

Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2000 n.27

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione illustrativa

Regione Veneto

Comune di Lavagno



DAVIDE DAL DEGAN

GEOLOGO

GEOLOGIA – GEOTECNICA – AMBIENTE

Via Strà n. 116 - 37042 - Caldiero (Verona)

Tel. Fax. 0457650996 – Cell. 3483680529

e - mail: davidedaldegan@alice.it

pec: davidedaldegan@epap.sicurezzapostale.it



COMUNE DI
LAVAGNO
PROVINCIA DI VERONA



**Studio di Microzonazione Sismica del
territorio comunale e analisi della
Condizione Limite per l'Emergenza (CLE)**

Relazione illustrativa sullo
Studio di Microzonazione Sismica

A cura di:		Con la collaborazione di:	
Dott. Geol. DAVIDE DAL DEGAN		Dott. Geol. MATTEO COLLAREDA	Dott. Geol. LUCA BERSANI
<i>Incarico affidato con Determinazione n. 527 del 24/11/2015 del Responsabile del Servizio Tecnico Ed. Privata - Urbanistica</i>		<i>Elaborazione</i>	<i>Gennaio 2016</i>
		<i>Revisione</i>	<i>Luglio 2016</i>
DAVIDE DAL DEGAN GEOLOGO GEOLOGIA - GEOTEGNICA - AMBIENTE		Via Strà n. 116 - 37042 - Caldiero (Verona) Tel. Fax. 0457650996 – Cell. 3483680529 e - mail: davidedaldegan@alice.it pec: davidedaldegan@epap.sicurezza postale.it	
L'autore si riserva la proprietà di questo elaborato ai sensi di legge, con divieto di riprodurlo e comunque di renderlo noto a terzi senza autorizzazione			

INDICE

1	INTRODUZIONE	2
2	GENERALITA'	3
3	ASSETTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO	5
	3.1 Inquadramento geologico generale.....	5
4	DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE.....	11
	4.1 Inquadramento strutturale generale	11
	4.2 Inquadramento strutturale locale.....	12
	4.3 Caratterizzazione sismogenetica	14
	4.4 Sismicità storica	15
	4.5 Faglie capaci e sorgenti sismogenetiche	18
	4.6 Pericolosità sismica di riferimento.....	21
5	MICROZONAZIONE SISMICA. PRINCIPI FONDAMENTALI E FINALITA'	24
	5.1 Introduzione.....	24
	5.2 La natura del problema	24
	5.3 Finalità e livelli di approfondimento	26
6	DATI DA INDAGINI PREGRESSE E DI NUOVA REALIZZAZIONE	27
	6.1 Indagini pregresse.....	27
	6.2 Indagini di nuova realizzazione	27
	6.3 Metodologia di elaborazione delle nuove indagini	27
	6.3.1 Indagine sismica di tipo passivo a stazione singola (H.V.S.R.).....	27
	6.3.2 Indagine sismica di tipo passivo in array (Re.Mi.)	31
	6.4 Modello geosismico del sottosuolo. Interpretazione e incertezze.....	41
7	ELABORATI CARTOGRAFICI.....	44
	7.1 Carta delle indagini.....	44
	7.2 Carta geologico – tecnica CGT_MS.....	44
	7.3 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (Livello 1)	47
	7.4 Carta delle frequenze	56
8	MODELLAZIONE NUMERICA AVANZATA.....	59
	8.1 Descrizione del metodo.....	59
	8.2 Caso applicativo – Polo Scolastico San Pietro	66
9	COMMENTI FINALI E CRITICITÀ.....	69
10	RESTITUZIONE CARTOGRAFICA E CREAZIONE BASI INFORMATIVE.....	71
11	BIBLIOGRAFIA.....	73
12	ALLEGATI.....	73

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 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 qualità dei terreni posti a copertura del substrato roccioso, delle caratteristiche morfologiche del sito e, inoltre, è riconosciuto che gli effetti di un terremoto variano col variare delle condizioni geologiche in cui esso si sviluppa.

Le caratteristiche geologiche del territorio possono alterare localmente ed in maniera evidente l'azione sismica. Recentemente, anche in Italia (ad esempio Umbria - Marche, 1997 – Salò, 2004 – Aquila, 2010 – Modenese, 2012), 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.

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 del terreno 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 d'emergenza, sia di livello comunale che provinciale, 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 su un territorio 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 1 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.

A tal riguardo, anche se non previsto nel Livello 1, sono state effettuate delle **misurazioni sismiche su tutto il territorio comunale**, in modo da ottenere informazioni più dettagliate sulla risposta sismica locale, necessaria per definire con maggior cura lo studio di Microzonazione Sismica e per restituire, oltre a quelle richieste dalle linee guida, anche altre carte tematiche importanti per lo sviluppo urbanistico del territorio e per gli eventuali adeguamenti sismici delle strutture.

Tali indagini potranno essere riutilizzate anche per i successivi **livelli di approfondimento**, che prevederebbero necessariamente la realizzazione di queste prove.

Ad ogni modo, i risultati del Livello 1 possono offrire elementi conoscitivi utili per l'adeguamento o il miglioramento di opere esistenti e per la corretta realizzazione di quelle nuove, orientando il Progettista nella scelta degli approfondimenti specifici da eseguire.

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.

La morfologia del territorio comunale di Lavagno è quella tipica delle vallate lessinee, caratterizzate da roccia subaffiorante nella parte sommitale e sui fianchi delle dorsali, che confinano superfici detritiche terrazzate subpianeggianti nella parte basale ed una coltre detritico - alluvionale che colma i fondovalle 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 fondovalle 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: lungo il fondovalle di San Pietro, i depositi del Mezzane e dell'Illasi si uniscono interdigitandosi fra loro nella porzione orientale del territorio comunale, creando un ampio conoide diretto verso la pianura pedecollinare, dove si trova Vago.

Invece, la pianura pedecollinare 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 Piano di Divagazione. Nella zona Est del territorio comunale, il conoide di cui sopra 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 la presenza di 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 l'importante conoide alluvionale del Progno di Illasi, posto nel settore Nord orientale, che tende ad invadere il fondovalle del Mezzane tra la Località Montecurto e la Località Progni.

Sulla dorsale si segnalano, invece, alcuni corpi di frana non attivi o attivi dalle modeste dimensioni (dati P.A.T.I.), tra cui l'esteso corpo di paleofrana di età Luteziana che ha interessato i litotipi cretacei e terziari di San Briccio: il P.A.I. dell'Adige e le informazioni raccolte presso l'U.T.C. non segnalano la presenza di altre frane attive nel territorio comunale, se non per qualche piccolo dissesto localizzato. Inoltre, sono visibili alcuni elementi morfologici di origine antropica, residui 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):** calcari bianchi fittamente stratificati, con liste e lenti di selce (porzione più antica) e calcari argillosi grigi con intercalazioni di marne e di argilliti grigie o verdastre (porzione più recente) – figura sotto a sinistra.
- **Scaglia Rossa (Cretaceo superiore):** calcari argillosi di colore biancastro, calcari debolmente argillosi a stratificazione centimetrica, di colore rossastro – rosato (figura sotto a destra).



- **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.):** 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 (figure sotto).



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, sono coltri colluviali e/o eluviali poste al raccordo tra i versanti ed il fondovalle. A monte, i terreni di copertura del substrato roccioso, localmente appartenenti ad accumuli di paleofrane, sono invece formati da elementi calcarei e da clasti vulcanici, con matrice limoso argillosa / argilloso limosa prevalente, poco sabbiosa (figura sopra a destra - paleofrana).

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 e fratturati (Scaglia Rossa). Calcari marnosi grigiastri con intercalazioni argillose, talora selciferi, e calcari marnosi bianco avorio con noduli di selce, ben stratificati, fratturati (Biancone).
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 argilloso, 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 e a San Briccio, in prossimità del Cimitero.

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 limose 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 argilloso ed argilloso 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: alcune informazioni indicano che il dosso posto poco a Sud della Località Lepia sia di derivazione antropica. Non è stato inserito l'argine del Torrente Mezzane ed altre strade secondarie

Dal punto di vista **idrografico**, il Torrente Mezzane ed il Progno di Illasi, che scorrono nel fondovalle, rappresentano i principali elementi idrografici. 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 greti di tali corsi d'acqua sono ghiaiosi e prevalentemente asciutti; infatti, parte della loro circolazione idrica avviene in subalveo (talora in modo rilevante per quanto concerne l'Illasi), con l'eccezione in alcuni periodi dell'anno caratterizzati da precipitazioni piovose particolarmente intense e durature, quando è più frequente lo scorrimento superficiale.

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 a Sud di Caldiero e di Località Busolo. A valle del terrazzo, all'interno del Piano di Divagazione, il materasso alluvionale ospita un sistema multifalde caratterizzato da una prima falda 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.

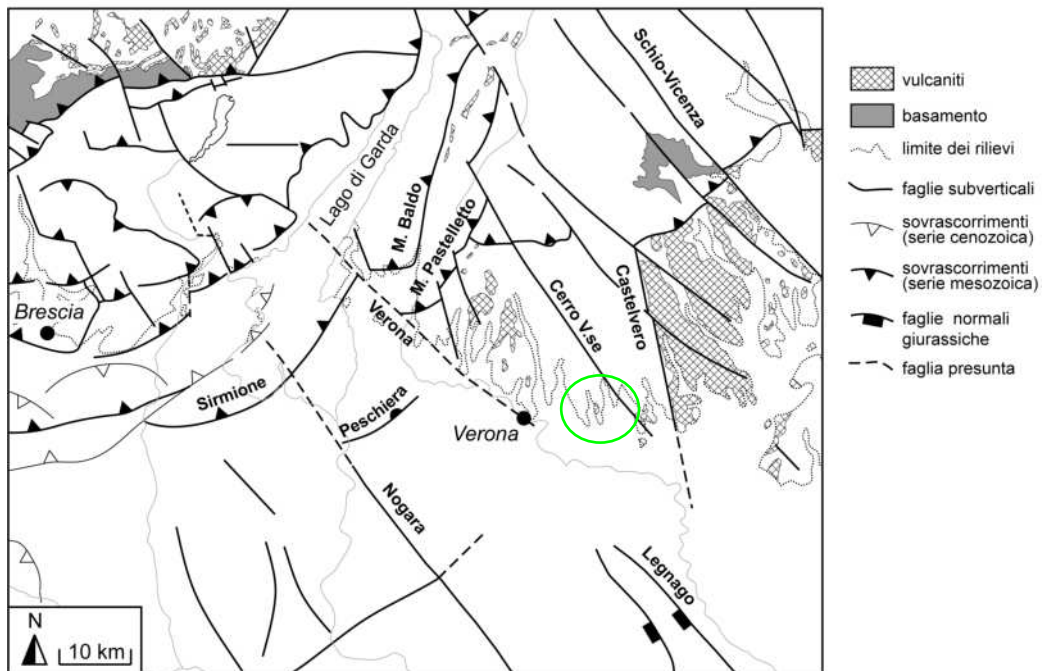
In generale, le informazioni raccolte dal P.A.T.I. riportano la profondità della falda a circa 30 m dal piano campagna nella porzione collinare / pedecollinare e tra 30 m e 10 m nella pianura infravalliva; nella parte Sud appartenente all'Alta Pianura, la falda è segnalata con una direzione di deflusso 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 Località Busolo, in prossimità della zona più depressa del territorio.

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 generale

L'assetto strutturale dell'area veronese - gardesana è, nella sua espressione più recente, il risultato dei raccorciamenti crostali avvenuti nell'ambito dell'orogenesi alpina. Complessivamente, nella Provincia di Verona è possibile distinguere due stili deformativi principali. Nel settore occidentale, comprendente il Lago di Garda e la Valle Lagarina, lo stile tettonico è caratterizzato da pieghe e sovrascorrimenti con direzioni prevalentemente orientate NNE. Tale motivo, conosciuto in letteratura come "giudicariense", è interpretabile come un sistema di rampe, impostate nei termini più competenti delle piattaforme del Triassico superiore - Giurassico inferiore (Dolomia Principale) e radicate entro un piano di scollamento principale costituito dalle unità carniche (Picotti et al., 1995), oppure come originarie faglie normali giurassiche, invertite durante le fasi compressive alpine (Picotti et al., 1997). Il raccorciamento complessivo accomodato da queste strutture è stimato nell'ordine di una decina di chilometri (Picotti et al., 1995). Il settore orientale della Provincia di Verona si presenta al contrario scarsamente deformato, con un assetto tabulare leggermente inarcato ed immergente verso S - SW. Gli elementi strutturali principali sono costituiti da numerose dislocazioni di tipo quasi esclusivamente disgiuntivo, caratterizzate da rigetti generalmente limitati. Le faglie sono raggruppabili secondo due orientazioni principali, rispettivamente N(NW) - S(SE) e (W)NW - (E)SE (cfr. figura seguente).



Schema tettonico dell'area tra Brescia e Verona, con i principali lineamenti strutturali affioranti e sepolti. In verde, l'area in esame

Se la prima direzione può essere riferita alla tettonica distensiva paleogenica, la seconda direzione è nota in lettura come "scledense" ed è riferita allo sviluppo del sistema strutturale Schio - Vicenza durante le fasi più recenti dell'orogenesi alpina (p.e. Cantelli & Castellarin, 1994). Esempi emblematici dello stile deformativo giudicariense sono costituiti dalle strutture del Monte Baldo e del Monte Pastelletto (Cassinis et al., 1981), caratterizzate da una sopraelevazione strutturale compresa tra 1 km e 2 km. La faglia del Monte Pastelletto, inversa con componente trascorrente (Artoni & Rebesco, 1990), costituisce la struttura compressiva più esterna del sistema giudicariense nella Provincia di Verona e chiude verso Sud (Chiusa di Ceraino) mediante un'anticlinale progressivamente più blanda e con una leggera rotazione delle direzioni da NNE ad ENE.

Anche la struttura del Monte Baldo, costituita da un'anticlinale di rampa ed alcune faglie inverse, chiude verso Sud (Caprino V.se) con una serie di faglie inverse e trascorrenti (Faglia dei Lumini, Faglia di Pesina e Faglia del Dosso della Croce), che segmentano la struttura e portano ad una rotazione delle direzioni da NNE ad ENE (cfr. figura precedente).

La terminazione verso Sud di entrambe le strutture, del Monte Baldo e del Monte Pastelletto, è probabilmente legata ad un importante lineamento con direzione più o meno scledense. 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), 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 (rispetto alla figura precedente è ipotizzato da più pubblicazioni il suo prolungamento verso Est, indicativamente lungo la base dei Lessini, come di seguito esposto).

La parte meridionale della Provincia di Verona si sviluppa nella Pianura Padana ed è quindi caratterizzata da strutture tettoniche sepolte: in tale ambito, la bibliografia consultata segnala tre principali famiglie di strutture tettoniche.

Le più antiche, disattivate tra la fine del Mesozoico e l'inizio del Paleogene, sono caratterizzate da faglie normali che frammentarono la piattaforma veneta durante il Giurassico e sono l'equivalente sepolto delle varie faglie normali riconosciute in superficie ed invertite come faglie inverse durante la tettonica compressiva alpina (Picotti et al., 1997). Appartengono a questa famiglia le Faglie di Legnago e la Faglia di Peschiera, quest'ultima debolmente invertita (cfr. figura precedente).

Un secondo insieme di strutture è costituito dai sovrascorrimenti Alpini, riconosciuti nel settore del Lago di Garda e verso Brescia. Il più esterno di questi è il Sovrascorrimento di Sirmione, caratterizzato da un rigetto verticale di circa 1 km. Tale struttura ha geometria ad alto angolo e, a differenza di quanto ipotizzato per le strutture del Monte Baldo (Picotti et al., 1995), sembra coinvolgere tutta la serie Mesozoica, andando a radicarsi in profondità nel basamento cristallino e suggerendo un'originaria cinematica normale fortemente invertita durante la compressione alpina.

L'ultimo sistema di strutture identificato nel sottosuolo è costituito da lineamenti subverticali con direzione NW, il più importante dei quali è la Faglia di Nogara. Tali lineamenti trovano analoghi superficiali nella Faglia di Verona (fascia pedemontana lessinea) ed in uno sciame pervasivo di fratture nel substrato cretacico affiorante a Sirmione. La geometria subverticale del piano di faglia suggerisce una componente trascorrente che, insieme con la direzione, permetterebbero di attribuire per analogia questa famiglia di faglie al sistema scledense, noto più ad Est dei Lessini.

4.2 Inquadramento strutturale locale

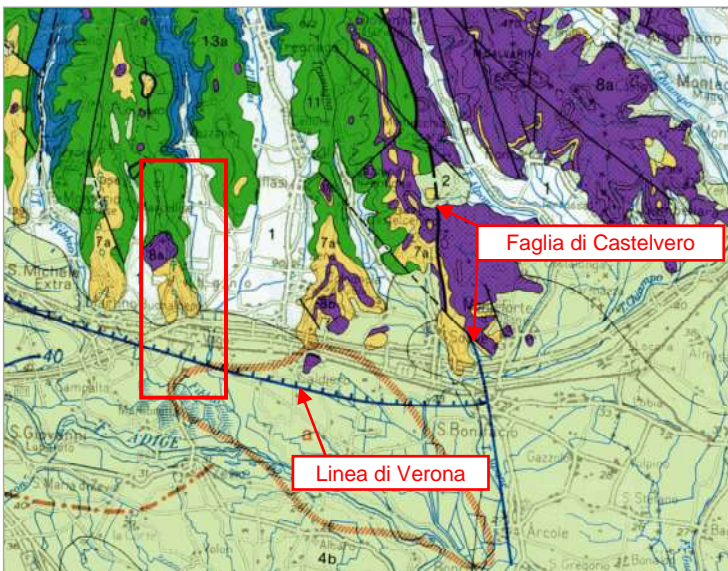
Analizzando la struttura dei Lessini Orientali, lo stile tettonico generale è regolato da faglie verticali o subverticali, modellate ed allargate successivamente dall'erosione fluviale e, talora, dall'erosione carsica, che coincidono con le principali valli e conche della Lessinia.

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'Ilasi 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.

Inoltre, sono presenti lineamenti con direzione associabile alla faglia Schio - Vicenza (NW - SE) che dislocano la Castelveto stessa e le strutture ad essa parallele, come ad esempio la Faglia di Cerro Veronese, con direzione NNW – SSE a prevalente movimento orizzontale destrorso, che attraversa le dorsali collinari poste poco a Nord di Lavagno, interessando gran parte dei Lessini Occidentali.

Agli elementi strutturali finora descritti devono essere aggiunti altre strutture minori, con direzione circa E - W, che condizionano la continuità dei lineamenti principali, e la presunta faglia di neotettonica che delimita il margine meridionale dei Monti Lessini (Linea di Verona), la cui esistenza è **ipotizzata** da alcune perforazioni e da studi che segnalano la presenza di questa fascia di deformazione pedemontana (faglia, sinclinale fagliata o struttura a graben) diretta da Domegliara, in cui è rappresentata dalla faglia di Sant'Ambrogio, verso Caldiero e fino a San Bonifacio, dove termina con l'intercettamento della Faglia di Castelveto: si ricorda che nella precedente figura di pag. 11, tale faglia presunta terminava ad Ovest, in corrispondenza di Verona città.

E' difficile stabilire l'ordine di successione delle fasi tettoniche che hanno determinato l'attuale assetto strutturale. Si tratta comunque di fasi tettoniche antiche, ad esclusione di quella relativa alle presunte faglie pedemontana e della Valle d'Ilasi, che possono essere considerate più recenti.



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



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

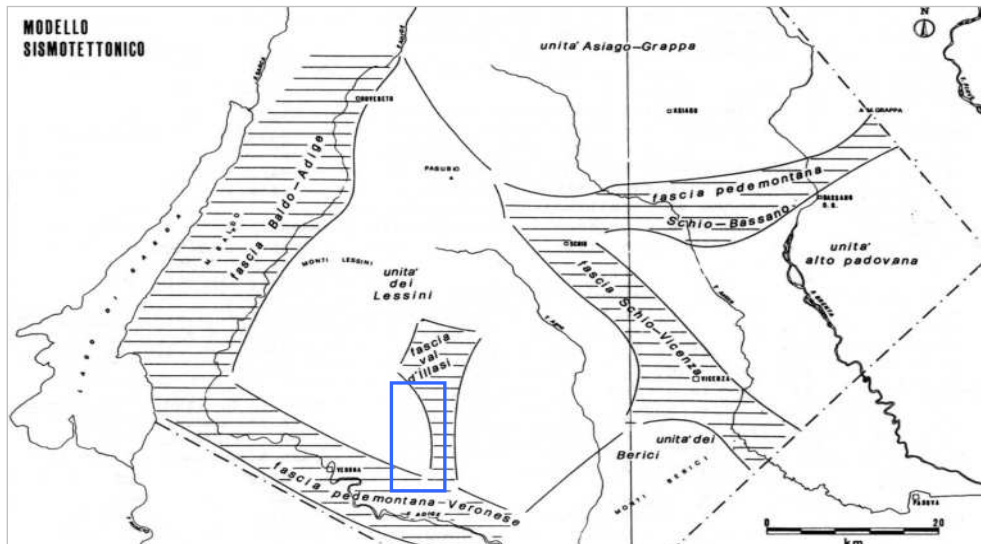
1 – Zona interessata da sollevamento certo, 2 – Zona interessata da sollevamento probabile, 3 – Zona interessata da abbassamento, 4 – Zona interessata da sollevamento differenziato (freccia rivolta verso la parte meno sollevata), 5 – Faglia a prevalente componente verticale (trattini rivolti verso la 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

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 meridione dalla presunta faglia di neotettonica che delimita il margine meridionale dei Monti Lessini (Linea di Verona) e ad Ovest da alcune linee 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 camino vulcanico di San Briccio, interrompendo l'ordinaria successione stratigrafica locale.

Si rimandano ai paragrafi seguenti le considerazioni circa l'esistenza di faglie capaci, ovvero dei lineamenti che presentano caratteri sismogenetici non collegabili esclusivamente a deformazioni tettoniche crostali inattive.

4.3 Caratterizzazione sismogenetica

Secondo il modello di zonazione sismotettonica del C.N.R. del 1987, il Comune di Lavagno si colloca nell' "Area Lessinea"; in particolare, suddividendo l'area in sottozone, il territorio in esame si può inserire nella "Unità dei Lessini", a ridosso della "Fascia della Val d'Illassi" e della "Fascia pedemontana Veronese", come definite nella figura sottostante (Panizza et al., 1981).



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

In generale, l'**unità dei Lessini** è costituita da una struttura omogenea con pendenza complessivamente rivolta verso Sud che, dal punto di vista geofisico, è compresa nella dorsale dei Lessini, Berici, Euganei ed è chiaramente individuata da un'anomalia di Bouguer positiva. Dal punto di vista neotettonico, essa è caratterizzata da un generale sollevamento con movimenti differenziali particolarmente accentuati nella zona di Recoaro e, dal punto di vista della sismicità, si presenta come relativamente tranquilla.

Nel particolare, la **fascia della Val d'Illassi** è caratterizzata da un sistema di faglie con direzione N – S che si interseca con altre nella zona di Badia Calavena e nei suoi immediati dintorni: secondo alcuni Autori, tale sistema di faglie, a rigetto subverticale, denota un abbassamento del lato Est, in corrispondenza del quale si sarebbe imposta la Val d'Illassi stessa.

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

Lo stile strutturale che contraddistingue **la fascia pedemontana**, che si trova al bordo meridionale dei Lessini e fa da passaggio alla pianura veronese, è invece rappresentato dalla zona di deformazione precedentemente descritta, diretta in senso WNW – ESE da Domegliara, verso Caldiero e fino a San Bonifacio, intersecata localmente da strutture di direzione Giudicariense (NE – SW) o Scledense (NW – SE): lungo tale linea, che delimita un abbassamento notevole della parte posta a Sud, si incontrano manifestazioni teoricamente indicative di una neotettonica attiva, come dimostrano i fenomeni di termalismo presenti lungo la fascia pedemontana veronese.

