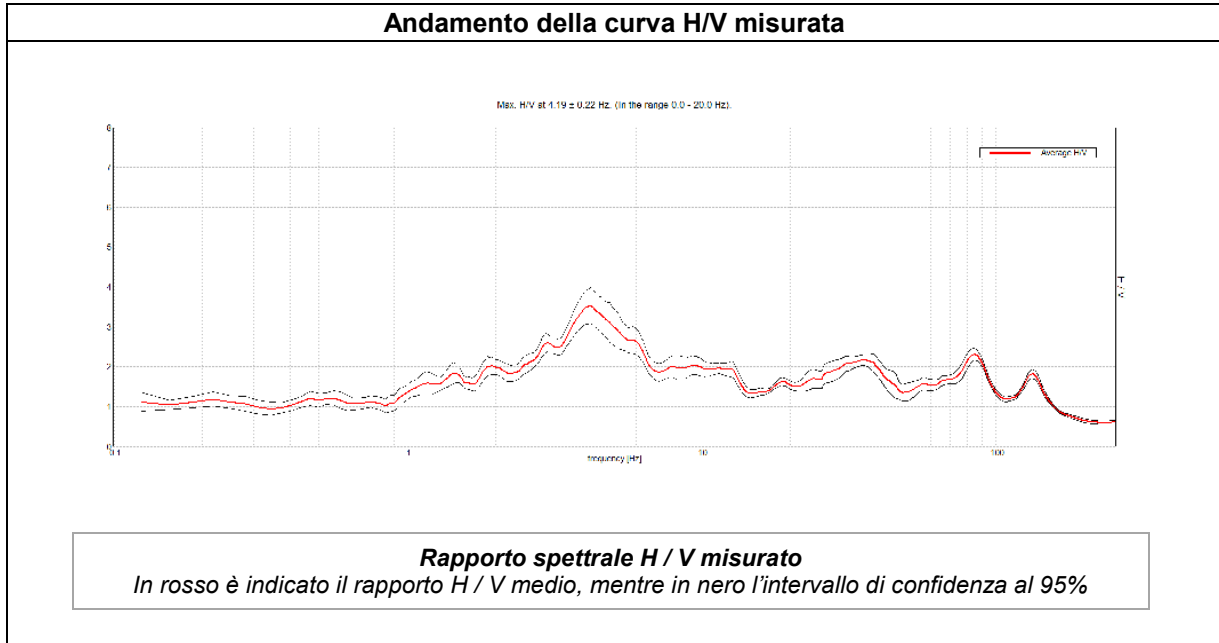
ESTRATTO C.T.R.



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	T32
LATITUDINE WGS 84	45,45819
LONGITUDINE WGS 84	11,12733
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	90 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	19,97 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	2,60 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.	T33
---	------------

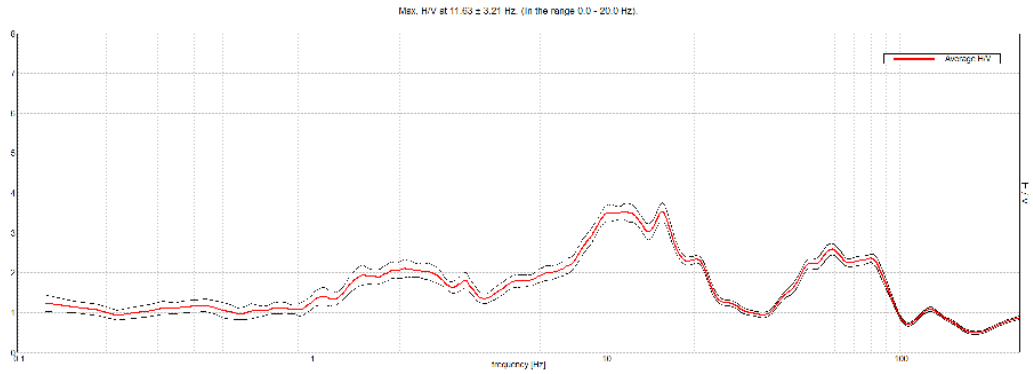


ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T33
	LATITUDINE WGS 84	45,45562
	LONGITUDINE WGS 84	11,12674
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	88 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	4,19 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	4,19 Hz
	CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	SI
	ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

T34

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



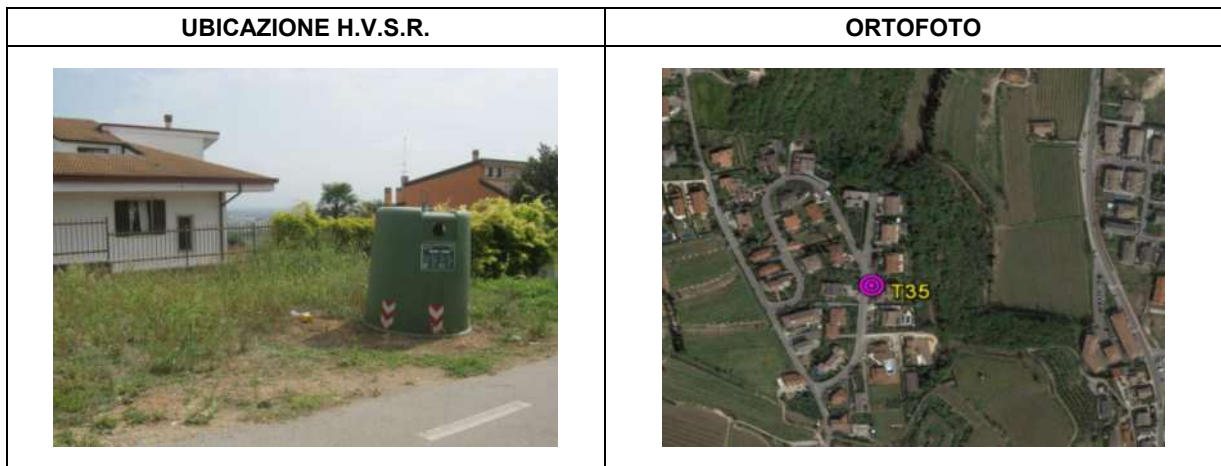
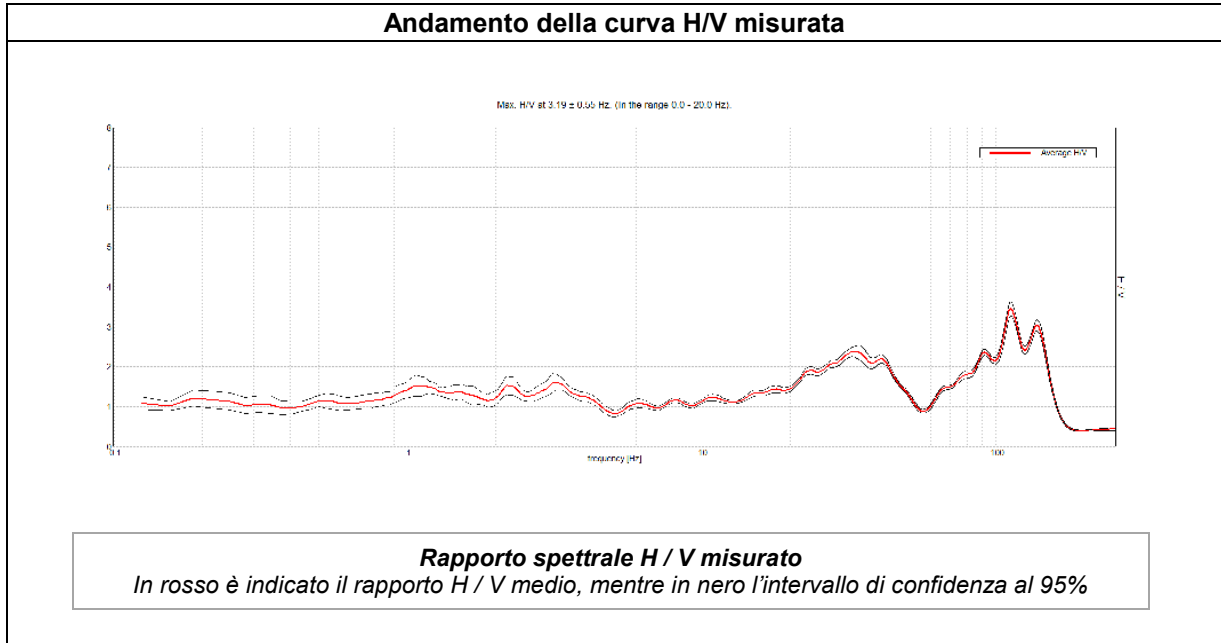
ESTRATTO C.T.R.



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

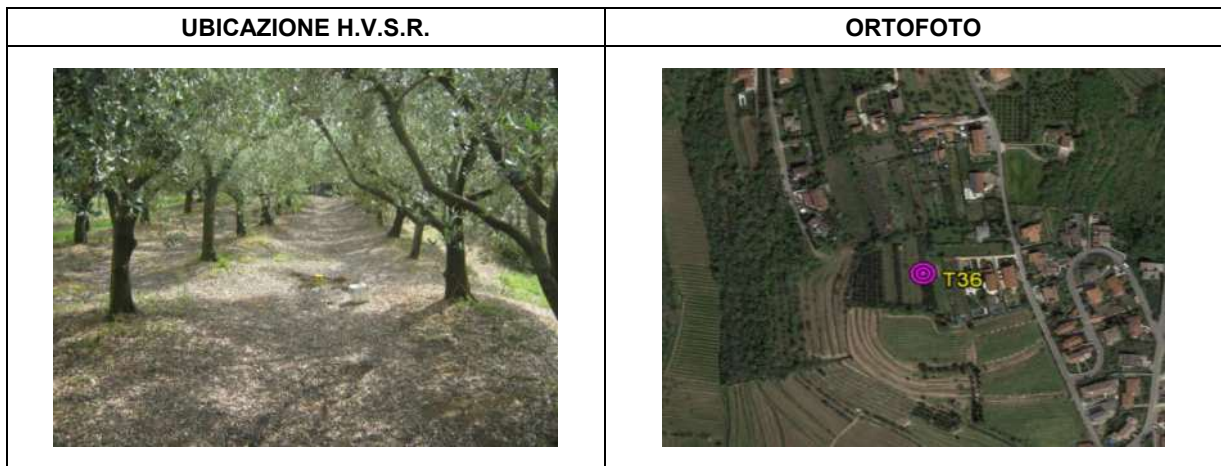
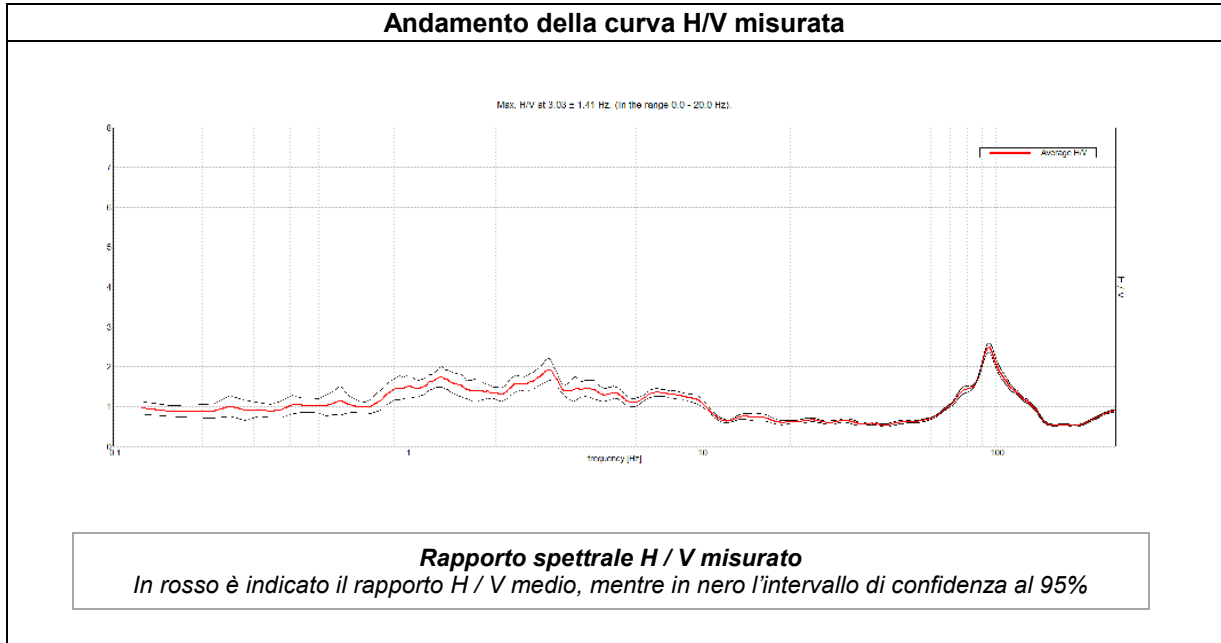
CODICE STAZIONE	T34
LATITUDINE WGS 84	45,45156
LONGITUDINE WGS 84	11,13014
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	83 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	11,63 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	2,10 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2015


MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.	T35
---	------------



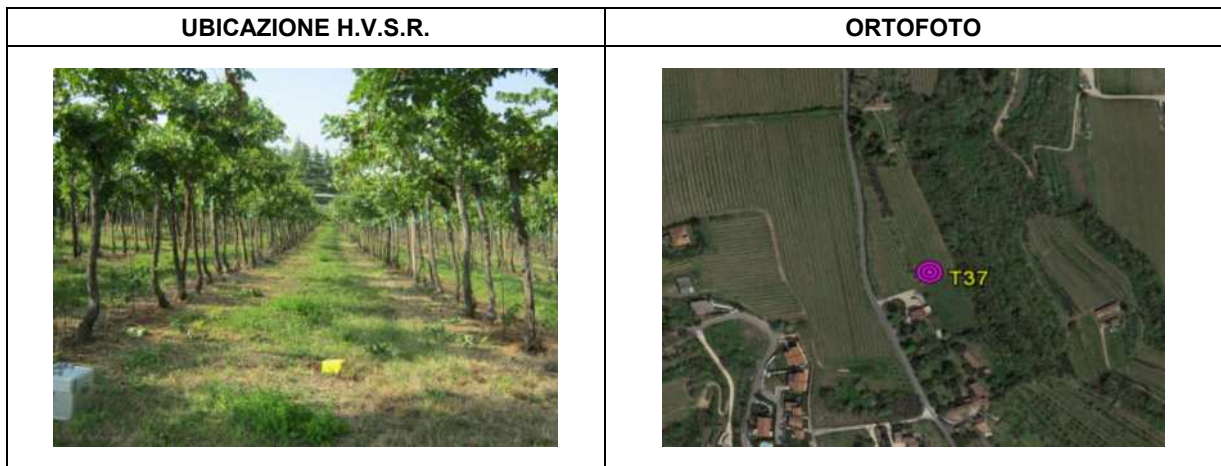
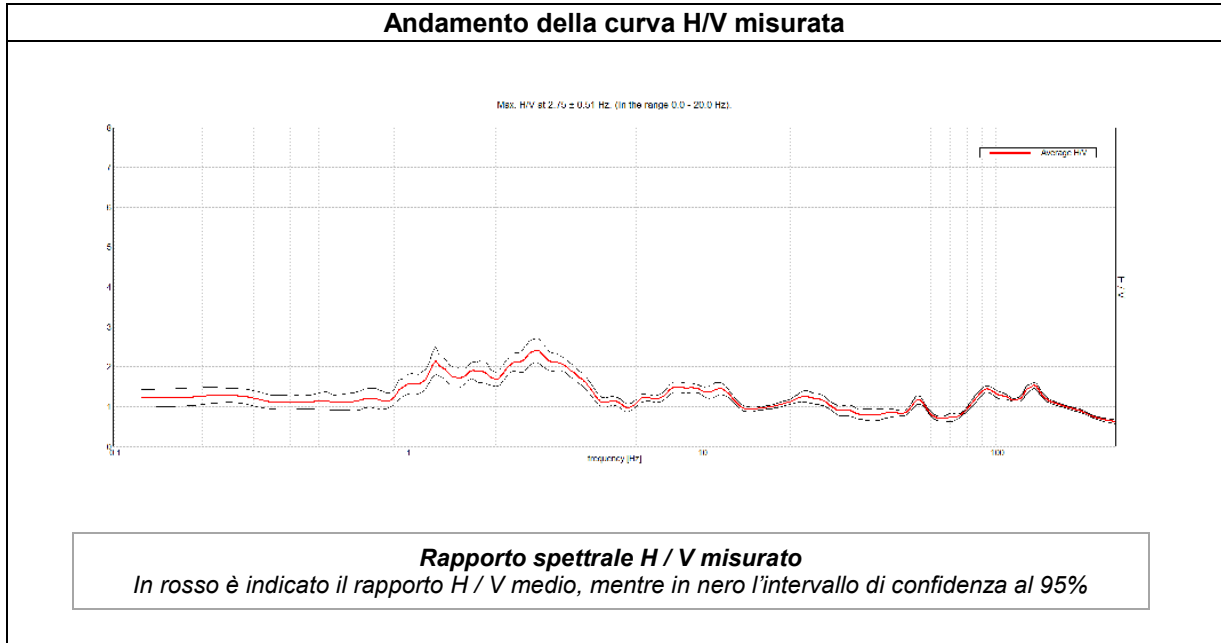
ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T35
	LATITUDINE WGS 84	45,42898
	LONGITUDINE WGS 84	11,13292
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	110 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	n.p.
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	n.p.
	CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	NO
	ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.	T36
---	------------



ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T36
	LATITUDINE WGS 84	45,42968
	LONGITUDINE WGS 84	11,12949
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	140 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	n.p.
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	n.p.
	CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	NO
	ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.	T37
---	------------

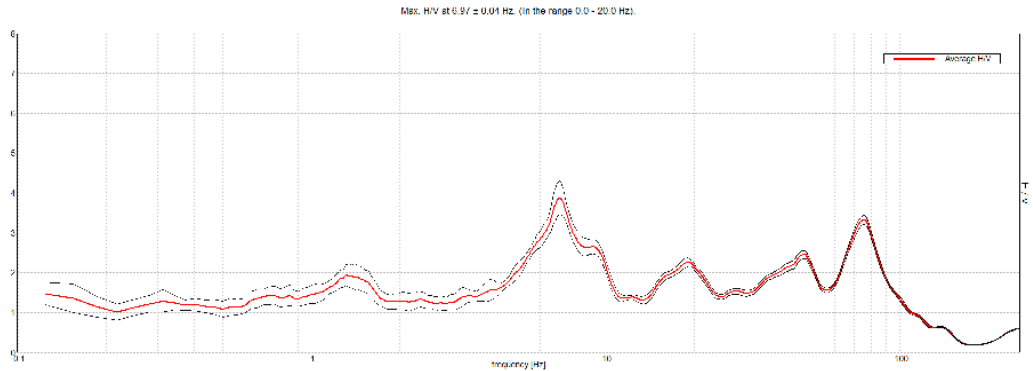


ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T37
	LATITUDINE WGS 84	45,43378
	LONGITUDINE WGS 84	11,12905
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	135 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	2,75 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	2,75 Hz
	CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
	ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

T38

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



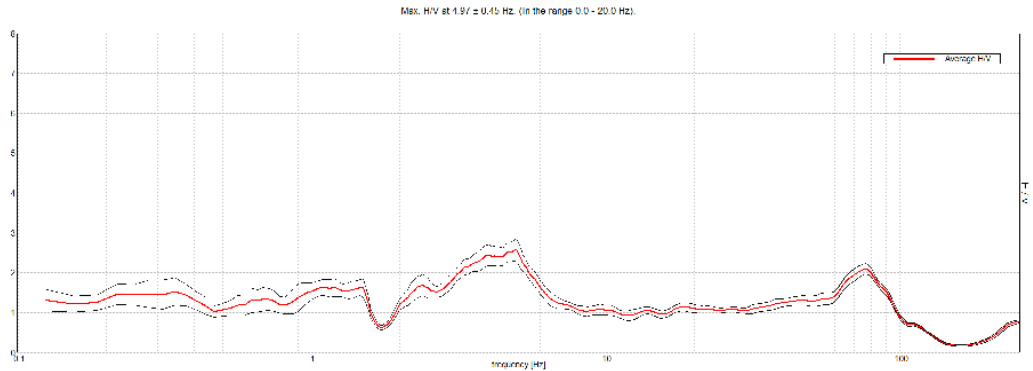
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	T38
LATITUDINE WGS 84	45,42254
LONGITUDINE WGS 84	11,12275
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	80 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	6,97 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,50 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

T39

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



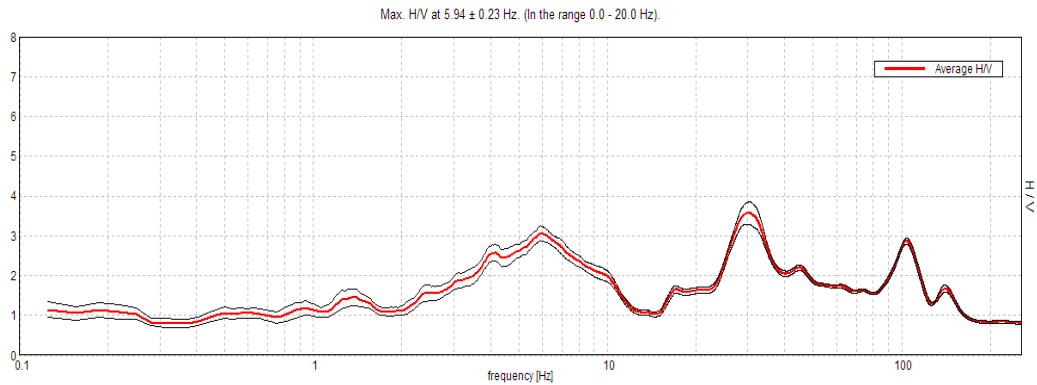
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	T39
LATITUDINE WGS 84	45,44173
LONGITUDINE WGS 84	11,12465
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	165 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	4,97 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	4,97 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

T40

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

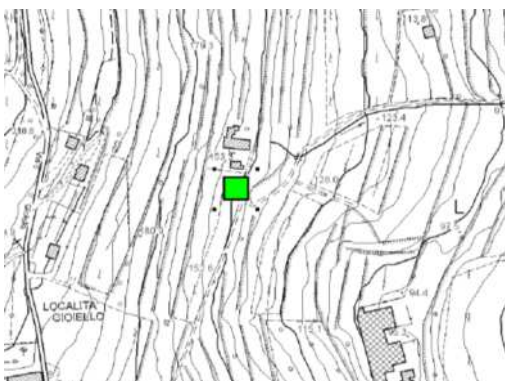
UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



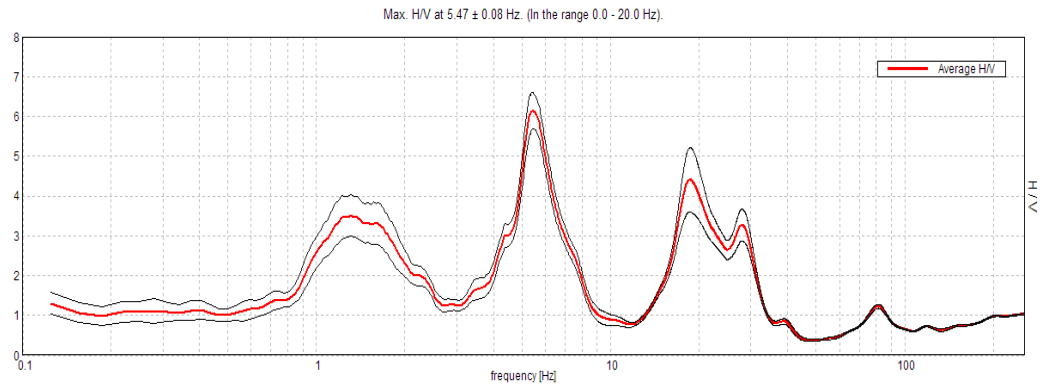
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	T40
LATITUDINE WGS 84	45,44592
LONGITUDINE WGS 84	11,12558
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	150 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	5,94 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	5,94 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

T41

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



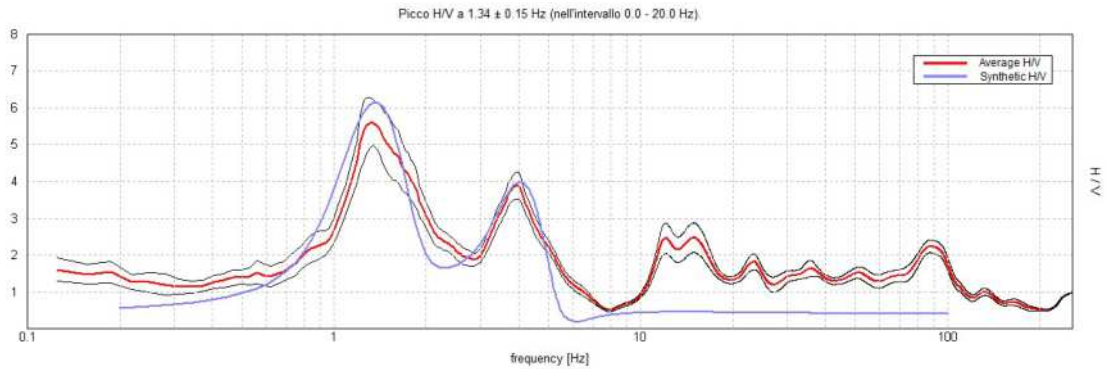
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	T41
LATITUDINE WGS 84	45,40466
LONGITUDINE WGS 84	11,12886
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	29,8 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	5,47 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,30 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

T42

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



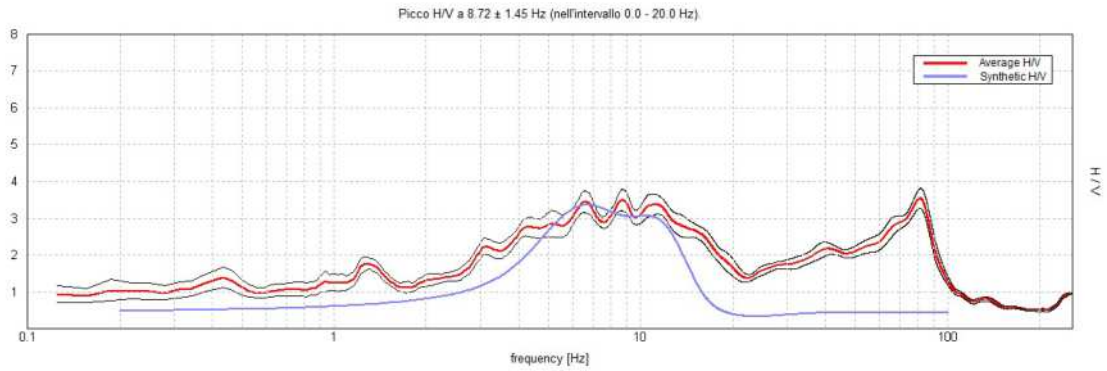
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	T42
LATITUDINE WGS 84	45,40635
LONGITUDINE WGS 84	11,13452
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	30 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 - 20 Hz	1,34 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 - 20 Hz	1,34 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 - 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2023

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

T43

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



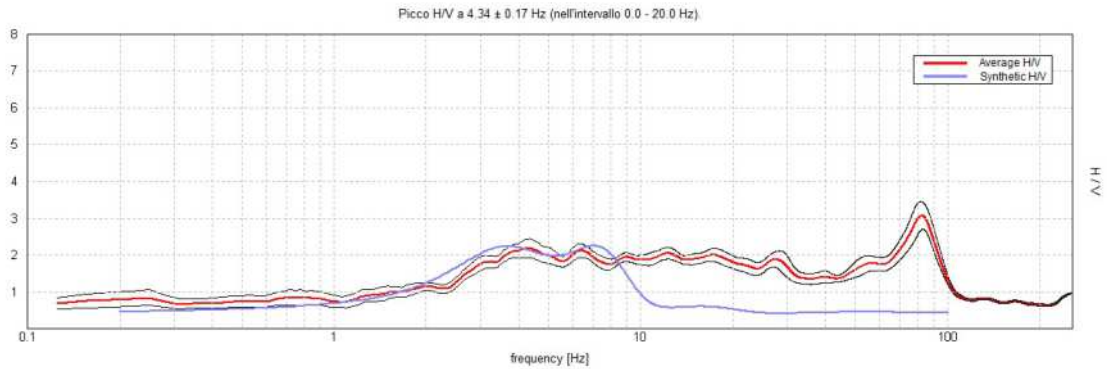
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	T43
LATITUDINE WGS 84	45,44677
LONGITUDINE WGS 84	11,11918
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	262 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	8,72 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	8,72 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2023

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

T44

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

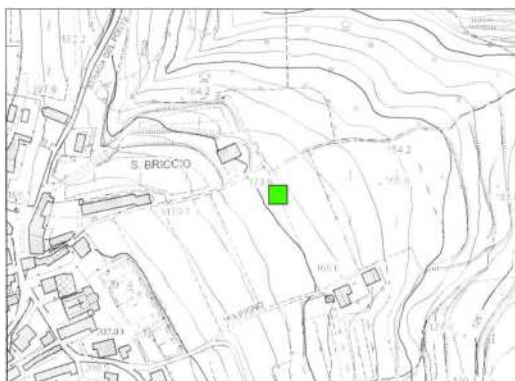
UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



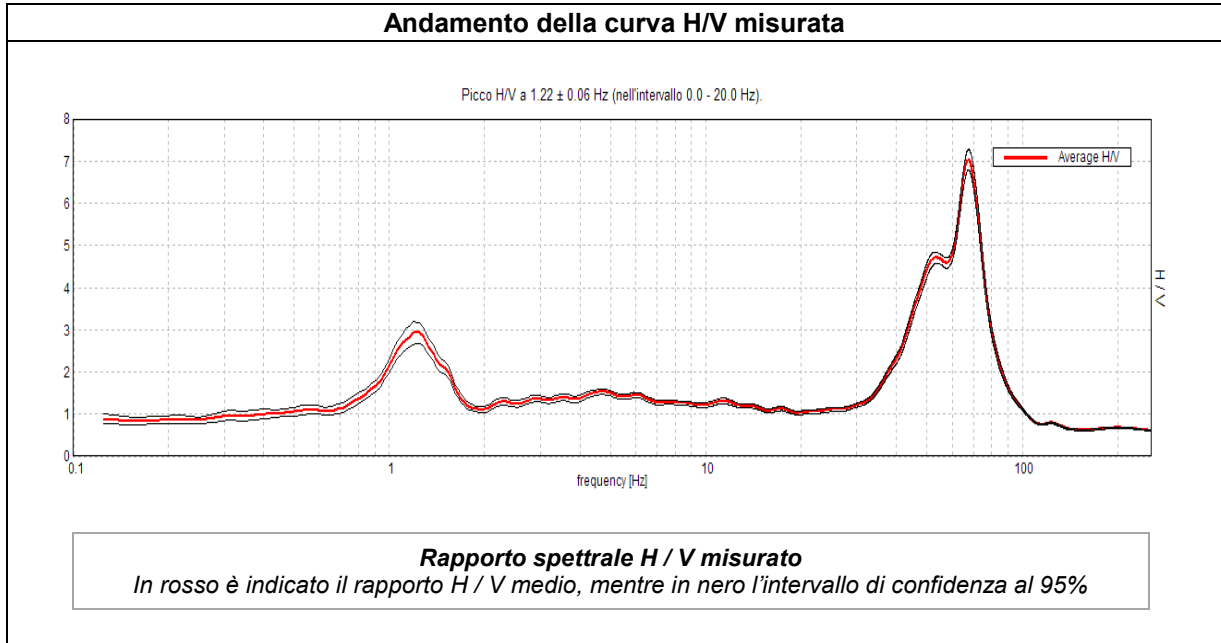
ESTRATTO C.T.R.