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 da altri sismi, di localizzazione più attendibile, che permettono di considerare questa fascia come sismicamente attiva. Invece, la 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, che si sviluppa molto più ad oriente dell'area in esame (*cfr. fascia Schio – Vicenza nella figura precedente*).

4.4 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:

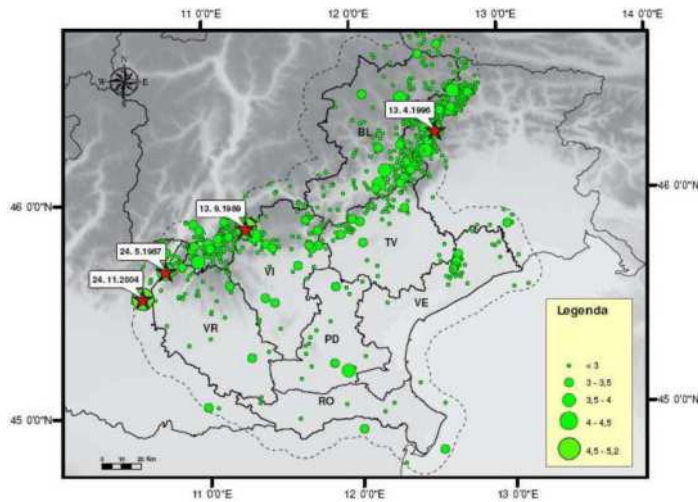
- Treviso, 778 d.C.
- Verona, 1117 d.C.
- Asolo, 25 febbraio 1695
- Bellunese, 29 giugno 1873
- Bosco Cansiglio, 18 ottobre 1936

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 maggiori (fino a 22 km).

Nella figura seguente è riportata la distribuzione di tutti i terremoti registrati da OGS distinti per classi di magnitudo di durata M_D ¹. Gli eventi con $M_D > 4$, i cui epicentri ricadono nel territorio regionale o in prossimità di esso, sono identificati con una stella rossa.

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



Distribuzione di tutti i terremoti recenti registrati dalla rete sismometrica gestita da OGS in Veneto nel periodo 1977 – 2006 (Priolo, 2008)

I terremoti identificati con la stella rossa, sono così sintetizzabili:

- 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 - $M_D = 5,2$

La ricostruzione storica degli eventi sismici che hanno caratterizzato il Comune di Lavagno è stata fatta utilizzando il database macrosismico italiano DBMI11 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (a cura di M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi, 2011).

Nello specifico, il Comune di Lavagno non viene riportato in alcun Catalogo, sia DBMI04 che DBMI11; pertanto, per ricostruire la sismicità storica locale, ci si è avvalsi delle informazioni derivanti dai comuni limitrofi che, invece, sono richiamati all'interno dei Data Base di cui sopra.

Le località considerate sono state quindi San Martino Buon Albergo e Marcellise (confinanti a Sud ed Ovest), Colognola ai Colli ed Illasi (confinanti ad Est), Mezzane di Sotto (confinante a Nord), Zevio (posto a Sud) e Caldiero (confinante a Sud Est).

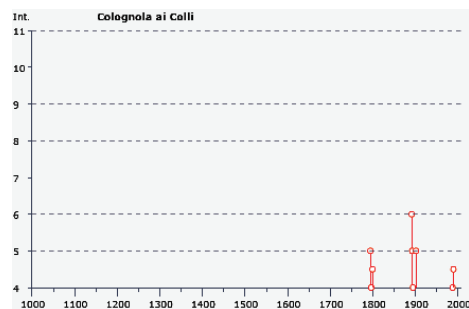
Nelle tabelle seguenti sono elencati i vari eventi registrati; in essi sono indicati, oltre alla intensità in scala MCS al sito in esame I [MCS], la data (Anno, Mese, Giorno, Ora, Minuti) in cui si è verificato l'evento del sito epicentrale A_x , l'intensità macrosismica epicentrale in scala MCS (I_0) e la magnitudo momento (M_w), oltre al numero di osservazioni macrosismiche disponibili per il terremoto (N_p).

I grafici a lato riportano la storia sismica di tali comuni per i terremoti con intensità al sito superiore a 4 che si sono verificati tra gli anni 1000 e fino al 2006.

Storia sismica di Colognola ai Colli
 [45.432, 11.193]

Numero di eventi: 11

Effetti	Data	Ax	Np	I ₀	M _w
5	1794 06 07 00:45	Preolpi carniche	19	8-9	6.04 ±0.57
4	1796 10 22 04:00	Smilia orientale	27	7	5.61 ±0.36
4-5	1799 05 29 19:00	CASTENEBOLO	12	6-7	5.01 ±0.51
6	1891 06 07 01:06	Valle d'illasi	403	8-9	5.86 ±0.06
5	1892 08 09 07:50	Valle d'Alpone	160	6-7	4.91 ±0.11
4	1894 02 09 12:40	Valle d'Alsi	116	6	4.77 ±0.15
5	1901 10 30 14:49	Salò	190	8	5.70 ±0.10
4	1987 05 02 20:43	Meggiano	802	6	4.74 ±0.09
3	1987 05 24 10:23	GALLIA	29	6	4.72 ±0.18
4-5	1989 09 13 21:54	PASUBIO	779	6-7	4.88 ±0.08
3-4	2002 11 13 10:40	Franciacorta	770	5-6	4.79 ±0.08



Storia sismica di Mezzane di Sotto
[45.481, 11.128]

Numero di eventi: 6

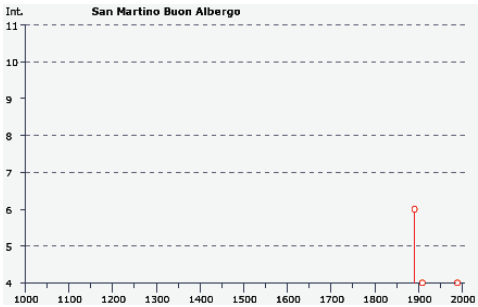
Effetti					In occasione del terremoto del:				
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw	I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
7	1891 06 07 01:06	Valle d'Illasi	403	8-9 5.86 ±0.06					
4-5	1892 01 05	GARDA OCC.	100	6-7 5.02 0.15					
3	1987 05 07 20:43	Reggiano	802	6 4.74 0.09					
4-5	1989 09 13 21:54	PASUBIO	779	6-7 4.88 0.09					
3	2001 07 17 15:06	Merano	663	6 4.84 ±0.09					
3-4	2002 11 13 10:48	Franciacorta	770	5-6 4.29 ±0.09					



Storia sismica di San Martino Buon Albergo
[45.420, 11.096]

Numero di eventi: 7

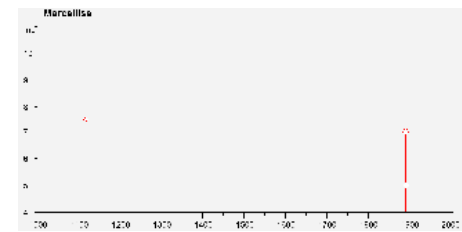
Effetti					In occasione del terremoto del:				
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw	I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
6	1891 06 07 01:06	Valle d'Illasi	403	8-9 5.86 ±0.06					
F	1892 08 09 07:58	Valle d'Alpone	160	6-7 4.91 ±0.11					
4	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	799	6-7 5.53 ±0.09					
2	1957 08 27 11:54	ZOCCA	58	5 4.65 ±0.21					
4	1989 09 13 21:54	PASUBIO	779	6-7 4.88 ±0.09					
3	1998 03 26 16:26	Appennino umbro-marchigiano	408	6 5.29 ±0.09					
2	2002 11 13 10:48	Franciacorta	770	5-6 4.29 ±0.09					



Storia sismica di Marcellise
[45.455, 11.106]

Numero di eventi: 3

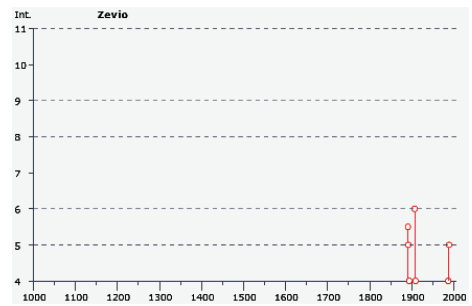
Effetti					In occasione del terremoto del:				
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw	I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
RD	1117 01 03 15:15	Veronese	55	9-10 6.69 ±0.20					
7	1891 06 07 01:06	Valle d'Illasi	403	8-9 5.86 ±0.06					
5	1892 08 09 07:58	Valle d'Alpone	160	6-7 4.91 ±0.11					



Storia sismica di Zevio
[45.373, 11.134]

Numero di eventi: 13

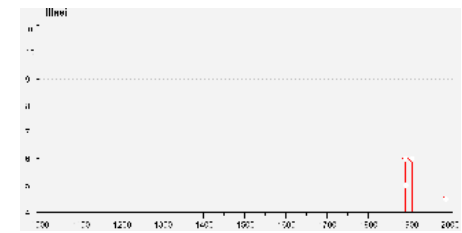
Effetti					In occasione del terremoto del:				
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw	I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
3-4	1836 06 12 02:30	BASSANO	26	8 5.50 ±0.32					
F	1859 01 20 07:55	COLTALTO	36	6 4.90 ±0.32					
5-6	1891 06 07 01:06	Valle d'Illasi	403	8-9 5.86 ±0.06					
5	1892 08 09 07:58	Valle d'Alpone	160	6-7 4.91 ±0.11					
4	1894 02 09 12:48	Valle d'Illasi	116	6 4.77 ±0.15					
6	1907 04 25 04:52	Veronese	122	6 4.91 ±0.15					
3	1908 02 03 13:36	Valle d'Illasi	34	5-6 4.43 ±0.47					
4	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	799	6-7 5.53 ±0.09					
2	1952 01 10 01:36	POTENTINO	108	5 4.57 ±0.18					
3	1976 12 13 05:24	LAVA DEL CANO	128	7 4.97 ±0.12					
MF	1986 12 06 17:07	SOBRANO	694	6 4.61 ±0.10					
4	1987 05 07 20:43	Reggiano	802	6 4.74 ±0.09					
5	1989 09 13 21:54	PASUBIO	779	6-7 4.88 ±0.09					



Storia sismica di Illasi
[45.466, 11.183]

Numero di eventi: 7

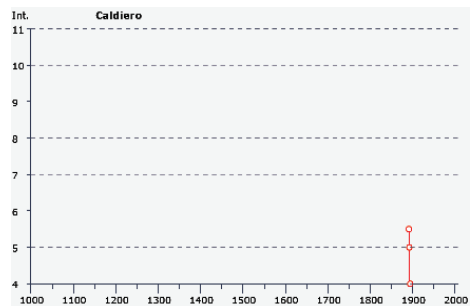
Effetti					In occasione del terremoto del:				
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw	I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
6	1891 06 07 01:06	Valle d'Illasi	403	8-9 5.86 ±0.06					
3	1892 01 05	GARDA OCC.	100	6-7 5.02 ±0.15					
5	1892 08 09 07:58	Valle d'Alpone	160	6-7 4.91 ±0.11					
3	1894 11 27 05:07	FRANCIACORTA	183	6 5.07 ±0.10					
6	1907 04 25 04:52	Veronese	122	6 4.91 ±0.15					
4-5	1989 09 13 21:54	PASUBIO	779	6-7 4.88 ±0.09					
3-4	2001 07 17 15:06	Merano	663	6 4.84 ±0.09					



Storia sismica di Caldiero
[45.412, 11.184]

Numero di eventi: 5

Effetti					In occasione del terremoto del:				
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw	I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
5-6	1891 06 07 01:06	Valle d'Illasi	403	8-9 5.86 ±0.06					
5	1892 08 09 07:58	Valle d'Alpone	160	6-7 4.91 ±0.11					
4	1894 02 09 12:48	Valle d'Illasi	116	6 4.77 ±0.15					
MF	1957 08 27 11:54	ZOCCA	58	5 4.65 ±0.21					
3	1987 05 24 16:23	GARDA	29	6 4.72 ±0.18					



Dall'analisi del Catalogo si evince come ogni località dimostri una storia sismica alquanto differente: questo è dovuto alle condizioni geologiche e di urbanizzazione variabili, alla loro collocazione geotettonica ed alla capacità di registrazione dei fatti. Ad esempio, si fa presente che per lo stesso terremoto della Valle d'Illassi (07/05/1891), è stato registrato un picco di intensità 7 a Mezzane di Sotto e Marcellise, mentre la massima intensità I [MCS] registrata negli altri comuni non è mai stata superiore a 6 e, all'incirca, è stata avvertita con valori compresi tra 4 e 5. Inoltre, si evidenzia come il numero complessivo di eventi registrati risulti differente tra i vari territori, peraltro confinanti.

Inaspettatamente, non ci sono particolari 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 risulta riportato solo nella Frazione Marcellise.

Si fa comunque presente che, nell'anno 2012, sono stati chiaramente avvertiti i terremoti che hanno caratterizzato la Provincia di Verona e l'Italia settentrionale tra i mesi di gennaio e giugno.

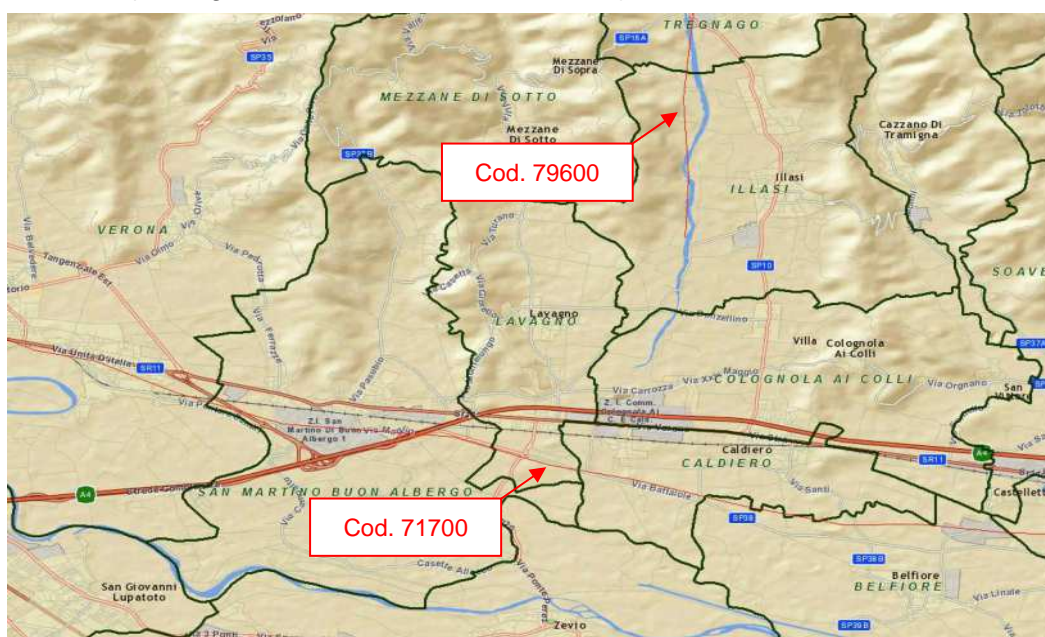
4.5 Faglie capaci e sorgenti sismogenetiche

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 all'area di Lavagno, si è fatto riferimento agli studi condotti dagli esperti scientifici e riportate nei cataloghi **ITHACA** e **DISS 3.2.0**.

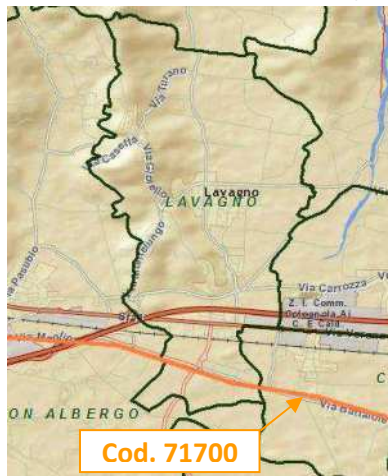
Le sorgenti sismogenetiche rappresentano le zone che sono state riconosciute come origine dei terremoti grazie allo studio della sismicità storica e delle indagini geologiche.

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.

Il progetto si occupa in modo particolare delle faglie capaci, definite come faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie: dalla sua consultazione è stato possibile individuare una serie di faglie ubicabili indicativamente come nella figura sotto (immagine estratta dal sito dell'ISPRA).



L'immagine precedente evidenzia come il Comune di Lavagno sia interessato da una presunta faglia **“non definita”**, con direzione WNW – ESE (cod. 71700 – Linea dell'Adige) che passa indicativamente al limite del settore meridionale del territorio comunale (precedentemente definita “Linea di Verona”).



La tabella sotto riportata raccoglie le informazioni desunte dalla scheda specifica ITHACA per tale lineamento.

Nome faglia	Adige Line
Tipo Faglia	Non definita
Codice faglia	71700
Macrozona	2
Regione	Veneto
Sistema	Adige Line
Direzione media	110
Immersione	0
Lunghezza (km)	35
Profondità (km)	0
Ultima attività (anni)	Storica (< 3000)
Affidabilità dato sull'attività	Bassa affidabilità
Intervallo ricorrente (anni)	0
Velocità di slittamento (mm/anno)	0
Massima lunghezza attesa di rottura	0
Massimo scivolamento atteso (m)	0
Qualità dello studio	Bassa

Durante i sopralluoghi eseguiti non sono state rilevate particolari evidenze riconducibili al lineamento che ricade all'interno di Lavagno (Cod. 71700) e solo l'analisi cartografica generale permette di ipotizzare una certa correlazione tra la morfologia e l'eventuale lineamento strutturale definito dalla bibliografia.

Tale lineamento, trattato in letteratura con diversi nominativi come Faglia di Verona (Palazzina et al., 1981), Faglia di Sant'Ambrogio in Valpolicella (Cassini set 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.

Il cinematismo di questa faglia non è definito uniformemente dai vari autori, la sua esistenza non è certa ed il catalogo ITHACA la indica come “Non Definita”, per cui vista la sua indeterminatezza, il fatto di essere sepolta da alluvioni quaternarie pluridecametriche e vista l'approssimazione della sua ubicazione, essa è stata considerata, in accordo con i tecnici della Regione Veneto, come “Faglia con cinematismo non definito non attiva (incerta)”.

Si segnala, inoltre, la presenza della seguente faglia ITHACA, che **non** interessa il territorio di indagine ma che risulta comunque ubicata nelle vicinanze di Lavagno:

- **Faglia della Val d'Illesi** (Cod. 79600 – Non Definita) che si svilupperebbe, con direzione Nord - Sud, nella vallata confinante ad Est.

La mappa dell'INGV riportata di seguito, denominata **DISS 3.2.0 (Database of Individual Seismogenic Sources – DISS Version 3)**, 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): son zone proposte in letteratura come potenziali sorgenti, ma considerate ancora non sufficientemente attendibili per entrare nel database.

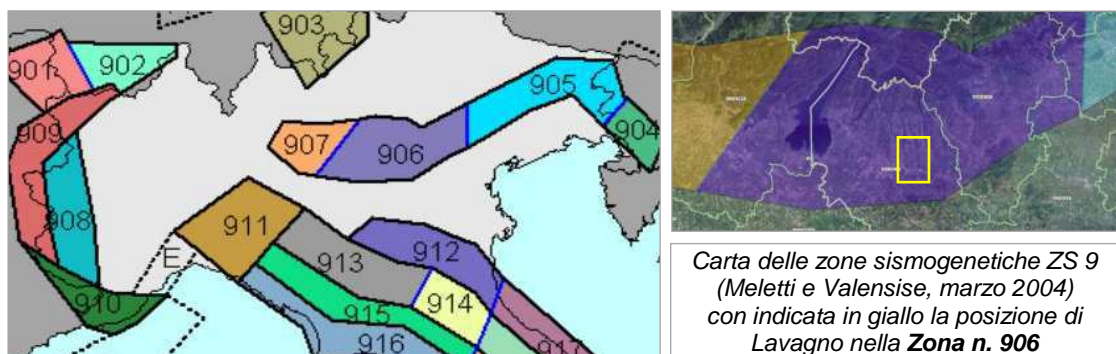


Tale mappa non segnala alcun tipo di sorgente sismogenetica nel comune in esame.

Nella definizione della pericolosità sismica nazionale, i terremoti storici dell'area in esame 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.

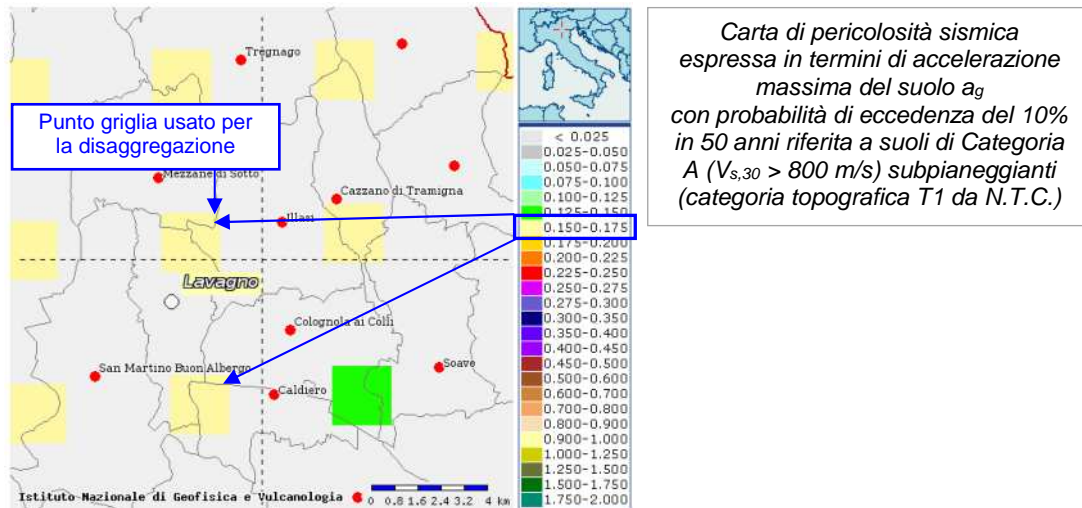


Carta delle zone sismogenetiche ZS 9 (Meletti e Valensise, marzo 2004) con indicata in giallo la posizione di Lavagno nella **Zona n. 906**

4.6 Pericolosità sismica di riferimento

La distribuzione e la caratterizzazione delle zone sismogenetiche finora riconosciute e descritte in precedenza 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 28.04.06.

In tale 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.



Pertanto, secondo l'O.P.C.M. n. 3519 del 28 Aprile 2006, la cui applicazione è stata definita dalla Regione Veneto con D.G.R.V. n. 71 del 22 Gennaio 2008 e considerata nell'emanazione del D.M. 14 Gennaio 2008, il territorio oggetto dello studio di Microzonazione Sismica 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), ovvero in **Zona 2**, come classifica la tabella riportata di seguito, estratta dall'O.P.C.M. n. 3519 stessa.

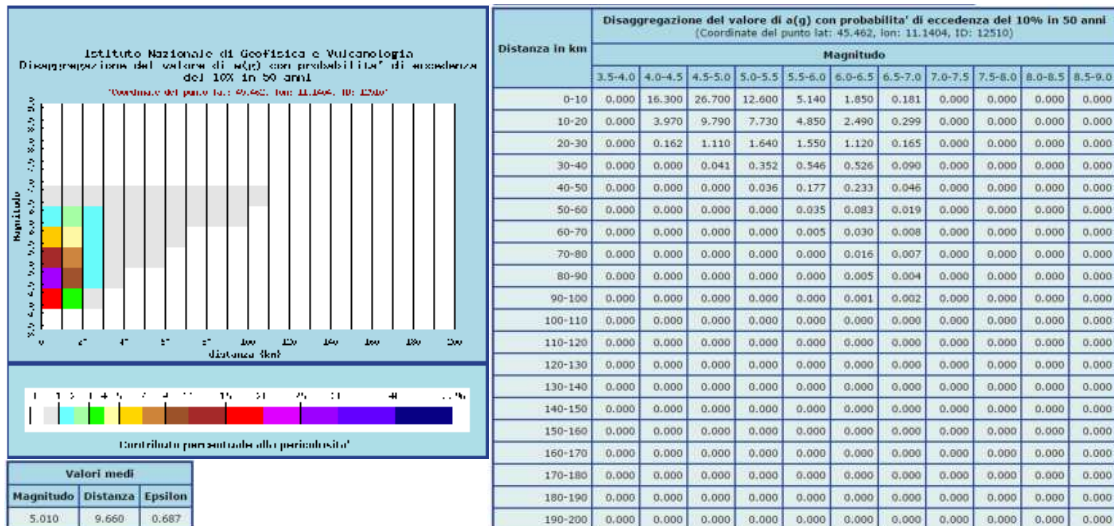
a) Ciascuna zona è individuata mediante valori di accelerazione massima del suolo a_g con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800$ m/s, secondo lo schema seguente:

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

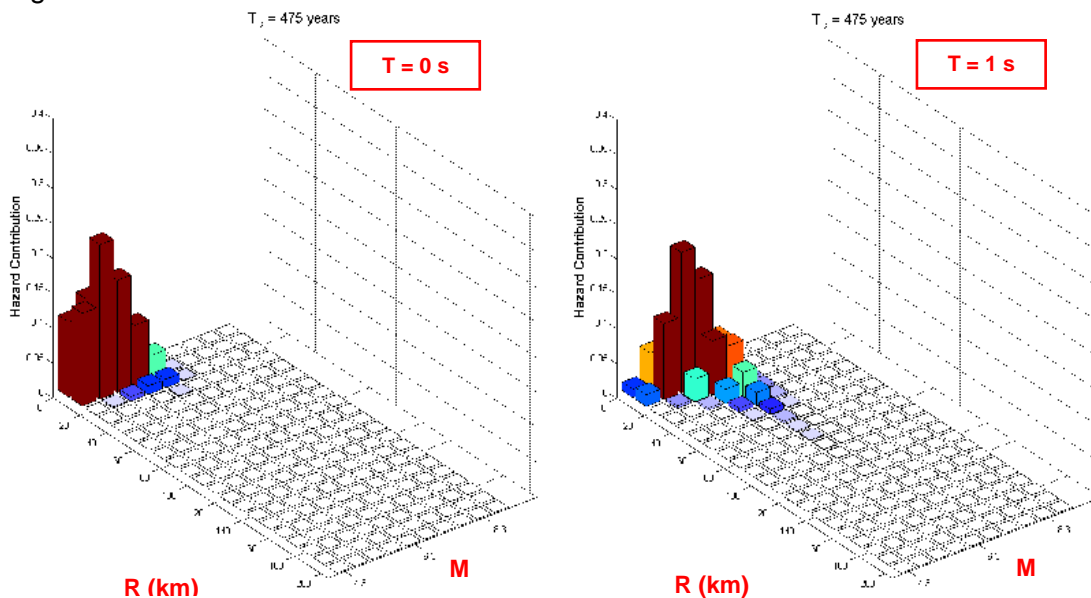
Per quanto riguarda gli aspetti amministrativi, Lavagno rientra invece nella Zona 3, come classificato nell'elenco (allegato I) della Delibera di Consiglio Regionale n. 67/03 (cfr. D.G.R.V. n. 71 del 22.01.2008).

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).



La stessa verifica è stata eseguita per le stesse coordinate di riferimento utilizzando 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 sopra, 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 quella contrassegnata al n. 906 e precedentemente descritta viene considerata omogenea ai fini della probabilità di accadimento degli eventi sismici, ovvero si ritiene che tutti i punti in essa 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 quella massima della zona sismogenetica di appartenenza, che per la Zona n. 906 in cui ricade il territorio di Lavagno, vale $M_{wmax} = 6,60$ (cfr. tabella della pagina seguente).

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 recenti terremoti che hanno interessato il nostro paese hanno ampiamente dimostrato che la variabilità spaziale del danno rilevato trova molto spesso la sua causa principale nei cosiddetti “*effetti locali*”, 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 molto appariscenti e, spesso, più devastanti dell'onda sismica, che sono tra le cause più importanti di vittime e danni: questi sono gli “*effetti di sito*”, sono ormai conosciuti e possono amplificare notevolmente le sollecitazioni nelle strutture (di entità tale da portarle fino al collasso) od essere rappresentati da rotture del terreno, movimenti franosi, elevati cedimenti nei terreni soffici, liquefazione dei terreni incoerenti saturi. 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 una eventuale ricostruzione post - sismica.

Si fa comunque presente che la MS è legata alla gestione del territorio ed alla pianificazione urbanistica e NON alla progettazione 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 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 (1, 2, 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. Si ritiene che, soprattutto nei piccoli centri abitati o nelle fasi preliminari di stesura dei piani urbanistici, anche il Livello 1 si possa rivelare di grande efficacia ai fini della prevenzione sismica.

Nel caso in esame, è possibile affermare che lo studio di MS eseguito soddisfa il Livello 1 previsto dagli "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica" del Dipartimento della Protezione Civile.

Come detto in premessa, in aggiunta agli standard del Livello 1, è stato eseguito un approfondimento quantitativo della risposta sismica locale, misurando le frequenze di vibrazione del sottosuolo secondo una maglia rappresentativa **dell'intero territorio comunale** e valutando le velocità di propagazione delle onde di taglio V_s delle varie litologie.

6 DATI DA INDAGINI PREGRESSE E DI NUOVA REALIZZAZIONE

6.1 Indagini pregresse

Per il presente lavoro sono stati considerati alcuni degli studi di carattere geologico eseguiti dagli scriventi per la progettazione di opere civili, alcuni dati reperibili dal P.A.T.I. e dall'Ufficio Tecnico Comunale, e le indagini fornite da altri Professionisti.

Tali punti di analisi, ubicati come nella "Carta delle indagini", sono stati sintetizzati nelle schede allegate a fine testo.

6.2 Indagini di nuova realizzazione

Al fine di caratterizzare dal punto di vista sismico i terreni del Comune di Lavagno, sono state condotte una serie di misure geofisiche nelle zone ritenute più significative, coinvolgendo comunque tutto il territorio.

In particolare, sono state effettuate:

- **n. 41 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. 20 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.

6.3 Metodologia di elaborazione delle nuove indagini

6.3.1 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:

- la **frequenza di risonanza del sito**, che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale. Si dovranno 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;
- la **frequenza fondamentale di risonanza di un edificio**, qualora la misura venga effettuata all'interno dello stesso. In seguito, sarà possibile confrontarla con quella caratteristica del sito (*free - field*) e capire se, in caso di sisma, la struttura potrà essere o meno a rischio;
- la **velocità media delle onde di taglio V_s** calcolata tramite un apposito codice di calcolo. È necessario, per l'affidabilità del risultato, conoscere la profondità di un riflettore noto dalla stratigrafia (prova penetrometrica, sondaggio, ecc.) e riconoscibile nella curva H / V. Sarà quindi possibile calcolare la $V_{s,30}$ e la relativa Categoria di sottosuolo come esplicitamente richiesto dalle NTC vigenti (D.M. 14.01.08);
- la **stratigrafia del sottosuolo** con un *range* di indagine compreso tra 0,5 m e 700 m di profondità, anche se il dettaglio maggiore si ha nei primi 100 m. Il principio su cui si basa la presente tecnica, in termini di stratigrafia del sottosuolo, è rappresentato dalla definizione di strato inteso come unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto d'impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e la densità del mezzo stesso.

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:

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

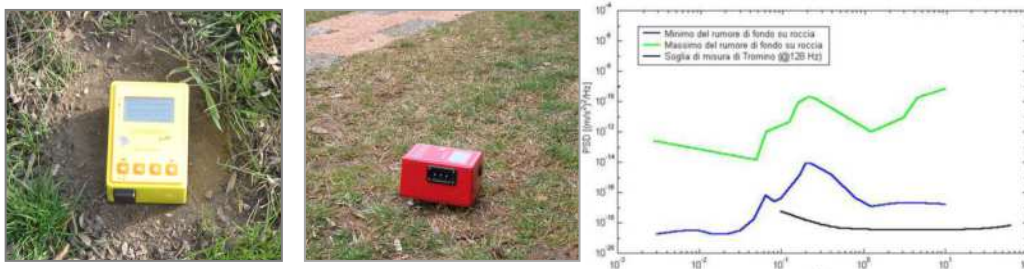
Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre. Si chiama anche *microtremore* poiché riguarda oscillazioni molto piccole, molto più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



6.3.1.1 Sintesi dei risultati

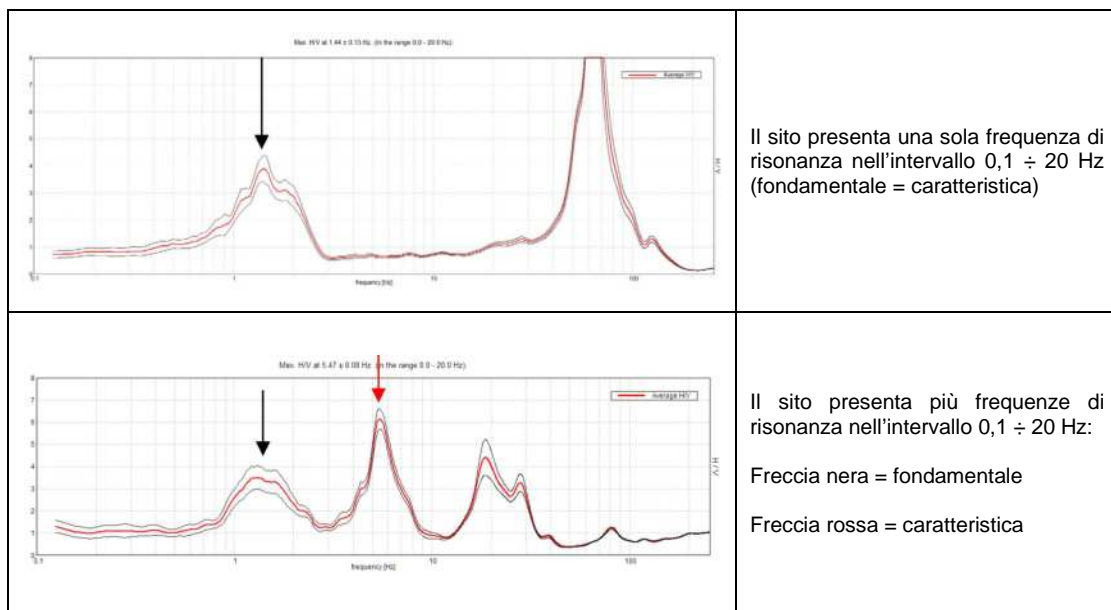
Le frequenze di risonanza del terreno fanno parte degli effetti di sito che, assieme all'instabilità per azione sismica, caratterizzano la vulnerabilità del territorio quale elemento indispensabile per la stima del rischio sismico.

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 le misure eseguite con Tromino® interessino completamente il Comune di Lavagno: la distribuzione delle prove è stata ottimizzata per vedere il "modo" di rispondere dei vari ambienti geomorfologici 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, in quanto risultano essere quelle di normale interesse ingegneristico – strutturale.

Le amplificazioni sismiche considerate nella curva H / V sono state quelle con un 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® in questa fase (T1, ..., T41) e per altri studi (TD1, ..., TD13), mentre in allegato fuori testo sono state riportate le schede di sintesi dei risultati 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 Braccio	T7	3,97	3,97	Si
Via Cavalline, San Braccio	T8	10,31	10,31	Si
Via Gioiello, San Braccio	T9	5,00	5,00	Si
Via Passere, San Braccio	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 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 Braccio	TD7	4,47	4,47	Si
Via Passere, San Braccio	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

6.3.2 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, poiché 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.6.4 - 2013*.

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.

6.3.2.1 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.

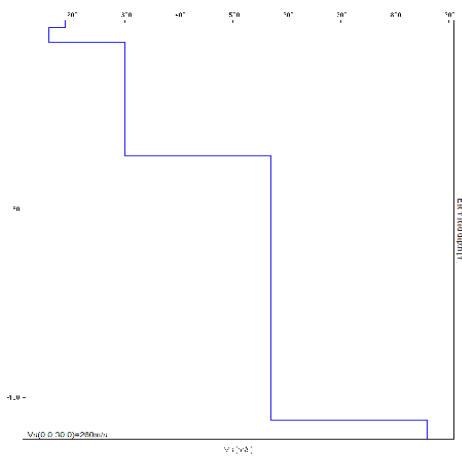

6.3.2.2 Risultati delle misure

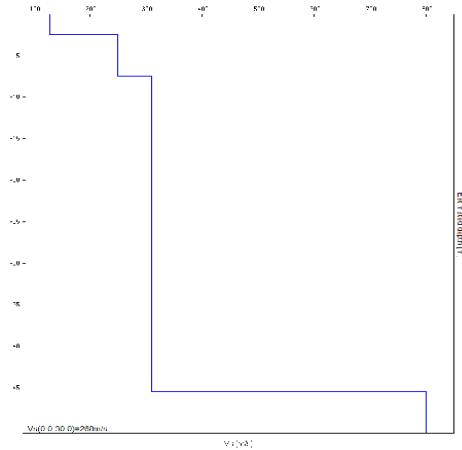

In questo paragrafo è stata riportata esclusivamente la sintesi dei risultati ottenuti dall'analisi congiunta degli *array* sismici (Re.Mi.) e delle H.V.S.R. accoppiate ad essi (cfr. Schede A1, ..., A20 – T1, ..., T41) e delle medesime indagini geofisiche derivanti da studi pregressi (cfr. Schede AD1, ..., AD5 talora accoppiate ad H.V.S.R.).

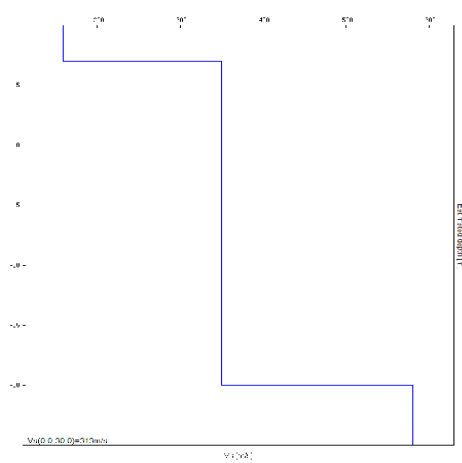

Nelle tabelle seguenti sono state riportate l'ubicazione degli *array* ed il profilo verticale delle onde di taglio S (V_s).

Si rimanda all'allegato fuori testo per la lettura delle schede con i risultati di tali prove.

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
			

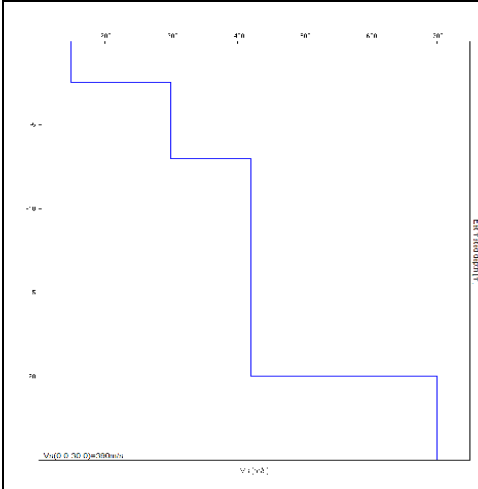

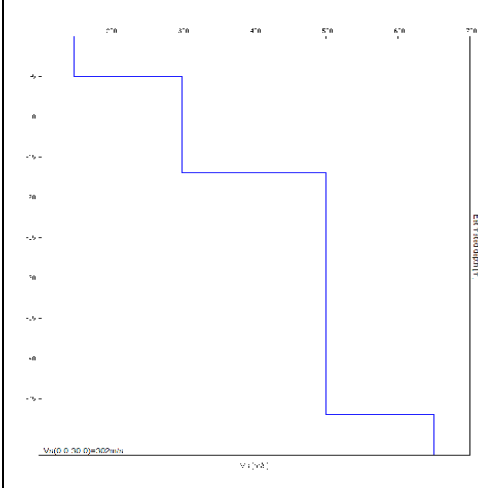

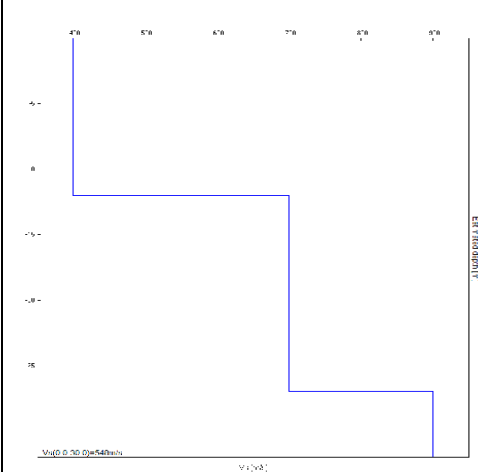

A3	Via San Gaspare Bertoni	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
		0,0 – 2,5	130
		2,5 – 7,5	250
		7,5 – 45,5	310
		> 45,5	800
			

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
			
A9	Via Gioiello, San Briccio	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
		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
		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
		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

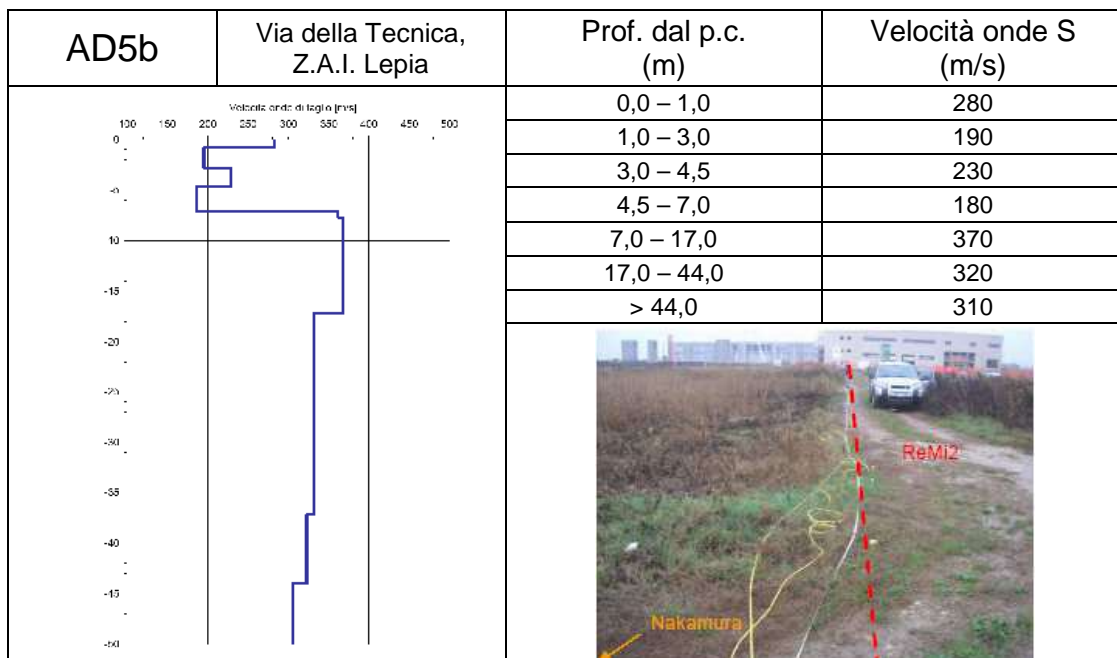
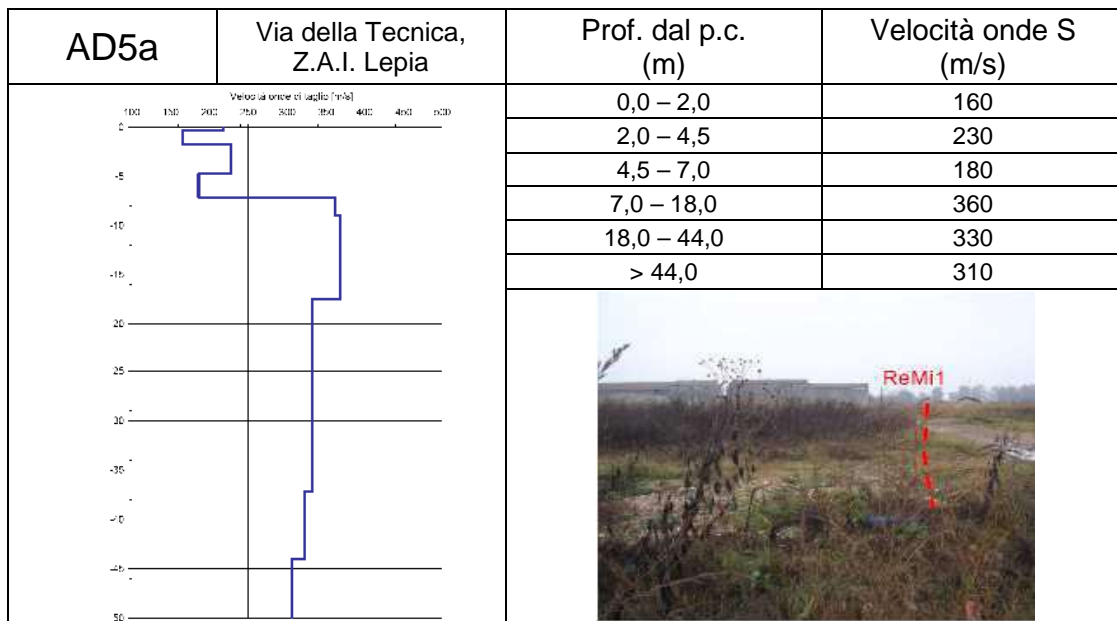
AD1a	Via Osteria, San Pietro	Prof. dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
		0,0 – 2,5	190
		2,5 – 5,0	280
		5,0 – 18,0	350
		18,0 – 100,0	500
		> 100,0	950

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	



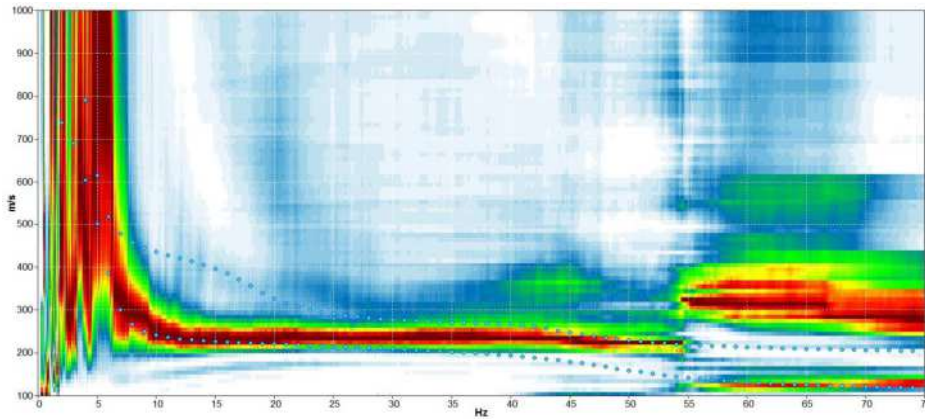
6.4 Modello geosismico del sottosuolo. Interpretazione e incertezze

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 spesso privi di artefatti e con un'elevata coerenza nel modo fondamentale.