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	T44
LATITUDINE WGS 84	45,45245
LONGITUDINE WGS 84	11,12383
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	173,6 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 - 20 Hz	4,34 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 - 20 Hz	4,34 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 - 20 Hz	NO
ANNO DI MISURA	2023

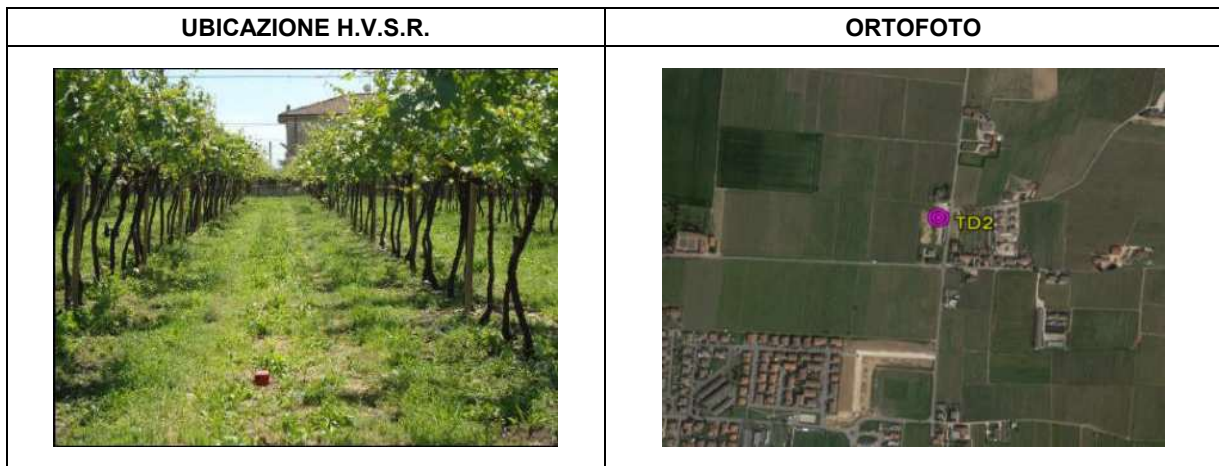
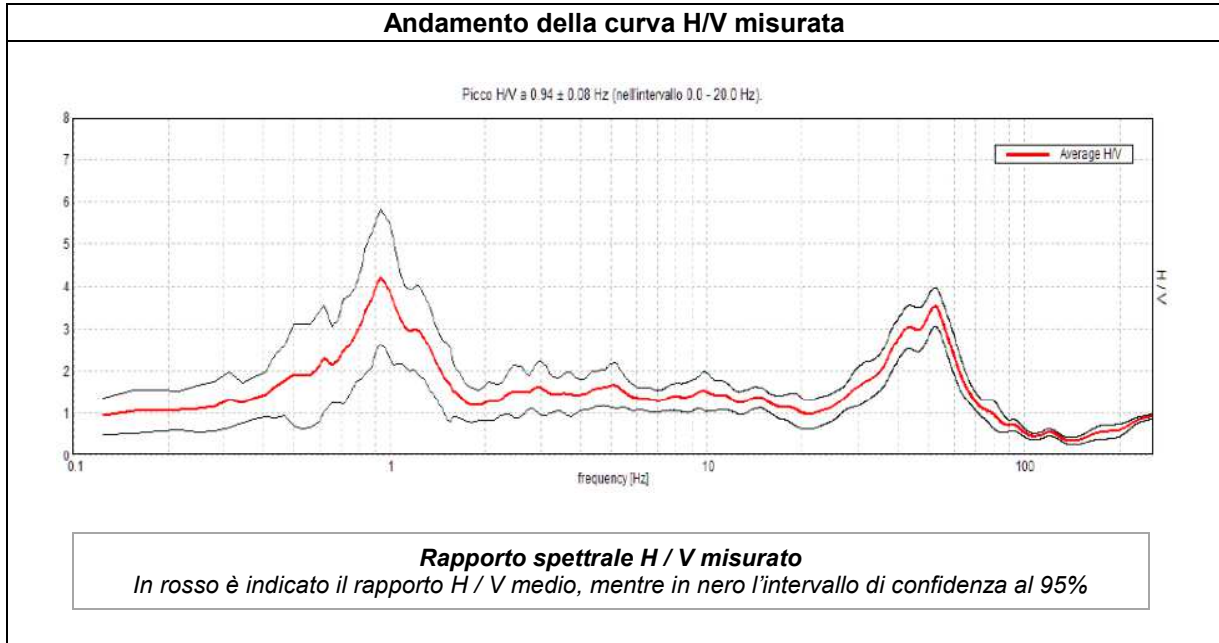
MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.	TD1
---	------------



UBICAZIONE H.V.S.R.	ORTOFOTO

ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	TD1
	LATITUDINE WGS 84	45,43910
	LONGITUDINE WGS 84	11,13894
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	67 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,22 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,22 Hz
	CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
	ANNO DI MISURA	2015

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.	TD2
---	------------

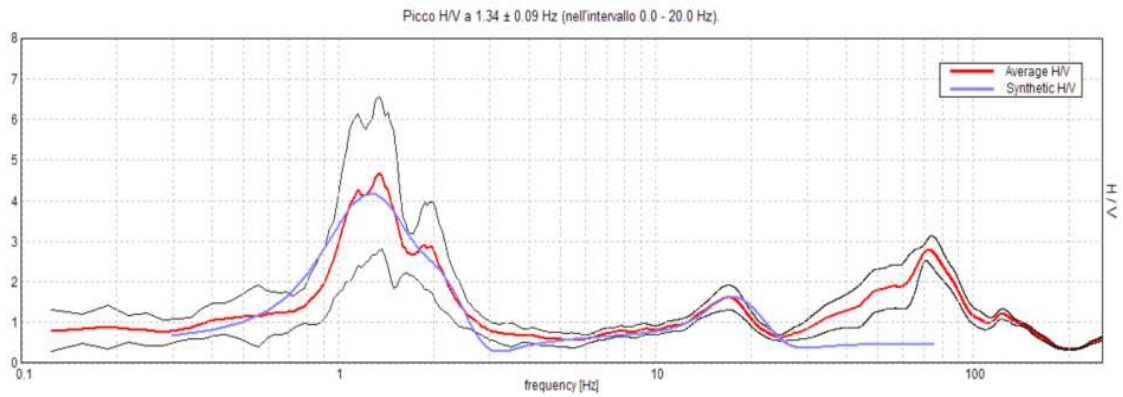


ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	TD2
	LATITUDINE WGS 84	45,44440
	LONGITUDINE WGS 84	11,14176
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	78 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	0,94 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	0,94 Hz
	CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	SI
	ANNO DI MISURA	2013

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

TD3

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



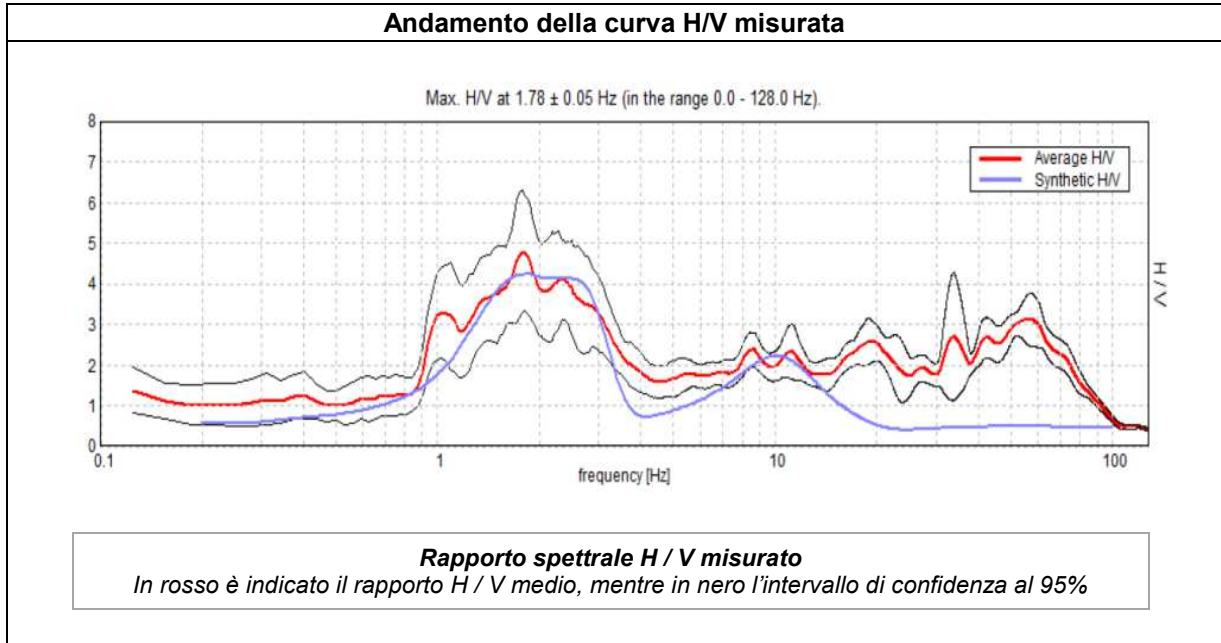
ESTRATTO C.T.R.



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

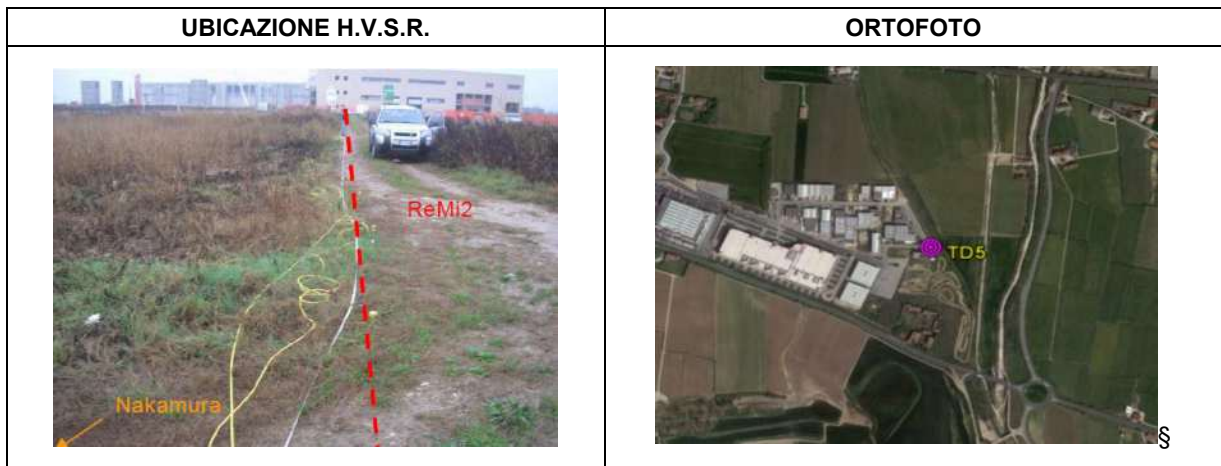
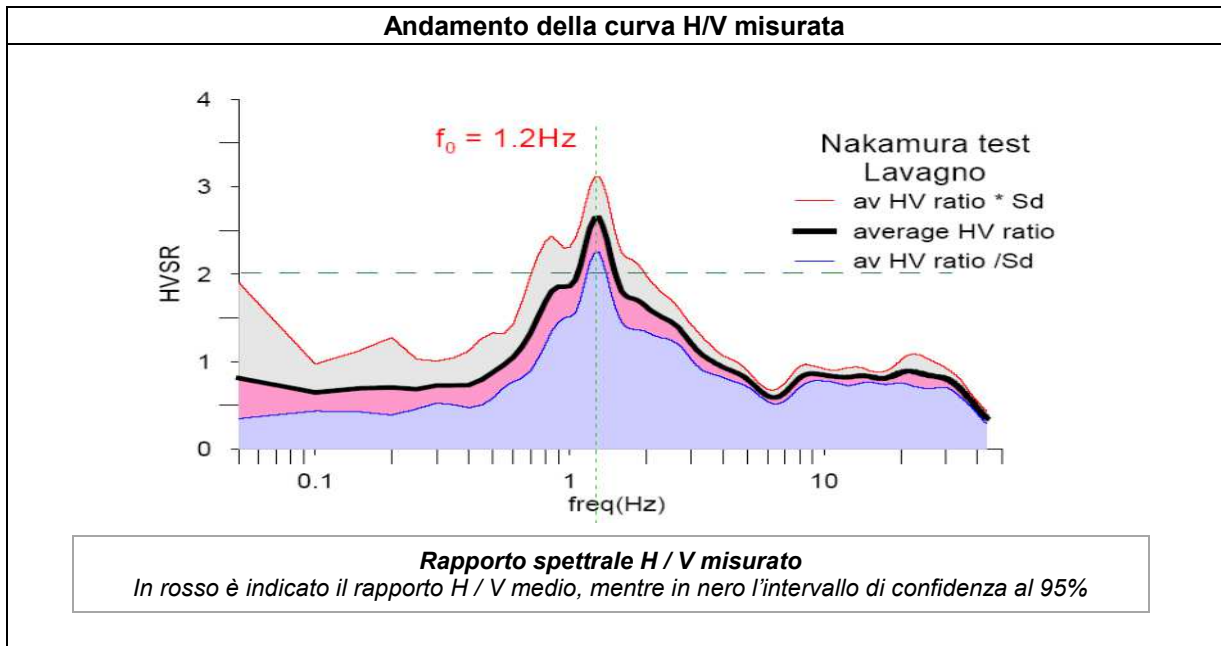
CODICE STAZIONE	TD3
LATITUDINE WGS 84	45,42092
LONGITUDINE WGS 84	11,14063
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	45,4 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 - 20 Hz	1,34 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 - 20 Hz	1,34 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 - 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2013

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.	TD4
---	------------



ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	TD4
	LATITUDINE WGS 84	45,43947
	LONGITUDINE WGS 84	11,13400
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	65 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,78 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,78 Hz
	CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
	ANNO DI MISURA	2010

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.	TD5
---	------------

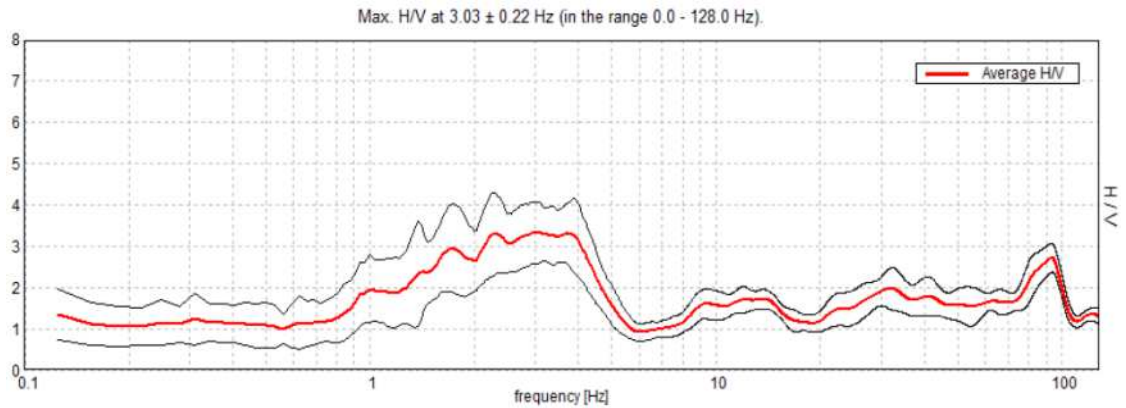


ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	TD5
	LATITUDINE WGS 84	45,41157
	LONGITUDINE WGS 84	11,14047
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	38,3 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	1,20 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	1,20 Hz
	CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	SI
	ANNO DI MISURA	2006

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

TD6

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

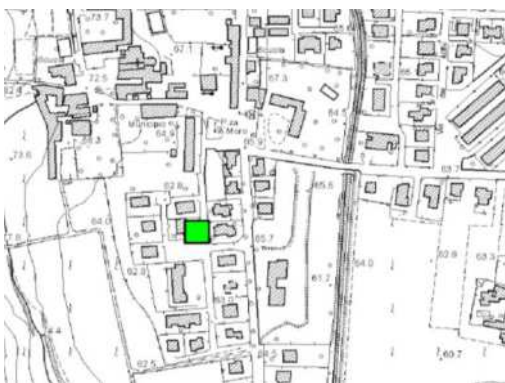
UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



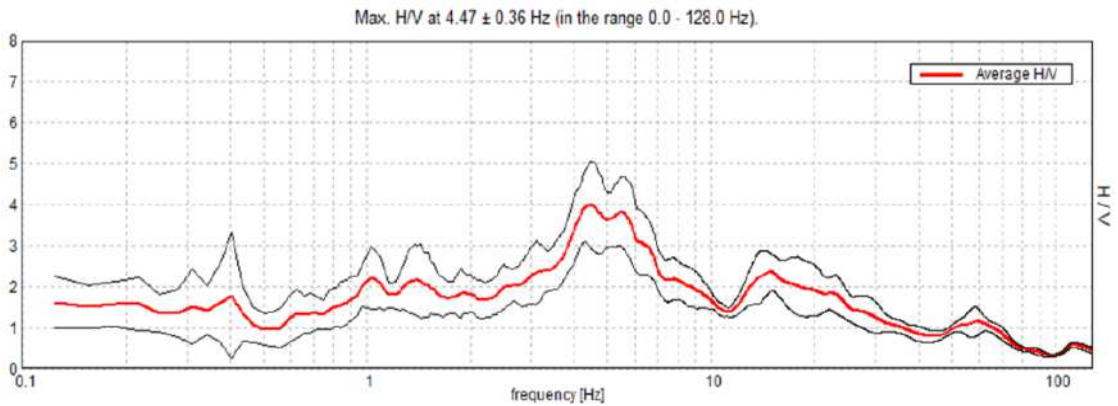
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	TD6
LATITUDINE WGS 84	45,43932
LONGITUDINE WGS 84	11,13156
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	64 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	3,03 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	3,03 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2010

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

TD7

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



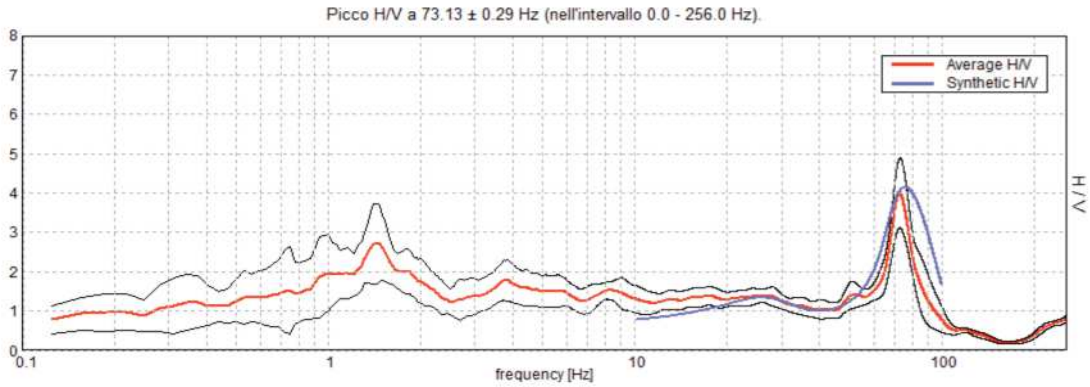
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	TD7
LATITUDINE WGS 84	45,45128
LONGITUDINE WGS 84	11,12286
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	193 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	4,47 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	4,47 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2010

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

TD8

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



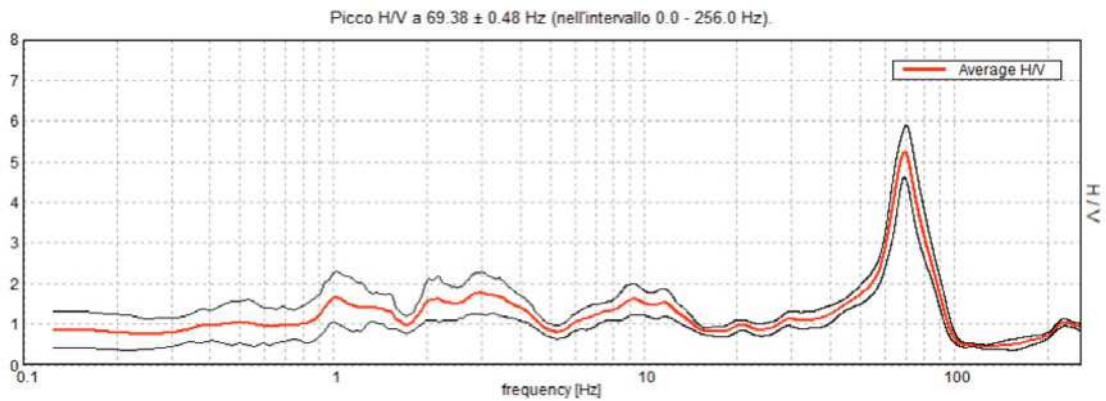
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	TD8
LATITUDINE WGS 84	45,45684
LONGITUDINE WGS 84	11,11893
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	212,4 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,50 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,50 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2011

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

TD9

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



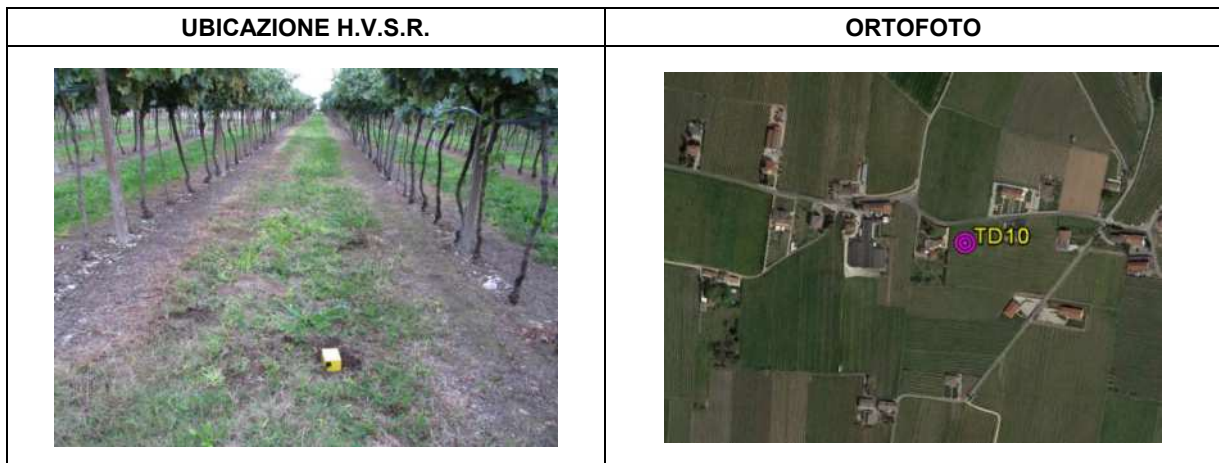
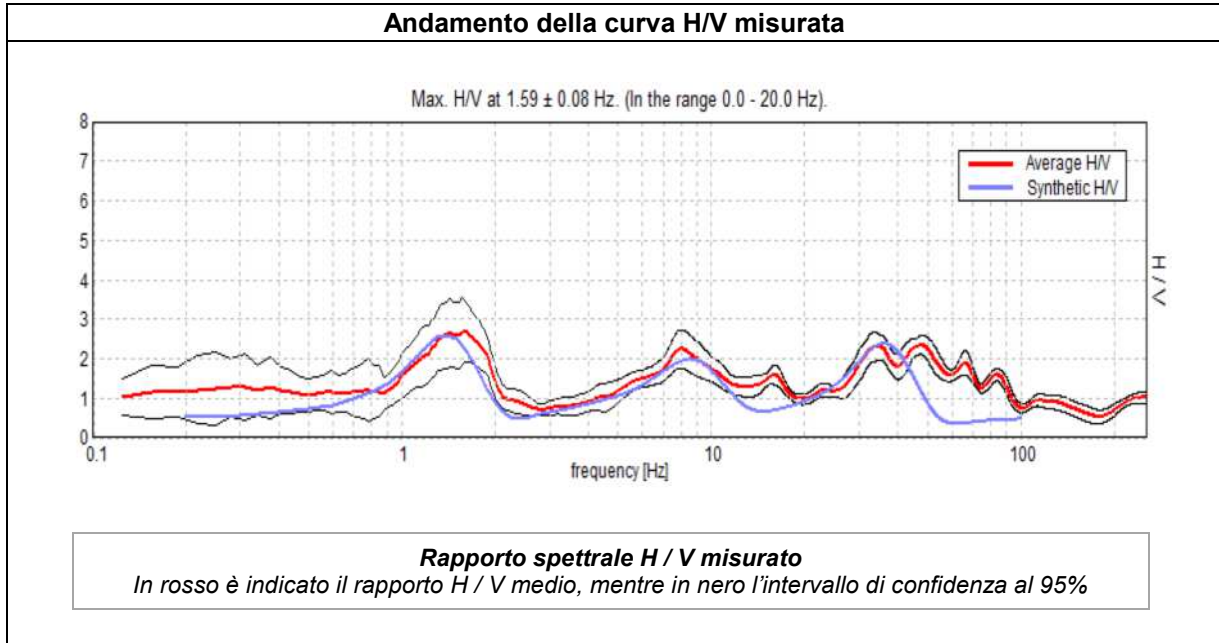
ESTRATTO C.T.R.



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

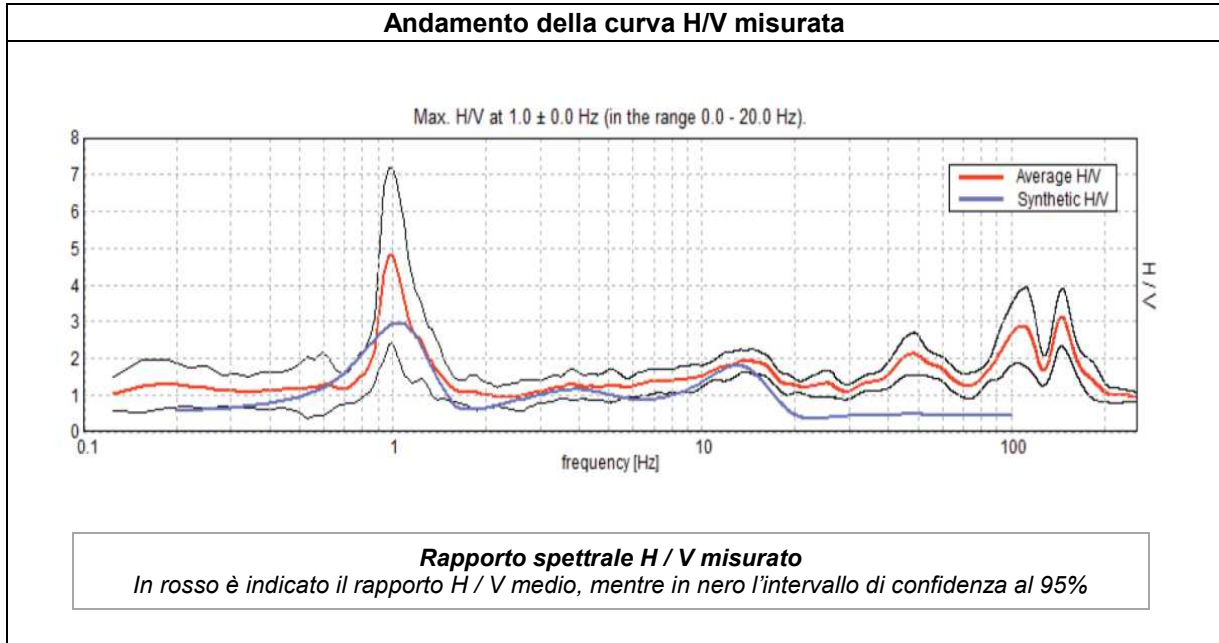
CODICE STAZIONE	TD9
LATITUDINE WGS 84	45,43486
LONGITUDINE WGS 84	11,12280
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	137 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	n.p.
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	n.p.
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	NO
ANNO DI MISURA	2011

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.	TD10
---	-------------



ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	TD10
	LATITUDINE WGS 84	45,45159
	LONGITUDINE WGS 84	11,14931
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	100,4 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,59 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,59 Hz
	CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
	ANNO DI MISURA	2013

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.	TD11
---	-------------



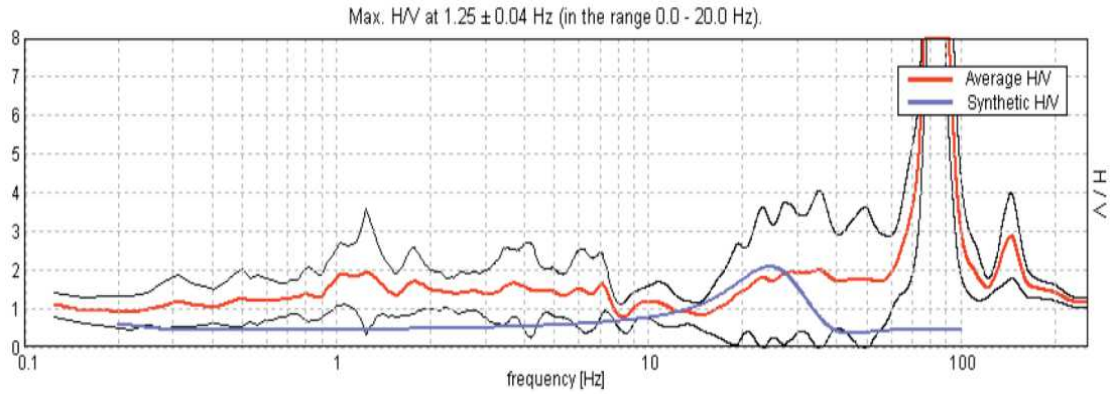
UBICAZIONE H.V.S.R.	ORTOFOTO

ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	TD11
	LATITUDINE WGS 84	45,43888
	LONGITUDINE WGS 84	11,13978
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	68,5 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,00 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,00 Hz
	CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
	ANNO DI MISURA	2013

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

TD12

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



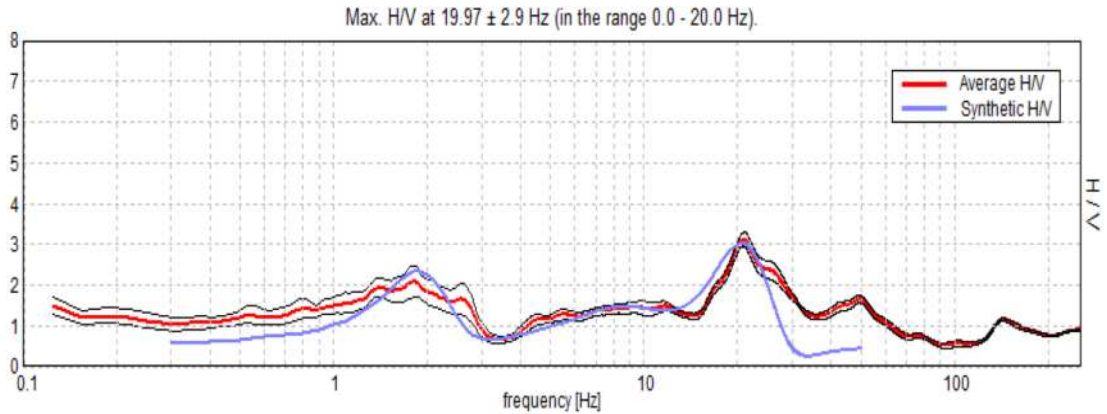
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	TD12
LATITUDINE WGS 84	45,43009
LONGITUDINE WGS 84	11,12334
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	136,3 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,25 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,25 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2014

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

TD13

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

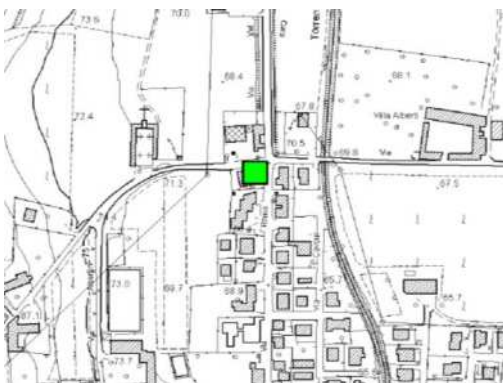
UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



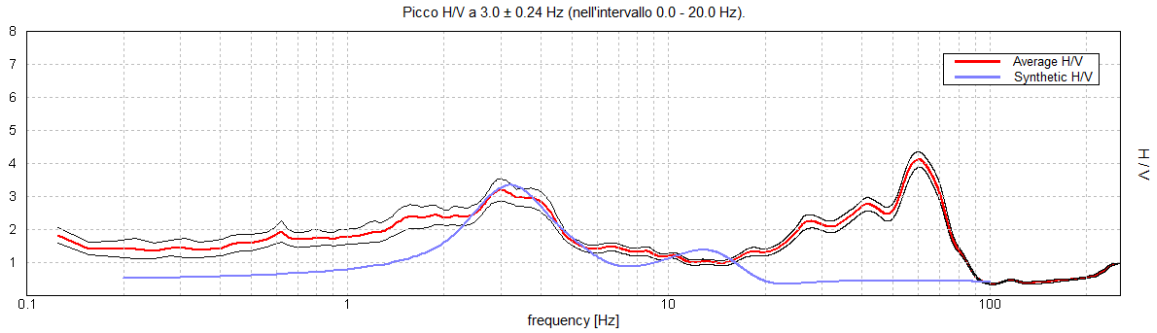
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	TD13
LATITUDINE WGS 84	45,44347
LONGITUDINE WGS 84	11,13209
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	69 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	19,97 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	19,97 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2014

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

TD14

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

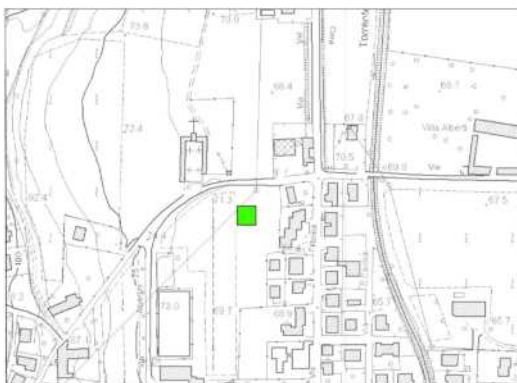
UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



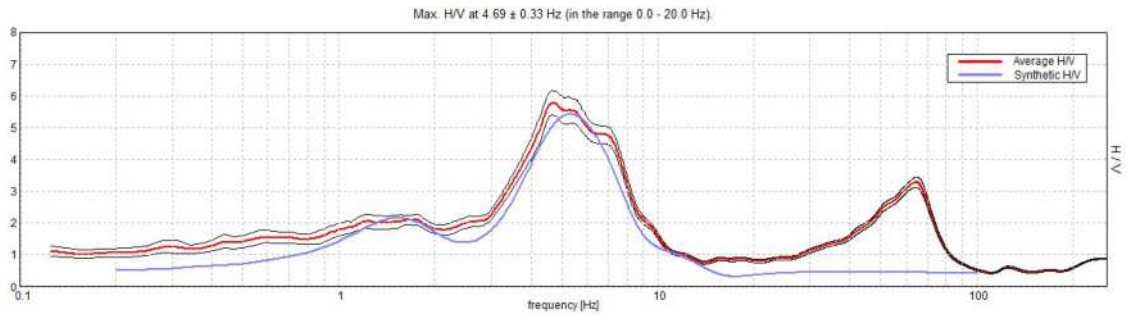
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	TD14
LATITUDINE WGS 84	45,44330
LONGITUDINE WGS 84	11,13150
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	70 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	3,0 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	3,0 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2023

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

TD15

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

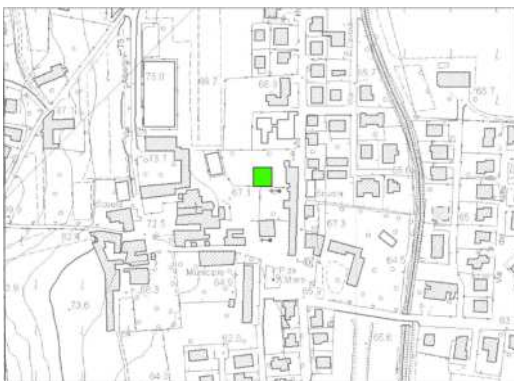
UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



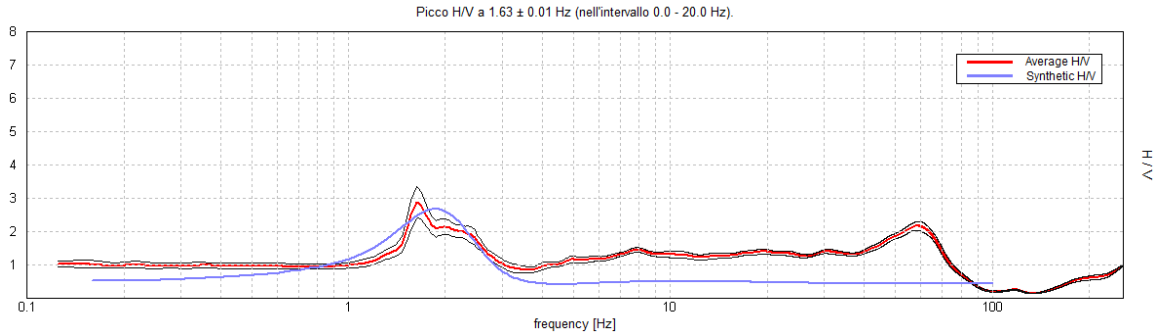
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	TD15
LATITUDINE WGS 84	45,44112
LONGITUDINE WGS 84	11,13169
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	67 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	4,69 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	4,69 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2018

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

TD16

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

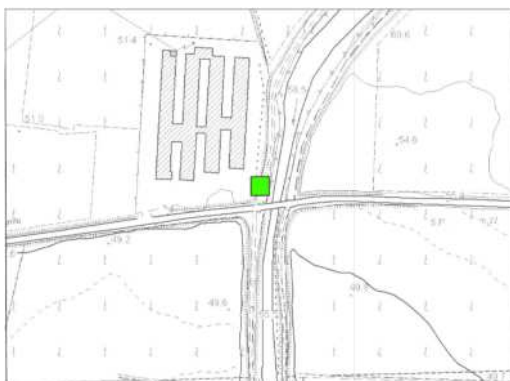
UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



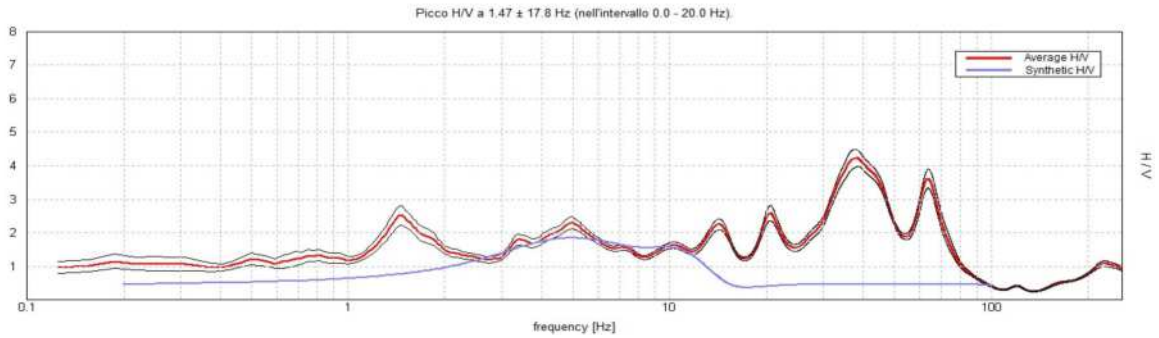
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	TD16
LATITUDINE WGS 84	45,42599
LONGITUDINE WGS 84	11,14494
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	56 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,63 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,63 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2021

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

TD17

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

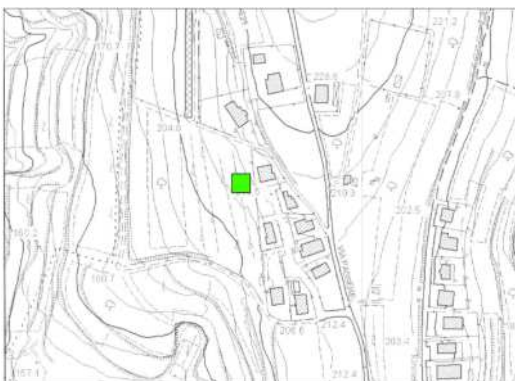
UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



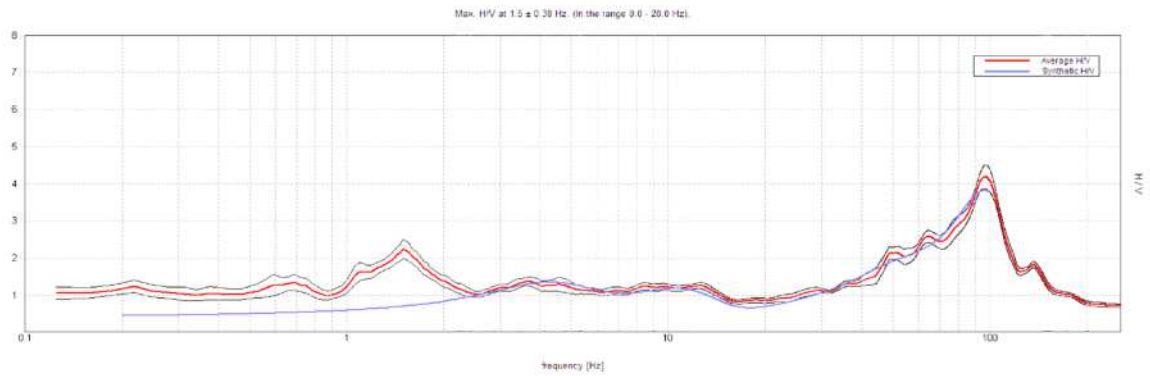
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	TD17
LATITUDINE WGS 84	45,45775
LONGITUDINE WGS 84	11,11736
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	210 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,47 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,47 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2023

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

TD18

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



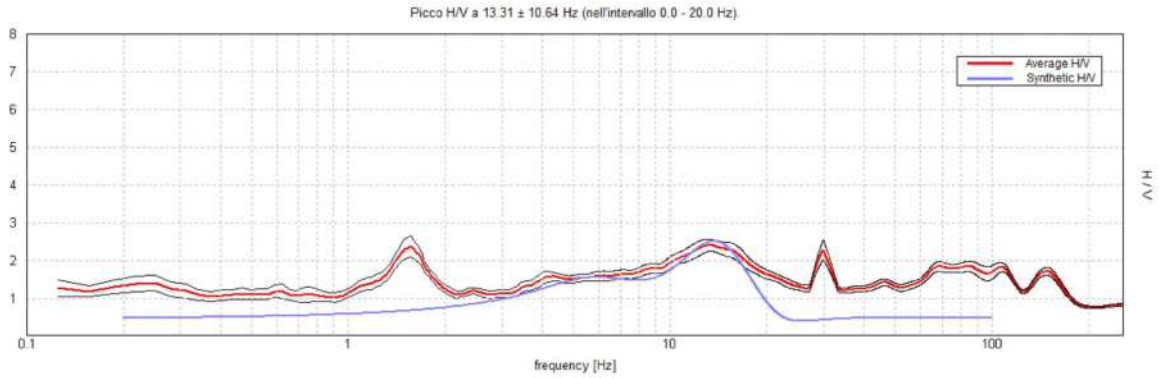
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	TD18
LATITUDINE WGS 84	45,45674
LONGITUDINE WGS 84	11,11859
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	212 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,50 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,50 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2021

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

TD19

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



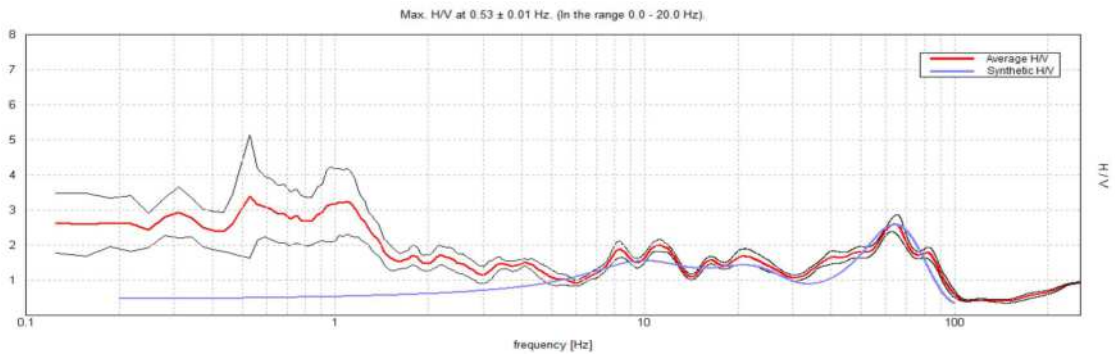
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	TD19
LATITUDINE WGS 84	45,45623
LONGITUDINE WGS 84	11,12059
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C. T. R.	200 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	13,31 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,50 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2022

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

TD20

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

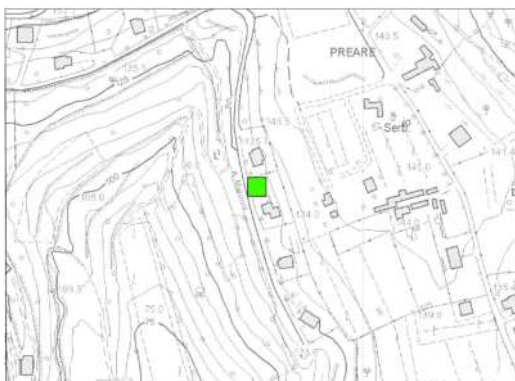
UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



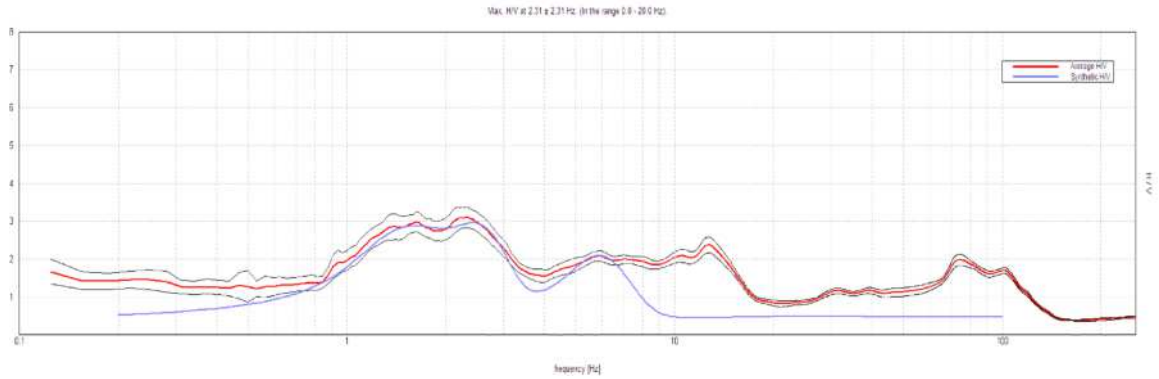
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	TD20
LATITUDINE WGS 84	45,43135
LONGITUDINE WGS 84	11,12732
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	125 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	misura disturbata
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	misura disturbata
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	misura disturbata
ANNO DI MISURA	2023

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

TD21

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



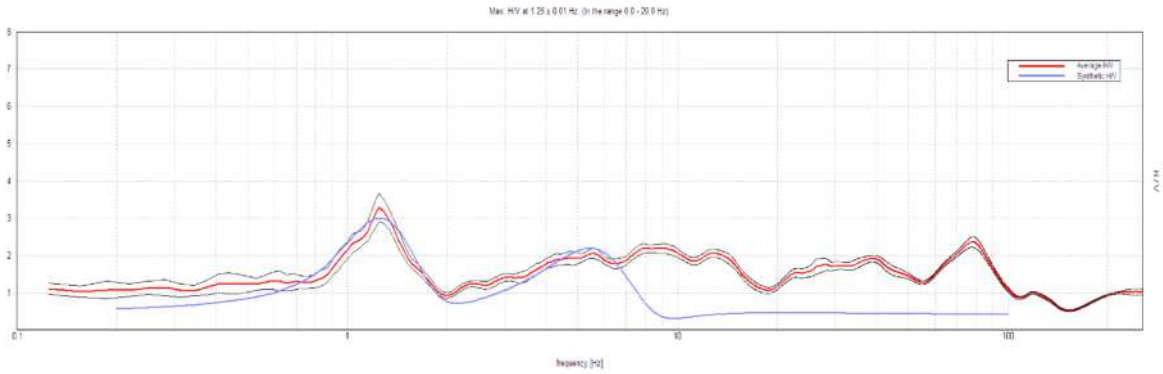
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	TD21
LATITUDINE WGS 84	45,43999
LONGITUDINE WGS 84	11,13481
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	64 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	2,31 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	2,31 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2021

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

TD22

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



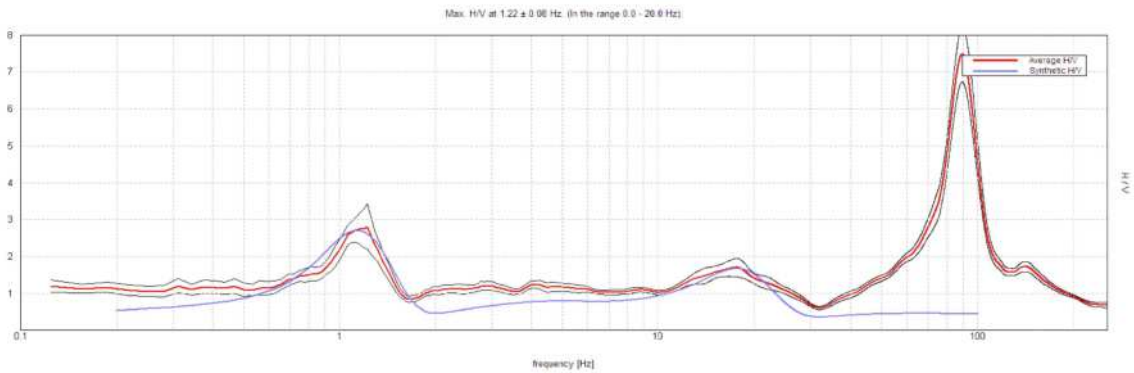
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	TD22
LATITUDINE WGS 84	45,44163
LONGITUDINE WGS 84	11,13944
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	70,0 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,25 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,25 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2021

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

TD23

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



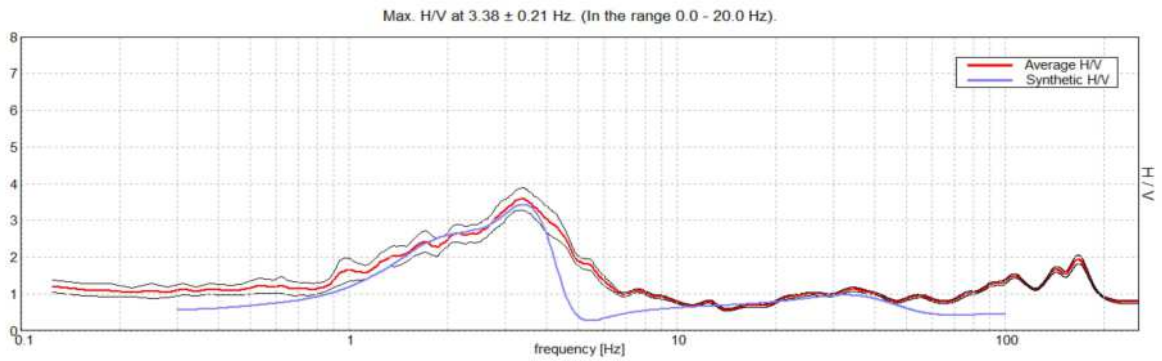
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	TD23
LATITUDINE WGS 84	45,44108
LONGITUDINE WGS 84	11,14129
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	73 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,22 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,22 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2021

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

TD24

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



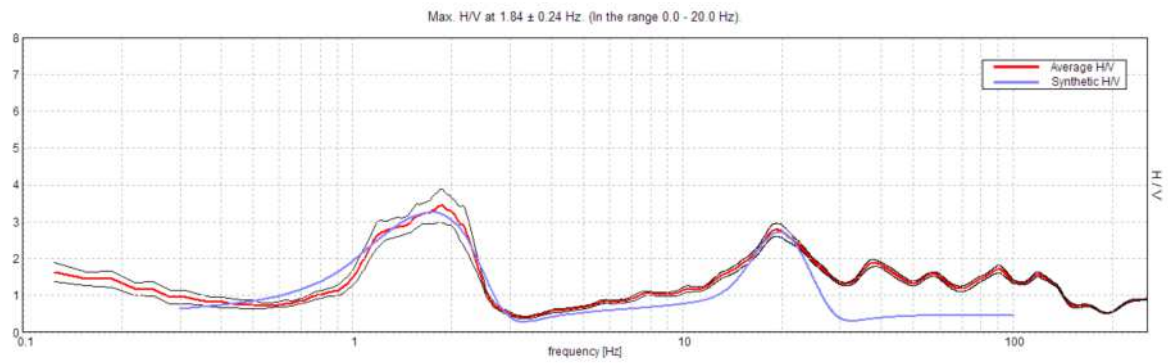
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	TD24
LATITUDINE WGS 84	45,42938
LONGITUDINE WGS 84	11,13682
QUOTA PIANO CAMPAGNA NATURALE	55 m s.l.m.
QUOTA PIANO CAMPAGNA PROVA (DAL PIANO INTERRATO)	52 m s.l.m. (- 3 m dal p.c.)
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	3,38 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	3,38 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	SI
ANNO DI MISURA	2017

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

TD25

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



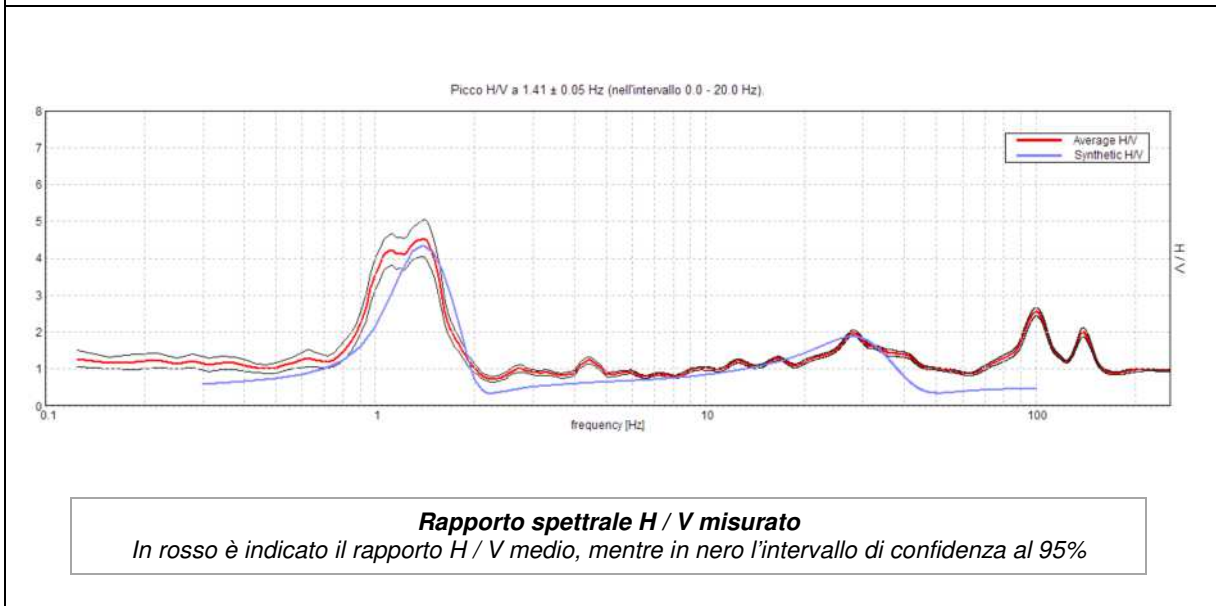
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	TD25
LATITUDINE WGS 84	45,42166
LONGITUDINE WGS 84	11,13036
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	40,0 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,84 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,84 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2016

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

TD26

Andamento della curva H/V misurata



UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



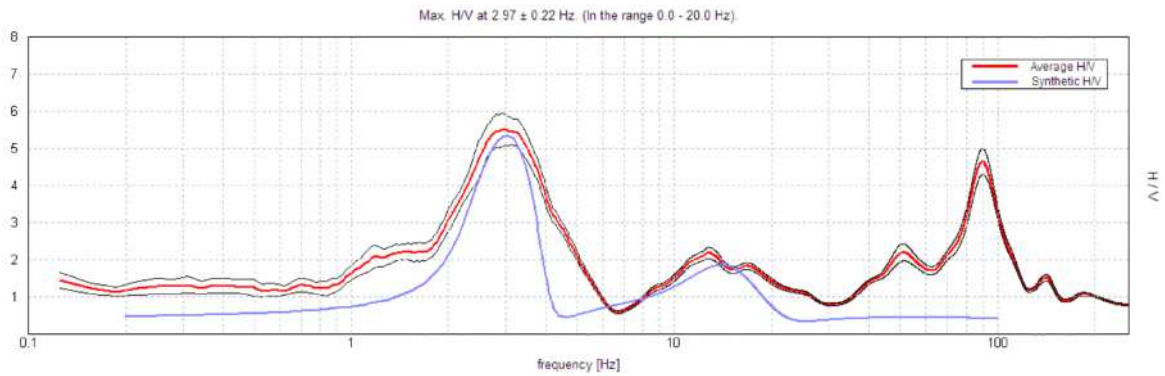
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	TD26
LATITUDINE WGS 84	45,41833
LONGITUDINE WGS 84	11,12850
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	42 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,41 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,41 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2016

MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.

TD27

Andamento della curva H/V misurata



Rapporto spettrale H / V misurato

In rosso è indicato il rapporto H / V medio, mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

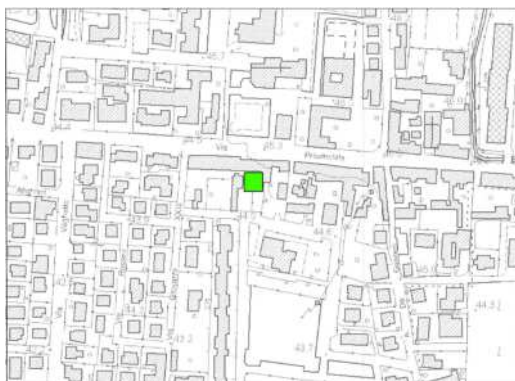
UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.