Inoltre, la presenza di un rumore di fondo caratterizzato da un ricco spettro frequenziale, ha permesso di ottenere, nella maggior parte dei casi, un'elevata profondità di penetrazione per quanto riguarda le misure in array.

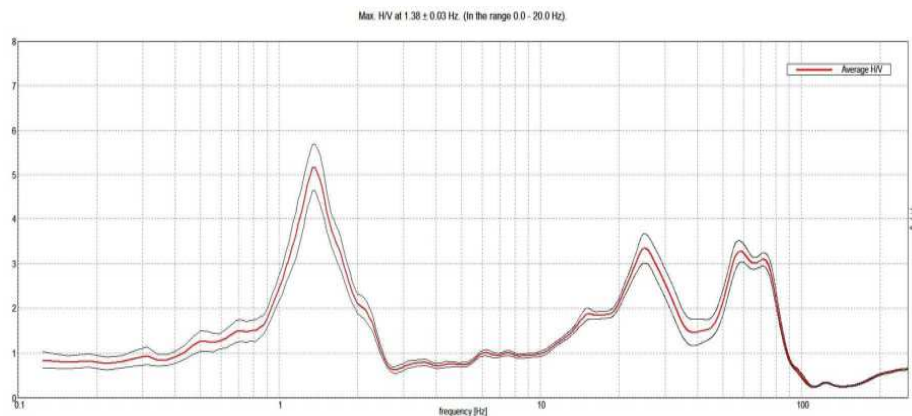
Le misure H.V.S.R. si presentano quindi chiare e ben interpretabili, con rapporti spettrali H / V decisamente elevati in corrispondenza di marcati contrasti sismici e pressoché piatte in concomitanza di una graduale crescita di rigidità con la profondità.



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 all'interno dello stesso 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.

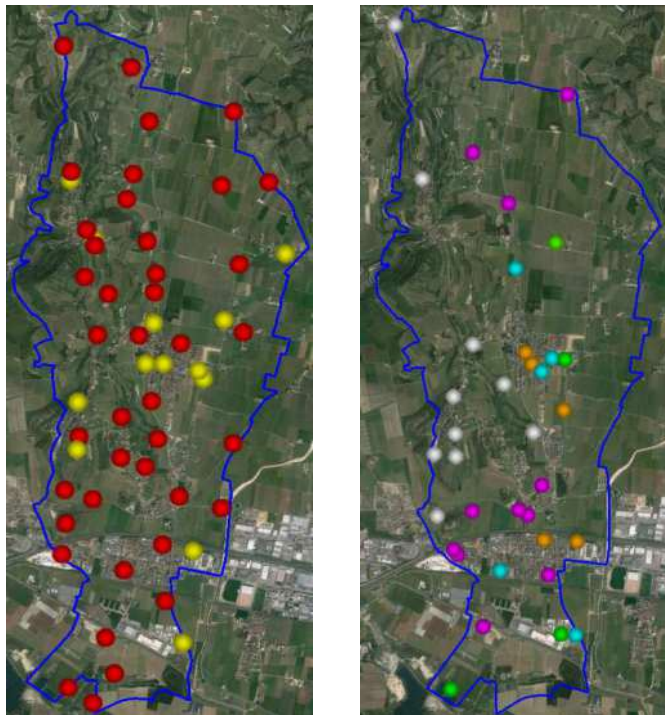
Se da una parte la ricostruzione litologica del sottosuolo risulta complessa in quanto caratterizzata da strutture tettoniche articolate, si fa presente che i modelli sismostratigrafici sono risultati ben correlabili e contraddistinti, come precedentemente illustrato, da contrasti considerevoli all'interno 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, dove sono state ubicate le indagini eseguite in questa fase e quelle desunte da studi pregressi.

La seguente figura di sinistra dimostra che le indagini **geofisiche** eseguite in questa fase (simboli in rosso) e quelle desunte da altri studi pregressi (simboli in giallo), coinvolgono l'intero territorio comunale. Invece, l'immagine di destra riporta le indagini considerate significative ai fini dello studio di Microzonazione Sismica raccolte dalla bibliografia, le stratigrafie dei pozzi desunte dal sito dell'ISPRA ed alcune prove eseguite dagli scriventi o da altri Professionisti: 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 raccolte e in azzurro le prove DPSH. I punti bianchi della figura di destra sono invece relativi ad altri studi eseguiti dagli scriventi, che non sono stati schedati fuori testo, in cui il substrato roccioso è risultato subaffiorante.



Le indagini sono state schedate ed allegate fuori testo.

7.2 Carta geologico – tecnica CGT_MS

La Carta geologico – tecnica per la Microzonazione Sismica (CGT_MS) 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, riguarda la rivisitazione in chiave sismologica dei contenuti geolitologici, geomorfologici ed idrogeologici allegati al P.A.T.I., integrati e modificati sulla base di alcuni rilievi specifici e di altre informazioni raccolte.

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

Nella descrizione delle unità litologiche previste dagli indirizzi di Microzonazione Sismica della Protezione Civile, sono stati considerati anche i risultati delle prove geofisiche di tipo sismico, per cui sono state specificate anche le caratteristiche delle litologie in termini di velocità di propagazione delle onde di taglio S (V_s).

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 descrivono tutti gli ambienti deposizionali, le litologie riconducibili sia all'ambiente fluviale che fluvioglaciale dell'Antico Conoide dell'Adige e del suo Piano di Divagazione (depositi fluviali e fluvioglaciali, più o meno terrazzati), sono state classificate tutte come appartenenti all'ambiente glaciale (fg).

Per evidenziare i possibili effetti di amplificazione stratigrafica (contrasto di impedenza tra mezzi geologici differenti) e predisporre le informazioni utili per la MOPS (Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica), sono stati individuati i contatti tra litologie che possono rispondere in modo differente alla sollecitazione sismica sulla base degli studi specifici di carattere geofisico: le indagini hanno verificato che, oltre ad esserci risposte sismiche variabili in relazione ai differenti ambienti geomorfologici in cui esse si registrano (coperture eluvio - colluviali e detritiche, 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 situazioni:

- 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 alle indicazioni delle linee guida della Protezione Civile;
- zone di versante potenzialmente instabili;
- elementi tettonico - strutturali ricavati dai cataloghi nazionali e faglie ricavate dal P.A.T.I.;
- 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.

Inoltre, sono state inserite le informazioni sulla falda e sulle stratigrafie dei sondaggi e dei pozzi e la traccia delle sezioni geologiche eseguite.

Di seguito vengono quindi descritti, sulla base della loro rigidità, i vari litotipi testati: in primo luogo, i terreni alluvionali, detritici e di riporto (**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 che, oltre a risultare spesso molto fratturati, sono generalmente malstratificati.

I litotipi vulcanici presentano $V_s < 800$ m/s: teoricamente, i basalti dei neck dovrebbero risultare più rigidi, ma la prova eseguita immediatamente ad Est del Forte di San Briccio ha individuato velocità basse anche nelle porzioni inferiori della sismostratigrafia (non è comunque certo che abbia intercettato il 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_MS 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

Nella CGT_MS, sono state indicate e riportate le sezioni geologiche utilizzate per la ricostruzione del modello locale.

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 poco / non edificate) 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 e, solo alcune, permettono morfologicamente di correlare il dato del piano urbanistico con quello geologico. 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. risulterebbe vincolante solo per le due frane attive di piccole dimensioni poste in Località Gioiello ed in Località Fontane, mentre non ha posto vincoli all’edificabilità per le altre due frane non attive, considerate stabilizzate, tra cui l’estesa paleofrana di San Briccio.

Nella carta sono stati ubicati alcuni elementi tettonico strutturali non attivi ed una presunta faglia riportata nel Data Base ITHACA (**Faglia “Adige Line” NON DEFINITA**) che, visto quanto esposto in precedenza, è stata inserita come “Faglia con cinematismo non definito non attiva (incerta)”, e si **rimanda ad eventuali futuri studi sismogenetici di livello superiore la definizione di tale lineamento.**

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_MS sono state indicate 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.

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 reperita. Nella CGT_MS sono state specificate le profondità dei pozzi / sondaggi in relazione al “substrato geologico”, considerando come “substrato geologico” l’ammasso roccioso generico; inoltre, nei punti caratterizzati dalla presenza di sabbie e/o ghiaie prevalenti o con orizzonti sabbiosi e/o ghiaiosi è stato indicato l’eventuale livello della falda.

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 sezioni geologiche utilizzate per la ricostruzione del modello locale.

7.3 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (Livello 1)

La Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (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.

La MOPS è stata ricostruita alla Scala 1:10.000 a partire dalla “Carta geologico - tecnica” precedentemente esposta, integrandone e rivedendone i contenuti.

1) **ZONE STABILI**

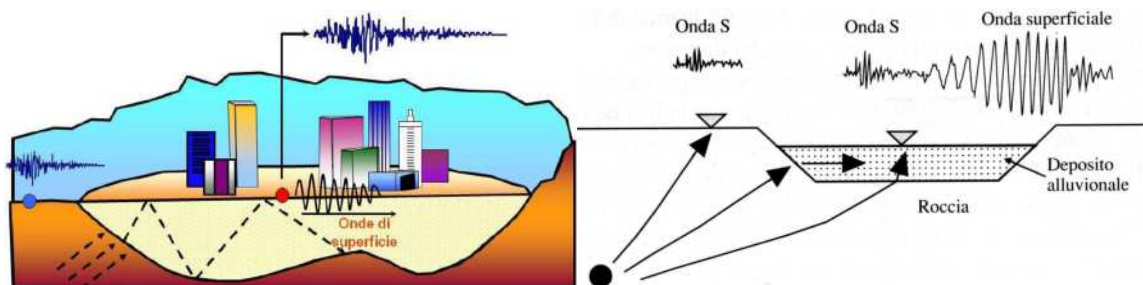
Nel Comune di Lavagno **non** sono state individuate zone “stabili”. In sostanza, si noti che l'intero territorio è considerabile come stabile suscettibile di amplificazione sismica e, localmente, presenta zone di attenzione per le instabilità.

Infatti, è stato verificato che il moto sismico è amplificabile 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 evidenziato nella Carta geologico – tecnica e nelle considerazioni fin qui esposte, è stato accertato che, oltre ad esserci differenti risposte sismiche variabili in relazione ai diversi ambienti geomorfologici (detrito, roccia, alluvioni) ed al contatto tra le coperture ed il substrato roccioso, si verificano spesso cambi di rigidità anche al contatto tra formazioni rocciose di caratteristiche differenti ed all'interno dello stesso ammasso, 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).

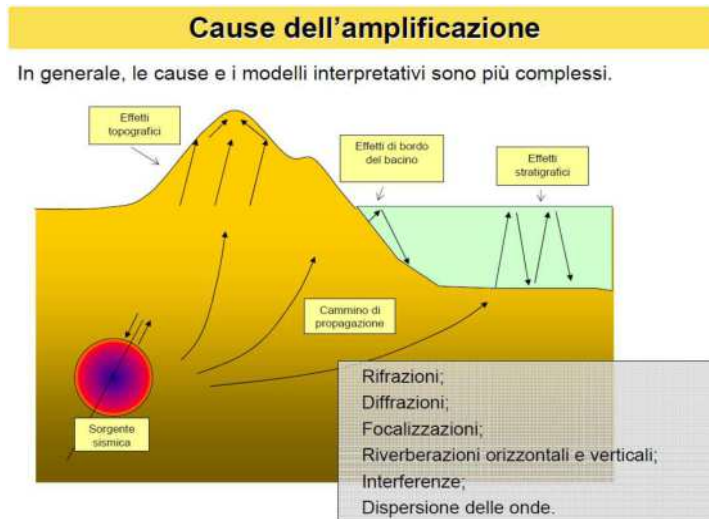


Effetti di bordo (2D o 3D)

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

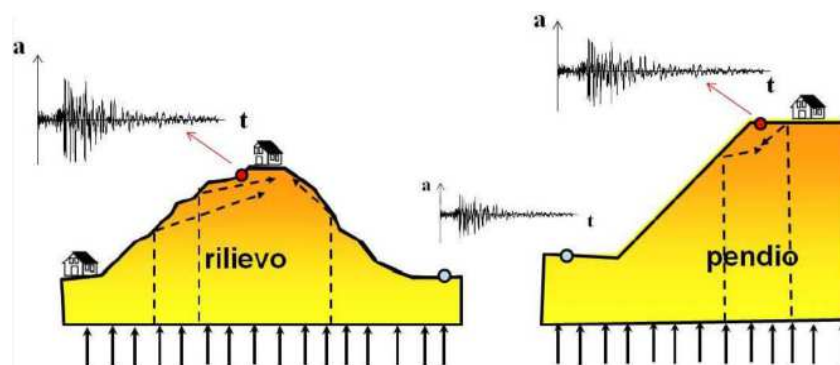
Infatti, la maggior parte del territorio comunale di Lavagno si sviluppa all'interno di una vallata lessinea allungata in direzione NW – SE, dove il substrato roccioso si trova, celato dalle coperture alluvionali, a profondità non particolarmente elevate, per cui sono possibili gli “effetti di valle”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

Lo stesso dicasi per alcune vallecicole 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, è stato qualitativamente coinvolto l'intero territorio collinare, senza fare particolari distinzioni, anche perché la normativa vigente in materia di costruzioni (D.M. 14.01.08) permetterebbe di suddividere omogeneamente le aree in condizioni geometriche ben ricostruibili: Lavagno presenta invece una morfologia complessa e non facilmente modellizzabile (la norma dice che per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre analisi specifiche di risposta sismica locale), per cui si ritiene che tale aspetto debba essere approfondito nei livelli successivi di analisi, dopo aver perimetrato con attenzione le aree da indagare. 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.



Effetti topografici 2D - 3D.
Effetti legati alla interazione tra onde sismiche e morfologia superficiale con effetti di focalizzazione delle onde sismiche

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 di Lavagno sia caratterizzata da versanti con pendenze spesso superiori a 15° rispetto all'orizzontale che, localmente, tendono ad essere superiori ai 30°.

Per tale motivo, facendo riferimento sia alla normativa vigente in materia di costruzioni (NTC), sia alle esperienze condotte dagli scriventi in situazioni analoghe (mediante modellazioni numeriche avanzate per la verifica dell'amplificazione topografica), si ritiene che tutto l'ambiente collinare 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** costituite dalle linee di cresta in cui sono ritenuti possibili 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 così suddivise.

Zona 1	LP (Neck Vulcanico) + GR (Vulcaniti)	2001
Zona 2	LPS (Scaglia Rossa, Biancone)	2002
Zona 3	AL (Calcari Eocenici) + GR, 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	RI	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 CGT_MS e le potenziali risposte sismiche locali dal punto di vista stratigrafico.

Si ricorda che una stessa zona può accorpate 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.

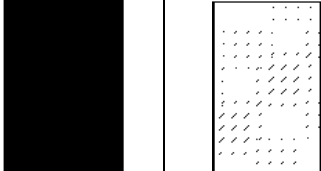
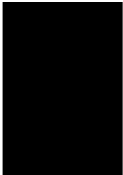
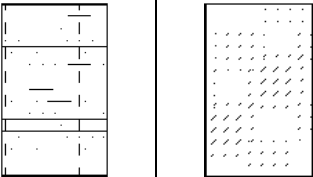
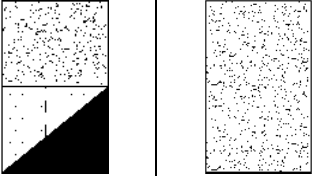
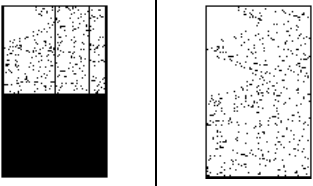
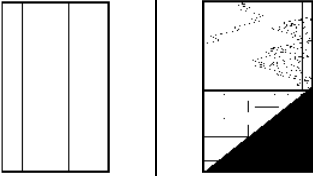
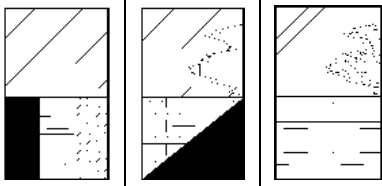
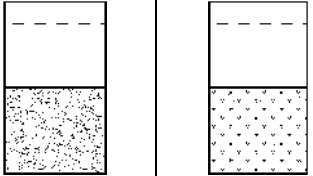
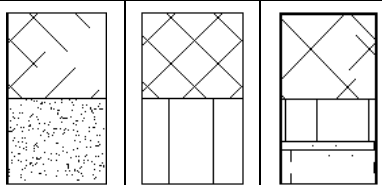
Nella **Zona 1** sono stati accorpate il neck di San Briccio e le vulcaniti che lo circondano, desunte dal P.A.T.I. e ricostruite dal confronto con le indagini geofisiche.

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 accorpate in un'unica zona: nella **Zona 2** sono stati unificati i litotipi calcarei stratificati cretacici.

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.

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'Illassi, 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'Illassi 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'Illassi: 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 stradali, autostradali e ferroviari compresi nell'area: non è stato inserito l'argine del Mezzane ed alcune strade secondarie. Localmente potrebbero essere in prossimità del substrato roccioso.</p>	

3) ZONE DI ATTENZIONE PER LE INSTABILITÀ

Per quanto riguarda le “zone di attenzione per le instabilità”, esse sono state così individuate:

- aree di frana;
- aree potenzialmente soggette a fenomeni di liquefazione.

Le aree di frana desunte dal P.A.T.I. coincidono con quelle cartografate nella CGT_MS e ricadono in aree agricole non urbanizzate / poco edificate, fatto salvo per la paleofrana non attiva di età Luteziana in cui si trova parte di San Briccio: si rimanda quindi ai livelli successivi per l’analisi specifica di tale potenziale instabilità, una volta verificata la “pericolosità” in relazione alla “vulnerabilità” del sito in cui sviluppano.

Tra le aree potenzialmente instabili per fenomeni di liquefazione, visto che il territorio comunale è parzialmente assoggettabile a tale effetto cosismico, è stata fatta una prima analisi di approfondimento per verificare se, con i dati disponibili, è possibile escludere qualche ambito geomorfologico di Lavagno.

Il fenomeno della “liquefazione” dei terreni interessa in genere i depositi sabbiosi e/o sabbioso limosi sciolti sotto falda, a granulometria uniforme, normalmente consolidati e saturi. 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. Le principali manifestazioni della liquefazione sono “oscillazioni e rotture del terreno”, “abbassamenti e sollevamenti del terreno”, “movimenti orizzontali del terreno”, “movimento di masse fluide / collasso in pendii naturali o artificiali”, “perdita di capacità portante delle fondazioni”, “collasso di opere di sostegno e banchine”.

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. eventi sismici di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al p.c. in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di $0,1g$;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal p.c., per piano campagna suborizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. 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;
5. 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 $U_c > 3,5$.

Altri standard di riferimento ed altre linee guida tendono ad ampliare la gamma dei terreni potenzialmente suscettibili alla liquefazione, indicazione di cui si è tenuto conto anche nel presente studio: gli standard della PCN per la MS considerano potenzialmente liquefacibili i depositi sabbiosi posti in zone che **NON** verificano i primi tre punti del precedente elenco delle NTC.

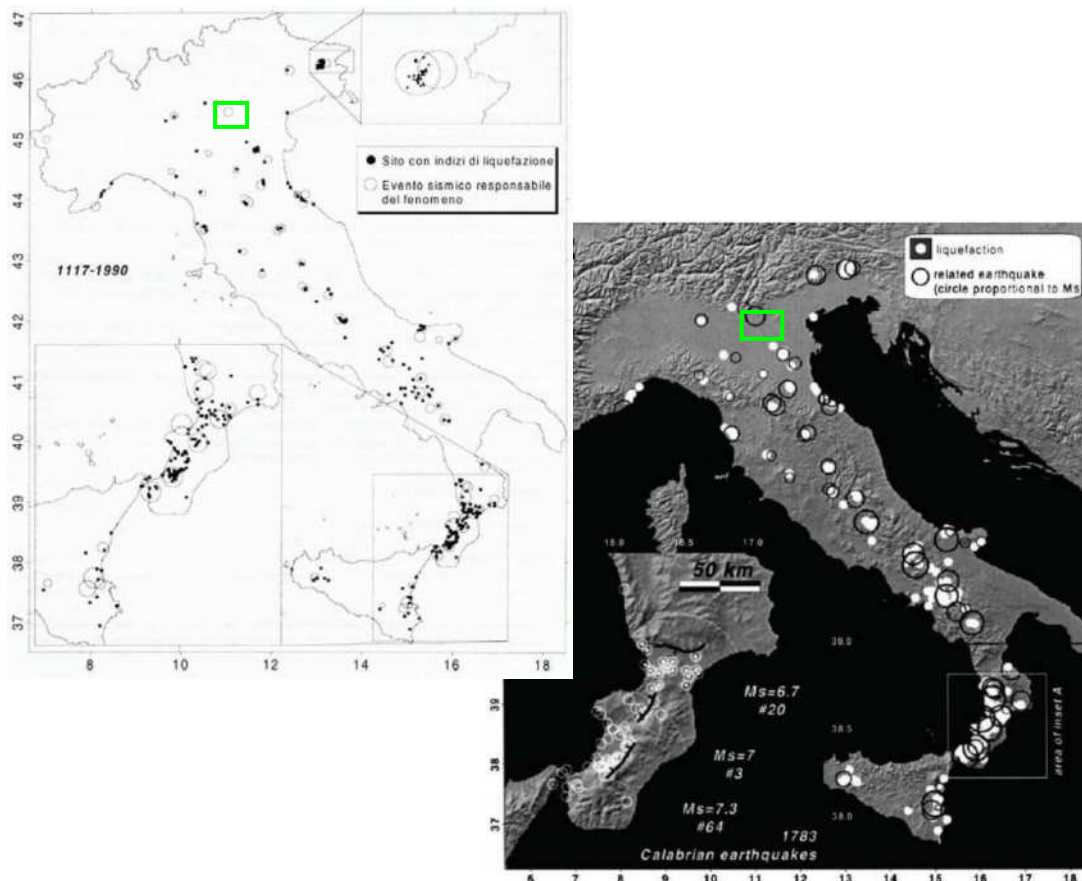
In generale, parte del fondovalle del Mezzane e dell'Alta Pianura **NON** soddisfano alcuna di queste caratteristiche, per cui si ritiene che siano potenzialmente soggetti alla liquefazione dei terreni in caso di terremoto di magnitudo e durata importanti.

Pertanto, anche se la stratigrafia del fondo della Valle di Mezzane sembra essere sfavorevole alla liquefazione, la mancanza di dati diffusi impone che in questa fase (Livello 1), parte del fondovalle venga considerata cautelativamente una "Zona di attenzione", rimandando ai successivi livelli di approfondimento per la verifica di tale condizione.

Ad ogni modo, per provare a delimitare le aree suscettibili di liquefazione (e di densificazione, conseguente alla dissipazione delle pressioni interstiziali durante e dopo l'evento sismico atteso) sono state utilizzate le informazioni geologiche riportate nella carta CGT_MS associandole ad una prima analisi "qualitativa" per la stima del rischio di liquefazione.

Ci sono diversi criteri per valutare qualitativamente la suscettibilità alla liquefazione di un deposito sabbioso, tra cui il "Criterio storico", il "Criterio geologico", il "Criterio di composizione" ed il "Criterio di stato fisico".

Criterio storico, che considera il fatto che suoli liquefatti in passato possono liquefare ancora durante terremoti futuri: non si hanno informazioni particolari in merito al comune in esame e, a tal proposito, si riporta la seguente figura, dove vengono evidenziati i siti con indizi di liquefazione in seguito ai terremoti segnalati dal 1117 al 1990.