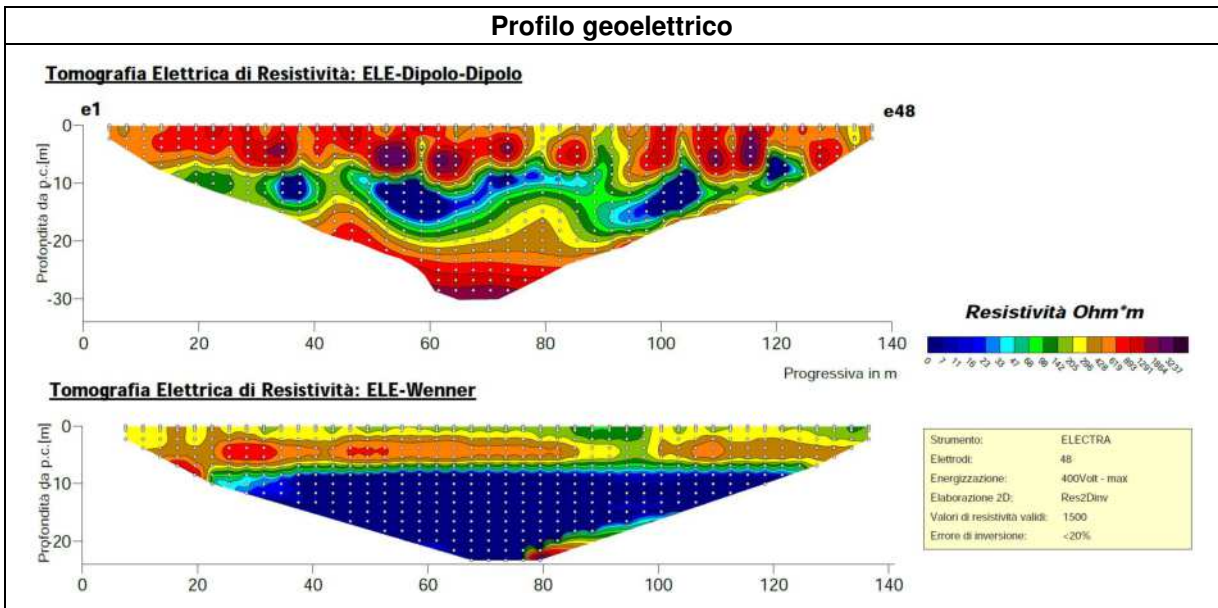


DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

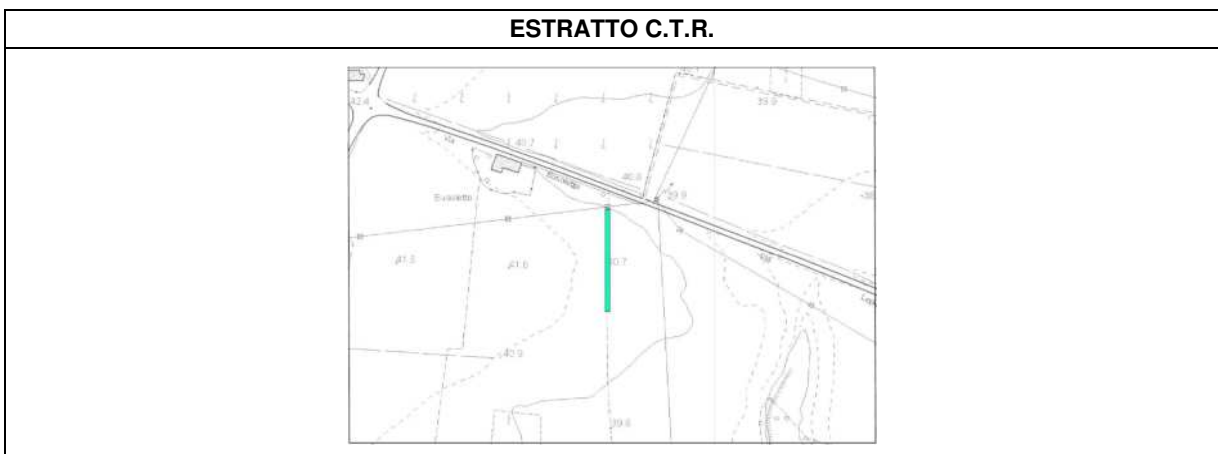
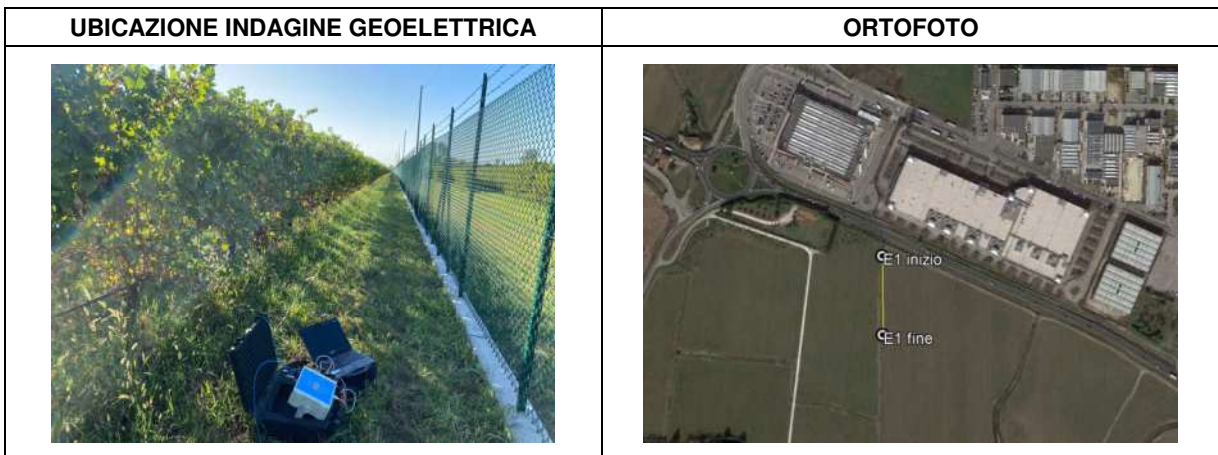
CODICE STAZIONE	TD27
LATITUDINE WGS 84	45,41902
LONGITUDINE WGS 84	11,13589
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	45,0 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	2,97 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	2,97 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	SI
ANNO DI MISURA	2021

SCHEDA
DELL'INDAGINE GEOELETRICA

STENDIMENTO DI TIPO GEOELETTRICO	ELE 1
---	--------------



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI			
CODICE STAZIONE	ELE 1	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,41086
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	40,7 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,13391
LUNGHEZZA STENDIMENTO	140 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,40963
ANNO DI MISURA	2023	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,13388



SCHEDE
DEI PUNTI DI CONTROLLO STRATIGRAFICO

POZZO ISPRA 1

SINTESI DEI DATI			
CODICE ISPRA	162134	LOCALITÀ	Via Fornace
LATITUDINE WGS 84	45,45075	QUOTA PIANO CAMPAGNA	≈ 74 m s.l.m. (difforme da scheda ISPRA)
LONGITUDINE WGS 84	11,13763	PROFONDITÀ POZZO	86,50 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Alluvionale	LIVELLO STATICO	25 m dal p.c.
ATTENDIBILITÀ	Bassa	ANNO REALIZZAZIONE	1990


SCHEDA POZZO CON UBICAZIONE SU ORTOFOTO E STRATIGRAFIA

Scheda indagine

Codice: 162134
 Regione: VENETO
 Provincia: VERONA
 Comune: LAVAGNO
 Tipologia: PERFORAZIONE
 Uso: IRRIGUO
 Profondità (m): 86,50
 Quota pc s.l.m (m): 85
 Anno realizzazione: 1990
 Numero diametri: 2
 Presenza acque: SI
 Portata massima (l/s): 30
 Portata esercizio (l/s): 23
 Numero falde: 2
 Numero filtri: 2
 Numero piezometri: 1
 Stratigrafia: SI
 Certificazione(*): ND
 Numero strati: 8
 Longitudine ED50 (dd): 11.138611
 Latitudine ED50 (dd): 45.451668
 Longitudine WGS84 (dd): 11.137627
 Latitudine WGS84 (dd): 45.450754

(*): Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine



DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0	45	45	460
2	45	86,5	41,5	360

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	34	40	6
2	69	81	12

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	33	40	7	300
2	69	81	12	300

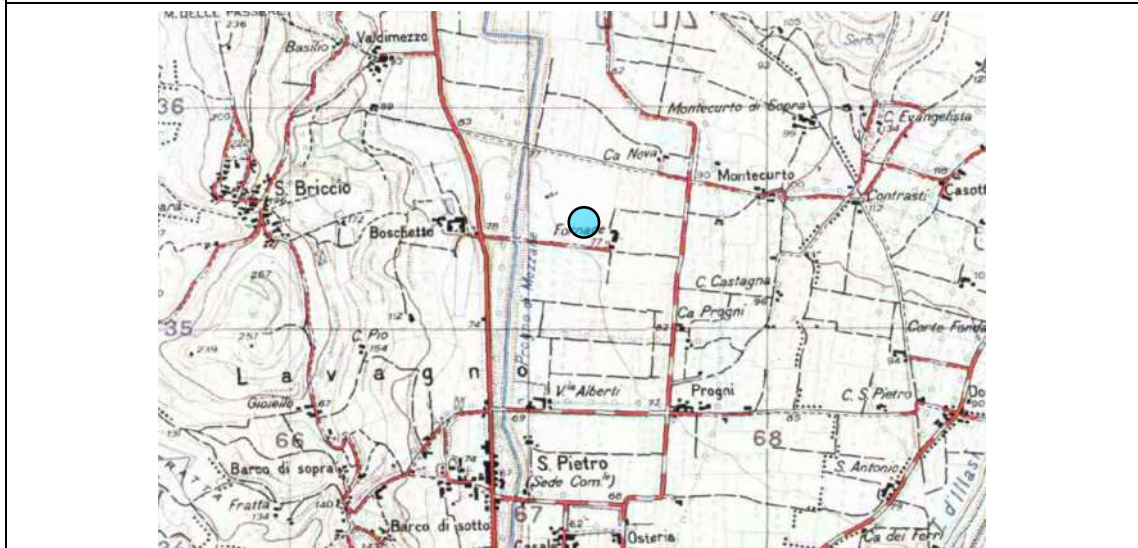
MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
DIC / 1990	25	30	5	23

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0	3	3,0		ARGILLA E GHIAIA
2	3	7	4,5		ARGILLA
3	7	15	8,0		GHIAIA E CIOTTOLI
4	15	34	19,0		ARGILLA
5	34	40	6,0		GHIAIA
6	40	69	29,0		ARGILLA
7	69	81	12,0		GHIAIA
8	81	86,5	5,5		ARGILLA

UBICAZIONE POZZO




POZZO ISPRA	2
--------------------	----------

SINTESI DEI DATI			
CODICE ISPRA	162143	LOCALITÀ	Via Quattro Strade – S.P. 37
LATITUDINE WGS 84	45,42409	QUOTA PIANO CAMPAGNA	≈ 56 m s.l.m. (difforme da scheda ISPRA)
LONGITUDINE WGS 84	11,13235	PROFONDITÀ POZZO	105 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Eluvio colluviale su roccia	LIVELLO STATICO	11 m dal p.c.
ATTENDIBILITÀ	Bassa	ANNO REALIZZAZIONE	1995

SCHEDA POZZO CON UBICAZIONE SU ORTOFOTO E STRATIGRAFIA

Codice: 162143
 Regione: VENETO
 Provincia: VERONA
 Comune: LAVAGNO
 Tipologia: PERFORAZIONE
 Uso: DOMESTICO
 Profondità (m): 105,00
 Quota pc slm (m): 52
 Anno realizzazione: 1995
 Numero diametri: 1
 Presenza acqua: SI
 Portata massima (l/s): 3
 Portata esercizio (l/s): 3
 Numero falde: 1
 Numero filtri: 3
 Numero piezometrie: 1
 Stratigrafia: S1
 Certificazione(*) : S1
 Numero strati: 4
 Longitudine ED50 (dd): 11.133333
 Latitudine ED50 (dd): 45.425003
 Longitudine WGS84 (dd): 11.132349
 Latitudine WGS84 (dd): 45.424088

(*) Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia



DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0	105	105	225

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	11	105	94

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	40	46	6	180
2	73	85	12	180
3	99	105	6	180

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
LUG / 1995	11	50	39	3

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0	1	1,0		SUOLO
2	1	7	6,0		COLLUVIUM ARGILLOSO
3	7	28	21,0		CALCARENITI MARNOSE DI COLORE GIALLASTRO
4	28	105	77,0		TUFI E TALCOCLASTITI VARI COLORI CON STRATI DI ARGILLA ROSSA

UBICAZIONE POZZO



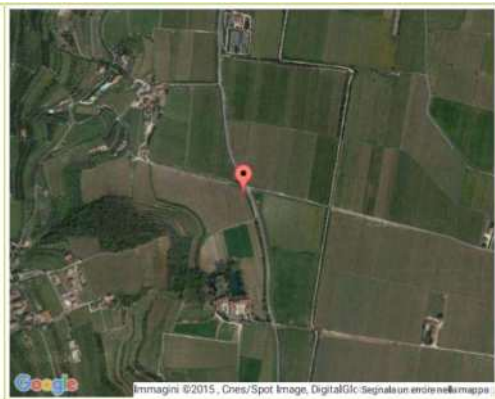
POZZO ISPRA **3**

SINTESI DEI DATI			
CODICE ISPRA	162141	LOCALITÀ	Via Val Mezzane, S.P. 16
LATITUDINE WGS 84	45,45464	QUOTA PIANO CAMPAGNA	≈ 77 m s.l.m. (difforme da scheda ISPRA)
LONGITUDINE WGS 84	11,13096	PROFONDITÀ POZZO	113 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Alluvionale su roccia	LIVELLO STATICO	20 m dal p.c.
ATTENDIBILITÀ	Bassa	ANNO REALIZZAZIONE	1995

SCHEDA POZZO CON UBICAZIONE SU ORTOFOTO E STRATIGRAFIA

Codice: 162141
 Regione: VENETO
 Provincia: VERONA
 Comune: LAVAGNO
 Tipologia: PERFORAZIONE
 Uso: IRRIGUO
 Profondità (m): 113,00
 Quota pc sim (m): 83
 Anno realizzazione: 1995
 Numero diametri: 1
 Presenza acqua: SI
 Portata massima (l/s): 4
 Portata esercizio (l/s): 3
 Numero falde: 2
 Numero filtri: 0
 Numero piezometrie: 1
 Stratigrafia: SI
 Certificazione(*): SI
 Numero strati: 2
 Longitudine EDS0 (dd): 11.131945
 Latitudine EDS0 (dd): 45.453535
 Longitudine WGS84 (dd): 11.130960
 Latitudine WGS84 (dd): 45.454641

(*): Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia



DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0	113	113	270

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	20	50	30
2	90	100	10

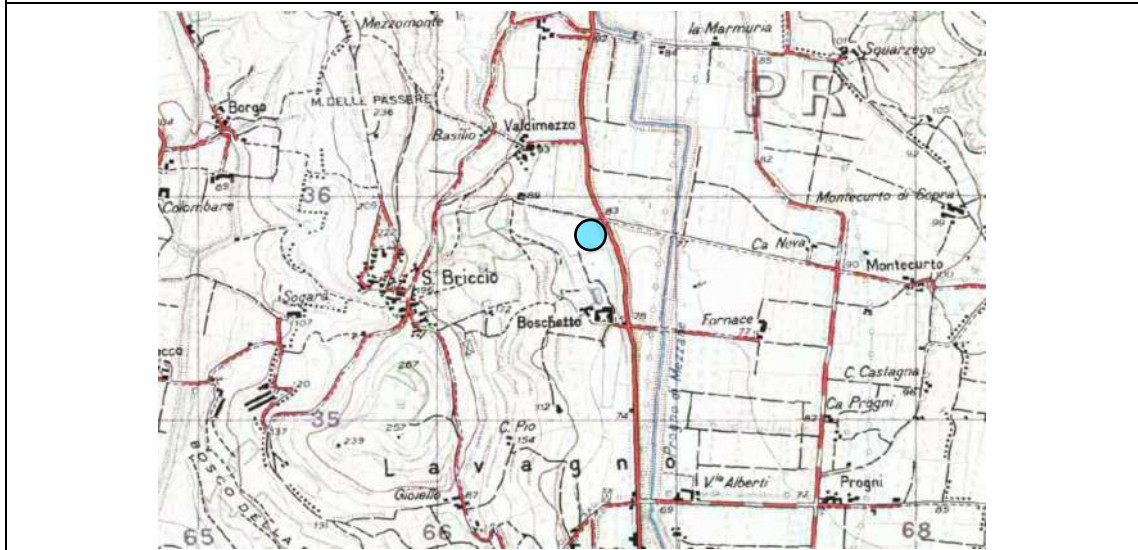
MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
GEN / 1995	20	60	40	4

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0	80	80,0		DEPOSITO ALLUVIONALE FORMATO DA ARGILLA SABBIA E GHIAIA
2	80	113	33,0		ROCCIA CALCAREA

UBICAZIONE POZZO




POZZO ISPRA	4
--------------------	----------

SINTESI DEI DATI			
CODICE ISPRA	162140	LOCALITÀ	Via Fontana
LATITUDINE WGS 84	45,42659	QUOTA PIANO CAMPAGNA	≈ 87 m s.l.m. (difforme da scheda ISPRA)
LONGITUDINE WGS 84	11,13568	PROFONDITÀ POZZO	54 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Eluvio colluviale su roccia	LIVELLO STATICO	17 m dal p.c.
ATTENDIBILITÀ	Bassa	ANNO REALIZZAZIONE	1990

SCHEDA POZZO CON UBICAZIONE SU ORTOFOTO E STRATIGRAFIA

Codice: 162140
Regione: VENETO
Provincia: VERONA
Comune: LAVAGNO
Tipologia: PERFORAZIONE
Uso: IRRIGUIO
Profondità (m): 54,00
Quota pc sim (m): 90
Anno realizzazione: 1990
Numero diametri: 1
Presenza acqua: S1
Portata massima (l/s): 8,5
Portata esercizio (l/s): 8
Numero falde: 1
Numero filtri: 1
Numero piezometrie: 1
Stratigrafia: S1
Certificazione (*): ND
Numero strati: 4
Longitudine EDS0 (dd): 11.136666
Latitudine EDS0 (dd): 45.427502
Longitudine WGS84 (dd): 11.135682
Latitudine WGS84 (dd): 45.426586

(*))Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia



DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0	54	54	260

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	35	54	19

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	36	54	18	210

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
AGO / 1990	17	42	25	8,5

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0	1,5	1,5		TERRENO VEGETALE
2	1,5	7	5,5		ARGILLA
3	7	35	28,0		ROCCIA TUFACEA COLORE BIANCO
4	35	54	19,0		ROCCIA TUFACEA BIANCA CON LENTI DI ARGILLA

UBICAZIONE POZZO



POZZO ISPRA	5
--------------------	---

SINTESI DEI DATI			
CODICE ISPRA	162129	LOCALITÀ	Via Fienile
LATITUDINE WGS 84	45,46548	QUOTA PIANO CAMPAGNA	≈ 90 m s.l.m. (difforme da scheda ISPRA)
LONGITUDINE WGS 84	11,13929	PROFONDITÀ POZZO	84 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Eluvio colluviale su roccia	LIVELLO STATICO	40 m dal p.c.
ATTENDIBILITÀ	Bassa	ANNO REALIZZAZIONE	1996

SCHEDA POZZO CON UBICAZIONE SU ORTOFOTO E STRATIGRAFIA

Codice: 162129
Regione: VENETO
Provincia: VERONA
Comune: LAVAGNO
Tipologia: PERFORAZIONE
Uso: DOMESTICO
Profondità (m): 84,00
Quota pc slm (m): 83
Anno realizzazione: 1996
Numero diametri: 1
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 1.5
Portata esercizio (l/s): 0.8
Numero falde: 1
Numero filtri: 1
Numero piezometrie: 1
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): ND
Numero strati: 3
Longitudine EDS0 (dd): 11.140278
Latitudine EDS0 (dd): 45.466389
Longitudine WGS84 (dd): 11.139293
Latitudine WGS84 (dd): 45.465475

(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia



DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0	84	84	220

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	40	84	44

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	54	84	30	168

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
SET / 1996	40	46	6	0,8

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0	1	1,0		SUOLO
2	1	6	5,0		ARGILLA CON CIOTTOLI
3	6	84	78,0		CALCARE DELLA FORMAZIONE DEL BIANCONE

UBICAZIONE POZZO




POZZO ISPRA	6
--------------------	----------

SINTESI DEI DATI			
CODICE ISPRA	162101	LOCALITÀ	Località Valdimezzo
LATITUDINE WGS 84	45,45964	QUOTA PIANO CAMPAGNA	≈ 100 m s.l.m. (differenza da scheda ISPRA)
LONGITUDINE WGS 84	11,12596	PROFONDITÀ POZZO	85 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Eluvio colluviale su roccia	LIVELLO STATICO	45 m dal p.c.
ATTENDIBILITÀ	Bassa	ANNO REALIZZAZIONE	2001

SCHEDA POZZO CON UBICAZIONE SU ORTOFOTO E STRATIGRAFIA

Codice: 162101
Regione: VENETO
Provincia: VERONA
Comune: LAVAGNO
Tipologia: PERFORAZIONE
Uso: DOMESTICO
Profondità (m): 85.00
Quota pc s.l.m (m): 120
Anno realizzazione: 2001
Numero diametri: 1
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 1.5
Portata esercizio (l/s): 0.5
Numero falde: 1
Numero filtri: 1
Numero piezometrie: 1
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): NO
Numero strati: 5
Longitudine EDS0 (dd): 11.126945
Latitudine EDS0 (dd): 45.460556
Longitudine WGS84 (dd): 11.125960
Latitudine WGS84 (dd): 45.459642

(*): Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia



DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0	85	85	220

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	40	76	36

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	40	76	36	140

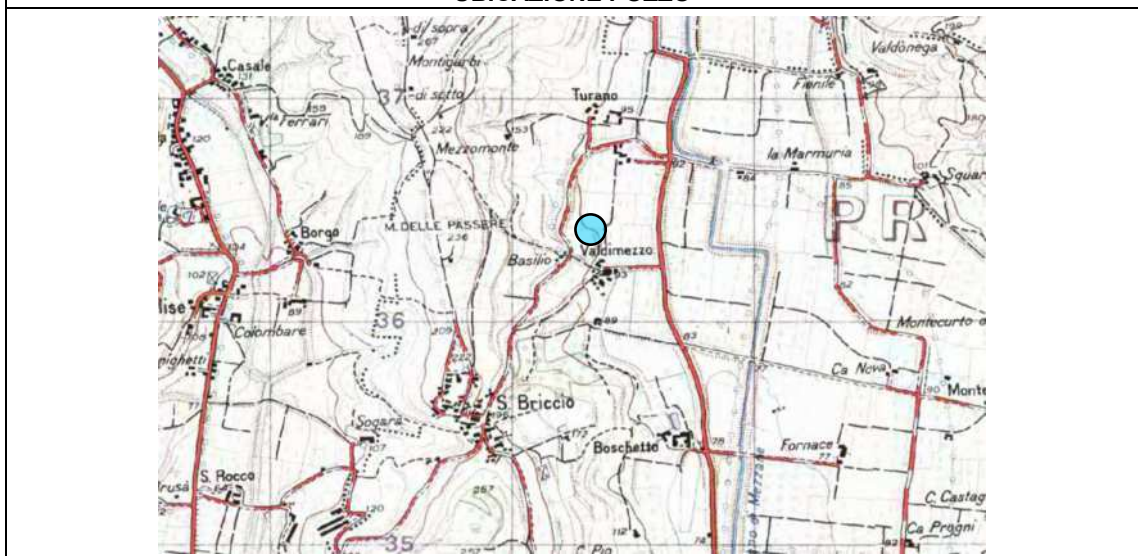
MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
SET / 2001	45	50	5	0,5

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0	1	1,0		SUOLO
2	1	6	5,0		SUOLO DETRITICO ORGANICO
3	6	40	34,0		CALCARI FRATTURATI COLOR ROSA
4	40	80	40,0		CALCARI BIANCASTRI MARINOSI
5	80	85	5,0		MARNE ARGILLOSE GRIGIASTRE

UBICAZIONE POZZO




POZZO ISPRA 7

SINTESI DEI DATI			
CODICE ISPRA	154186	LOCALITÀ	Via Colombo
LATITUDINE WGS 84	45,41964	QUOTA PIANO CAMPAGNA	≈ 44 m s.l.m. (difforme da scheda ISPRA)
LONGITUDINE WGS 84	11,12374	PROFONDITÀ POZZO	75 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Alluvionale su roccia	LIVELLO STATICO	12 m dal p.c.
ATTENDIBILITÀ	Bassa	ANNO REALIZZAZIONE	2002

SCHEDA POZZO CON UBICAZIONE SU ORTOFOTO E STRATIGRAFIA

Codice: 154186
 Regione: VENETO
 Provincia: VERONA
 Comune: LAVAGNO
 Tipologia: PERFORAZIONE
 Uso: NON PRESENTE
 Profondità (m): 75,00
 Quota pc slm (m): 48
 Anno realizzazione: 2002
 Numero diametri: 2
 Presenza acqua: SÌ
 Portata massima (l/s): 2
 Portata esercita (l/s): 1,6
 Numero falde: 1
 Numero filtri: 1
 Numero piezometrie: 1
 Stratigrafia: SÌ
 Certificazione(*): SÌ
 Numero strati: 8
 Longitudine ED50 (dd): 11.124722
 Latitudine ED50 (dd): 45.420555
 Longitudine WGS84 (dd): 11.123738
 Latitudine WGS84 (dd): 45.419639

(*):Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia



DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0	75	75	220

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	60	75	15

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	63	75	12	168

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
MAG / 2002	12	32	20	3

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0	2	2,0		COPERTURA VEGETALE
2	2	10	8,0		GHIAIA DA MEDIA A GROSSOLANA SABBIOSA DEBOLMENTE LIMOSA
3	10	20	10,0		SABBIA MEDIA CON LIMO DEBOLMENTE GHIAIOSO
4	20	28	8,0		SABBIA MEDIA CON LIMO DEBOLMENTE GHIAIOSO
5	28	30	2,0		LIMO ARGILLOSO
6	30	40	10,0		SABBIA FINE CON GHIAIE FINE
7	40	50	10,0		GHIAIA GROSSOLANA CON SABBIA LIMOSA
8	50	75	25,0		CALCARI MURRULLITICI

UBICAZIONE POZZO



POZZO P.A.T.I.	8
-----------------------	----------

ORTOFOTO	SINTESI DEI DATI	
	IDENTIFICATIVO P.A.T.I.	P.A.T.I. n. 417
	LATITUDINE WGS84	45,42391
	LONGITUDINE WGS84	11,12600
	LOCALITÀ	Via San Giacomo di Sopra
	QUOTA PIANO CAMPAGNA	44,8 m s.l.m.
	PROFONDITÀ POZZO	40 m
	ANNO REALIZZAZIONE	Non indicato
	LIVELLO STATICO	Non indicato
	ATTENDIBILITÀ	MEDIA

STRATIGRAFIA POZZO P.A.T.I. n. 417				
Prog	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Descrizione litologia
1	0	5	5,0	Argilla
2	5	10	5,0	Sabbia e ghiaia
3	10	15	5,0	Argilla
4	15	40	25	Roccia



POZZO P.A.T.I.	9
-----------------------	----------

ORTOFOTO	SINTESI DEI DATI	
	IDENTIFICATIVO P.A.T.I.	P.A.T.I. n. 416
	LATITUDINE WGS84	45,42006
	LONGITUDINE WGS84	11,12312
	LOCALITÀ	Via A. Volta – S.S. 11
	QUOTA PIANO CAMPAGNA	44,4 m s.l.m.
	PROFONDITÀ POZZO	28 m
	ANNO REALIZZAZIONE	Non indicato
	LIVELLO STATICO	Non indicato
	ATTENDIBILITÀ	MEDIA

STRATIGRAFIA POZZO P.A.T.I. n. 416				
Prog	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Descrizione litologia
1	0	24,5	24,5	Ghiaia e sabbia
2	24,5	28	3,5	Roccia



POZZO P.A.T.I.	10
-----------------------	-----------

ORTOFOTO	SINTESI DEI DATI	
	IDENTIFICATIVO P.A.T.I.	P.A.T.I. n. 39
	LATITUDINE WGS84	45,41728
	LONGITUDINE WGS84	11,13580
	LOCALITÀ	Via Mantegna
	QUOTA PIANO CAMPAGNA	43,7 m s.l.m.
	PROFONDITÀ POZZO	68 m
	ANNO REALIZZAZIONE	Non indicato
	LIVELLO STATICO	3,0 m dal p.c.
	ATTENDIBILITÀ	MEDIA

STRATIGRAFIA POZZO P.A.T.I. n. 39				
Prog	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Descrizione litologia
1	0	22	22,0	Argilla
2	22	28	6,0	Argilla con ciottoli lessinei
3	28	30	2,0	Argilla nera
4	30	66	36,0	Argilla con ciottoli ghiaiosi lessinei
5	66	68	2,0	Roccia calcarea giallastra



POZZO P.A.T.I.

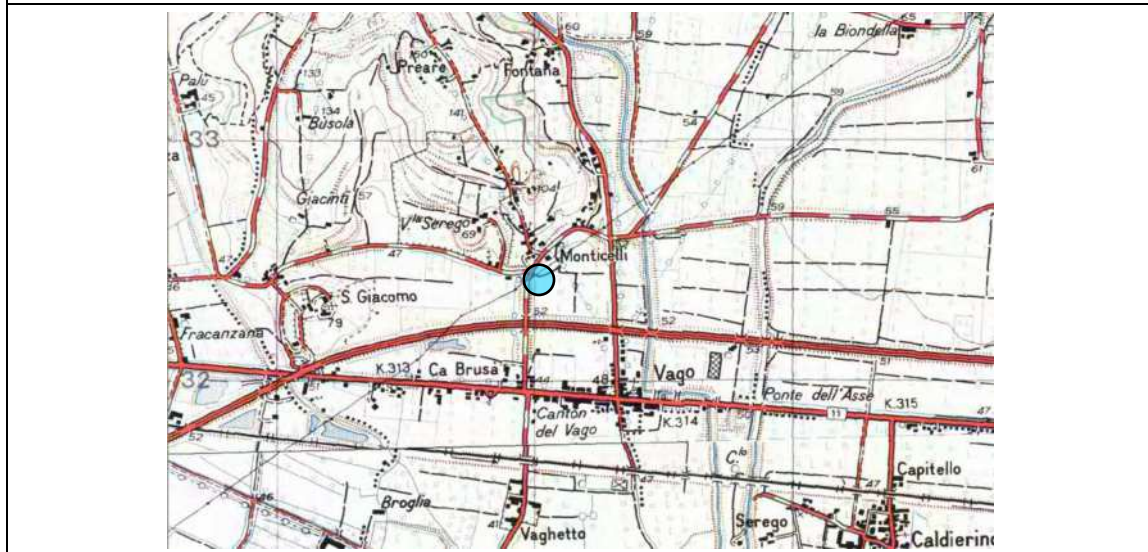
11

ORTOFOTO	SINTESI DEI DATI	
	IDENTIFICATIVO P.A.T.I.	P.A.T.I. n. 29
	LATITUDINE WGS84	45,42359
	LONGITUDINE WGS84	11,13394
	LOCALITÀ	Via San Rocco
	QUOTA PIANO CAMPAGNA	50,0 m s.l.m.
	PROFONDITÀ POZZO	40 m
	ANNO REALIZZAZIONE	Non indicato
	LIVELLO STATICO	6,7 m dal p.c.
	ATTENDIBILITÀ	MEDIA

STRATIGRAFIA POZZO P.A.T.I. n. 29

Prog	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Descrizione litologia
1	0	6	6,0	Argilla
2	6	18	12,0	Ghiaia e argilla
3	18	29	11,0	Ghiaia e sabbia
4	29	31	2,0	Ghiaia e argilla
5	31	40	9,0	Roccia calcarea rosa

UBICAZIONE POZZO



POZZO P.A.T.I. 12

ORTOFOTO	SINTESI DEI DATI	
	IDENTIFICATIVO P.A.T.I.	P.A.T.I. n. 6
	LATITUDINE WGS84	45,41227
	LONGITUDINE WGS84	11,12751
	LOCALITÀ	Via Lasta
	QUOTA PIANO CAMPAGNA	42,0 m s.l.m.
	PROFONDITÀ POZZO	142 m
	ANNO REALIZZAZIONE	1997
	LIVELLO STATICO	11,8 m dal p.c.
	ATTENDIBILITÀ	MEDIA

STRATIGRAFIA POZZO P.A.T.I. n. 6

Prog	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Descrizione litologia
1	0	1	1,0	Terreno di riporto
2	1	26	25,0	Alternanza di ghiaia e sabbia medio grossa
3	26	29	3,0	Argilla
4	29	36	7,0	Argilla con ghiaia
5	36	46	10,0	Ghiaia in matrice sabbiosa
6	46	54	8,0	Sabbia medio grossa con ghiaietto
7	54	57	3,0	Argilla
8	57	60	3,0	Sabbia fine
9	60	65	5,0	Argilla
10	65	71	6,0	Sabbia medio grossa
11	71	82	11,0	Alternanza di sabbia e ghiaia
12	82	130	48,0	Argilla compatta
13	130	132	2,0	Argilla
14	132	140,5	8,5	Roccia tufacea fratturata
15	140,5	142	1,5	Roccia alterata

UBICAZIONE POZZO



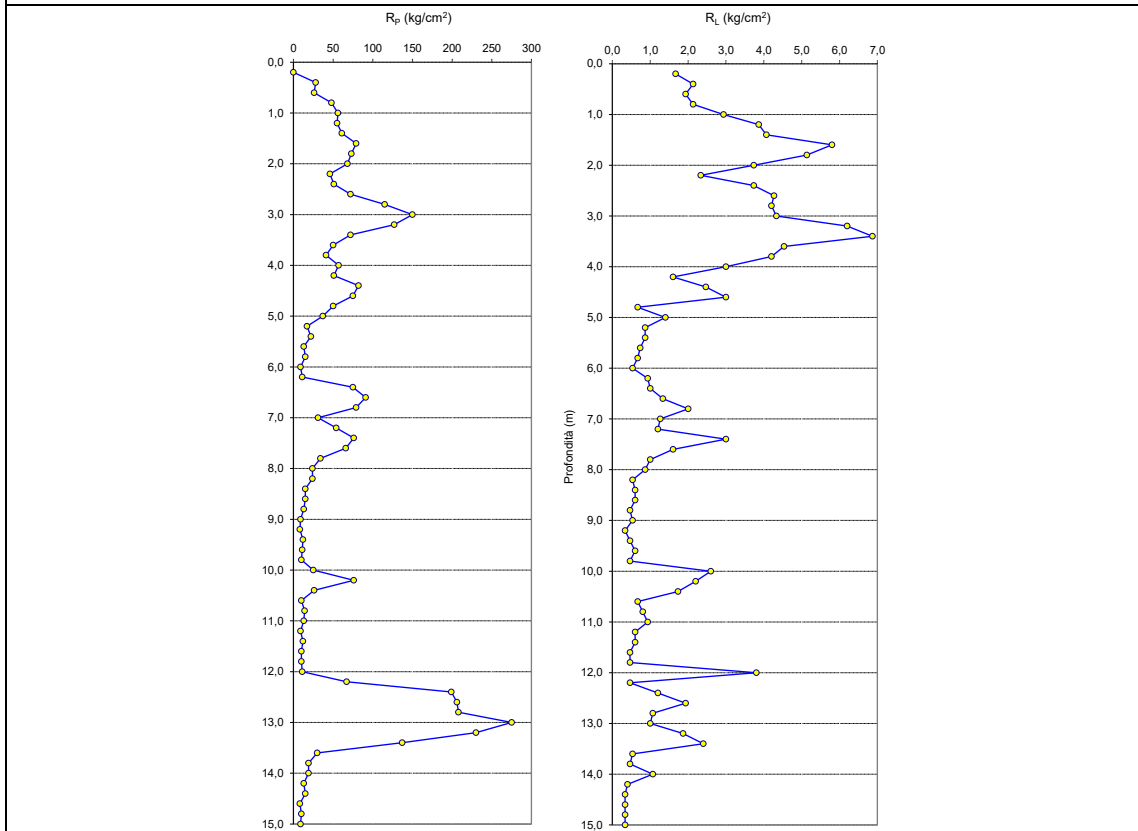
PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT

13

SINTESI DEI DATI

FORTE	Dott. Geol. Davide Dal Degan	LOCALITÀ	Via San Gaspare Bertoni
LATITUDINE WGS 84	45,421091	QUOTA PIANO CAMPAGNA	46 m s.l.m.
LONGITUDINE WGS 84	11,135938	PROFONDITÀ PROVA	15 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Limi e argille, subordinate sabbie	LIVELLO STATICO	7,40 m dal p.c.
ATTENDIBILITÀ	Alta	ANNO REALIZZAZIONE	2015

GRAFICO DELLA PROVA CPT



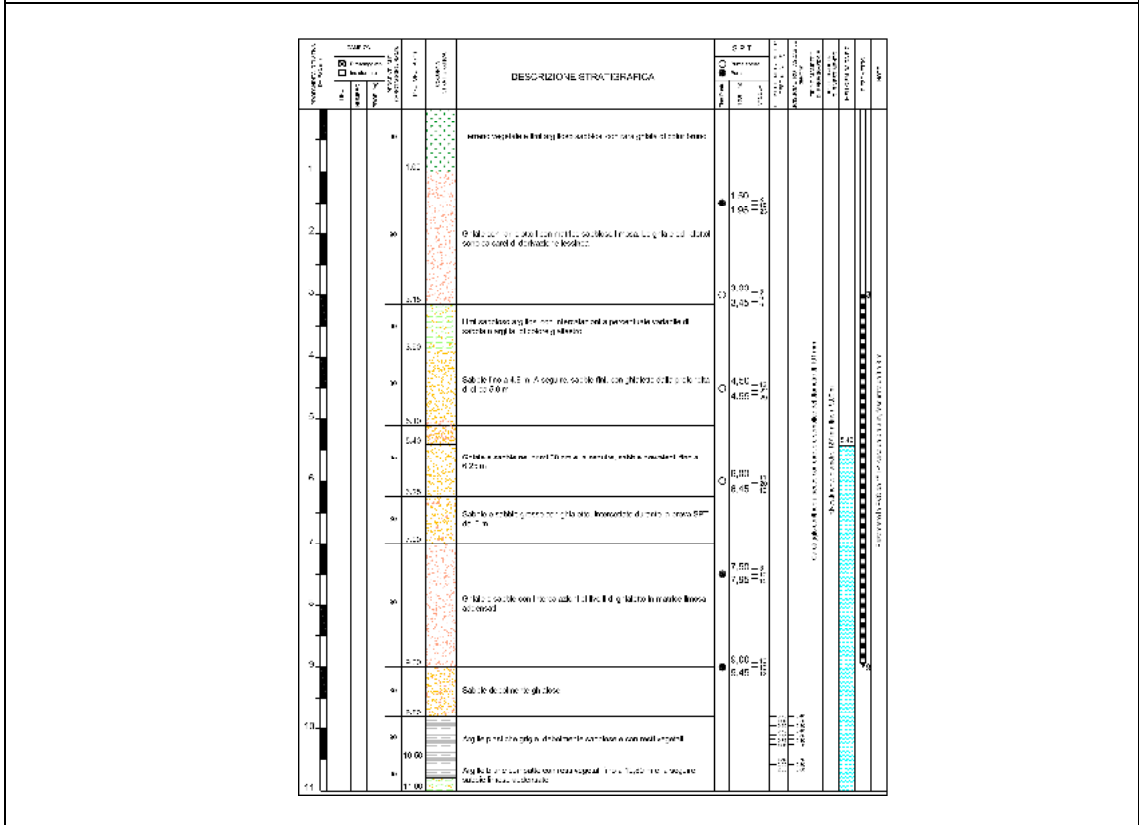
UBICAZIONE PROVA CPT



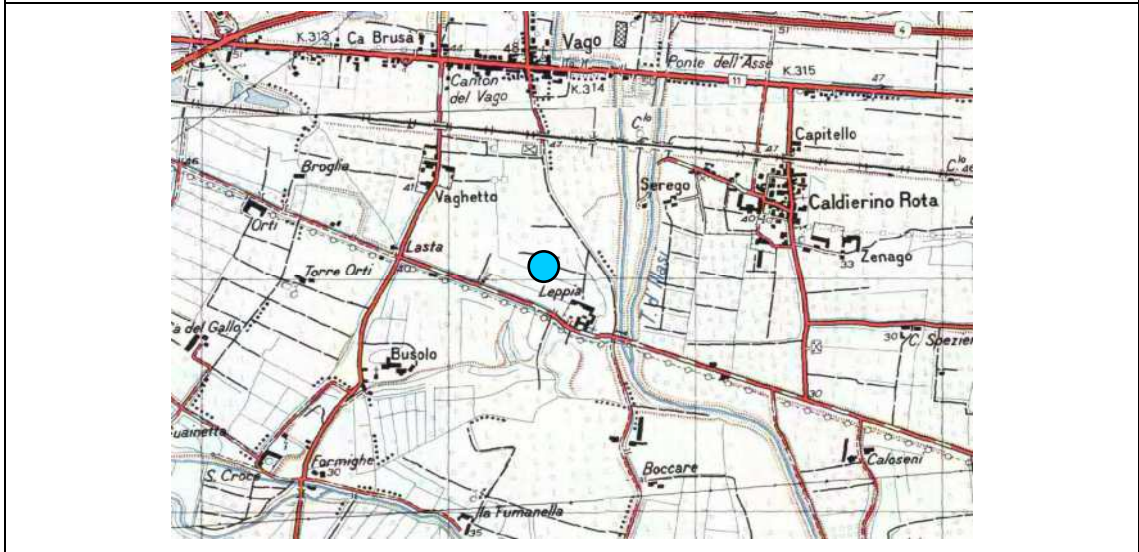
SONDAGGIO **14**

SINTESI DEI DATI			
FONTE	Dott. Geol. Davide Dal Degan	LOCALITÀ	Via della Scienza – Z.A.I. Lepia
LATITUDINE WGS 84	45,41168	QUOTA PIANO CAMPAGNA	40 m s.l.m.
LONGITUDINE WGS 84	11,13837	PROFONDITÀ SONDAGGIO	11 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Sabbie, ghiaie con sabbia	LIVELLO STATICO	5,42 m dal p.c.
ATTENDIBILITÀ	Alta	ANNO REALIZZAZIONE	2007

STRATIGRAFIA SONDAGGIO



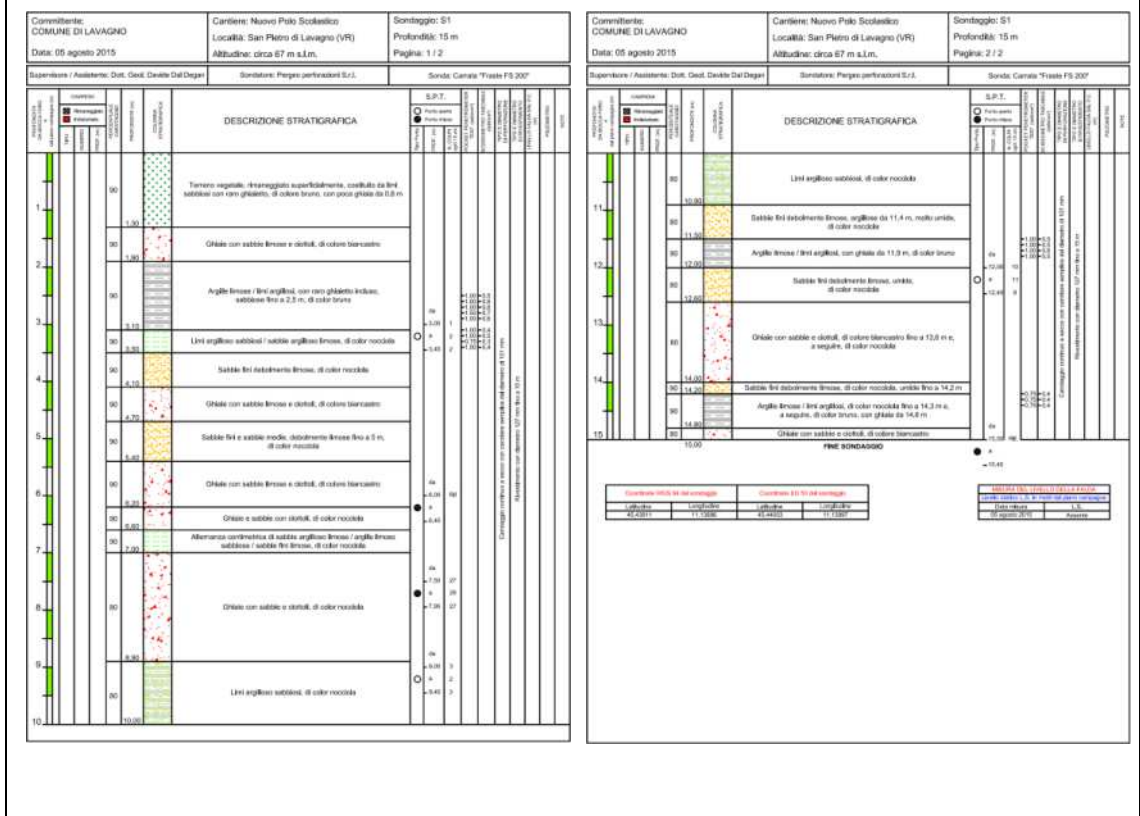
UBICAZIONE SONDAGGIO



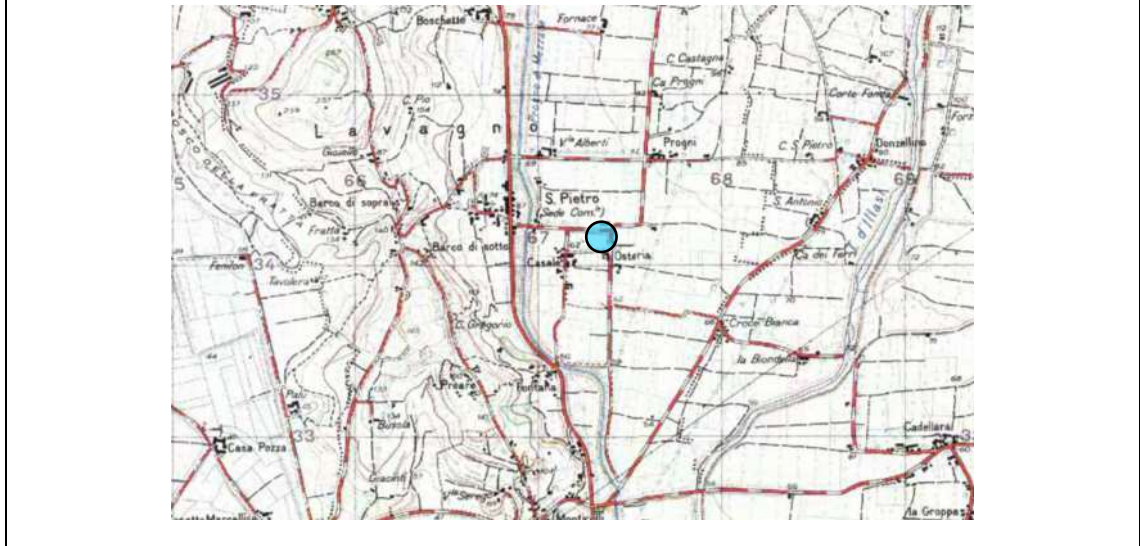
SONDAGGIO **15**

SINTESI DEI DATI			
FONTE	Dott. Geol. Davide Dal Degan	LOCALITÀ	Via Osteria
LATITUDINE WGS 84	45,43911	QUOTA PIANO CAMPAGNA	67 m s.l.m.
LONGITUDINE WGS 84	11,13896	PROFONDITÀ SONDAGGIO	15 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Limi e argille, quindi ghiaie con sabbia	LIVELLO STATICO	Falda assente
ATTENDIBILITÀ	Alta	ANNO REALIZZAZIONE	2015

STRATIGRAFIA SONDAGGIO



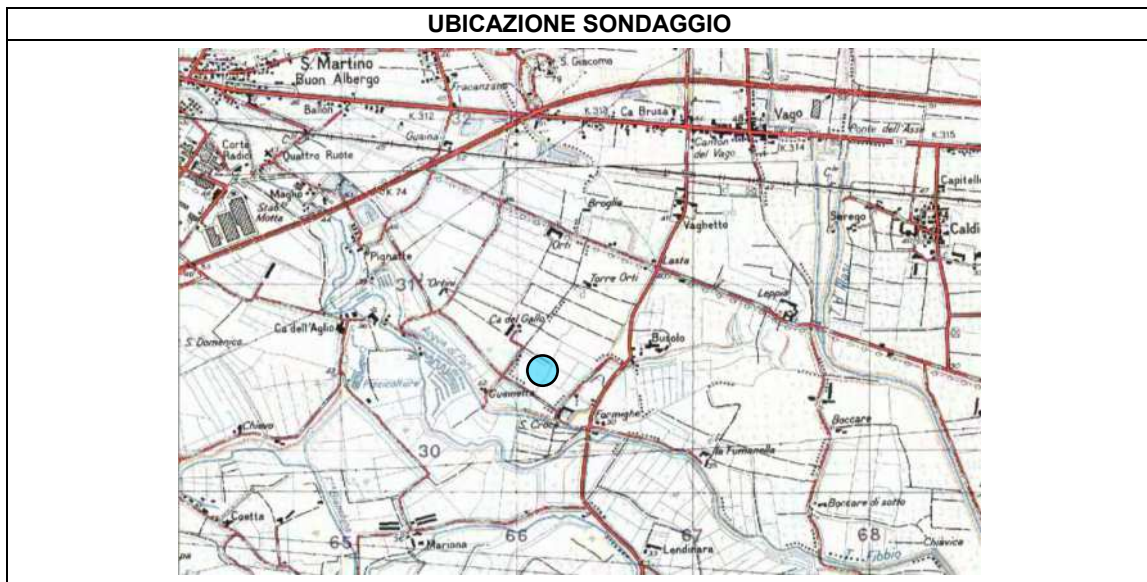
UBICAZIONE SONDAGGIO



SONDAGGIO P.A.T.I.	16
---------------------------	-----------

SINTESI DEI DATI			
FORTE	P.A.T.I. n. 41	LOCALITÀ	Via Ortini - Località Busolo
LATITUDINE WGS 84	45,40615	QUOTA PIANO CAMPAGNA	40 m dal p.c.
LONGITUDINE WGS 84	11,12270	PROFONDITÀ SONDAGGIO	10 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Ghiaia e sabbia	LIVELLO STATICO	Non indicato
ATTENDIBILITÀ	Media	ANNO REALIZZAZIONE	Non indicato

STRATIGRAFIA SONDAGGIO P.A.T.I. n. 41				
Prog	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Descrizione litologia
1	0	10	10,0	Ghiaie e sabbie atesine



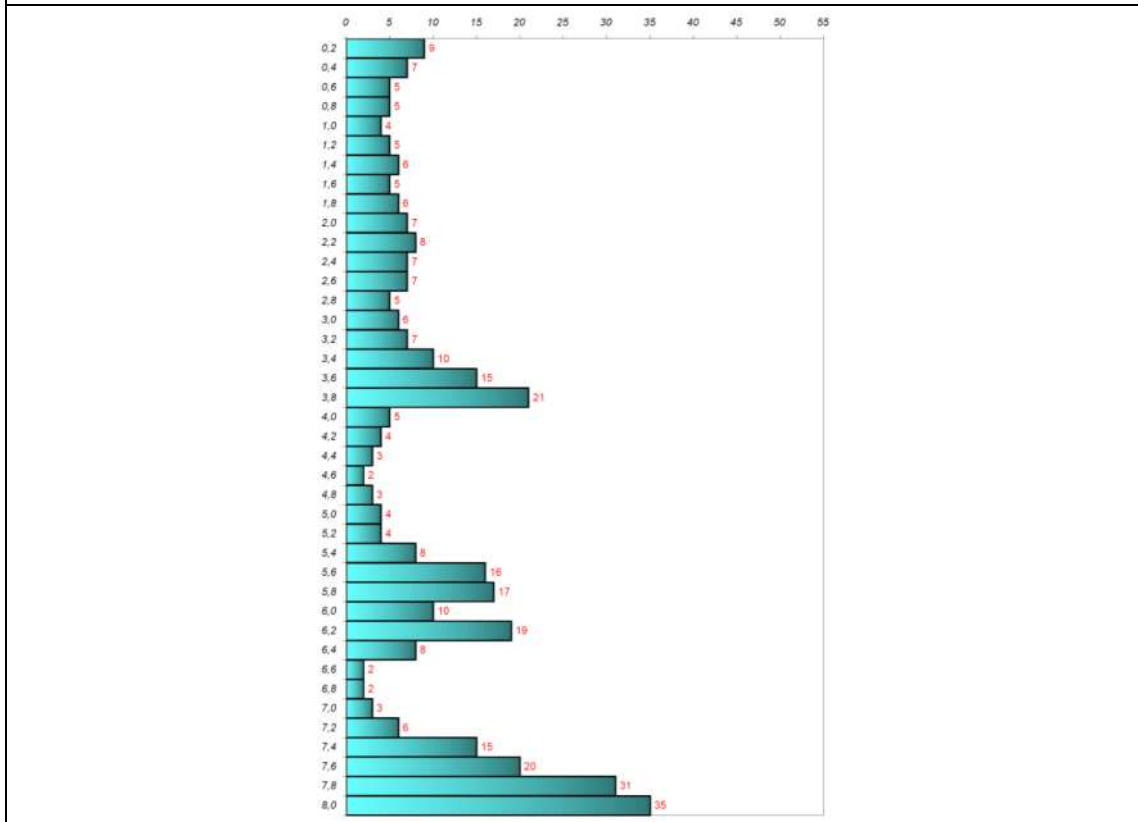
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH

17

SINTESI DEI DATI

FONTE	Dott. Geol. Federico Masini	LOCALITÀ	Via Val Mezzane, S.P. 16
LATITUDINE WGS 84	45,44817	QUOTA PIANO CAMPAGNA	72 m s.l.m.
LONGITUDINE WGS 84	11,13195	PROFONDITÀ PROVA	8 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Limi e argille prevalenti, quindi sabbie e ghiaie	LIVELLO STATICO	Falda assente
ATTENDIBILITÀ	Alta	ANNO REALIZZAZIONE	2012

GRAFICO N. COLPI – PROFONDITÀ (in metri)



UBICAZIONE PROVA DPSH



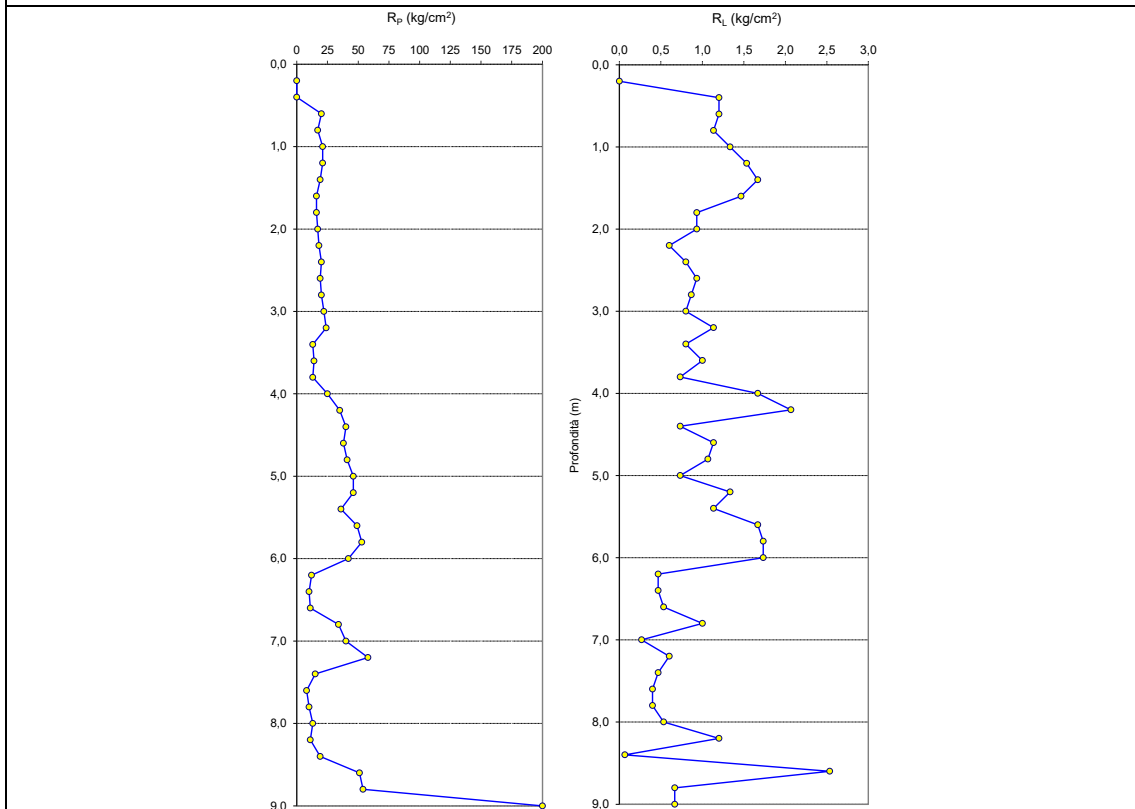
PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT

18

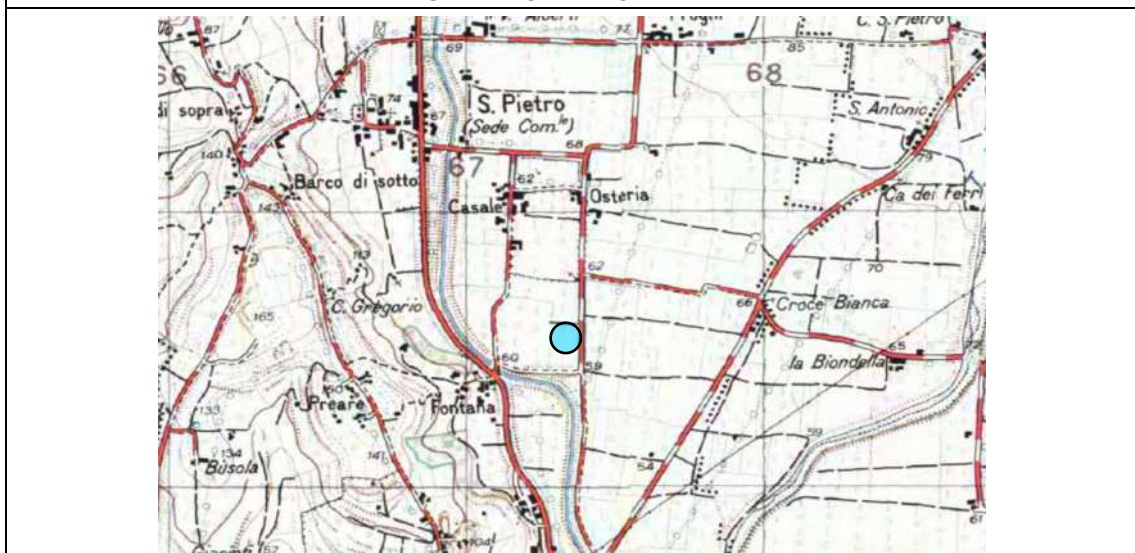
SINTESI DEI DATI

Fonte	Dott. Geol. Federico Masini	LOCALITÀ	Via Osteria
LATITUDINE WGS 84	45,43407	QUOTA PIANO CAMPAGNA	≈ 59 m s.l.m.
LONGITUDINE WGS 84	11,13877	PROFONDITÀ PROVA	9 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Limi e argille prevalenti, limi sabbiosi, quindi sabbie con ghiaia	LIVELLO STATICO	Falda assente
ATTENDIBILITÀ	Alta	ANNO REALIZZAZIONE	2012

GRAFICO DELLA PROVA CPT



UBICAZIONE PROVA CPT



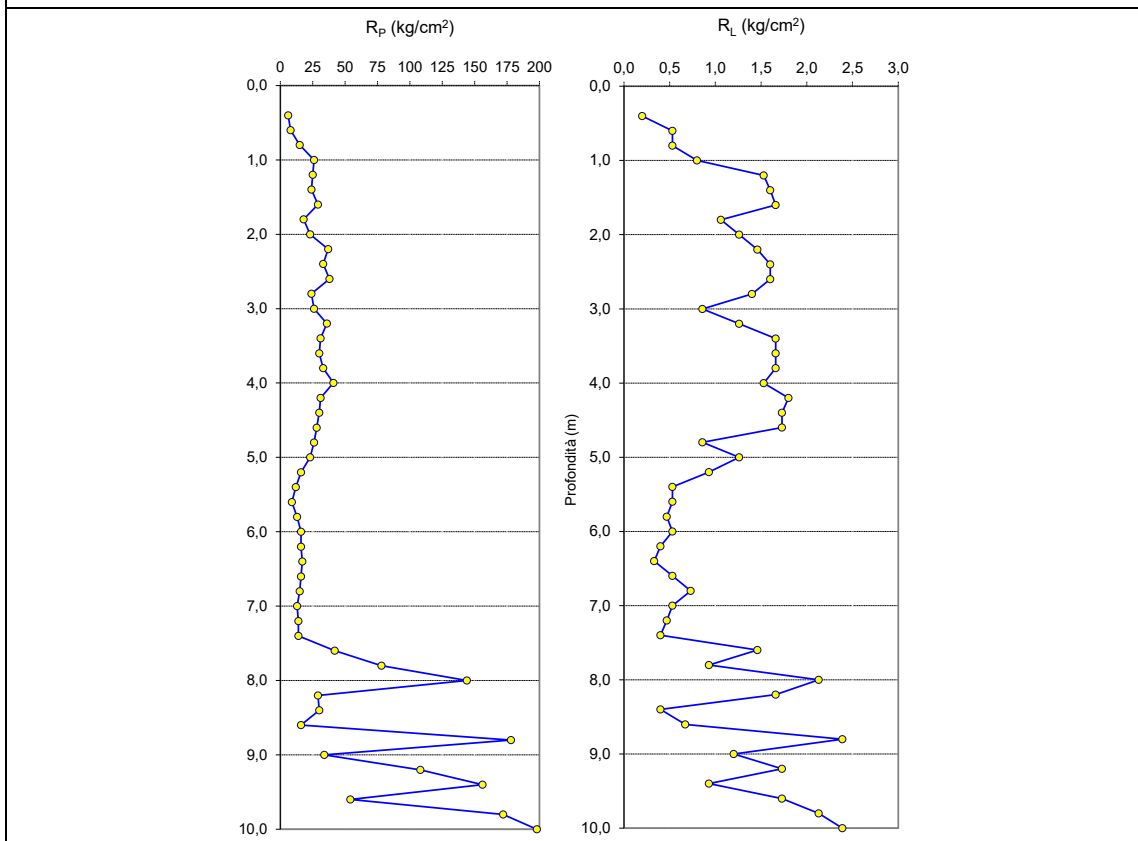
PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT

19

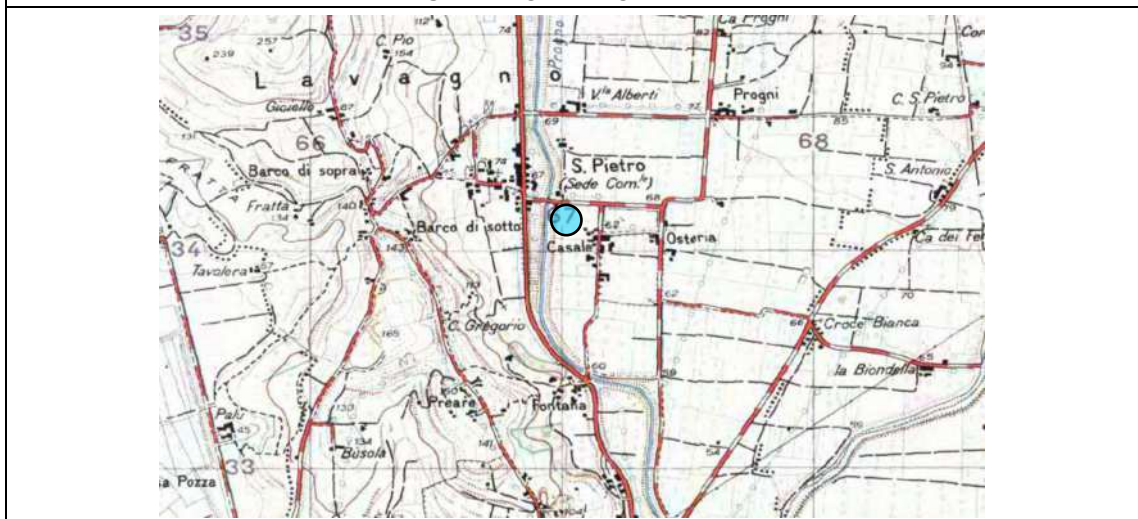
SINTESI DEI DATI

FORTE	P.A.T.I. – CPT n. 89	LOCALITÀ	Via Palazzina – San Pietro
LATITUDINE WGS 84	45,43981	QUOTA PIANO CAMPAGNA	≈ 63,7 m s.l.m.
LONGITUDINE WGS 84	11,13336	PROFONDITÀ PROVA	10 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Limi e argille, quindi sabbie con ghiaia	LIVELLO STATICO	Falda assente
ATTENDIBILITÀ	Media	ANNO REALIZZAZIONE	Non indicato