Si noti come i siti con indizi di liquefazione siano esterni all'area in esame: la foto a sinistra è stata estratta da alcuni corsi di aggiornamento che non citavano la fonte mentre, quella a destra, che sostanzialmente riproduce le stesse informazioni, è tratta da "New empirical relationships between magnitude and distance for liquefaction - Galli P. (2000)". Dati analoghi sono riportati anche nel sito www.ceri.uniroma1.it.

Criterio geologico, che tiene conto dell'età e dell'origine del deposito, della profondità della falda, della morfologia e dell'eventuale spessore degli strati sovrastanti non liquefacibili. A tal proposito, si riportano le seguenti tabelle.

Criterio di Iwasaky et al. (1982)		
Classe	Unità geomorfologica	Potenziale di liquefazione
A	Letti di fiumi recenti, paleoalvei, paludi, zone bonificate, zone interdunari	Probabile
B	Conoidi, argini naturali, dune di sabbia, pianure di esondazione, spiagge, altre pianure	Possibile
C	Terrazzi, colline, montagne	Non Probabile

Probabilità di liquefazione			
Età del deposito	Profondità della falda		
	< 9 m	9 m ÷ 15 m	> 15 m
Olocene recente	Elevata	Bassa	Molto Bassa
Alto Olocene	Moderata	Bassa	Molto Bassa
Pleistocene recente	Bassa	Bassa	Molto Bassa
Pleistocene antico e depositi anteriori	Molto Bassa	Molto Bassa	Molto Bassa

Tabella ricostruita dalla Figura 2.4 del testo "La liquefazione dei terreni" – Giulio Riga (2007)					
Pre - Pleistocene					
Pleistocene					
Olocene					
Tardo Olocene					
< 500 anni					
Prof. falda dal p.c. (m)	3	6	10	15	20

Rischio di liquefazione

Nullo
 Basso
 Moderato
 Alto
 Molto alto

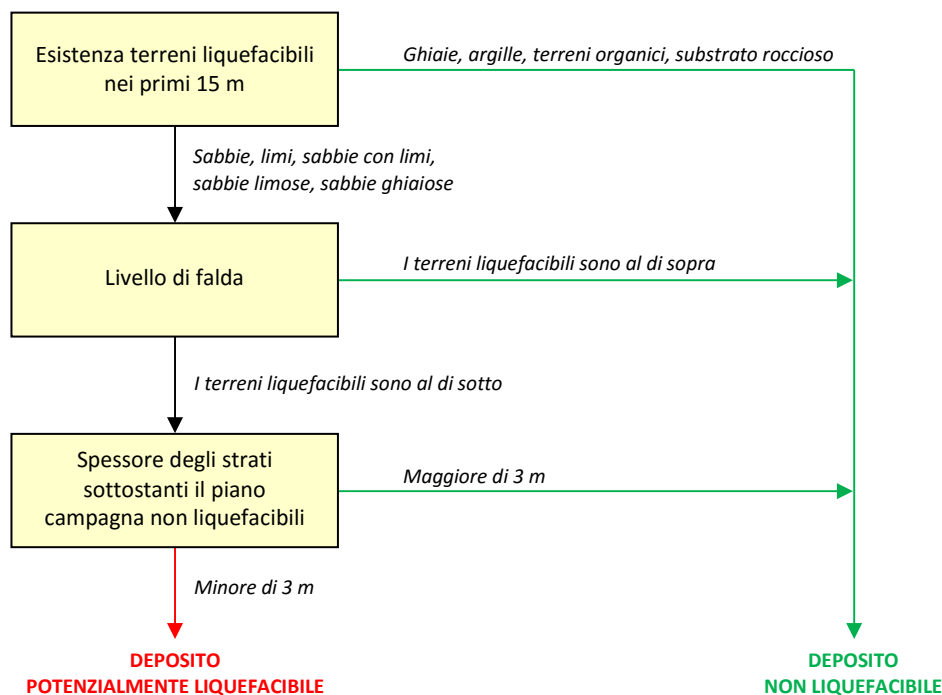
Sulla base di queste tabelle e delle condizioni geologiche locali, si ritiene di poter **escludere** come potenzialmente liquefacibili le seguenti zone 1, 2, 3:

	MOTIVAZIONE DELL'ESCLUSIONE
Zona 1	Roccia subaffiorante
Zona 2	Roccia subaffiorante
Zona 3	Roccia subaffiorante
Zona 5	Falda superiore a 15 m dal piano campagna
Zona 6 (parte)	Fondovalle Nord, con falda superiore a 15 m dal piano campagna
Zona 7 (parte)	Depositi di raccordo collina – fondovalle, con falda superiore a 15 m dal p.c.

Invece, nell'ipotesi dell'**esclusiva presenza di depositi sabbiosi**, in riferimento alle tabelle precedenti, alla suddivisione della carta CGT_MS ed alle età riportate nella Carta Geologica d'Italia, le zone possono essere così descritte (livello minimo della falda per ogni zona considerata):

	Età	Profondità falda	Classe	Potenziale di liquefazione	Probabilità di liquefazione	Rischio di liquefazione
Zona 4 + Zona 9	Pleistocene antico	Fino a < 6 m	B	Possibile	Molto Bassa	Basso
Zona 6 (parte) + Zona 9	Olocene antico	Fino a < 6 m	B	Possibile	Moderata	Moderato
Zona 7 (parte)	Olocene	Fino a < 6 m	B	Possibile	Moderata	Moderato
Zona 8	Pleistocene	< 3 - 6 m	B	Possibile	Bassa	Moderato / Basso

In aggiunta a tale inquadramento preliminare, riprendendo un lavoro a cura del Dott. Johann Facciorusso dell'Università di Firenze, esperto in campo di Microzonazione Sismica e di liquefazione, è stata fatta una prima valutazione qualitativa applicando un metodo derivato da quello proposto da Sherif e Ishibashi (1978).



Schema estratto da "Microzonazione sismica – Uno strumento consolidato per la riduzione del rischio" – Par. 5.6 – Figura 5.9 di Johann Facciorusso, Claudia Madaï, Giovanni Vannucchi, Luca Martelli

Sulla base di tale metodo, sono state considerate liquefacibili le verticali (in tal caso analizzando le stratigrafie dei pozzi e di alcune prove eseguite dagli scriventi nel territorio comunale) contenenti entro i primi 15 m almeno uno strato giudicato suscettibile di liquefazione (costituito da sabbie, sabbie con limi, sabbie limose, sabbie ghiaiose) e posizionato al di sotto del livello di falda, purché non sia presente uno strato superficiale di terreno non liquefacibile (argilla, ghiaia, substrato roccioso e terreni organici) di spessore pari ad almeno 3 m (che produrrebbe un "effetto tappo" sulle manifestazioni e le conseguenze, in superficie, della liquefazione sismica).

Il risultato di tale analisi non ha permesso di correlare i risultati puntuali mediante processi di interpolazione spaziale, necessari a delimitare e distinguere le aree liquefacibili.

Infatti:

- le stratigrafie dei pozzi riportano dati indicativi sulla granulometria, non sempre definita con precisione e molto approssimativa;
- spesso, le stratigrafie delle prove e dei sondaggi presentano, anche a brevissima distanza, condizioni litologiche completamente differenti e, questo, per la complessità genetica di alcuni ambienti deposizionali.

In conclusione, anche se il fondovalle del Mezzane, parte dell'Alta Pianura e l'area alla base del terrazzo fluviale (Zona 6, Zona 7, Zona 8 e Zona 9 inclusa) presentano spessori elevati di limi ed argille contenenti o confinanti depositi granulari e che tali ambiti sono spesso costituiti da spessori superiori a 3 m di coperture "non liquefacibili", risulta difficile delimitare la zona sulla base di un numero esiguo di prove. Diversamente accade per le aree con substrato roccioso subaffiorante e per le aree con falda a profondità superiore a 15 m, che possono essere escluse da tale pericolo potenziale (Zona 1, 2, 3, 5, parte Nord della Zona 6 ed una porzione "CL ec" della Zona 8).

In conclusione, si ritiene di considerare potenzialmente liquefacibile parte del fondovalle principale e l'Alta pianura pedecollinare anche sulla base del criterio proposto da Sherif e Ishibashi (1978).

Nella Carta delle MOPS, il Comune di Lavagno è stato quindi **parzialmente** compreso tra le zone **ZA_{LQ}** (Zona di attenzione per liquefazione).

Il retino associato alla zona **ZA_{LQ}** è sovrapposto alla simbologia delle zone stabili suscettibili di amplificazione precedentemente descritte, per conservare entrambe le informazioni. In questo modo, se gli approfondimenti successivi non confermassero l'instabilità per liquefazione di una certa zona, sarà possibile trattare la stessa come stabile suscettibile di amplificazione e caratterizzarla secondo i suoi parametri.

Si rimanda quindi agli studi futuri ed alle fasi successive di approfondimento per l'analisi del "**Criterio di composizione**" e del "**Criterio di stato fisico**", nonché per l'analisi quantitativa del potenziale di liquefazione (con metodi semplificati e/o dinamici), che necessitano di dati granulometrici e di prove specifiche per la loro applicazione.

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 6 aprile 2009, i risultati di tali analisi si sono rivelati 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 di risonanza del terreno).

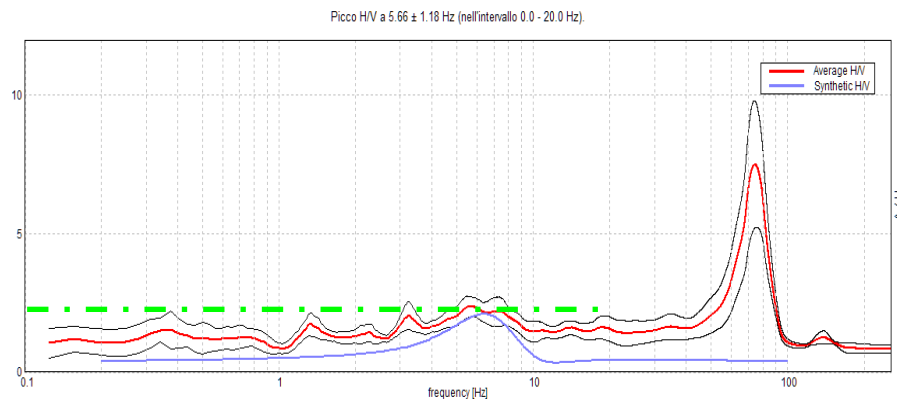
Il metodo consente, inoltre, di valutare qualitativamente l'entità dell'amplificazione (ampiezza del picco H.V.S.R. alla frequenza F_0 - grandezza da interpretare con estrema cautela), e di fornire una stima indicativa sulla profondità del contrasto di impedenza che causa la risonanza sismica.

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 determinati sulla base 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 fuori testo 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 seguente).



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

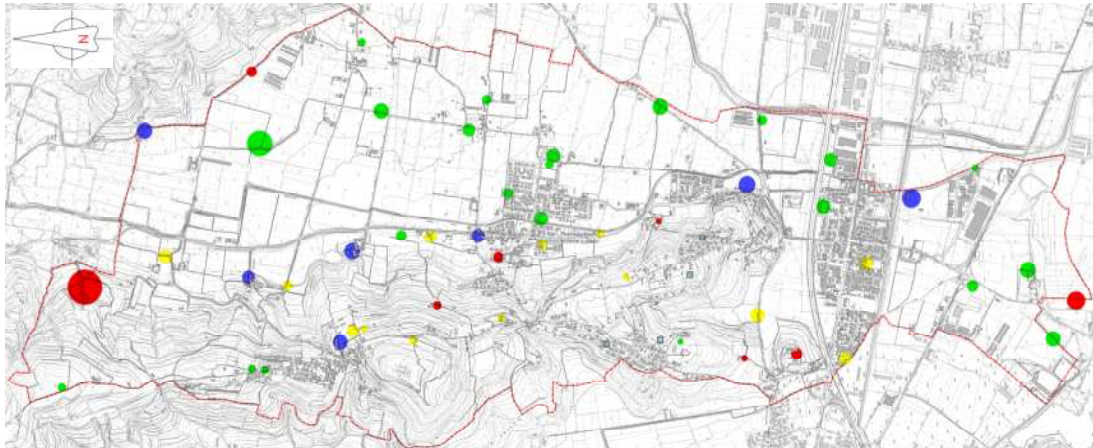
Nell'ambito del presente studio, le frequenze di risonanza sono state ottenute utilizzando il software applicativo "Grilla" in dotazione a Tromino®, secondo la procedura descritta in Castellaro et al. (2005) e Albarello e Castellaro (2011), che prevede quanto segue:

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

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

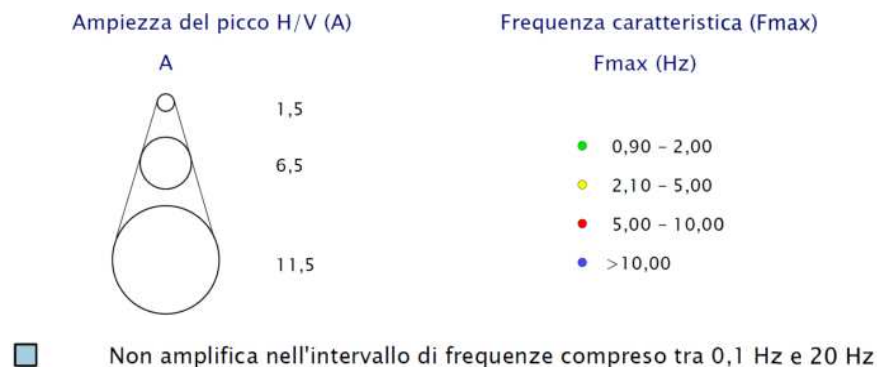


Osservando la "Carta delle frequenze", realizzata quasi esclusivamente tramite le misure di rumore ambientale a stazione singola eseguite per il presente studio, è possibile formulare alcune interessanti osservazioni:

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 carta MOPS** diminuisca progressivamente allontanandosi dalle zone collinari, fino ad emergere con valori 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), secondo i seguenti range:



8 MODELLAZIONE NUMERICA AVANZATA

Per quantificare con maggior precisione la risposta sismica di sito è stata effettuata una modellazione bidimensionale all'interno di un sito in cui sarà realizzato un **nuovo polo scolastico**.

Le simulazioni, essendo di natura bidimensionale, NON hanno considerato solo gli effetti amplificativi del moto sismico dovuti alla stratigrafia del sottosuolo ed alla topografia di superficie, ma anche quelli derivanti da morfologie strutturali sepolte, come i raccordi tra la pianura e le zone collinari.

La tecnica di risoluzione numerica adoperata è stata quella alle differenze finite (FDM) implementata nel codice di calcolo **FLAC 7.0** (ITASCA, 2011), operante nel dominio del tempo. Il codice effettua un'analisi lagrangiana del continuo risolto mediante uno schema di avanzamento temporale di tipo esplicito. Il risultato finale è stato rappresentato in una storia accelerometrica orizzontale attesa nel sito d'indagine e plottata in uno spettro di risposta elastico confrontabile con quelli di normativa provenienti dall'approccio semplificato (NTC – 2008).

8.1 Descrizione del metodo

Il codice di calcolo **FLAC 2D v.7.0** (*Fast Lagrangian Analysis of Continua*) della Itasca (2011) 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:

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

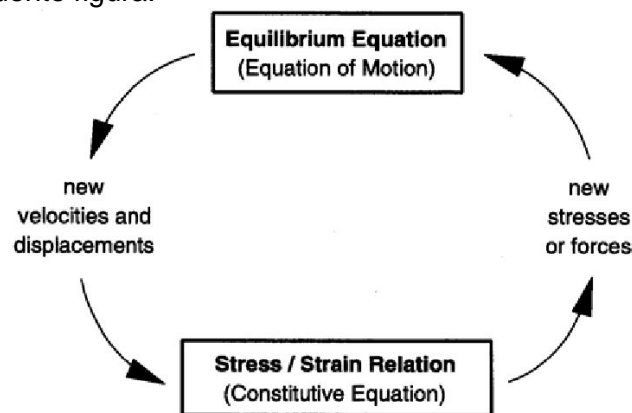
dove k è un parametro che tiene conto della storia di carico, M un funzionale ed $\dot{\epsilon}_{ij}$ il tensore velocità di deformazione espresso dalla:

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

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*.

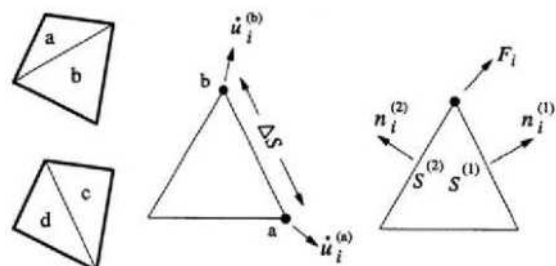
In sintesi, l'algoritmo risolutivo dell'approccio esplicito si articola secondo il ciclo indicato nella seguente figura.



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 Δ_t (*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 Δ_t 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:

$$\mathbf{F}_i = \frac{1}{2} \tau_{ij} \left(n_i^{(1)} S^{(1)} + n_i^{(2)} S^{(2)} \right) \quad (8.6)$$

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:

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

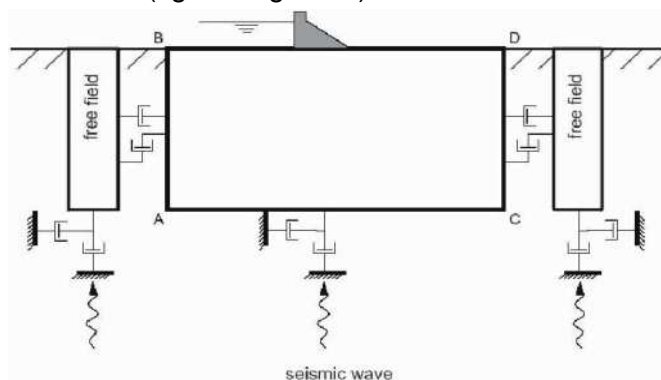
dove A è la superficie del subelemento triangolare, Δx_{max} la dimensione massima della zona (in genere la diagonale) e V_p la velocità delle onde di compressione. La funzione minimo è presa su tutte le zone. Il *timestep* critico è tanto più piccolo (e i tempi di calcolo quindi tanto più elevati) quanto 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 viscosi (*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 viscosi 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 \mathbf{C} proporzionale alla matrice di massa \mathbf{M} e a quella di rigidità \mathbf{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:

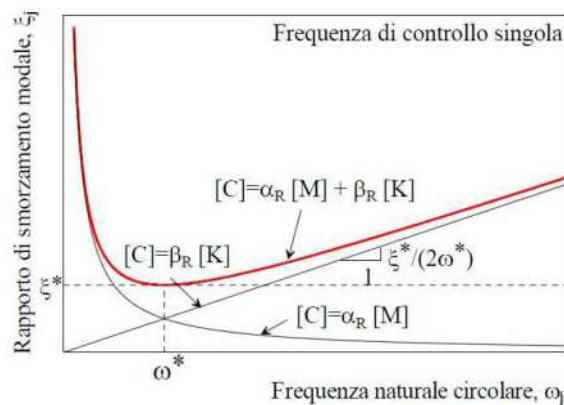
$$\alpha_R = \xi^* \omega^* \quad , \quad \beta_R = \frac{\xi^*}{\omega^*} \quad (8.13)$$

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 sopraccitate grandezze, in funzione della profondità o lungo un generico profilo.

8.2 Caso applicativo – Polo Scolastico San Pietro

Nel rispetto della normativa vigente – *N.T.C. D.M. 14 gennaio 2008* – è stata assunta una severità dell'azione sismica con la probabilità di superamento, P , e con il periodo di ritorno, T_r , relativi allo stato limite considerato.

In sostanza, è stato considerato un tipo di costruzione 2, con una vita nominale della costruzione (V_n) di 50 anni, una Classe d'uso IV con coefficiente d'uso (C_u) pari a 2 e quindi una vita di riferimento $V_r = 100$ anni. A partire da queste indicazioni si è determinato un periodo di ritorno dell'azione sismica di 949 anni corrispondenti 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 per ogni stato limite considerato e riferite agli spettri di normativa calcolati per il sito in esame, considerando un sottosuolo di roccia affiorante (classe A) con topografia sub - orizzontale (T1) e correttamente deconvoluto (v. Dynamic Analysis della ITASCA, 2011).

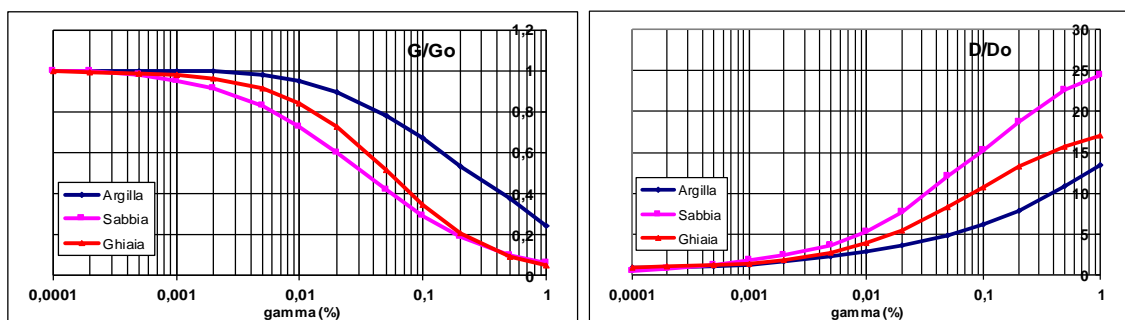
In particolare, gli accelerogrammi sono stati ricavati tramite l'utilizzo del software REXEL - *computer aided record selection for code - based seismic structural analysis*.

Nella modellazione numerica è stata utilizzata la sismostratigrafia ed i valori di rigidità ricavati dalle indagini geofisiche.

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).

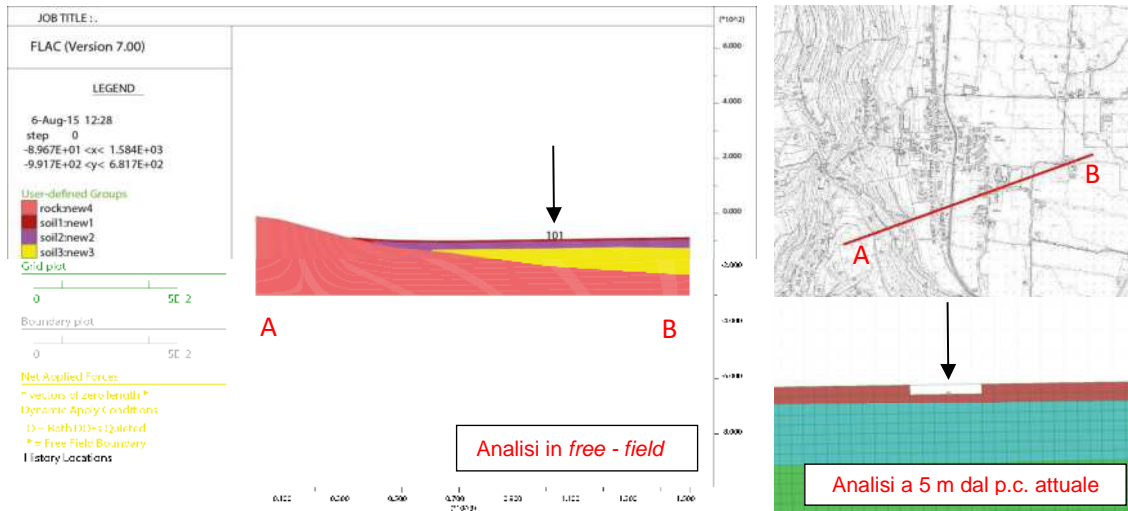
Lungo le frontiere laterali sono stati introdotti particolari elementi assorbenti (*free - field boundaries*), che, oltre ad evitare la riflessione delle onde in maniera analoga agli smorzatori viscosi introdotti da Lysmer & Kuhlemeyer (1969), forzano i nodi delle frontiere laterali a riprodurre il moto di *free - field*, essenziali per le analisi di risposta sismica locale 2D.

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 al 0.02 % per quanto riguarda il *bedrock* sismico e smorzamento isteretico per i materiali più superficiali tramite le curve di degrado G/G_0 e D/D_0 indicate negli "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica" del 2008 e sotto riportate.



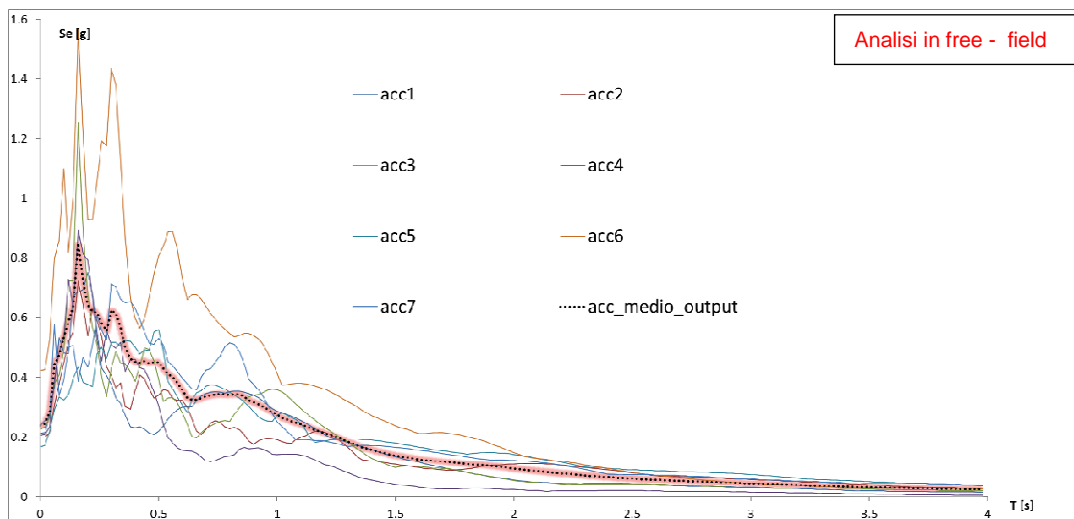
Le *history* (storie temporali) ricavate al tetto del modello rappresentano le storie accelerometriche orizzontali attese nel sito d'indagine. Le n. 7 *history* ottenute sono state successivamente plottate in uno spettro di risposta elastico e mediate in una curva rappresentativa (*Step n. 1*), confrontabile con gli spettri di normativa provenienti dall'approccio semplificato (*Step n. 2*).

A seguire viene proposto il modello sismostratigrafico impiegato per le simulazioni numeriche, sia in condizioni *free - field* sia ipotizzando l'imposta del piano fondazionale a circa 5 m dal p.c. attuale.

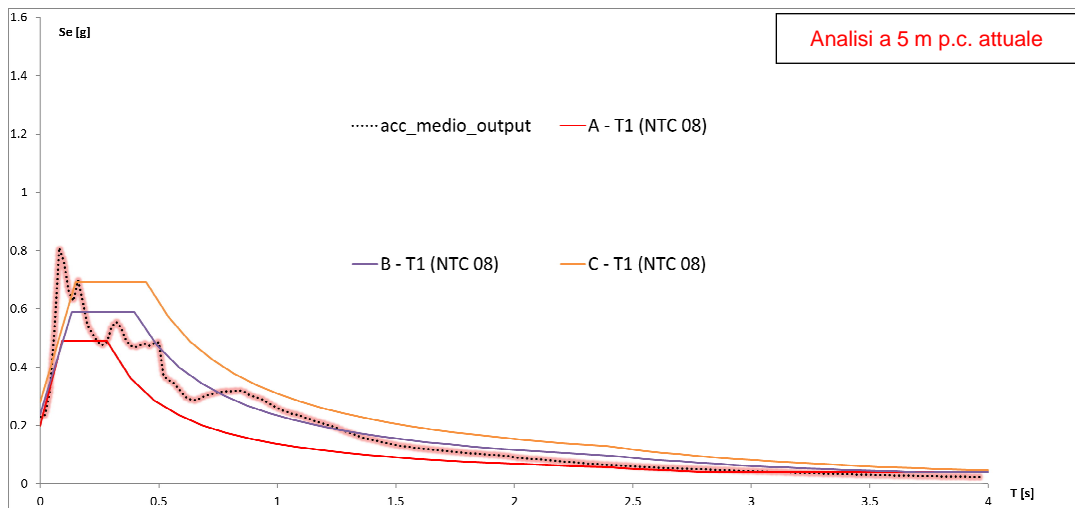
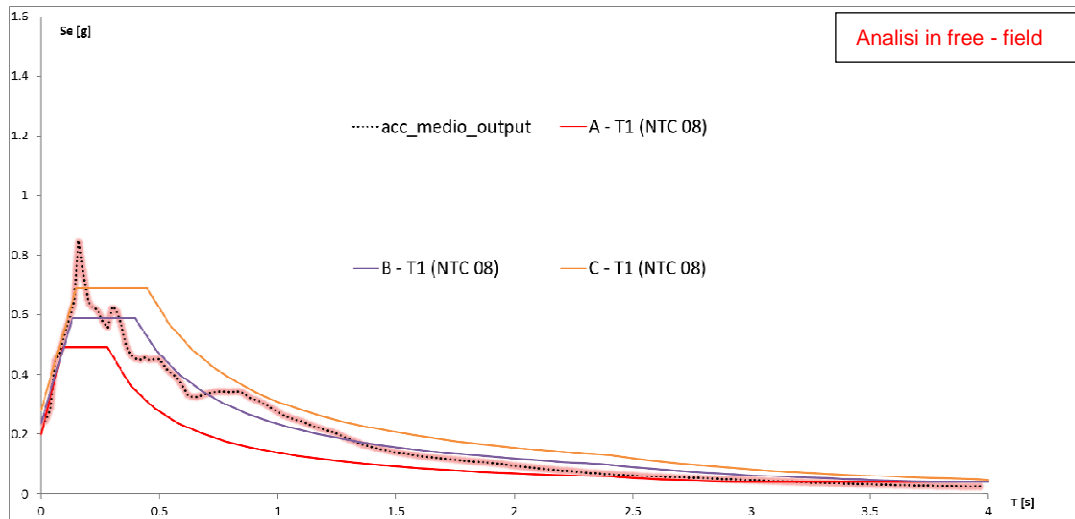


Step n.1: le linee *acc1*, *acc2*, *acc3*, *acc4*, *acc5*, *acc6* e *acc7* rappresentano gli spettri di risposta elastica calcolati in superficie (tetto del modello) per ogni evento sismico modellizzato.

La media di questi è rappresentata dalla linea evidenziata e puntinata in nero (*acc medio*).



Step n. 2: lo spettro di risposta medio (evidenziato e puntinato in nero) viene confrontato con quelli derivanti dalla procedura semplificata di risposta sismica locale e identificabile nelle categorie di sottosuolo.



Il sito in oggetto di indagine si colloca, dal punto di vista normativo (NTC – 08), a cavallo tra la Categoria di Sottosuolo B e la Categoria di Sottosuolo C. Per entrambe le modellazioni condotte, sia in free - field sia ipotizzando il piano fondazionale ad una profondità di circa 5 m dal p.c., la Categoria C riesce a modellizzare abbastanza bene la risposta sismica locale ad eccezione dei bassi periodi (circa 0,16 s in free - field e 0,08 s con piano di posa delle fondazioni a 5 m dal p.c.) dove appare penalizzante nei confronti della sicurezza.

9 COMMENTI FINALI E CRITICITÀ

I capitoli precedenti hanno evidenziato chiaramente la complessità geologica del Comune di Lavagno che, vista in chiave sismica, dimostra una risposta locale continuamente variabile e denota una certa difficoltà nel ricostruire microzone con risposte omogenee.

In pratica, tale studio ha permesso di definire le aree da sottoporre a nuove indagini per i futuri studi di Microzonazione Sismica. In tal senso, visto che le indagini hanno coperto gran parte del territorio comunale coinvolgendo la maggior parte degli ambiti geomorfologici individuati e delle litologie riscontrate, si ritiene che i livelli successivi di approfondimento debbano essere concentrati solo nelle aree ritenute più importanti per la comunità.

Del resto, l'adeguamento del livello di approfondimento va misurato con le risorse e con i tempi disponibili, nonché con la destinazione d'uso del territorio. Perciò, lo studio di MS eseguito si presta ad essere aggiornato ed integrato per rendere sempre più basso il rischio sismico.

Per ottimizzare i costi degli eventuali approfondimenti successivi e, quindi, per inquadrare al meglio le zone individuate, si propone di realizzare gli studi futuri come segue:

- individuare e perimetrare le aree più abitate, i centri di futura urbanizzazione e le zone che comprendono gli edifici ritenuti strategici o importanti ai fini della Protezione Civile, che si sviluppano prevalentemente in aree caratterizzate da condizioni particolari che potrebbero presentare amplificazioni importanti;
- eseguire un'analisi geologico – geomorfologica di dettaglio per ogni area individuata, prendendo in considerazione le caratteristiche morfologiche, litostratigrafiche e geotecniche delle diverse zone, integrandole con i dati già raccolti ed interpretandoli appositamente;
- dove necessario, ricostruire con dettaglio la topografia delle aree indagate, inquadrandole con precisione nella morfologia generale;
- definire eventuali indagini dirette per determinare le caratteristiche geotecniche locali e verificare la necessità di integrare le prove geofisiche già eseguite;
- le aree potenzialmente instabili già individuate in questa fase (aree di frana) dovranno essere analizzate in maniera approfondita, una volta verificata la “pericolosità” in relazione alla “vulnerabilità” del sito in cui sviluppano. In particolare, vista l'indeterminatezza dei dati contenuti nel P.A.T.I., tali aree dovranno essere indagate appositamente e perimetrare anche con un rilievo geologico geomorfologico di dettaglio;
- dovrà essere posta particolare attenzione circa la potenziale suscettibilità di liquefazione dei terreni: tale considerazione potrà essere sviluppata solo dopo aver raccolto ulteriori informazioni derivabili esclusivamente da indagini dirette, per cui si rimanda ai successivi livelli di approfondimento.

Le Zone di Attenzione dovranno essere valutate in modo da delimitare / quantificare il fenomeno e, se non fosse confermata l'instabilità, si dovranno trattare le stesse microzone come “stabili suscettibili di amplificazione” e caratterizzarle secondo i parametri propri di questo tipo di zona.

In caso contrario, l'area dovrà essere trattata come Zona di Suscettibilità (ZS) o Zona di Rispetto (ZR).

Concettualmente, il significato dei due tipi di zone è il seguente:

- Zone di Suscettibilità (ZS): sono zone nelle quali, a seguito di una raccolta dati specifici per l'instabilità in esame e l'applicazione di specifici metodi di calcolo, anche semplificati, è possibile definire la pericolosità in termini quantitativi;
- Zone di Rispetto (ZR): sono zone nelle quali, a seguito di una raccolta dati specifica per l'instabilità in esame e l'applicazione di specifici metodi di calcolo, anche avanzati, è possibile quantificare con maggior accuratezza la pericolosità. Tale quantificazione è finalizzata all'analisi dettagliata di aree limitate sulle quali possono essere presenti opere vulnerabili.

Si ritiene importante sottolineare, per quanto riguarda la stima del fattore di amplificazione, che il Comune di Lavagno non si presterebbe completamente ad un'analisi di Livello 2 a causa delle sue condizioni geologico - morfologiche, che non permettono l'instaurarsi di soli effetti monodimensionali, e delle locali instabilità (potenziale liquefazione dei terreni e aree di frana).

Infatti, una "Carta di microzonazione sismica" di Livello 2 prevederebbe la quantificazione numerica degli effetti delle zone riportate nella "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica" del Livello 1, con metodi semplificati basati sull'utilizzo di abachi costruiti unicamente su modelli monodimensionali.

Nel caso in esame, vista la morfologia dei luoghi ed in presenza di bacini sepolti, ovvero di forme concave del basamento sismico, gli effetti bidimensionali possono invece giocare un ruolo dominante e, quindi, rendere irrealistiche le stime degli abachi. In particolar modo, nella zona di fondovalle del Comune di Lavagno e lungo la fascia pedecollinare lessinea, dove risultano presenti i maggiori insediamenti abitativi e produttivi, oltre che nelle vallecole laterali, si potrà generare un'amplificazione del moto sismico atteso in superficie, a causa delle articolate morfologie strutturali sepolte associate agli effetti legati alla stratigrafia.

In generale, gli studi di MS hanno lo scopo di razionalizzare la conoscenza del territorio per chi deve pianificare gli interventi: invece, per la progettazione delle opere è importante eseguire indagini specifiche, come del resto previsto dalle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008).

10 RESTITUZIONE CARTOGRAFICA E CREAZIONE BASI INFORMATIVE

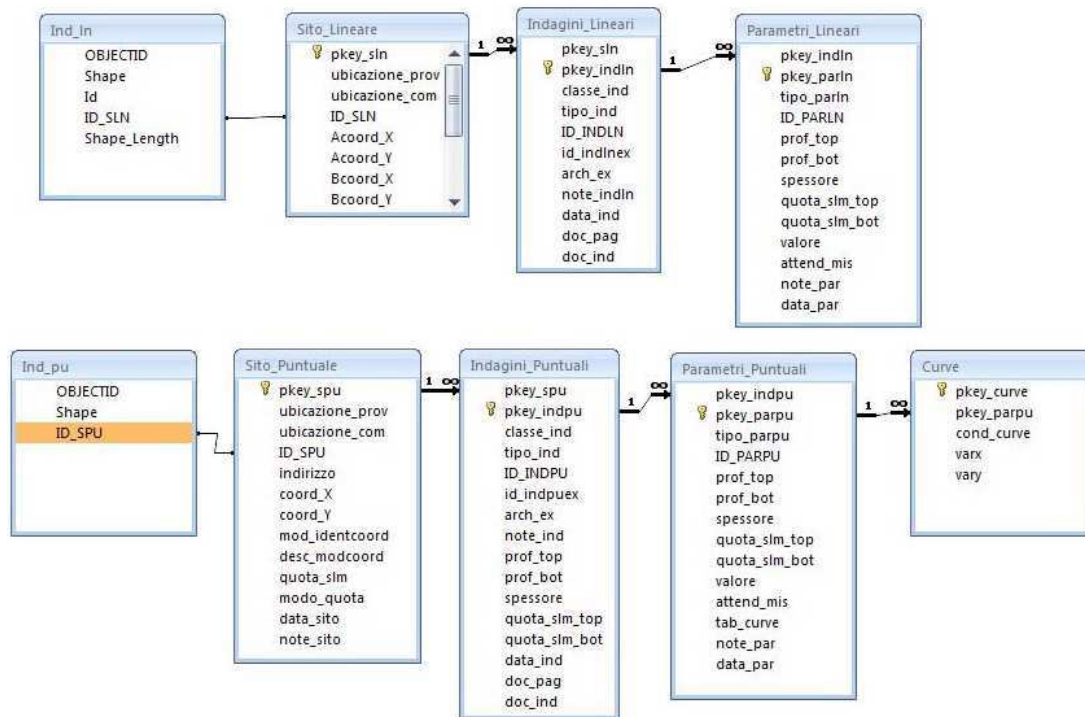
L'analisi di Microzonazione Sismica ha prodotto informazioni che sono state cartografate secondo le indicazioni previste dalle linee guida emanate dalla Protezione Civile Nazionale.

I *layers* informativi prodotti sono stati organizzati secondo la banca dati geografica definita dagli “Standard di rappresentazione e archiviazione informatica” - versione 4.0 - emanati dalla “Commissione tecnica per il monitoraggio degli studi di microzonazione sismica” nel giugno 2015.

Gli standard sopracitati 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 4.0.

Il contenuto informativo della “*Carta delle indagini*” si esplica attraverso la relazione tra gli *shapefiles* (*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 3.0)

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, identificate 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 F_{max} 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.

Le suddette tabelle sono state compilate e archiviate nel database di Access **Cdl_tabelle.mdb** contenuto, assieme agli *shapefiles 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**.

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

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

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

Nome file	Tipo <i>shapefile</i>	Descrizione
Stabl	Poligonale	Zone stabili e zone stabili suscettibili di amplificazione
Instabl	Poligonale	Zone instabili

La cartografia di base utilizzata per l'elaborazione dello studio è la C.T.R. del Veneto, le cui coordinate piane sono espresse in Gauss - Boaga (fuso Ovest).

All'interno della cartella BasiDati sono state inserite le seguenti sezioni raster georeferenziate della C.T.R. scala 1:10.000 prodotte dalla Regione Veneto, che sottendono l'intero territorio comunale:

124100 Mezzane di Sotto
124140 San Martino Buon Albergo

La cartografia è stata integrata con l'aggiornamento alla scala 1:5.000 eseguita nell'ambito del Piano degli Interventi di Lavagno: inoltre, è stato inserito un raster complessivo georeferenziato nel sistema richiesto. Le coordinate delle tabelle (.mdb) e gli *shapefiles* allegati al progetto sono nel formato **WGS84 UTM33N**.

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. Gioacchino (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'Illassi 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. DBMI11, 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.
- ✚ SESAME Project (2005) – "Site Effects Assessment Using Ambient Excitations".
- ✚ Silvester P.P. and Ferrari R.L. (1990) – Finite elements for electrical engineers (2 nd 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

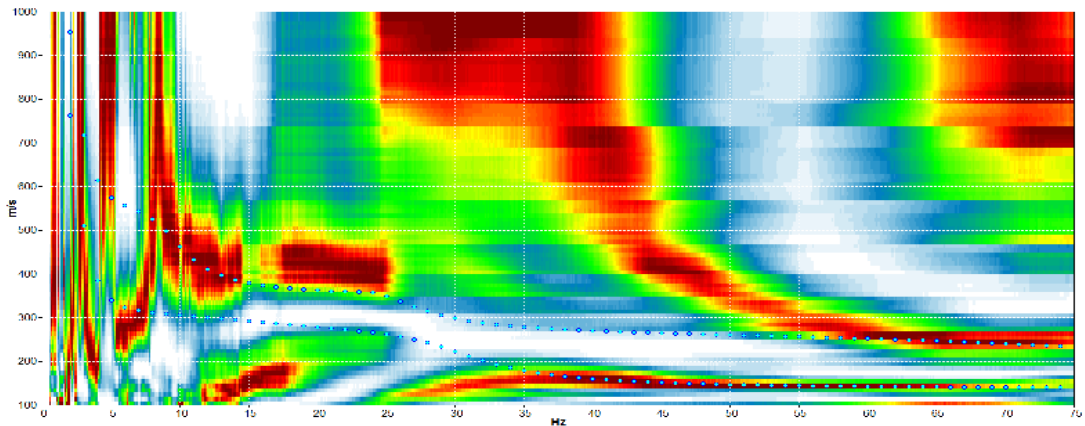
AL TESTO	FUORI TESTO
Schede delle indagini	Carta delle indagini. Scala 1:10.000
	Carta geologico – tecnica. Scala 1:10.000
	Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica. Scala 1:10.000
	Carta delle frequenze. Scala 1:10.000
	Carta dell'analisi della condizione limite per l'emergenza (CLE). Scala 1:10.000
	Relazione Illustrativa sull'analisi della condizione limite per l'emergenza (CLE)
	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.



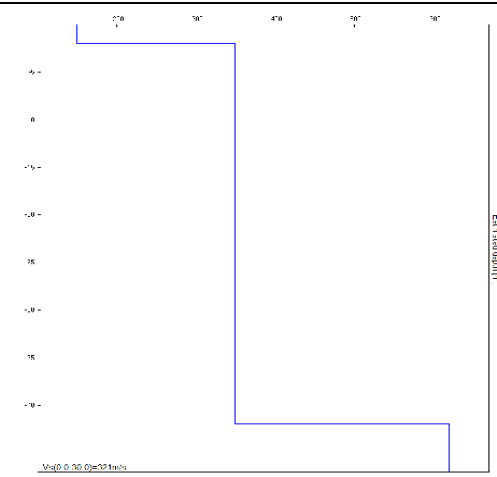
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



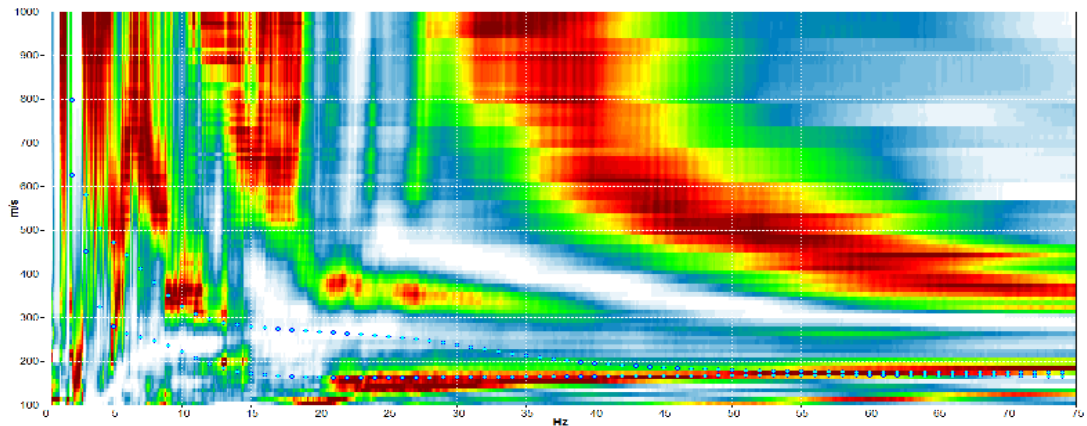
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



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

A2

Spettro delle velocità misurate



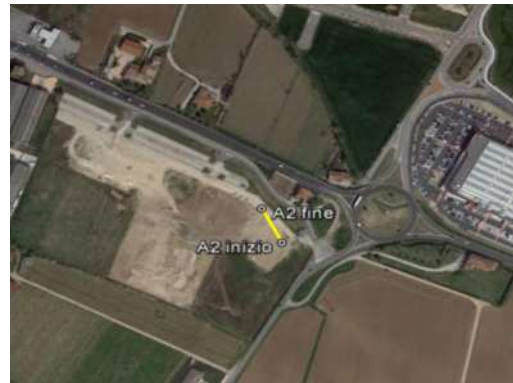
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

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.



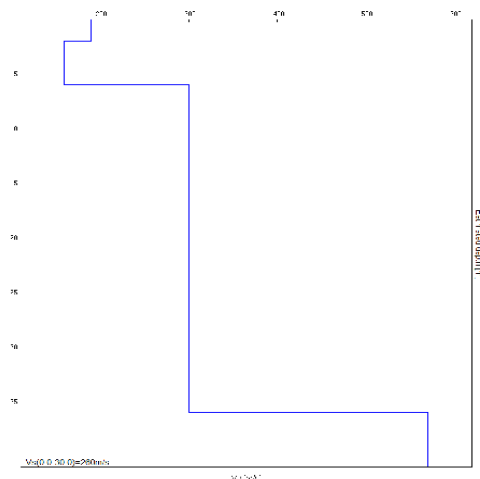
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



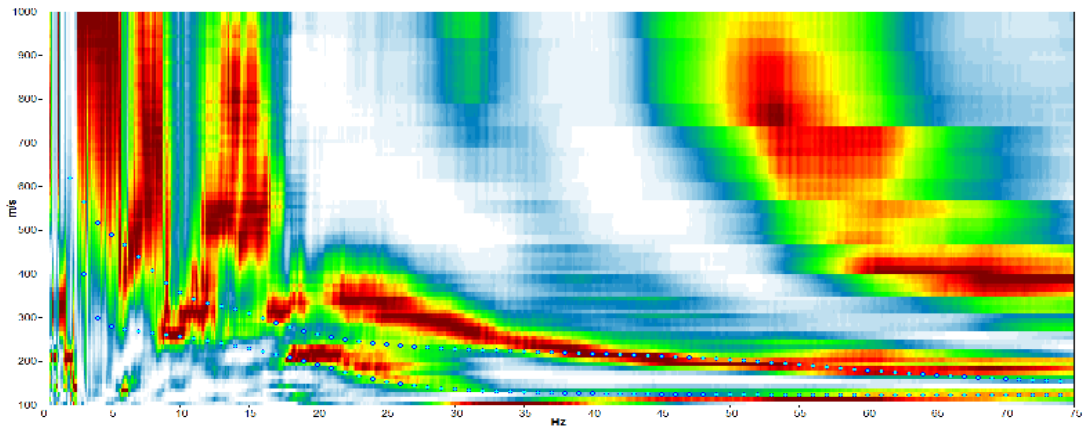
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



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.