GRAFICO DELLA PROVA CPT n. 89



UBICAZIONE PROVA CPT



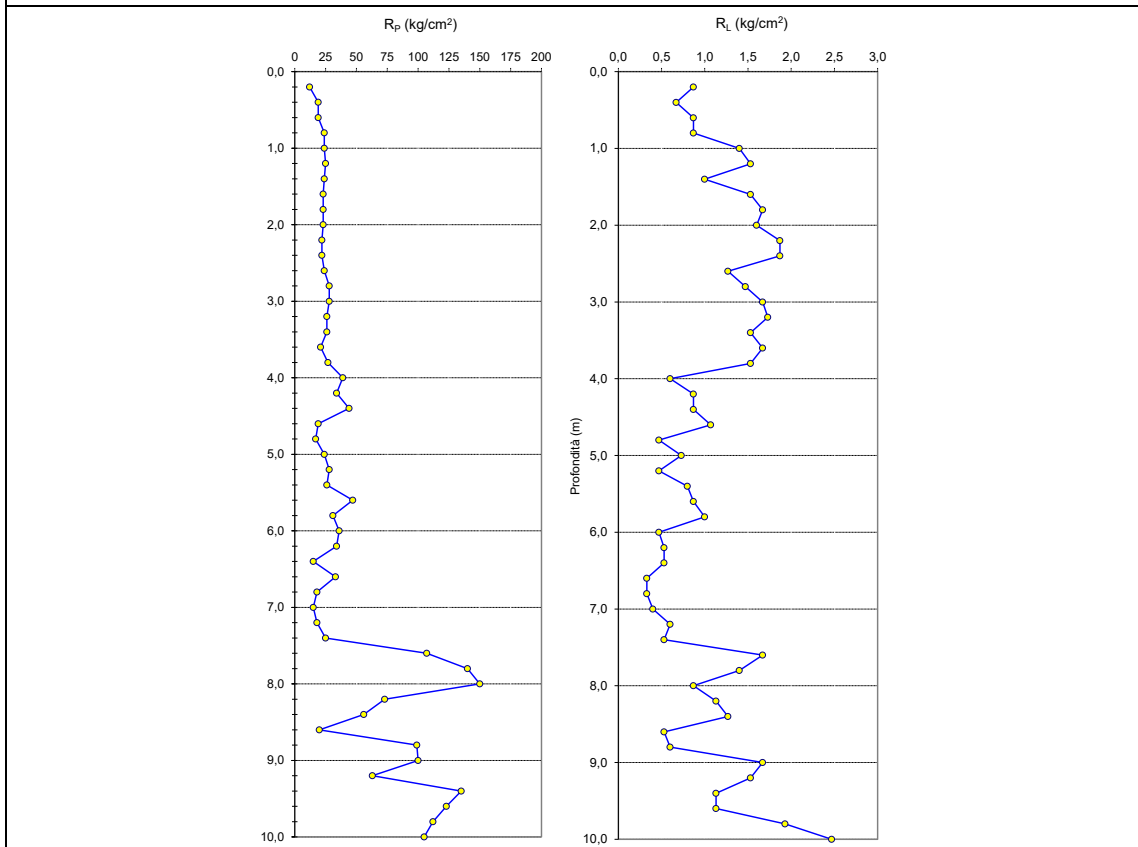
PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT

20

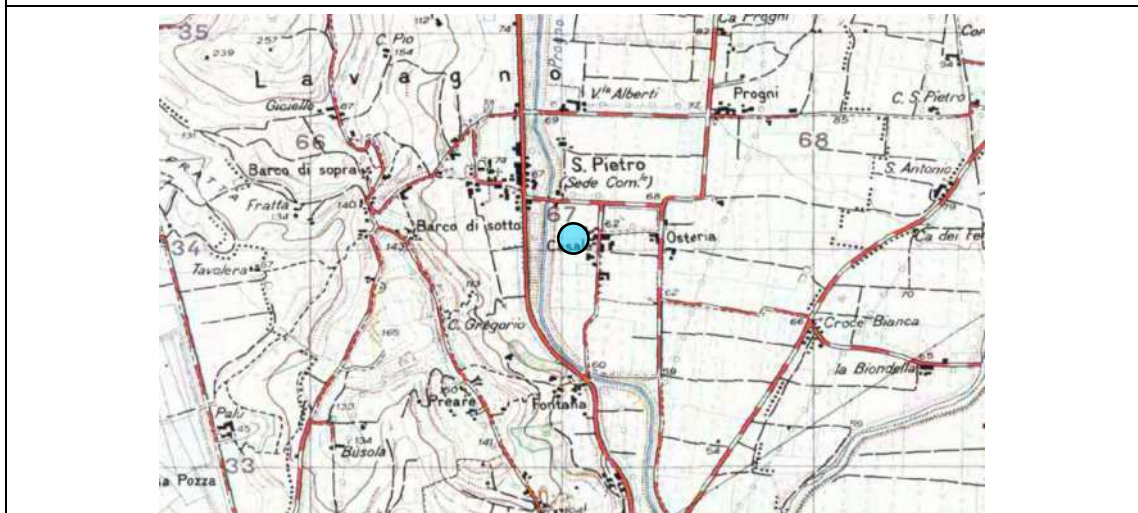
SINTESI DEI DATI

FORNITORE	P.A.T.I.- CPT n. 1	LOCALITÀ	Via Martiri delle Foibe – San Pietro
LATITUDINE WGS 84	45,43866	QUOTA PIANO CAMPAGNA	≈ 61 m s.l.m.
LONGITUDINE WGS 84	11,13425	PROFONDITÀ PROVA	10 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Limi e argille, limi sabbiosi, quindi sabbie con ghiaia	LIVELLO STATICO	Falda assente
ATTENDIBILITÀ	Media	ANNO REALIZZAZIONE	Non indicato

GRAFICO DELLA PROVA CPT n. 1



UBICAZIONE PROVA CPT



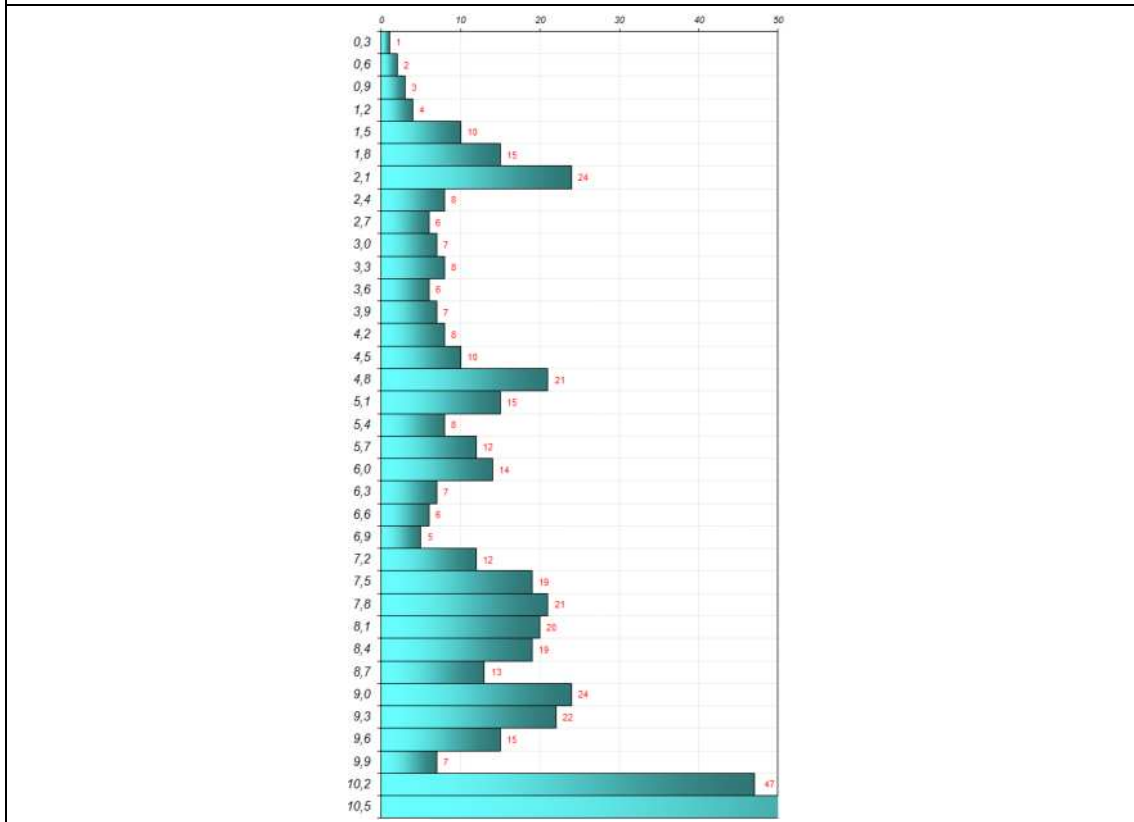
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH

21

SINTESI DEI DATI

FONTE	P.A.T.I. – DPSH n. 87	LOCALITÀ	Via Brolo Vecchio - San Pietro
LATITUDINE WGS 84	45,43923	QUOTA PIANO CAMPAGNA	64 m s.l.m.
LONGITUDINE WGS 84	11,13711	PROFONDITÀ PROVA	10,5 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Limi e argille, quindi sabbie con ghiaia	LIVELLO STATICO	Falda assente
ATTENDIBILITÀ	Media	ANNO REALIZZAZIONE	Non indicato

GRAFICO N. COLPI – PROFONDITÀ (in metri) - DPSH n. 87



UBICAZIONE PROVA DPSH



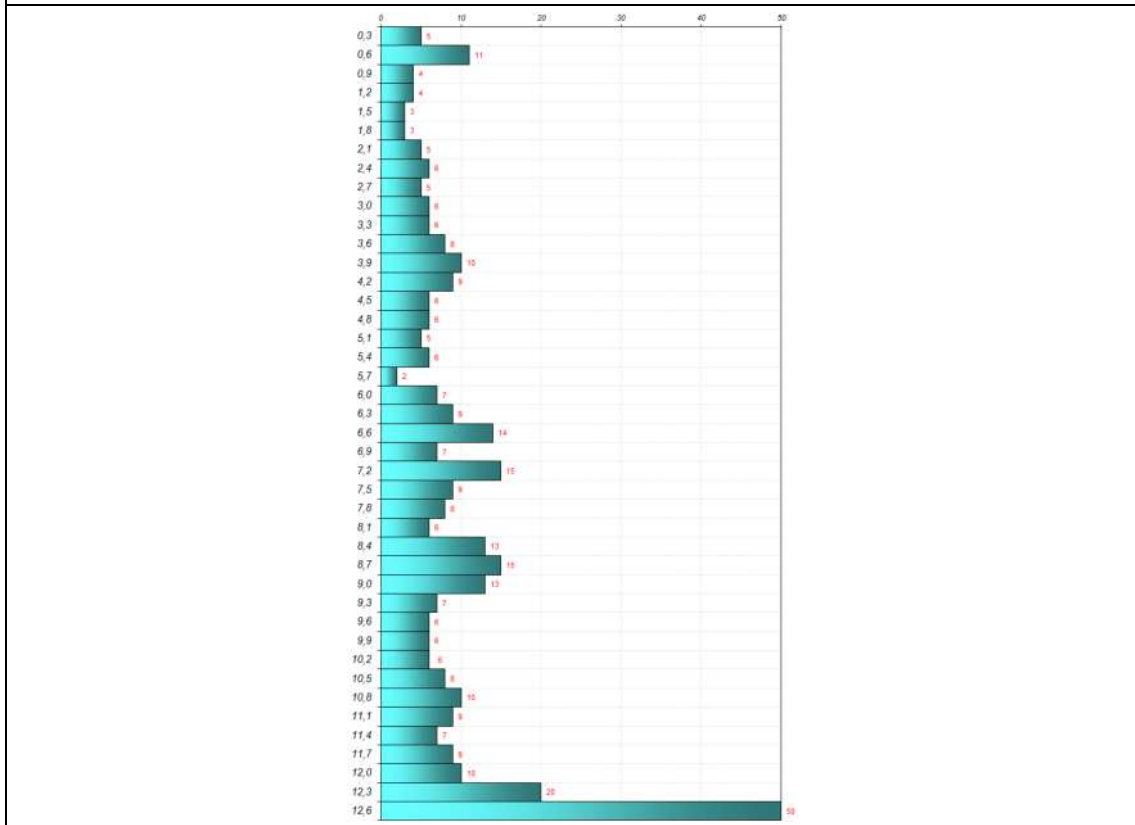
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH

22

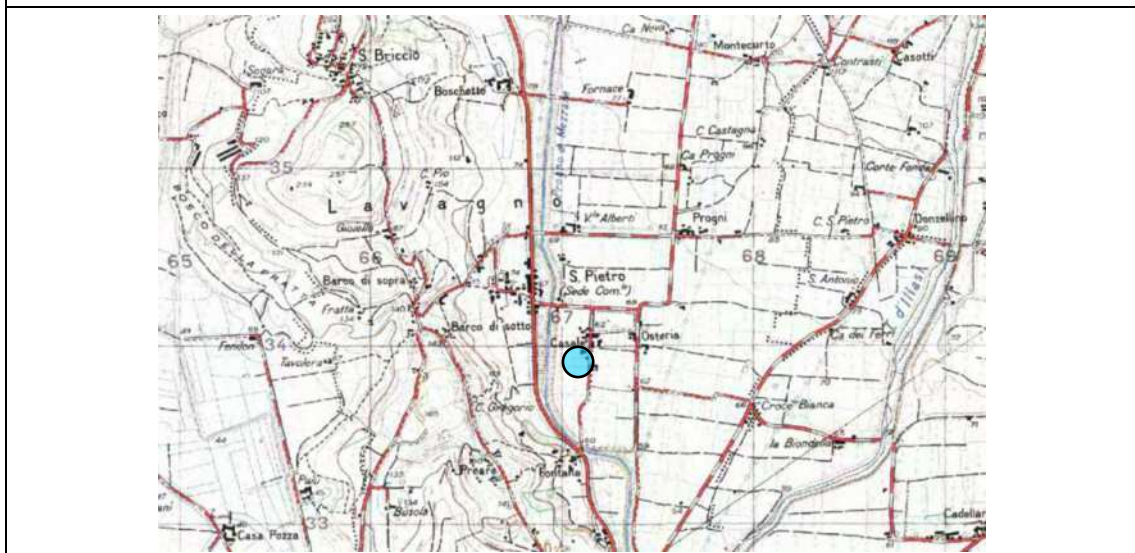
SINTESI DEI DATI

FONTE	P.A.T.I. – DPSH n. 3	LOCALITÀ	Via Casale Fontana – San Pietro
LATITUDINE WGS 84	45,43790	QUOTA PIANO CAMPAGNA	60,6 m s.l.m.
LONGITUDINE WGS 84	11,13562	PROFONDITÀ PROVA	12,6 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Limi e argille, quindi sabbie con ghiaia	LIVELLO STATICO	Falda assente
ATTENDIBILITÀ	Alta	ANNO REALIZZAZIONE	Non indicato

GRAFICO N. COLPI – PROFONDITÀ (in metri) - DPSH n. 3



UBICAZIONE PROVA DPSH



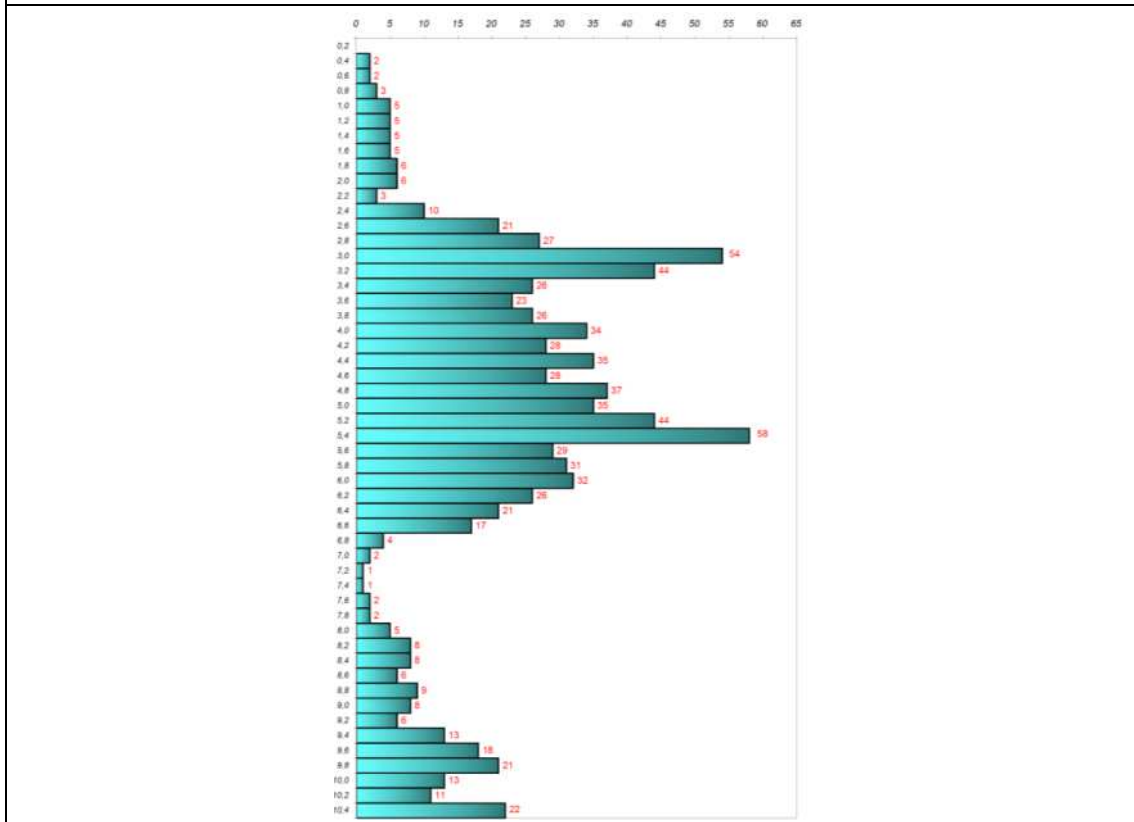
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH

23

SINTESI DEI DATI

FONTE	Dott. Geol. Davide Dal Degan	LOCALITÀ	Via Primo Maggio - Vago
LATITUDINE WGS 84	45,41801	QUOTA PIANO CAMPAGNA	41,9 m s.l.m.
LONGITUDINE WGS 84	11,12975	PROFONDITÀ PROVA	10,4 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Limi sabbiosi, sabbie, sabbie con ghiaia	LIVELLO STATICO	Circa 4 - 5 m dal p.c.
ATTENDIBILITÀ	Alta	ANNO REALIZZAZIONE	2007

GRAFICO N. COLPI – PROFONDITÀ (in metri) DPSH



UBICAZIONE PROVA DPSH



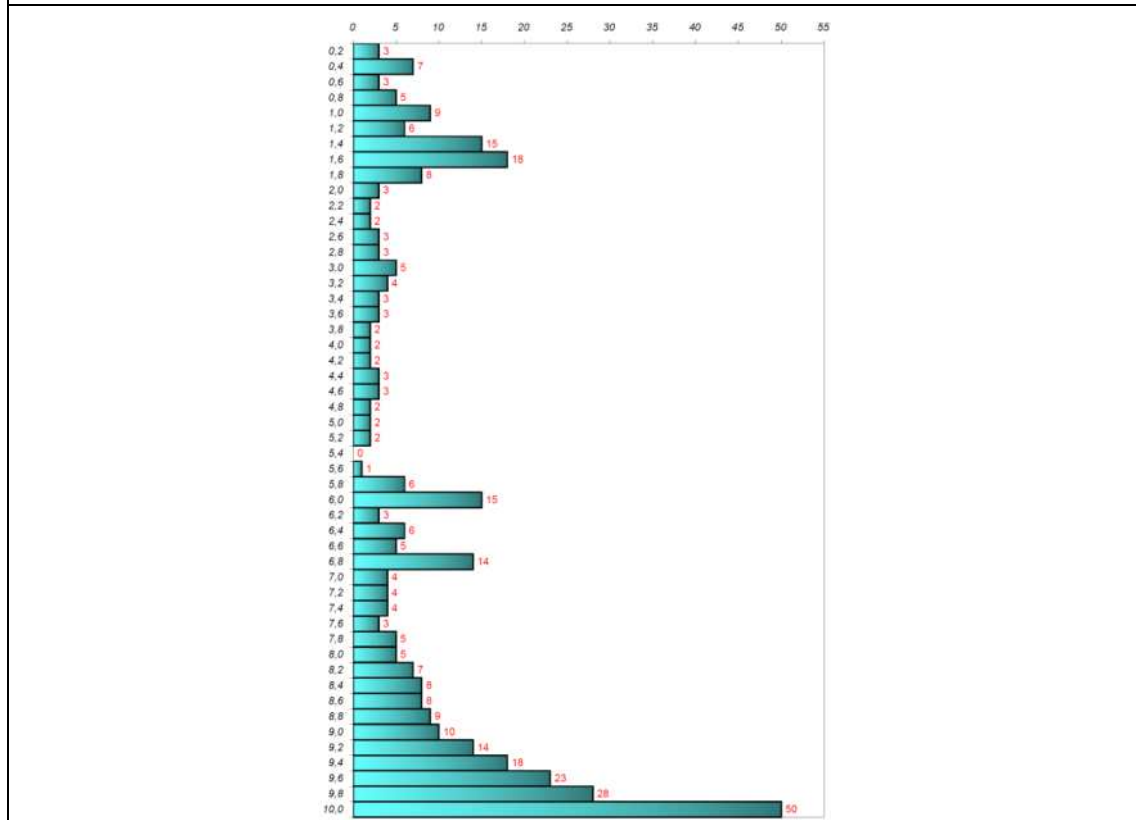
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH

24

SINTESI DEI DATI

FONTE	Dott. Geol. Davide Dal Degan	LOCALITÀ	Via della Tecnica – Z.A.I. Lepia
LATITUDINE WGS 84	45,41157	QUOTA PIANO CAMPAGNA	38,2 m s.l.m.
LONGITUDINE WGS 84	11,14047	PROFONDITÀ PROVA	10,0 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Limi e argille, quindi sabbie e ghiaie	LIVELLO STATICO	5,4 m dal p.c.
ATTENDIBILITÀ	Alta	ANNO REALIZZAZIONE	2006

GRAFICO N. COLPI – PROFONDITÀ (in metri) DPSH



UBICAZIONE PROVA DPSH



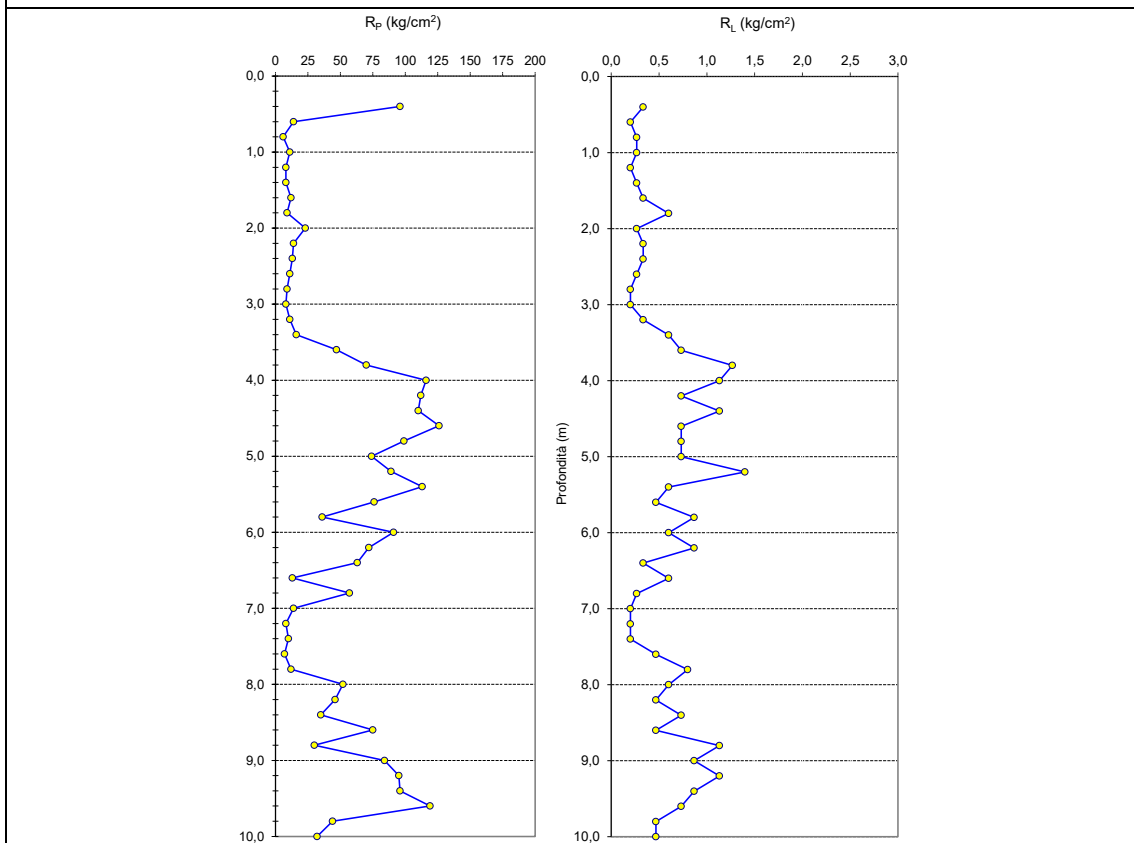
PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT

25

SINTESI DEI DATI

FORTE	Dott. Geol. Davide Dal Degan	LOCALITÀ	Via Ponte Asse
LATITUDINE WGS 84	45,42092	QUOTA PIANO CAMPAGNA	≈ 45,4 m s.l.m.
LONGITUDINE WGS 84	11,14063	PROFONDITÀ PROVA	10 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Limi, sabbie, quindi sabbie con ghiaia	LIVELLO STATICO	≈ 2,7 m dal p.c.
ATTENDIBILITÀ	Alta	ANNO REALIZZAZIONE	2013

GRAFICO DELLA PROVA CPT



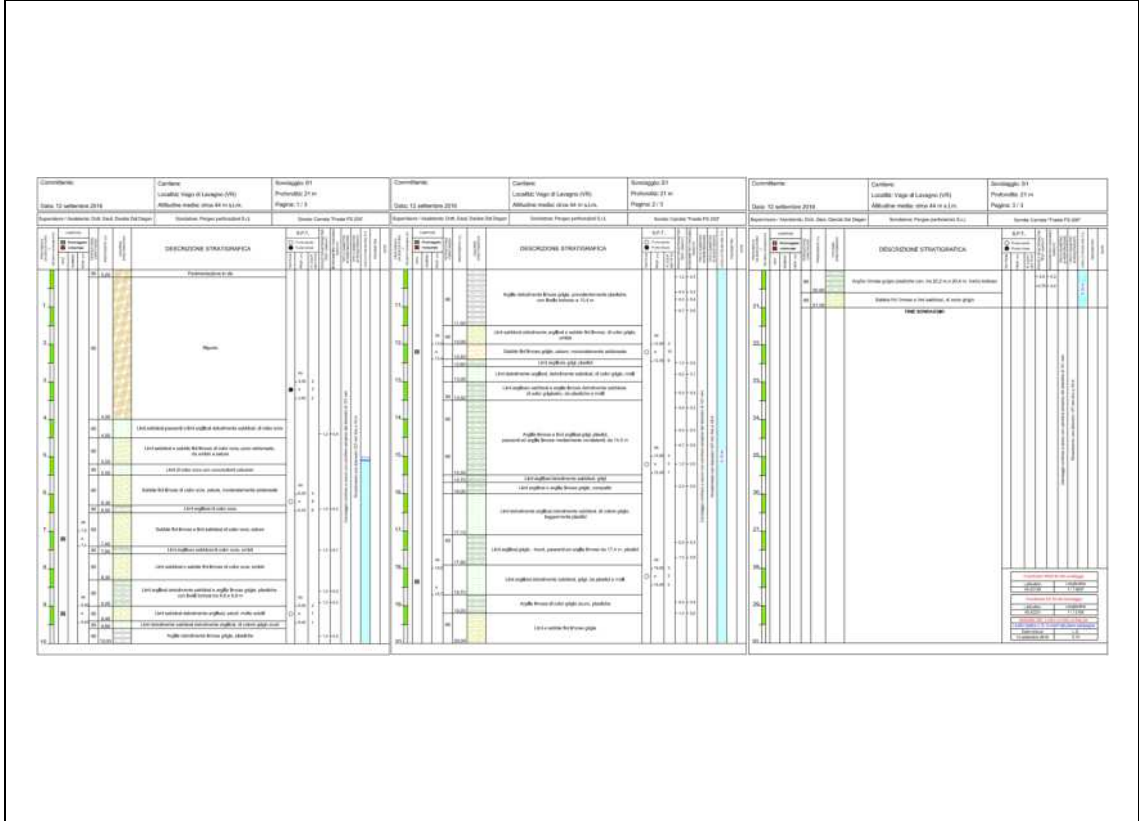
UBICAZIONE PROVA CPT



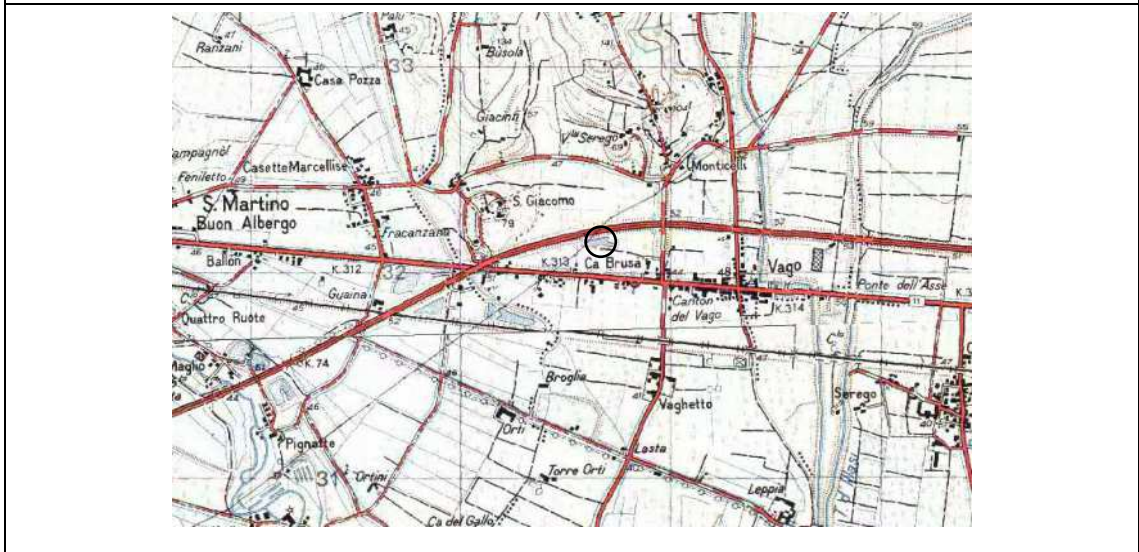
SONDAGGIO **26**

SINTESI DEI DATI			
FONTE	Dott. Geol. Davide Dal Degan	LOCALITÀ	Via dell'Artigianato
LATITUDINE WGS 84	45,42142	QUOTA PIANO CAMPAGNA	44 m s.l.m.
LONGITUDINE WGS 84	11,13009	PROFONDITÀ SONDAGGIO	21 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Limi sabbiosi, sabbie fini limose, limi e argille	LIVELLO STATICO	5,1 m dal p.c.
ATTENDIBILITÀ	Alta	ANNO REALIZZAZIONE	2016