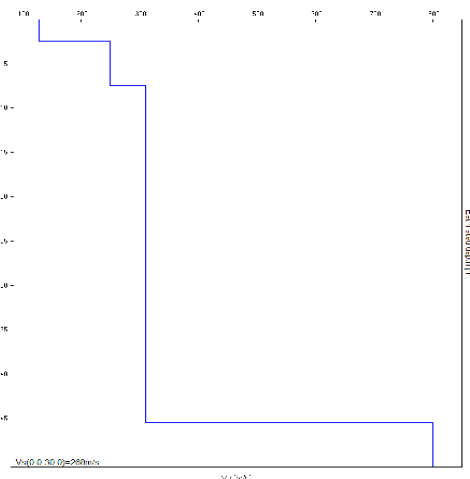
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



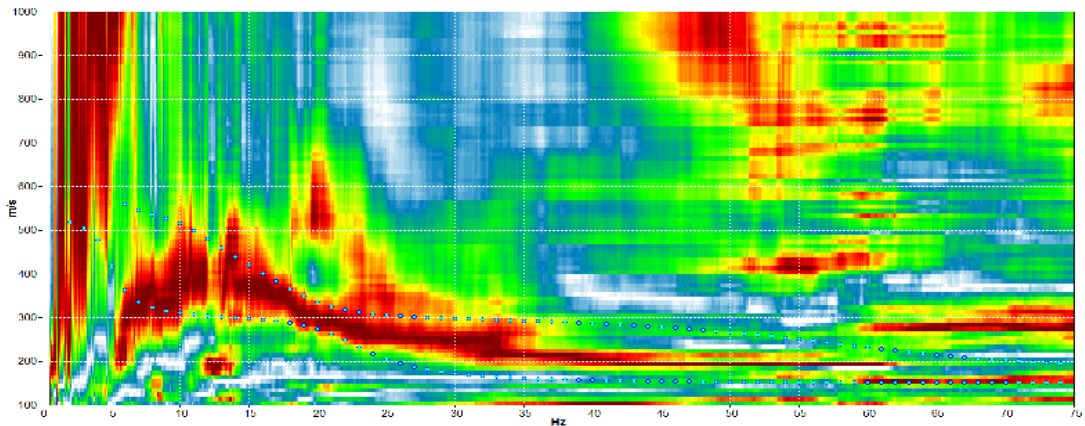
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



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.



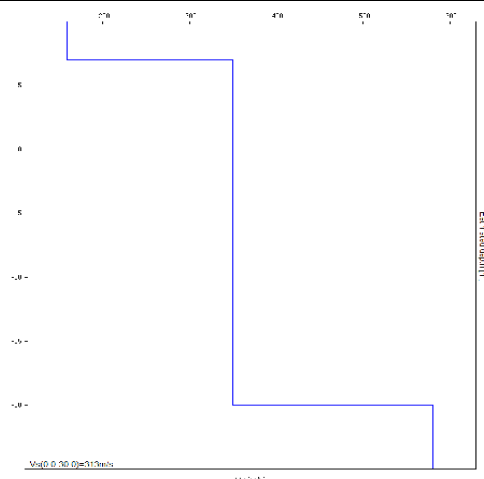
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



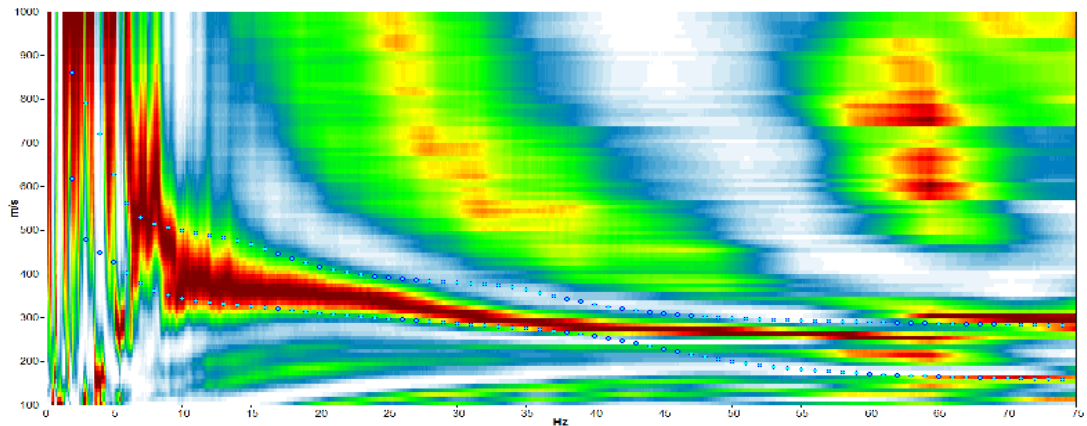
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



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

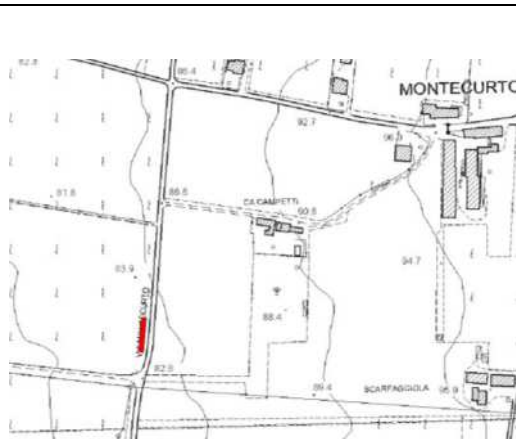
UBICAZIONE Re.Mi.



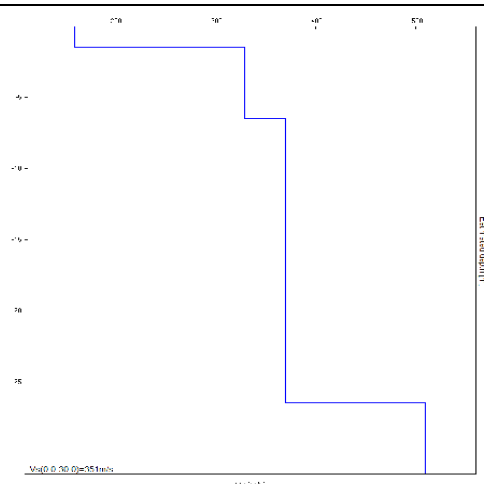
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



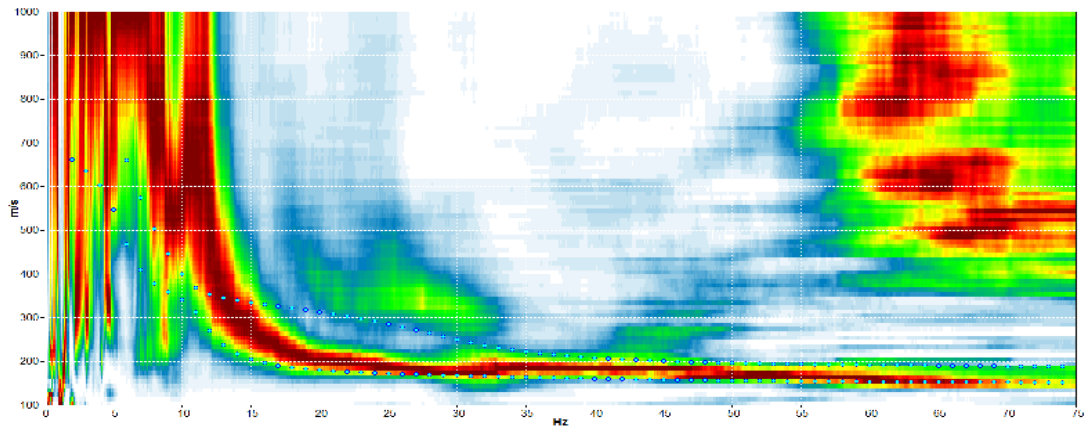
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_s – PROFONDITA'



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.



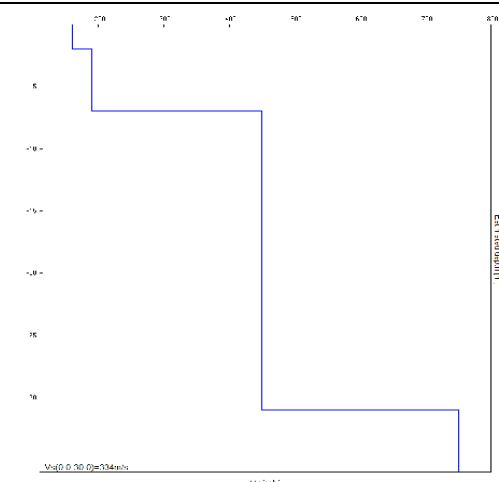
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



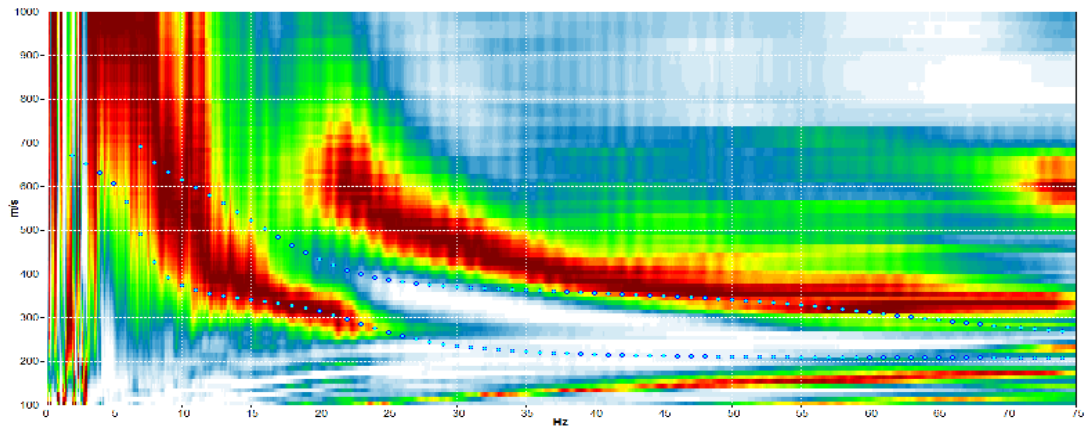
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



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.



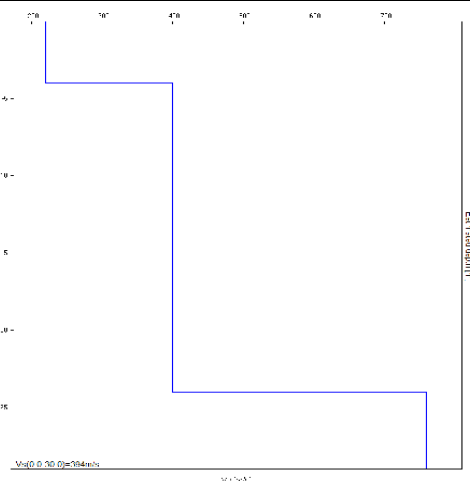
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



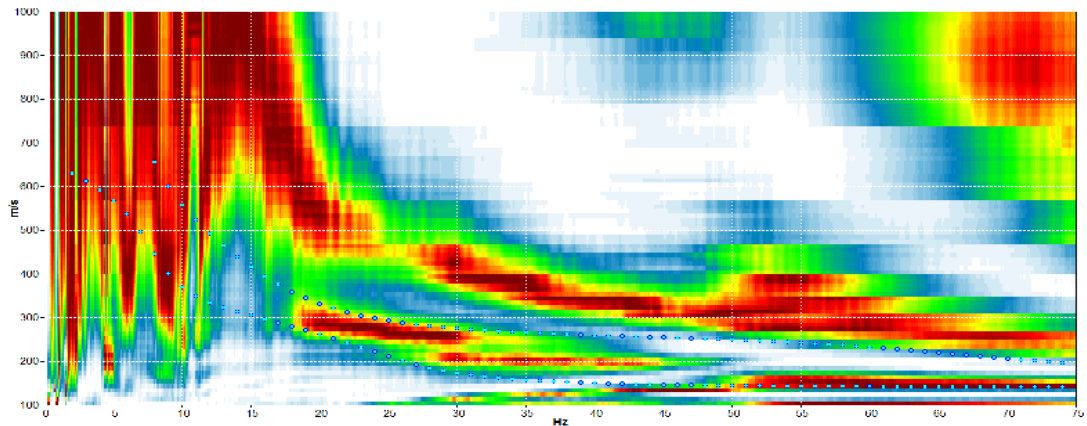
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



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.



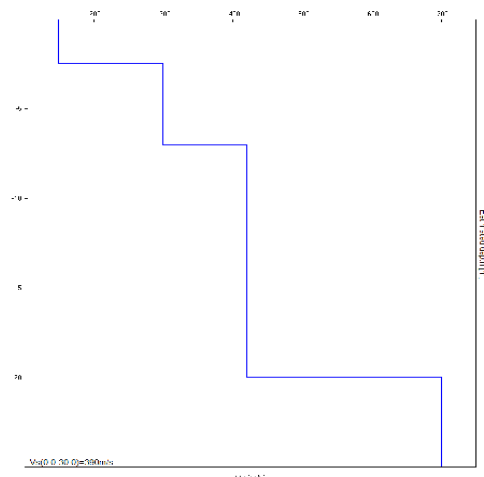
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



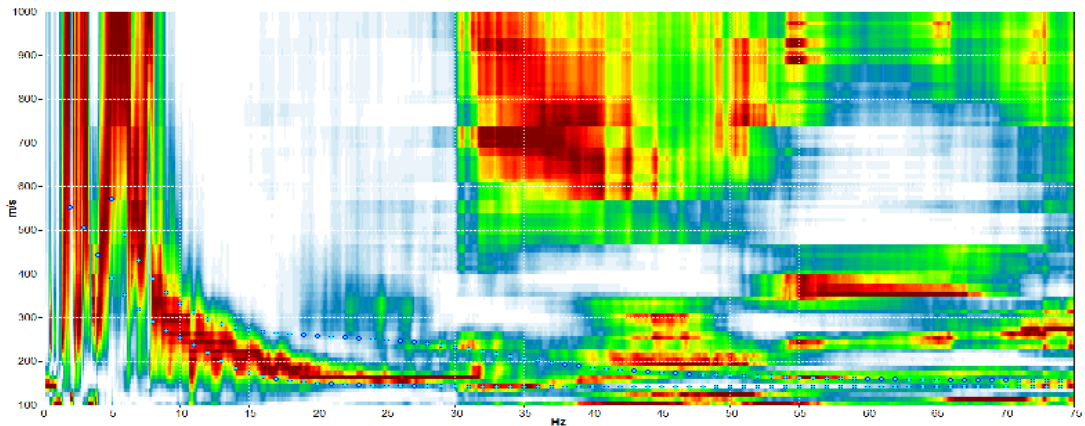
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



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.



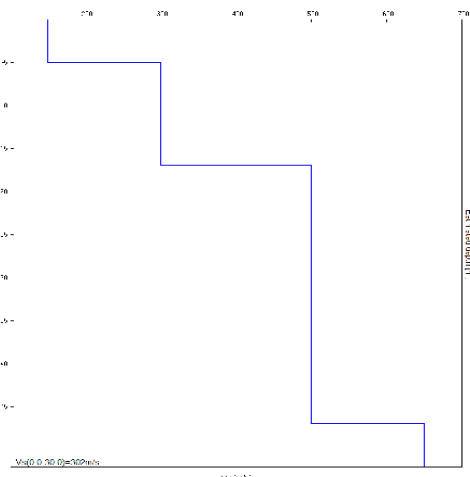
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



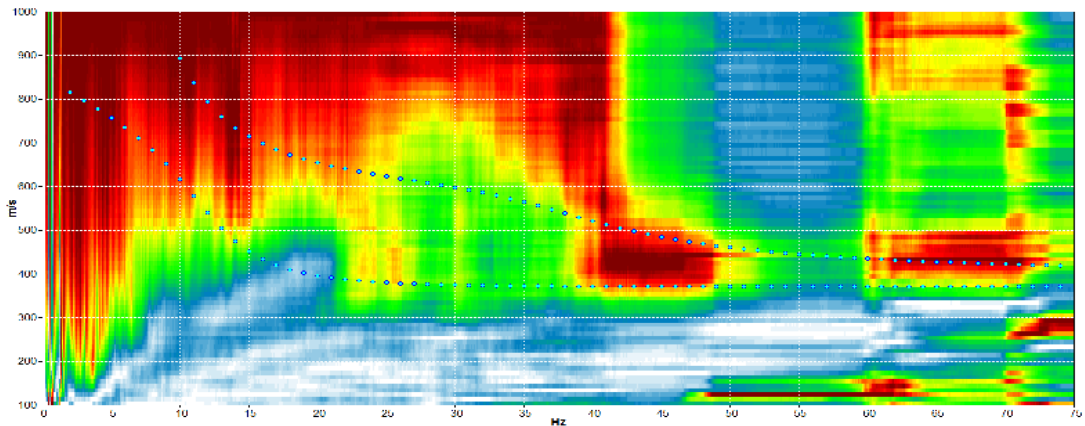
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



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.



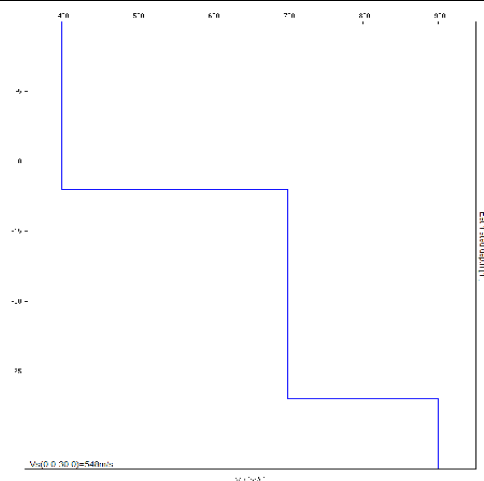
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



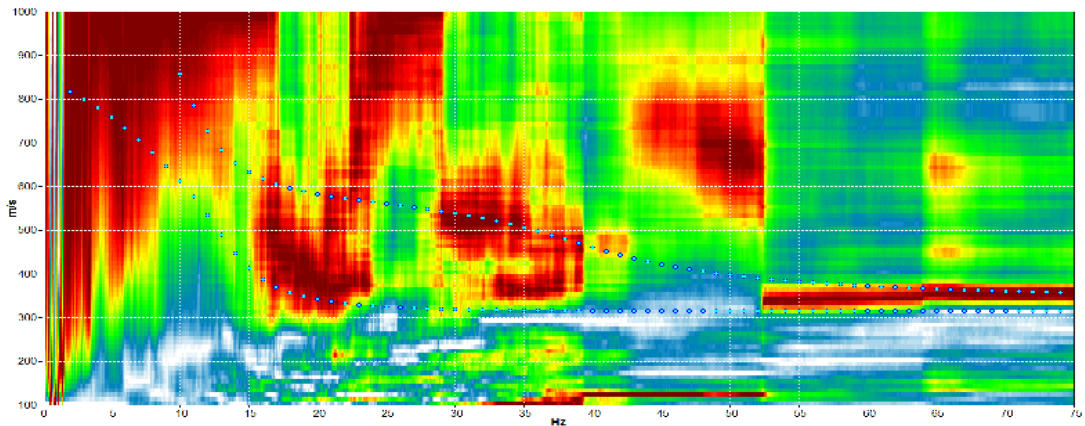
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



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.



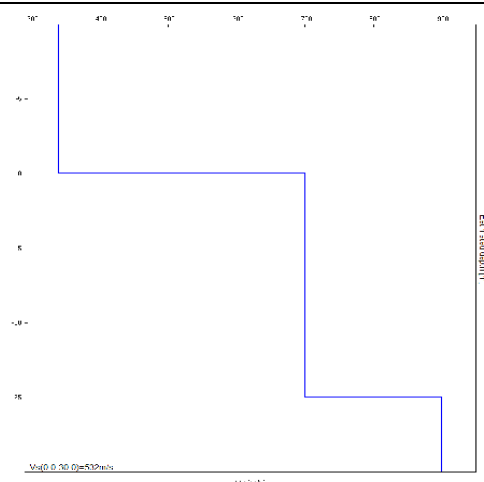
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



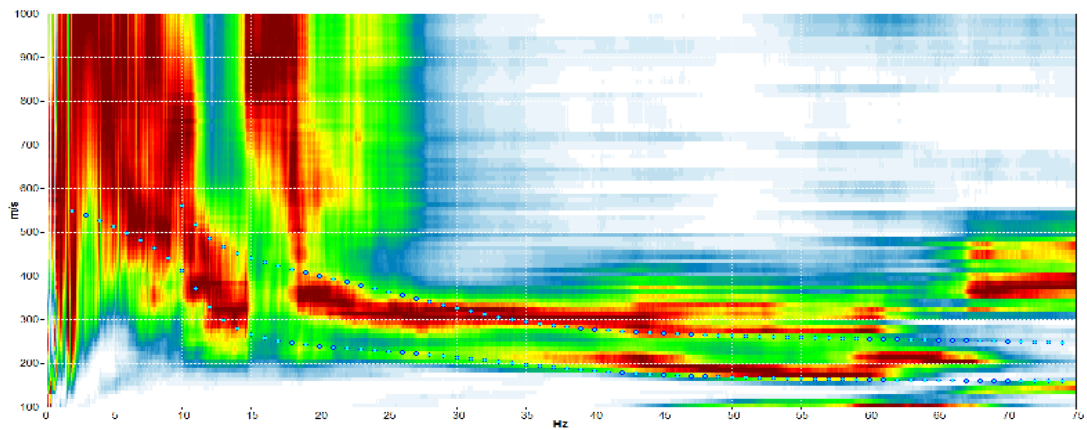
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



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.