STRATIGRAFIA SONDAGGIO



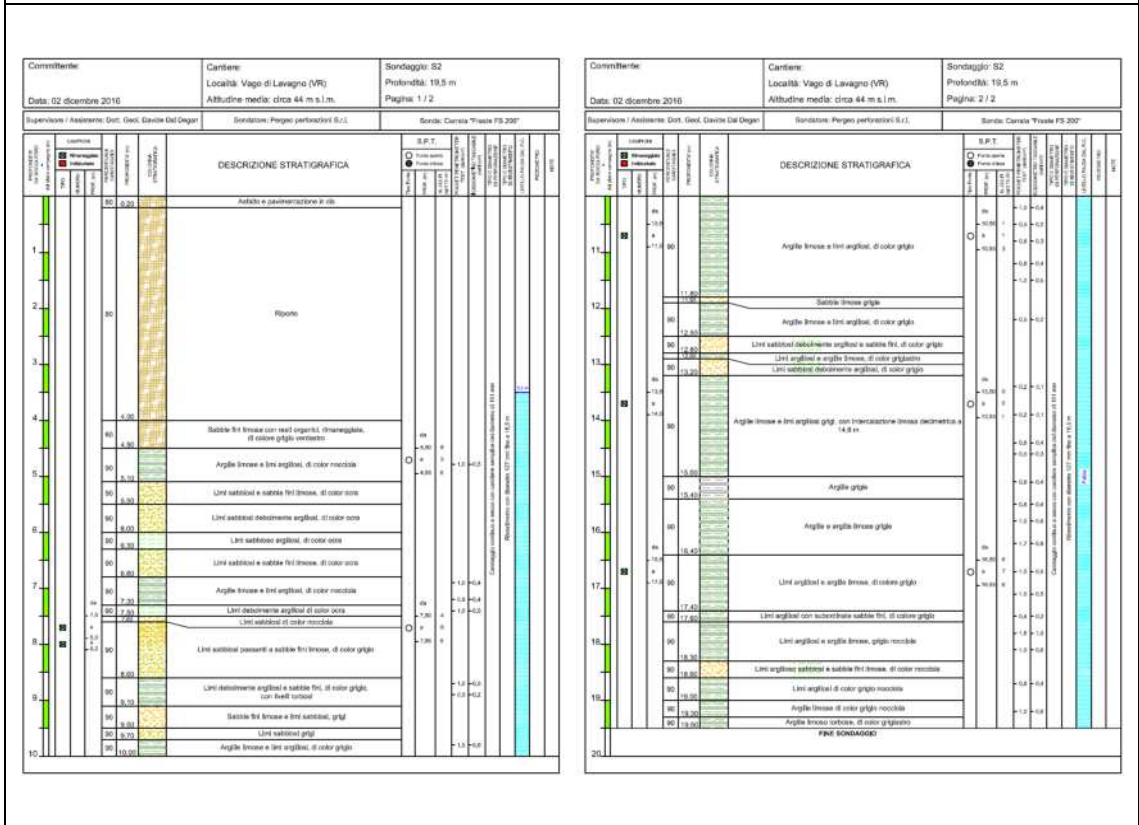
UBICAZIONE SONDAGGIO



SONDAGGIO **27**

SINTESI DEI DATI			
FONTE	Dott. Geol. Davide Dal Degan	LOCALITÀ	Via dell'Artigianato
LATITUDINE WGS 84	45,42122	QUOTA PIANO CAMPAGNA	44 m s.l.m.
LONGITUDINE WGS 84	11,13036	PROFONDITÀ SONDAGGIO	19,5 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Limi sabbiosi, sabbie fini limose, limi e argille	LIVELLO STATICO	3,5 m dal p.c.
ATTENDIBILITÀ	Alta	ANNO REALIZZAZIONE	2016

STRATIGRAFIA SONDAGGIO

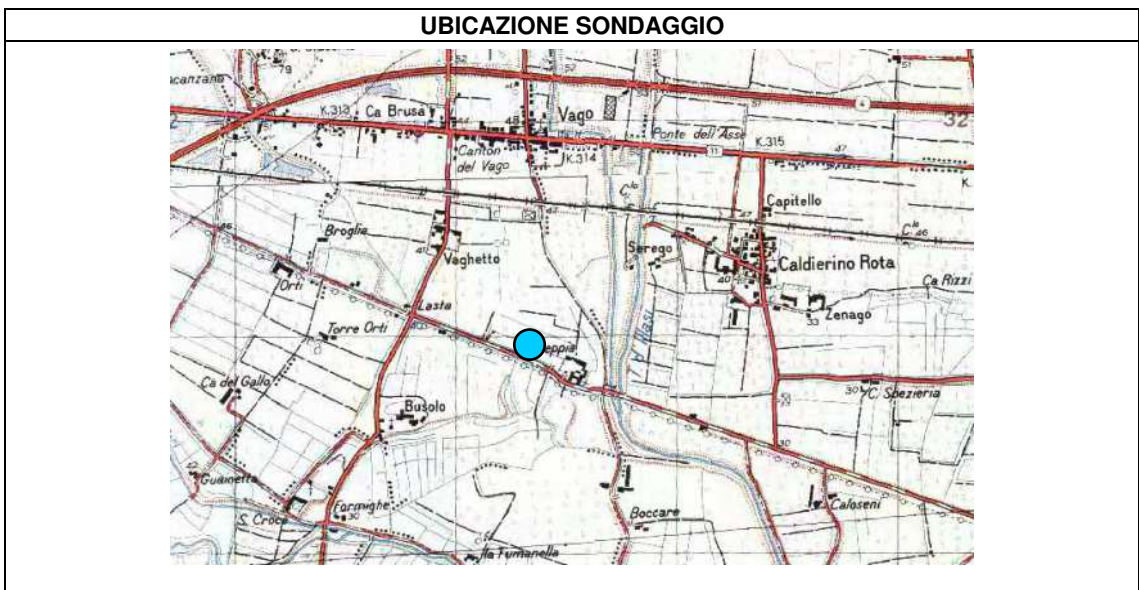
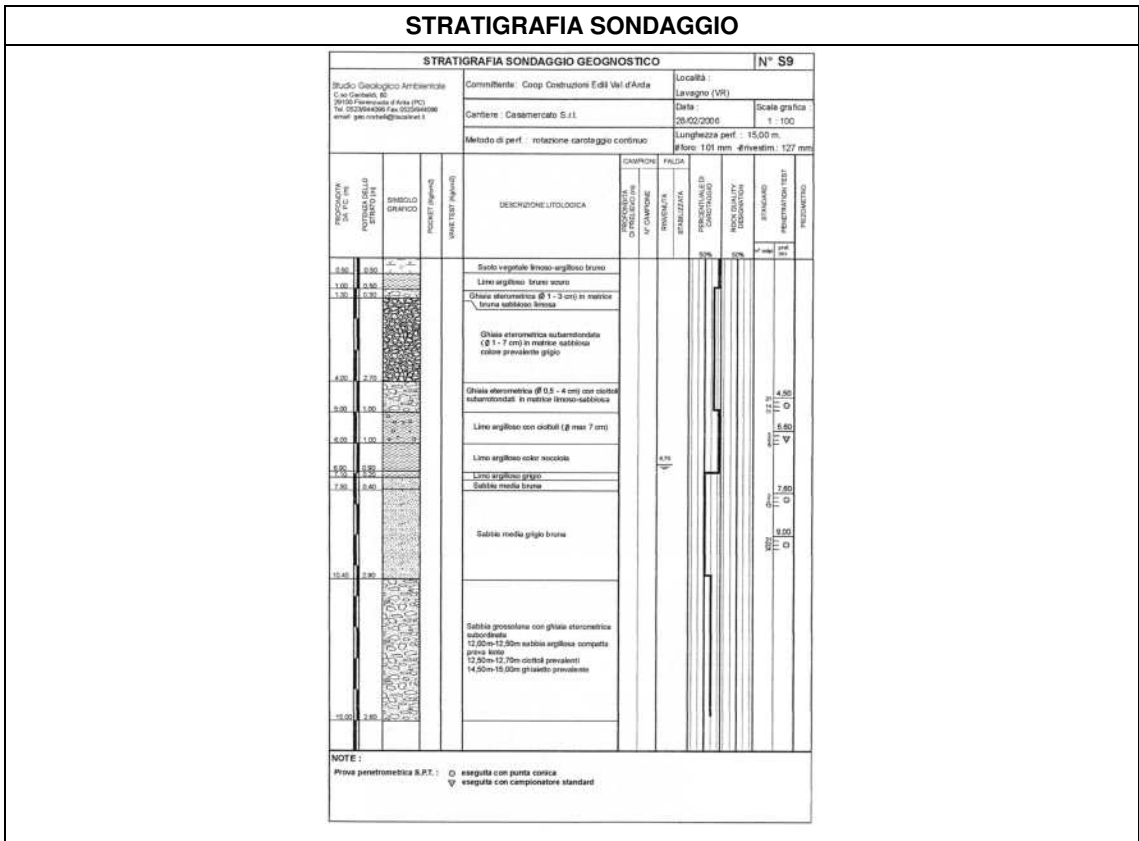


UBICAZIONE SONDAGGIO



SONDAGGIO **28**

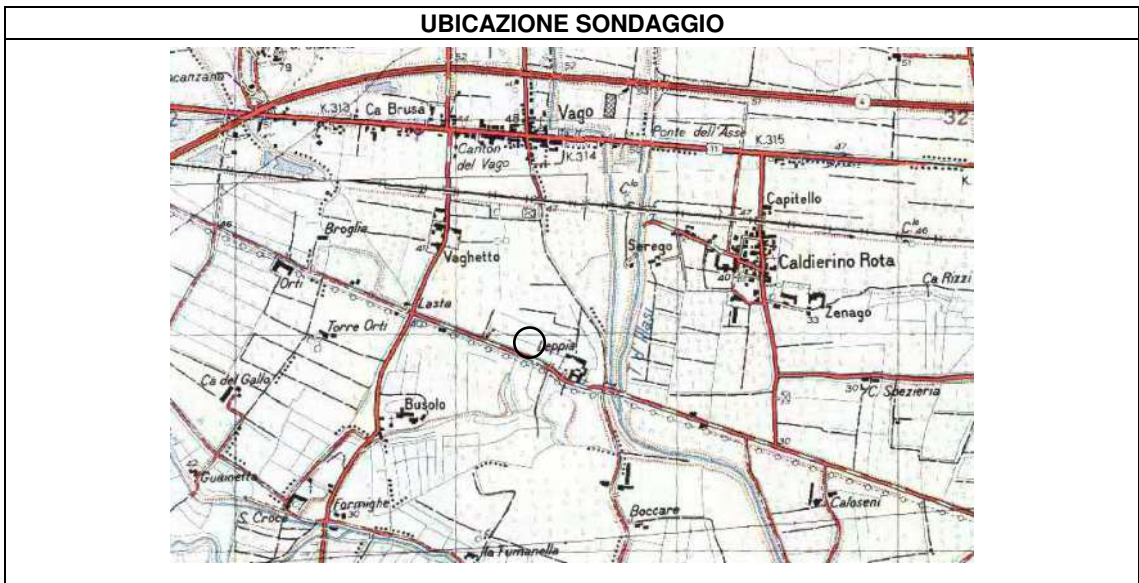
SINTESI DEI DATI			
FONTE	Comune di Lavagno	LOCALITÀ	Via della Scienza
LATITUDINE WGS 84	45,41152	QUOTA PIANO CAMPAGNA	38,5 m s.l.m.
LONGITUDINE WGS 84	11,13668	PROFONDITÀ SONDAGGIO	15,0 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Alternanze di ghiaie e sabbie. Limo argilloso tra 5 m e 7 m dal p.c.	LIVELLO STATICO	6,7 m dal p.c.
ATTENDIBILITÀ	Media	ANNO REALIZZAZIONE	2006



SONDAGGIO **29**

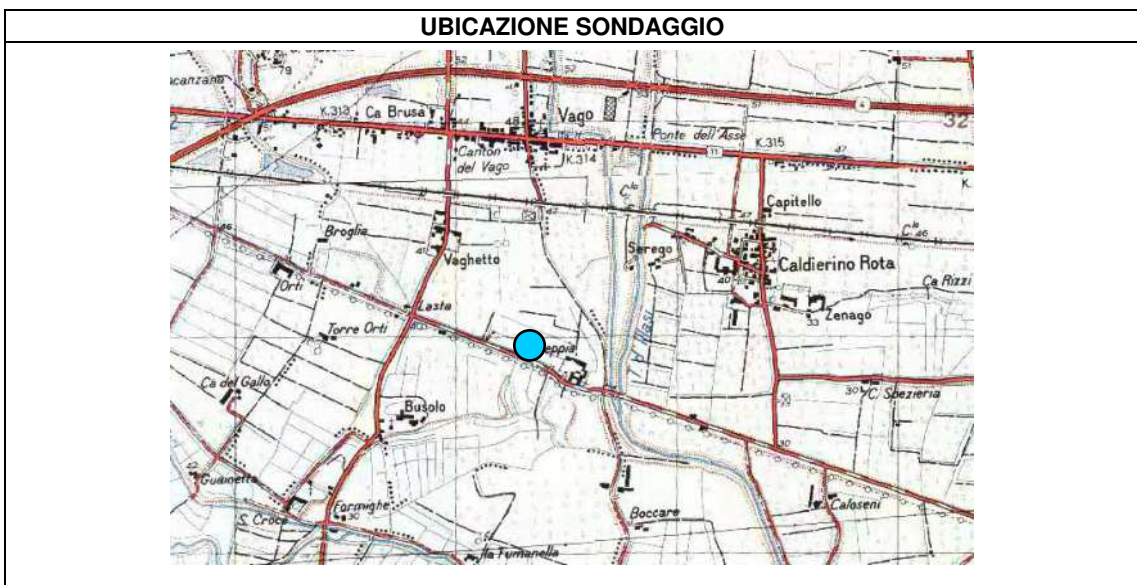
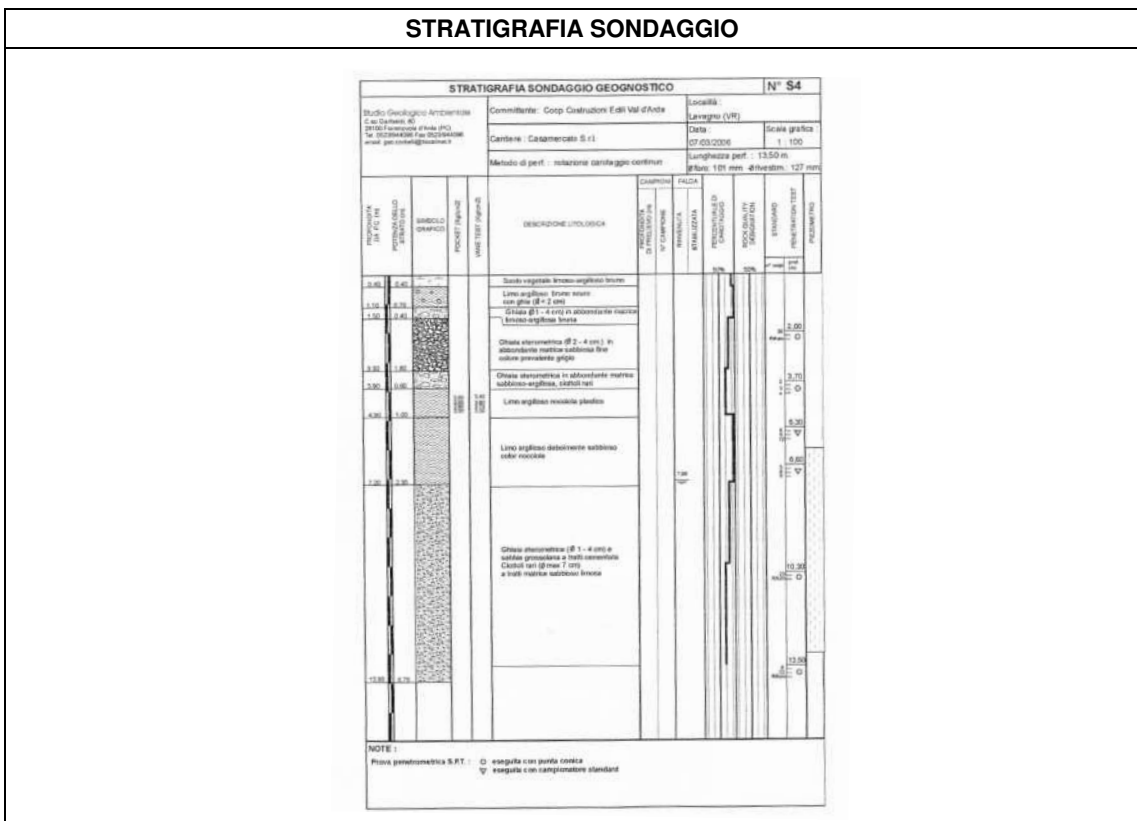
SINTESI DEI DATI			
FONTE	Comune di Lavagno	LOCALITÀ	Via della Scienza
LATITUDINE WGS 84	45,41133	QUOTA PIANO CAMPAGNA	38,5 m s.l.m.
LONGITUDINE WGS 84	11,13732	PROFONDITÀ SONDAGGIO	15,0 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Alternanze di ghiaie in matrice sabbiosa e sabbie grossolane.	LIVELLO STATICO	6,45 m dal p.c.
ATTENDIBILITÀ	Media	ANNO REALIZZAZIONE	2006

STRATIGRAFIA SONDAGGIO						
STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEONOSTICO N° S11						
Studio: Geologico Ambientale Carabinieri, s.p.a. S.P.O.S. Pavesana (Ava) (PC) Via. GIOVANNONE 100/1000000000 email: geo.ostalg@comcast.it		Committente: Coop. Costruzioni Edili Val d'Anda Cantiere: Casamerlato S.r.l.		Località: Lavagno (VR) Data: 23.02.2006 Scala grafica: 1 : 100		
Metodo di perf.: rotazione carotaggio continuo				Lunghezza perf.: 15,00 m. Alz. foro: 101 mm - Ø in w.c.: 127 mm		
PROFONDITÀ (m)	PUNTO DI PARTENZA (m)	SIBICO STRAFICO	PRODOTTO	DESCRIZIONE LITOLOGICA	CAMPIONI	SALDA
0,00	0,00			Suolo vegetale limoso-argilloso bruno		
1,10	0,30			Ghiaia eterometrica sabbionifera (Ø max. 15 cm) in abbondante matrice limoso-argillosa, tenace.		
2,30	1,50			Ghiaia eterometrica (Ø 2 - 5 cm) con ciottoli sabbionifera (Ø = 10 cm) in matrice sabbiosa. Cotone prevalentemente grigio		4,45
3,30	2,50			Sabbie medio mediamente adomate. Cotone rosata		5,50
4,30	3,50			Sabbie grossolane con ghiaie (Ø < 1 cm)		6,40
5,30	4,50			Sabbie fine		7,30
6,30	5,50			Sabbie grossolane		8,30
10,50	9,70			Sabbie e ghiaie grossolane (Ø 1 - 3 cm) e tratti ghiaie grossolane da 10,50m e 11,00m sabbie con ghiaie (Ø = 1 cm) prevalente		10,50
15,00	14,20			Sabbie grossolane prevalentemente con sabbie (Ø = 2 cm)		15,00
NOTE: Prova penetrometrica S.P.T.: ○ eseguita con punta conica						



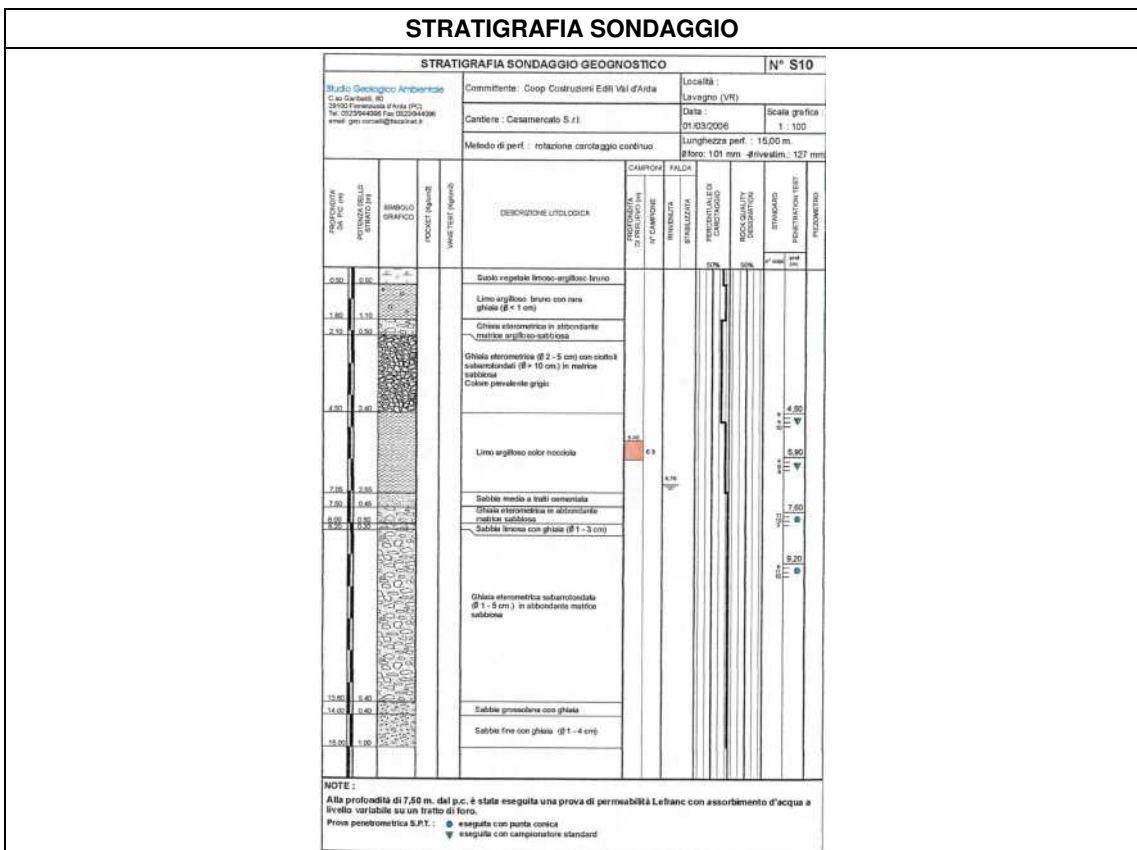
SONDAGGIO	30
-----------	----

SINTESI DEI DATI			
FONTE	Comune di Lavagno	LOCALITÀ	Via della Scienza
LATITUDINE WGS 84	45,41133	QUOTA PIANO CAMPAGNA	38,5 m s.l.m.
LONGITUDINE WGS 84	11,13477	PROFONDITÀ SONDAGGIO	13,5 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Alternanze di ghiaie e sabbie grossolane. Livello limo argilloso tra 3,9 m e 7,2 m dal p.c.	LIVELLO STATICO	7,06 m dal p.c.
ATTENDIBILITÀ	Media	ANNO REALIZZAZIONE	2006



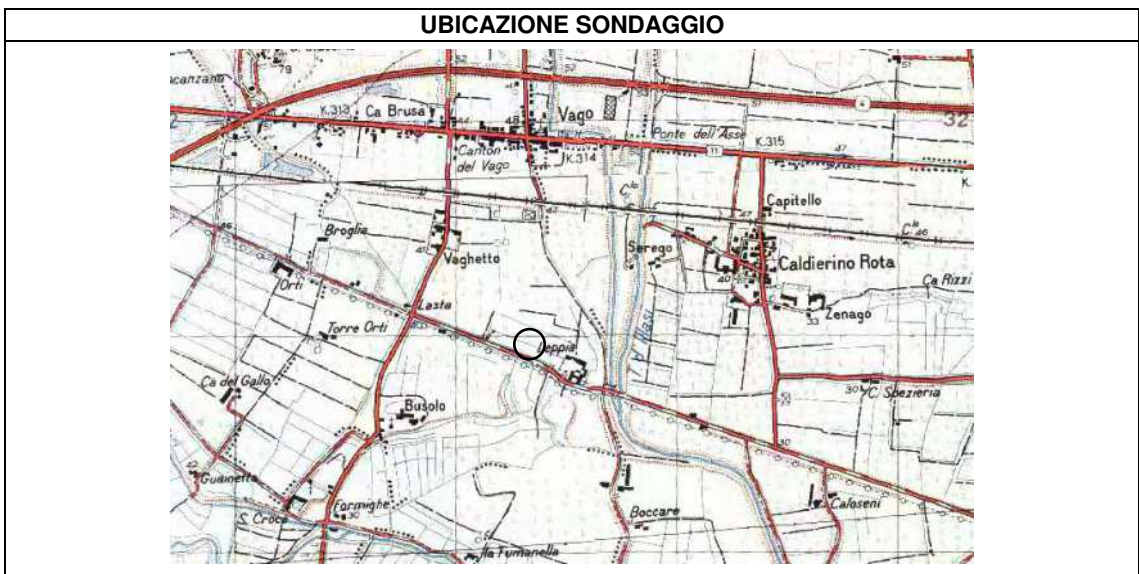
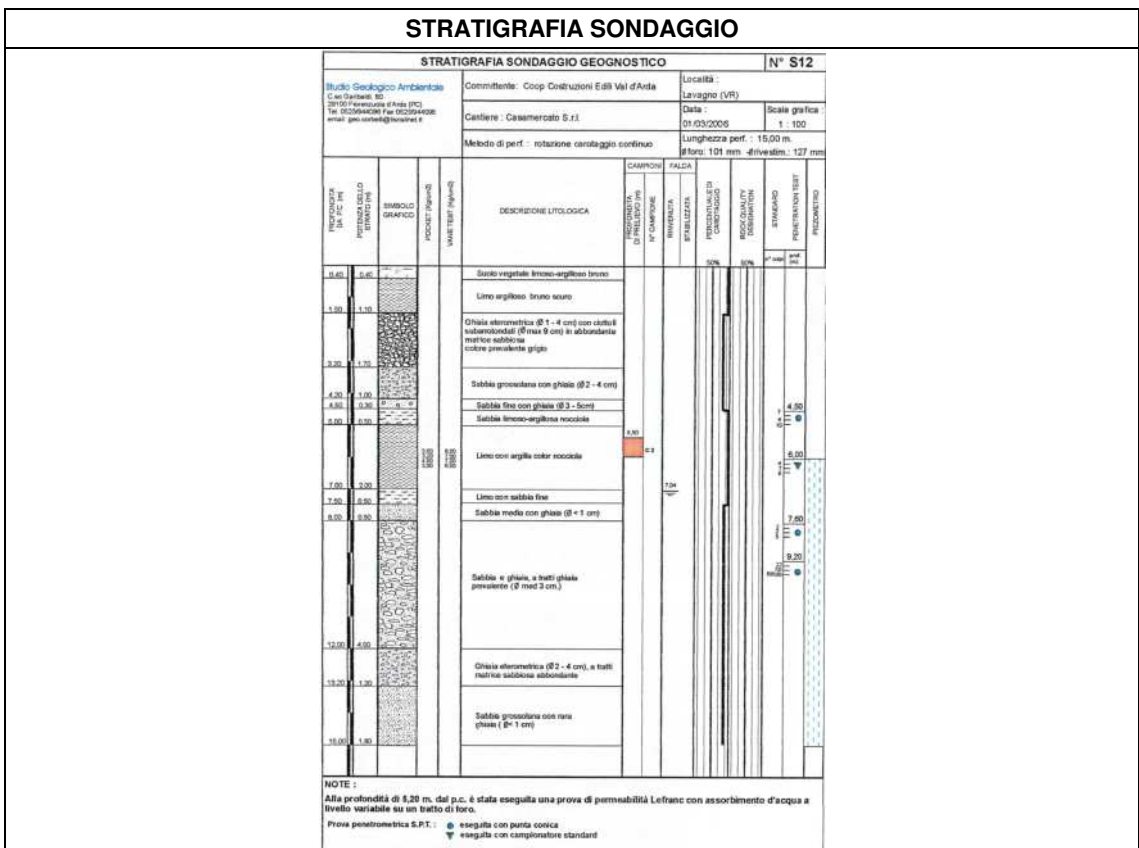
SONDAGGIO **31**

SINTESI DEI DATI			
FONTE	Comune di Lavagno	LOCALITÀ	Via della Scienza
LATITUDINE WGS 84	45,41086	QUOTA PIANO CAMPAGNA	38,5 m s.l.m.
LONGITUDINE WGS 84	11,13625	PROFONDITÀ SONDAGGIO	15,0 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Alternanze di ghiaie e sabbie grossolane. Limo argilloso tra 4,5 m e 7,05 m dal p.c.	LIVELLO STATICO	6,76 m dal p.c.
ATTENDIBILITÀ	Media	ANNO REALIZZAZIONE	2006



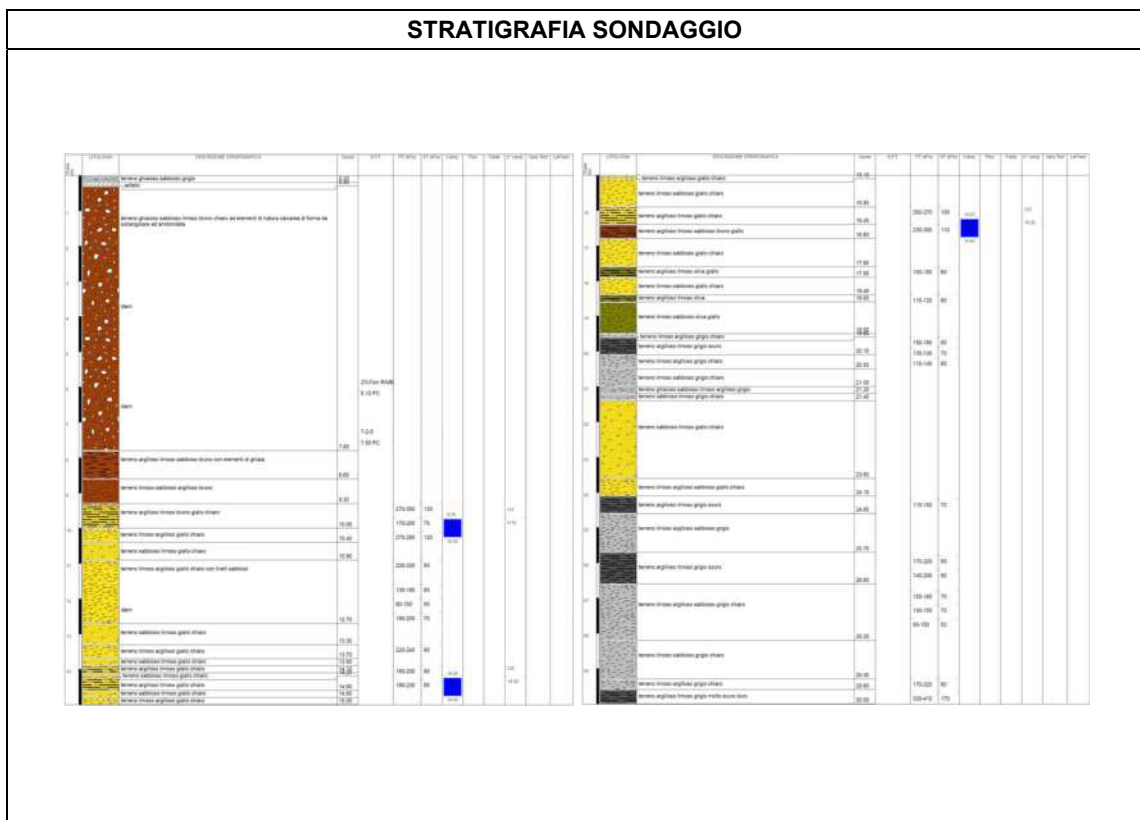
SONDAGGIO **32**

SINTESI DEI DATI			
FONTE	Comune di Lavagno	LOCALITÀ	Via della Scienza
LATITUDINE WGS 84	45,41068	QUOTA PIANO CAMPAGNA	38,5 m s.l.m.
LONGITUDINE WGS 84	11,13694	PROFONDITÀ SONDAGGIO	15,0 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Alternanze di ghiaie e sabbie grossolane. Limo con argilla 5 m e 7 m dal p.c.	LIVELLO STATICO	7,04 m dal p.c.
ATTENDIBILITÀ	Media	ANNO REALIZZAZIONE	2006



SONDAGGIO	33
------------------	-----------

SINTESI DEI DATI			
FONTE	-	LOCALITÀ	Via Carrozza – S.P. 37
LATITUDINE WGS 84	45,42579	QUOTA PIANO CAMPAGNA	56 m s.l.m.
LONGITUDINE WGS 84	11,14505	PROFONDITÀ SONDAGGIO	30,0 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Rilevato arginale su sabbie limose, limi sabbiosi o limi argillosi	LIVELLO STATICO	Non misurato
ATTENDIBILITÀ	Bassa	ANNO REALIZZAZIONE	2021



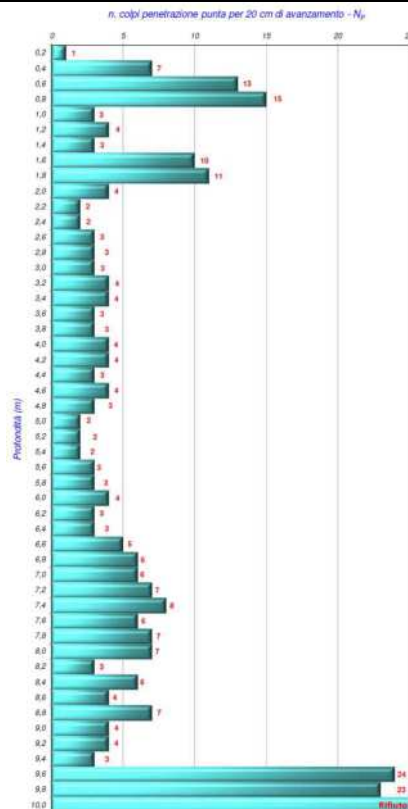
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH

34

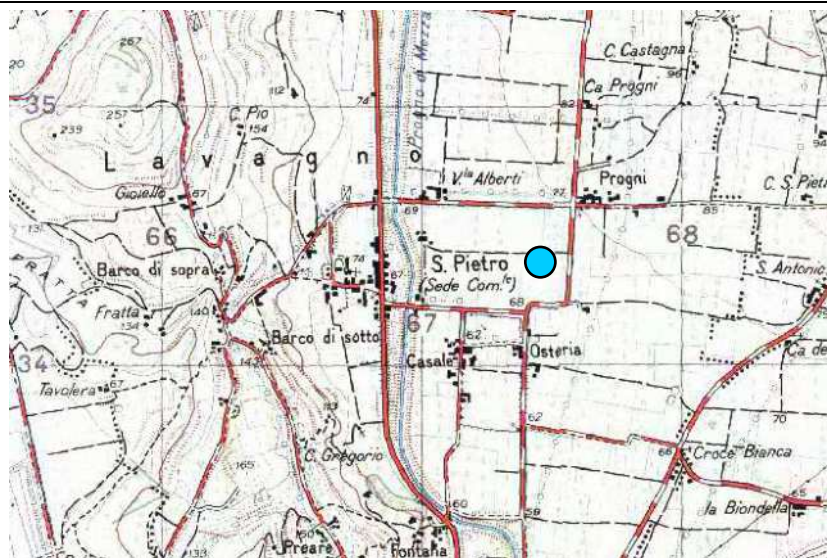
SINTESI DEI DATI

FORTE	Dott. Geol. Davide Dal Degan	LOCALITÀ	Via Sandro Pertini
LATITUDINE WGS 84	45,44118	QUOTA PIANO CAMPAGNA	71 m s.l.m.
LONGITUDINE WGS 84	11,14039	PROFONDITÀ PROVA	10,0 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Alternanze di limi e argille, sabbie e ghiaie	LIVELLO STATICO	assente
ATTENDIBILITÀ	Alta	ANNO REALIZZAZIONE	2019

GRAFICO N. COLPI – PROFONDITÀ (in metri)



UBICAZIONE PROVA DPSH



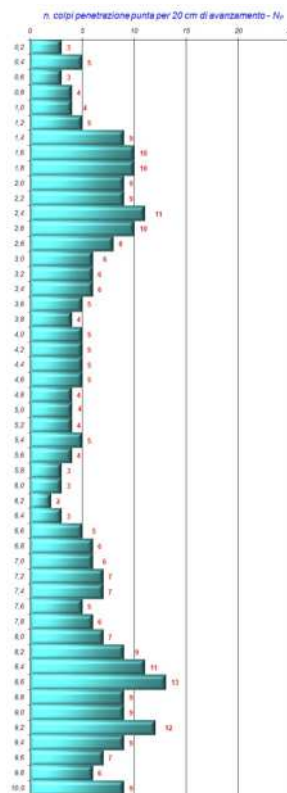
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH

35

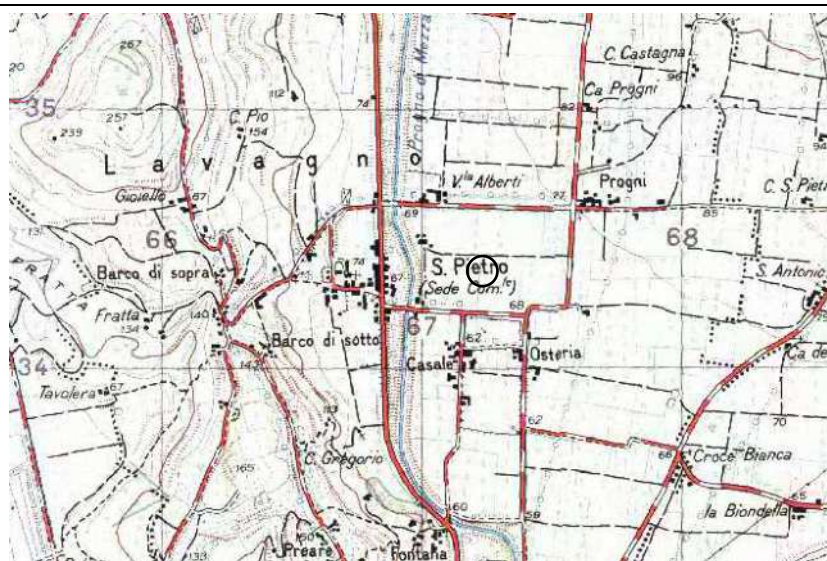
SINTESI DEI DATI

FONTE	Dott. Geol. Davide Dal Degan	LOCALITÀ	Via Quarto
LATITUDINE WGS 84	45,44097	QUOTA PIANO CAMPAGNA	64,5 m s.l.m.
LONGITUDINE WGS 84	11,13554	PROFONDITÀ PROVA	10,0 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Alternanze di limi e argille, sabbie	LIVELLO STATICO	assente
ATTENDIBILITÀ	Alta	ANNO REALIZZAZIONE	2015

GRAFICO N. COLPI – PROFONDITÀ (in metri)



UBICAZIONE PROVA DPSH



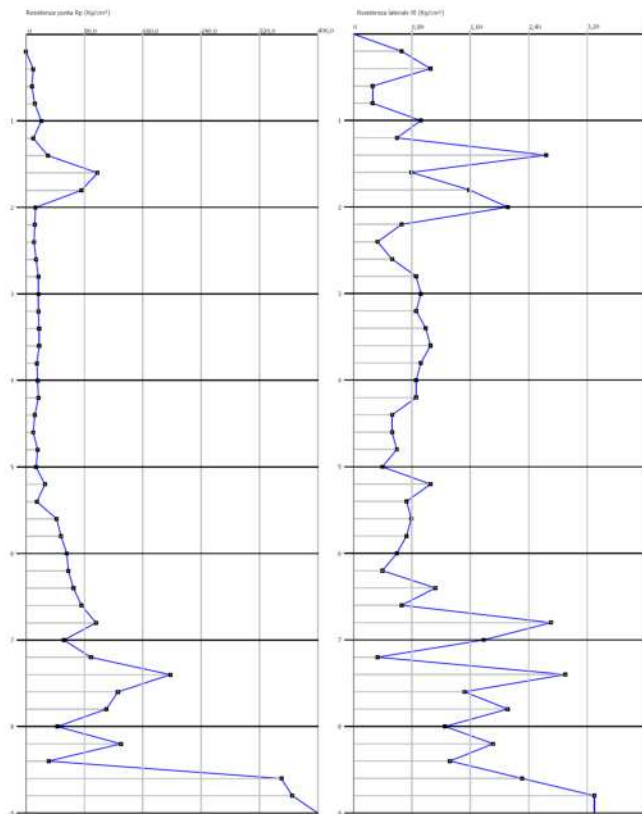
PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT

36

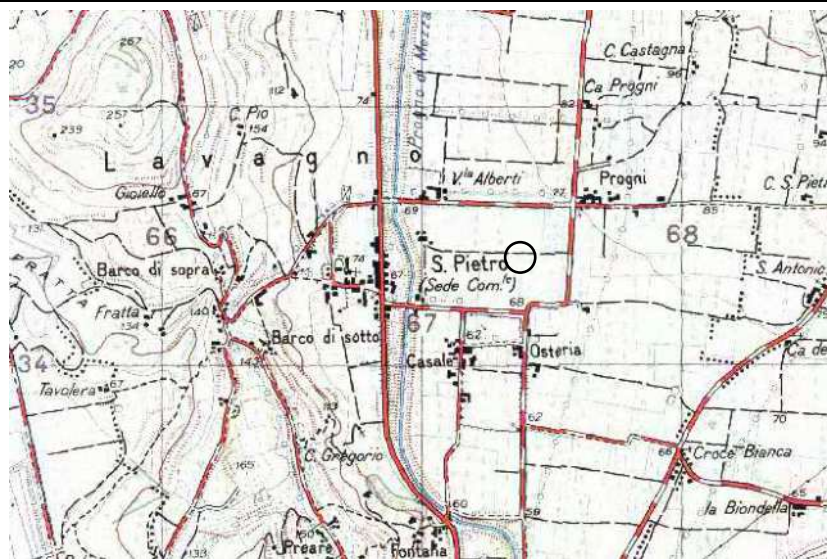
SINTESI DEI DATI

FONTE	Dott. Geol. Davide Dal Degan	LOCALITÀ	Via Sandro Pertini
LATITUDINE WGS 84	45,44152	QUOTA PIANO CAMPAGNA	69,0 m s.l.m.
LONGITUDINE WGS 84	11,13930	PROFONDITÀ PROVA	9,0 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Alternanze di limi, argille e sabbie / ghiaie	LIVELLO STATICO	assente
ATTENDIBILITÀ	Alta	ANNO REALIZZAZIONE	2020

GRAFICI DELLA PROVA CPT – PROFONDITÀ (in metri)



UBICAZIONE PROVA CPT



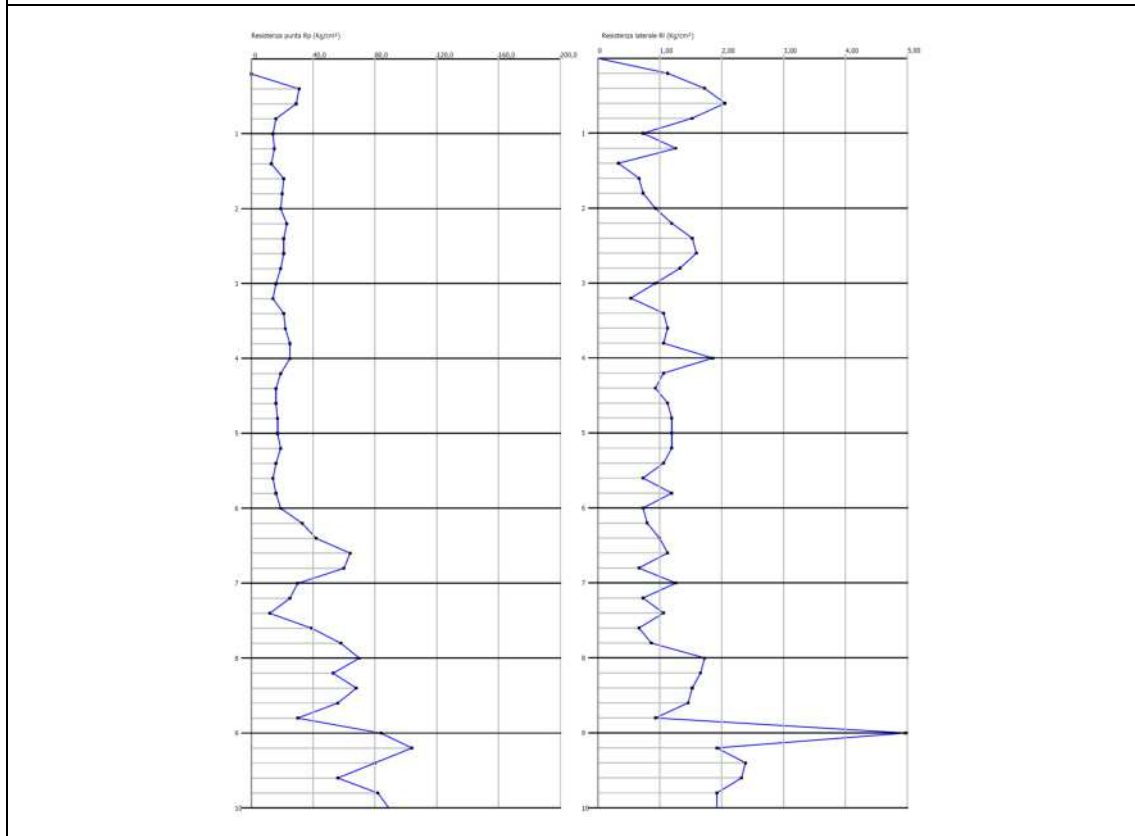
PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT

37

SINTESI DEI DATI

FORTE	Dott. Geol. Davide Dal Degan	LOCALITÀ	Via Palazzina
LATITUDINE WGS 84	45,44006	QUOTA PIANO CAMPAGNA	64 m s.l.m.
LONGITUDINE WGS 84	11,13471	PROFONDITÀ PROVA	10,0 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Alternanze di limi, argille e sabbie	LIVELLO STATICO	assente
ATTENDIBILITÀ	Alta	ANNO REALIZZAZIONE	2021

GRAFICI DELLA PROVA CPT – PROFONDITÀ (in metri)



UBICAZIONE PROVA CPT



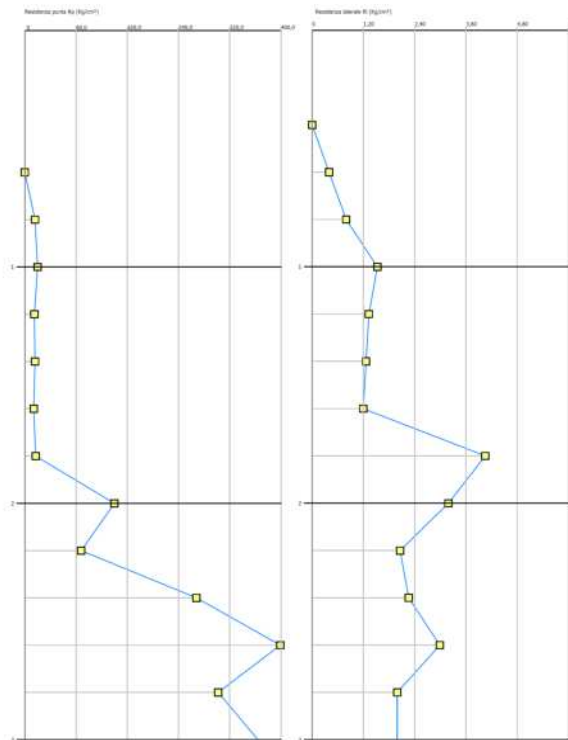
PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT

38A

SINTESI DEI DATI

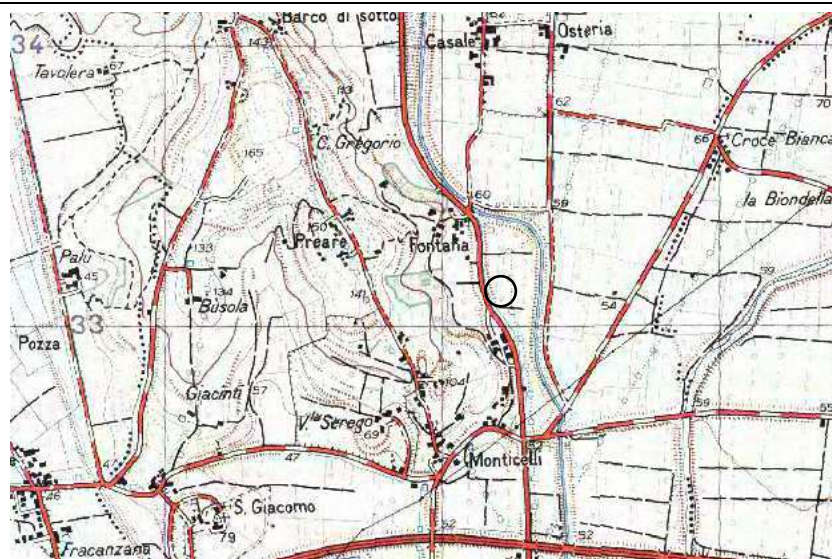
FORTE	Dott. Geol. Davide Dal Degan	LOCALITÀ	Via Fontana
LATITUDINE WGS 84	45,42934	QUOTA PIANO CAMPAGNA	55 m s.l.m. (naturale)
LONGITUDINE WGS 84	11,13685	PROFONDITÀ PROVA	3 m dall'interrato (*)
LITOLOGIA PREVALENTE	Argille su ghiaie in matrice argillosa	LIVELLO STATICO	11,4 m dal p.c. originario (**)
ATTENDIBILITÀ	Alta	ANNO REALIZZAZIONE	2017

GRAFICI DELLA PROVA CPT – PROFONDITÀ (in metri)



(*) QUOTA INIZIO PROVA A – 3.00 M DAL P.C. – PROVA A INTERROTTA DOPO 3 METRI E PROSEGUITA CON PROVA DPSH
(**) LIVELLO FALDA MISURATA NEL FORO DELLA DPSH

UBICAZIONE PROVA CPT



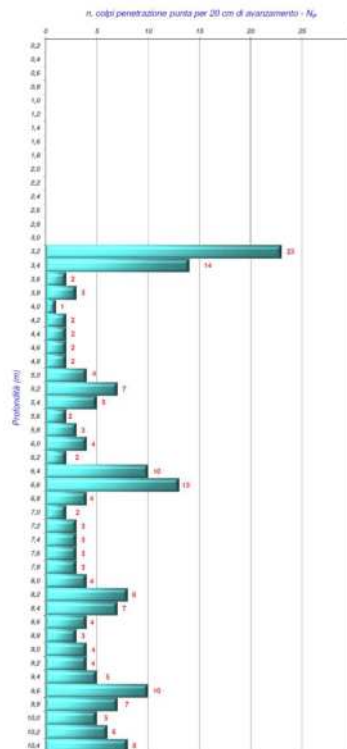
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH

38B

SINTESI DEI DATI

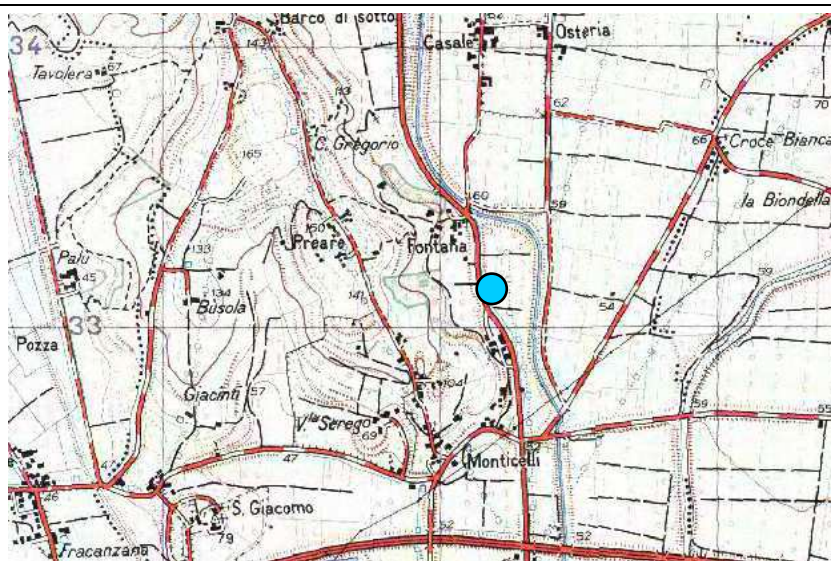
FORTE	Dott. Geol. Davide Dal Degan	LOCALITÀ	Via Fontana
LATITUDINE WGS 84	45,42934	QUOTA PIANO CAMPAGNA	55 m s.l.m. (naturale)
LONGITUDINE WGS 84	11,13685	PROFONDITÀ PROVA	10,4 m dall'interrato (*)
LITOLOGIA PREVALENTE	Alternanze di limi e argille, con ghiaie	LIVELLO STATICO	11,4 m dal p.c. originario
ATTENDIBILITÀ	Alta	ANNO REALIZZAZIONE	2017

GRAFICO N. COLPI – PROFONDITÀ (in metri)



(*) QUOTA INIZIO PROVA DPSH A – 6.00 M DAL P.C. – PROVA ESEGUITA DOPO 3 METRI DI PROVA CPT

UBICAZIONE PROVA DPSH



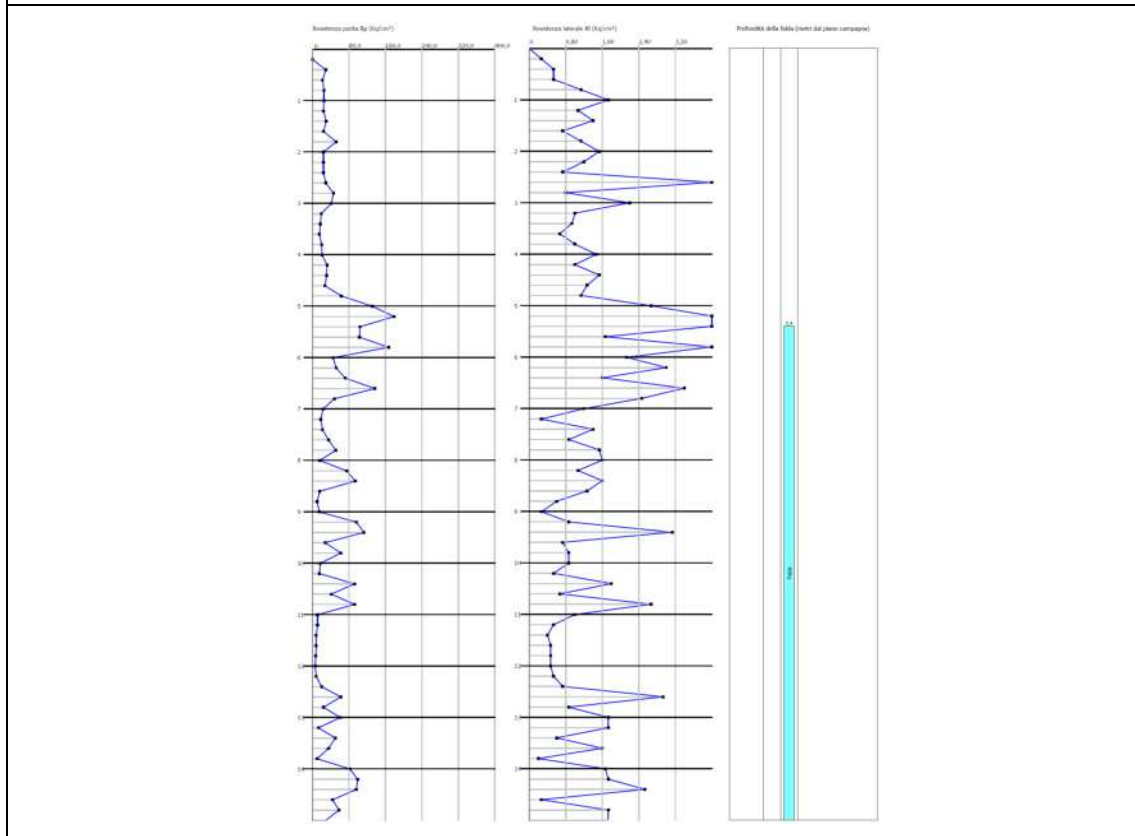
PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT

39

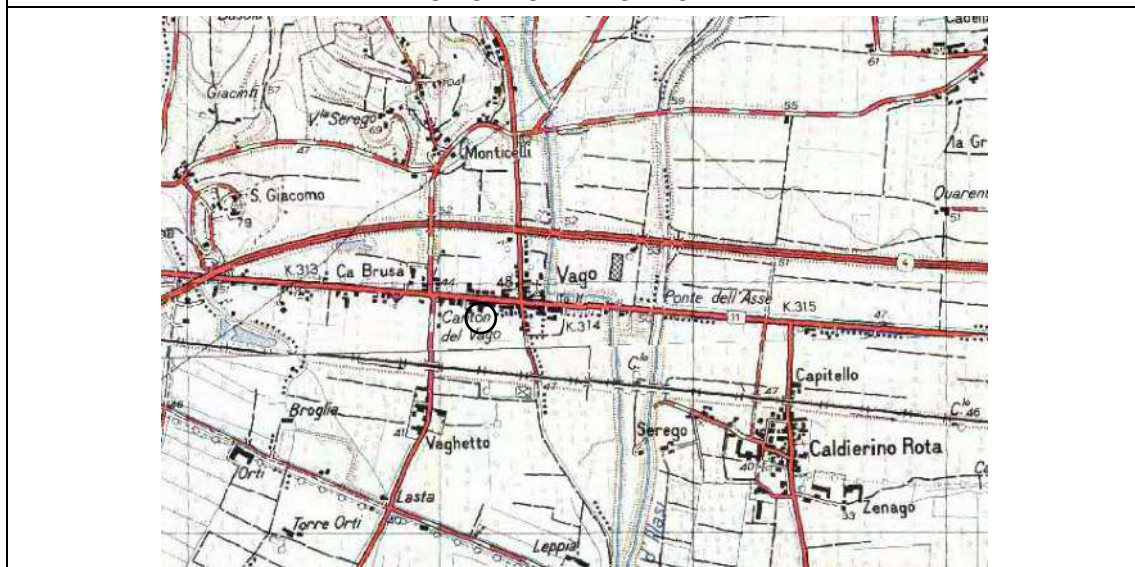
SINTESI DEI DATI

FONTE	Dott. Geol. Davide Dal Degan	LOCALITÀ	Via Provinciale
LATITUDINE WGS 84	45,41899	QUOTA PIANO CAMPAGNA	45 m s.l.m.
LONGITUDINE WGS 84	11,13593	PROFONDITÀ PROVA	15,0 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Sabbie argilloso limose e argille limo sabbiose	LIVELLO STATICO	5,4 m dal p.c.
ATTENDIBILITÀ	Alta	ANNO REALIZZAZIONE	2021

GRAFICI DELLA PROVA CPT – PROFONDITÀ (in metri)



UBICAZIONE PROVA CPT



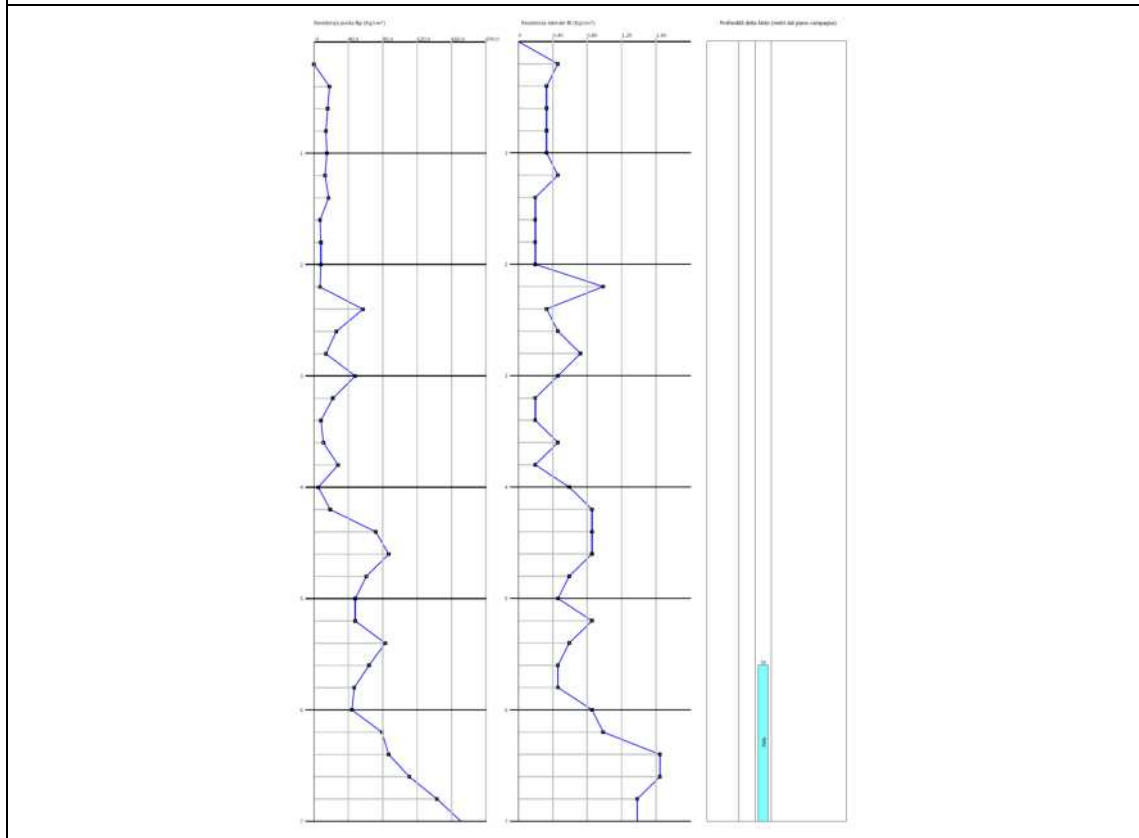
PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT

40

SINTESI DEI DATI

FORTE	Dott. Geol. Davide Dal Degan	LOCALITÀ	Viale della Tecnica
LATITUDINE WGS 84	45,41298	QUOTA PIANO CAMPAGNA	39,5 m s.l.m.
LONGITUDINE WGS 84	11,13763	PROFONDITÀ PROVA	7,0 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Argille, sabbie limose e limi sabbiosi	LIVELLO STATICO	5,6 m dal p.c.
ATTENDIBILITÀ	Alta	ANNO REALIZZAZIONE	2018

GRAFICI DELLA PROVA CPT – PROFONDITÀ (in metri)



UBICAZIONE PROVA CPT