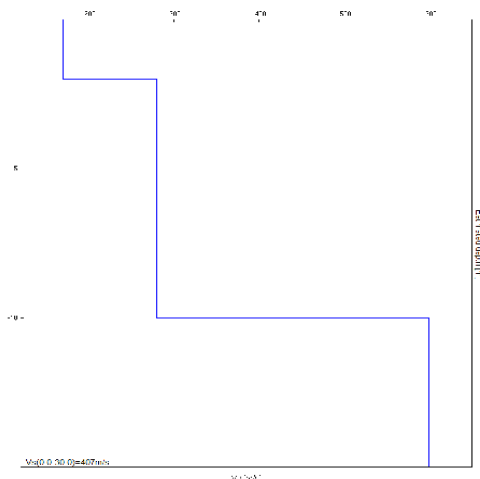
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



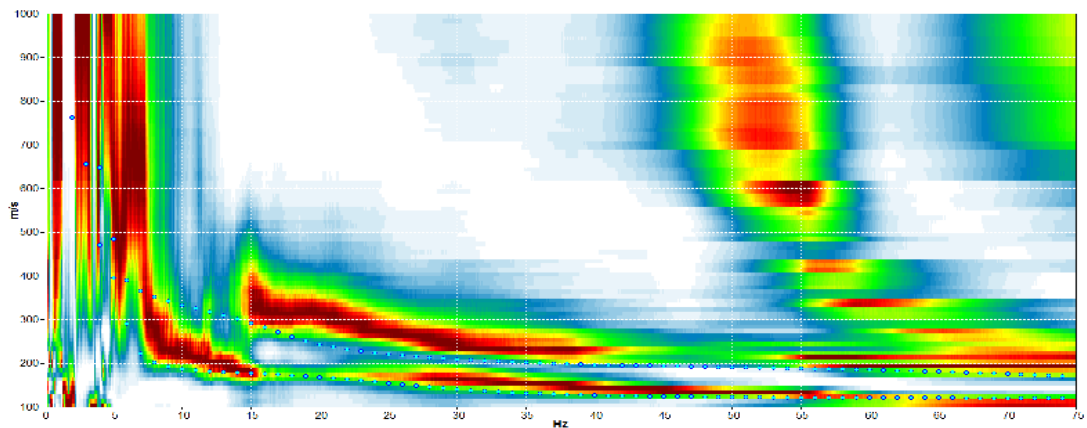
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



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.



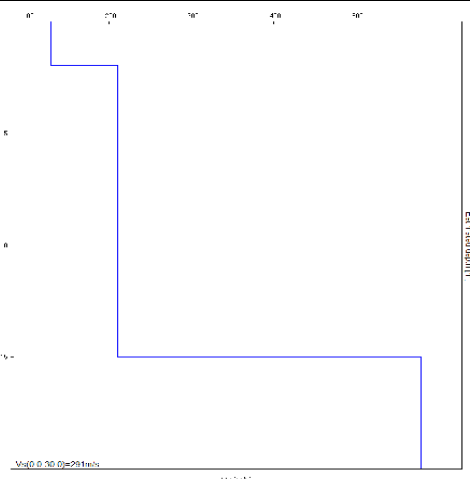
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



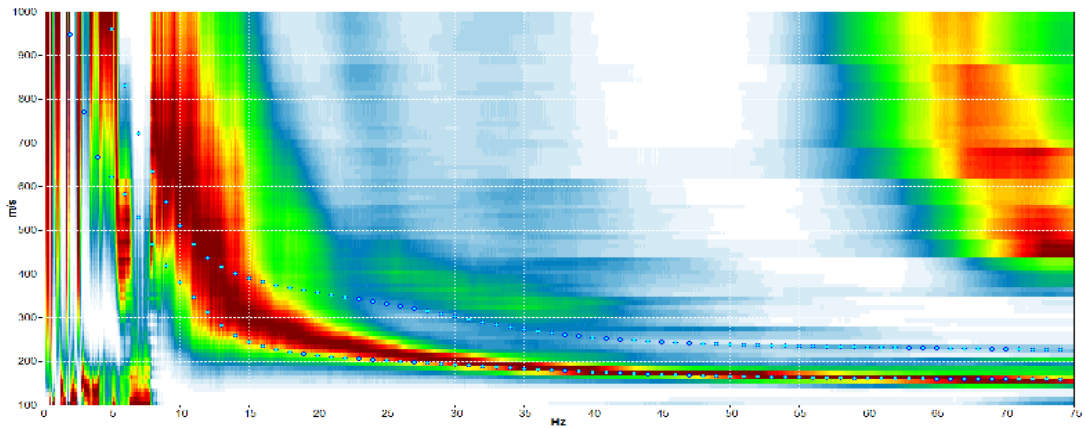
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_s – PROFONDITA'



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.



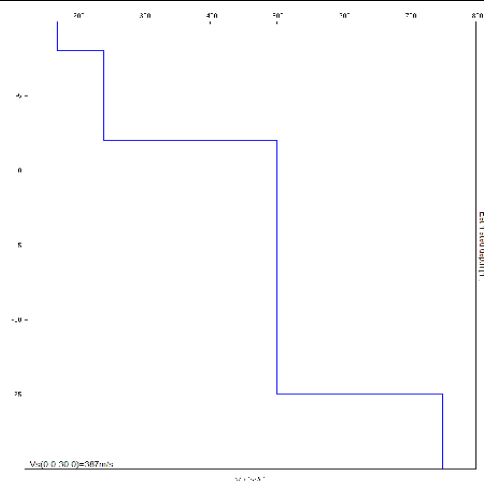
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



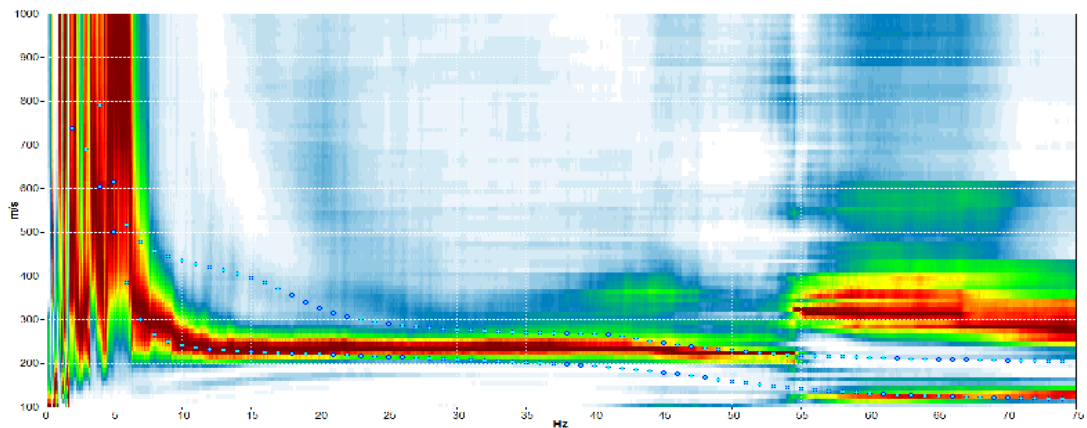
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_s – PROFONDITA'



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.



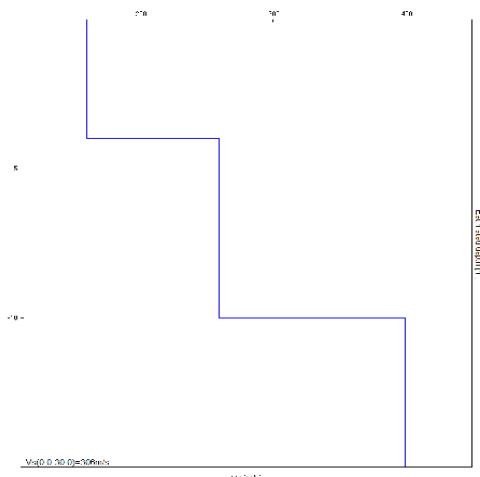
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



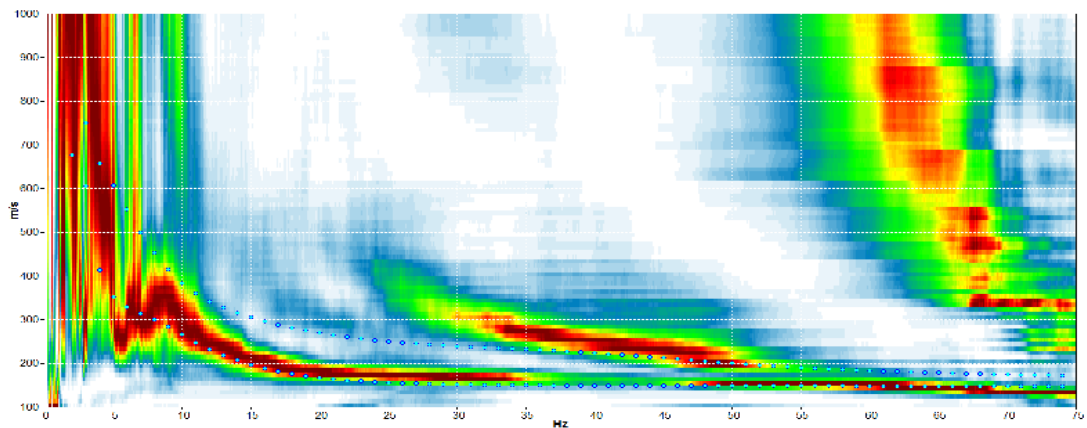
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



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.



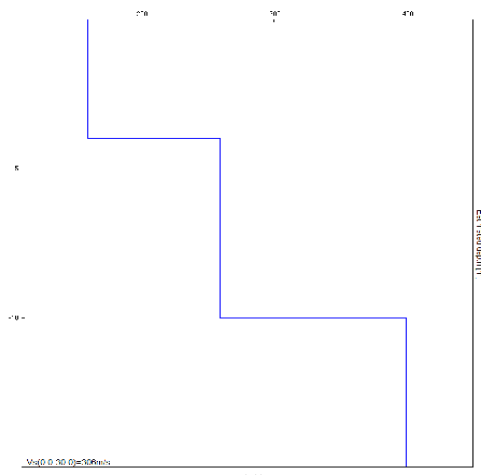
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



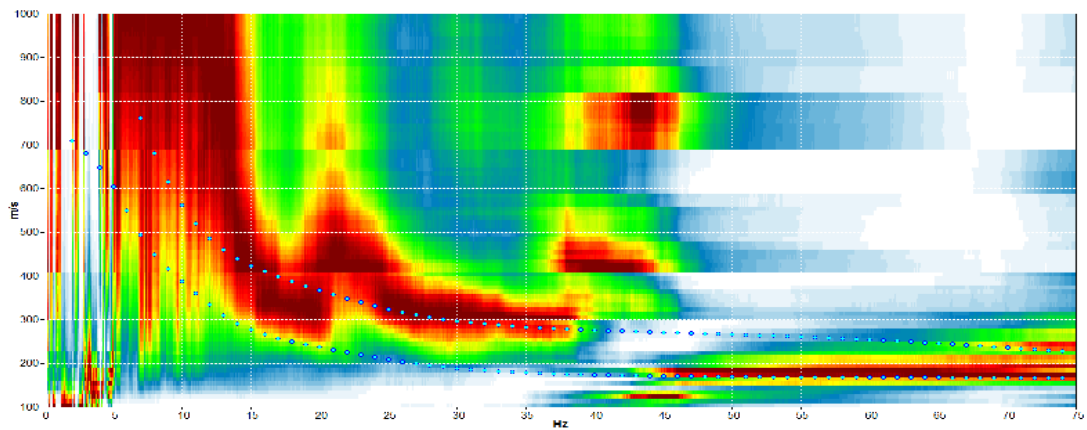
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



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.



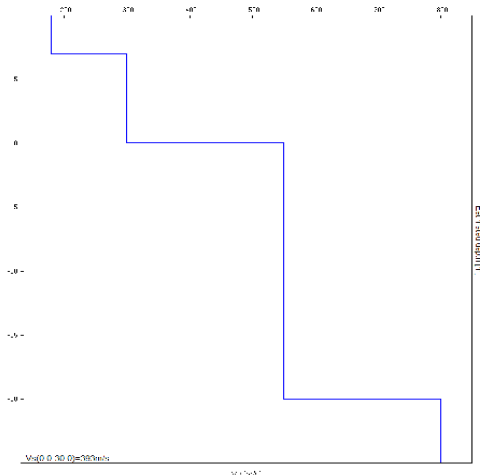
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



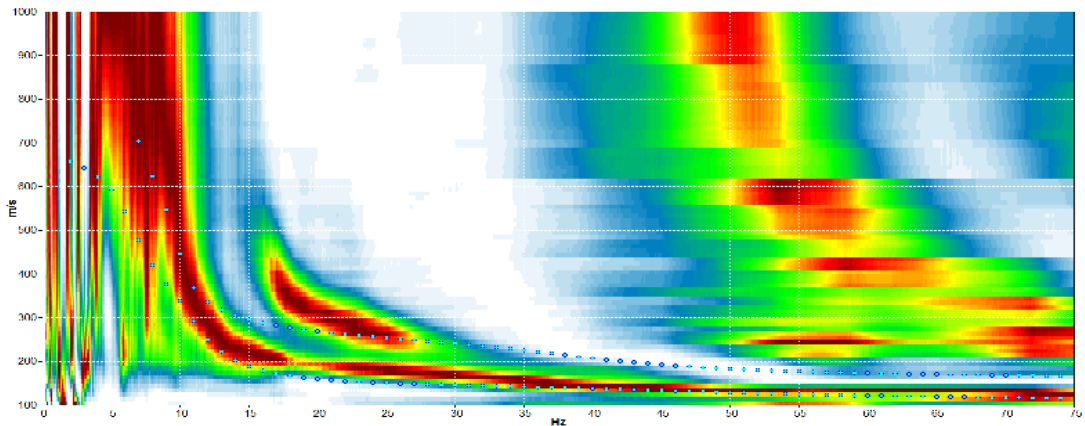
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_s – PROFONDITA'



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.



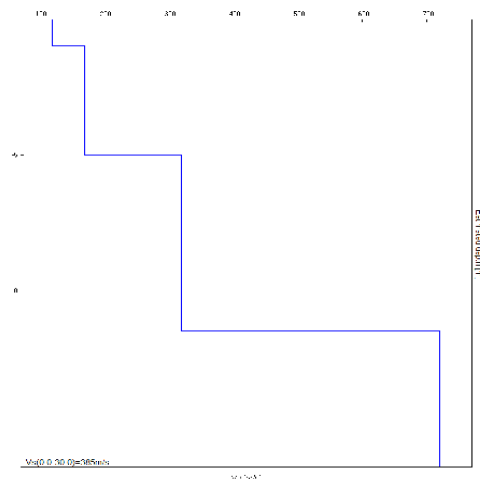
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



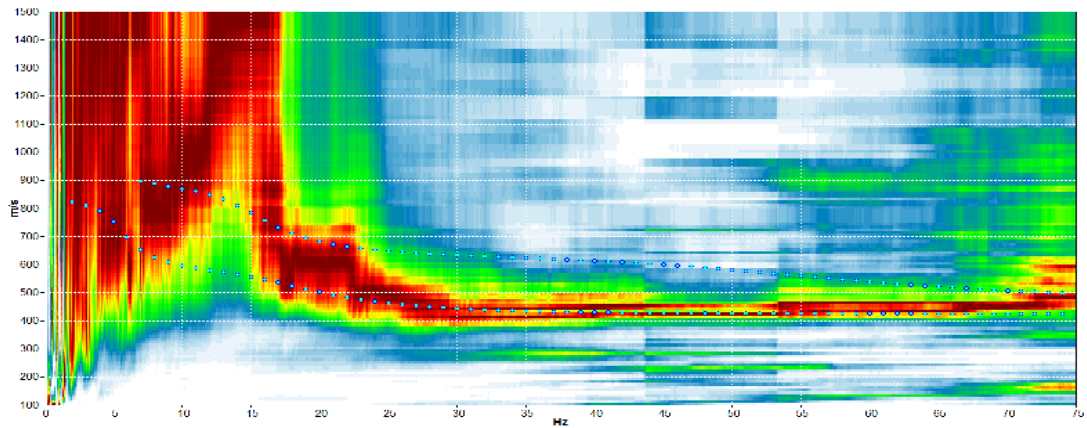
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



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.



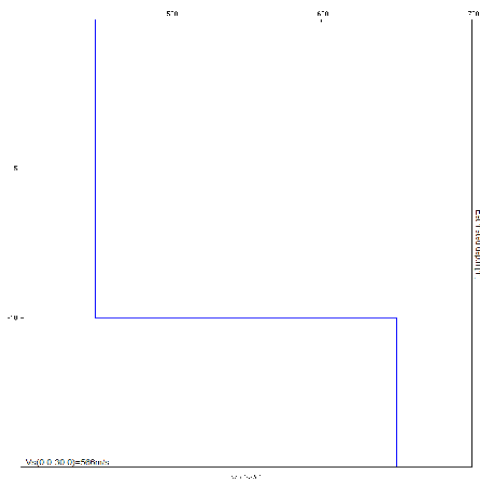
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



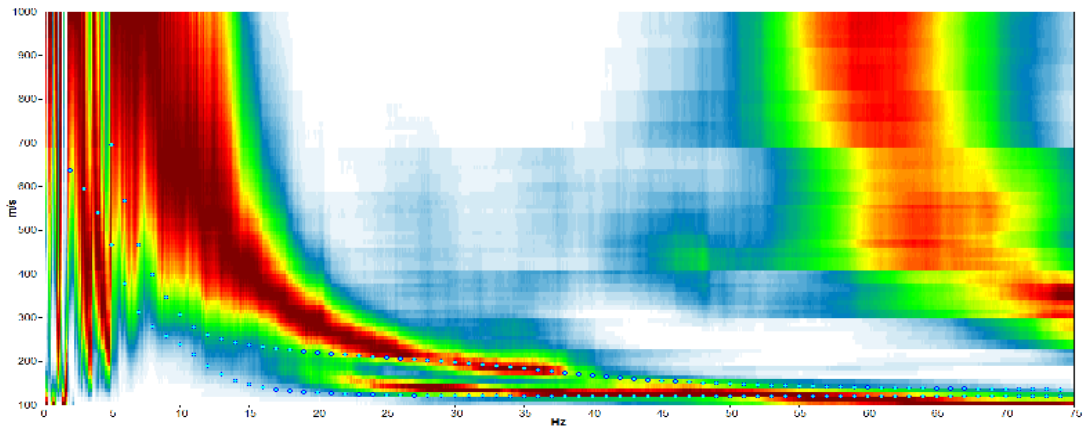
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



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.



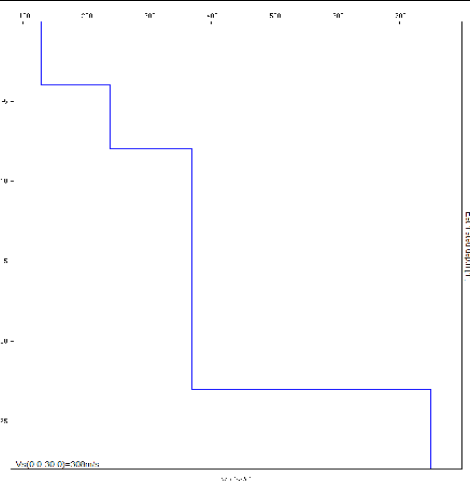
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



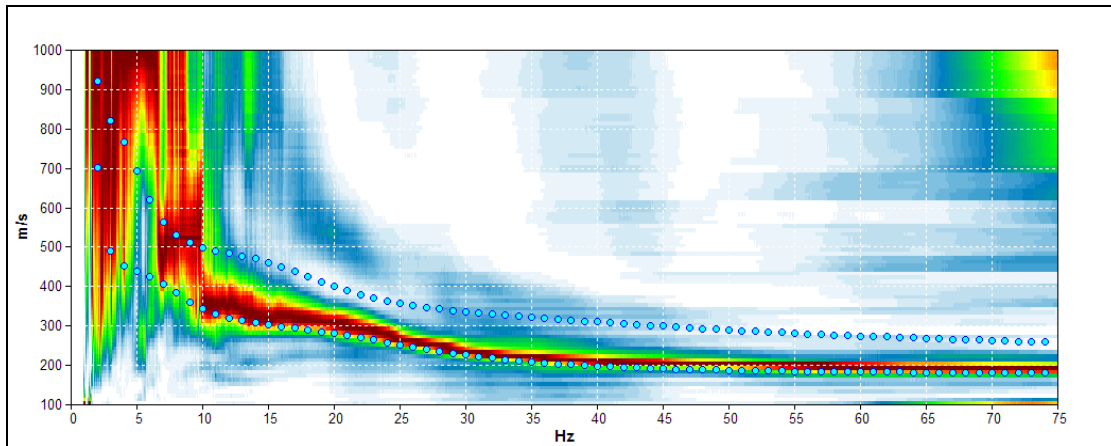
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



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

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

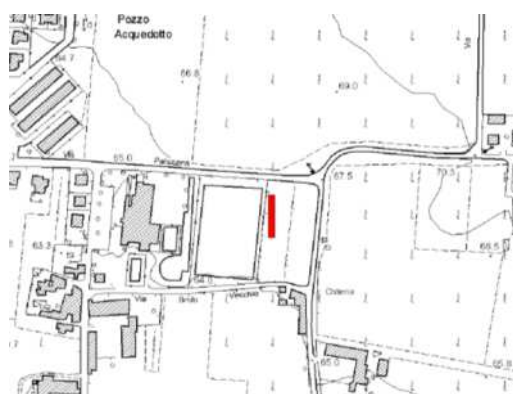
UBICAZIONE Re.Mi.



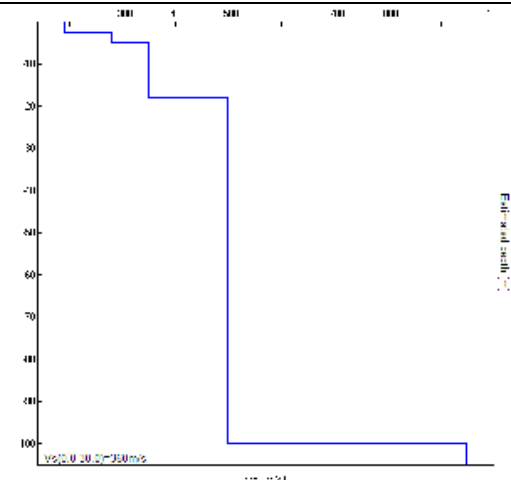
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



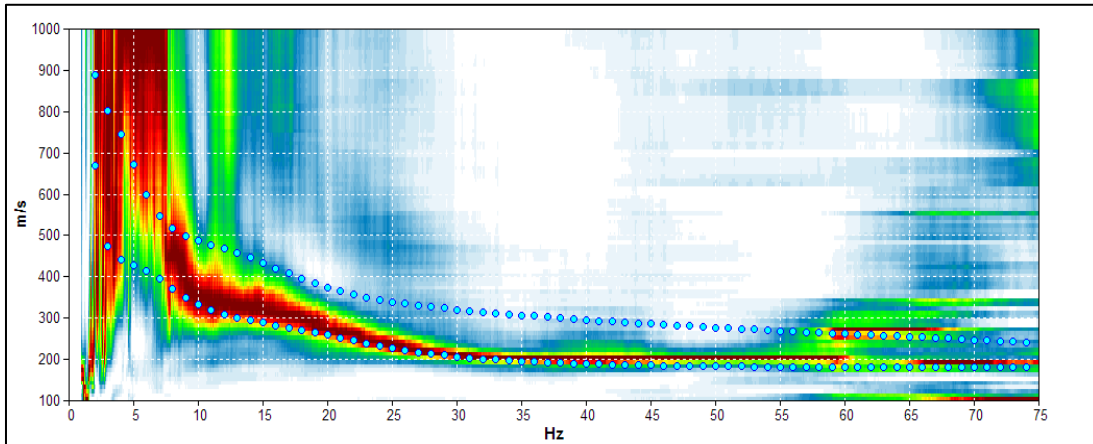
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_s – PROFONDITA'



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

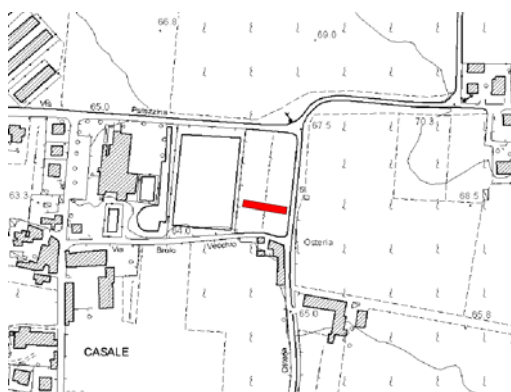
UBICAZIONE Re.Mi.



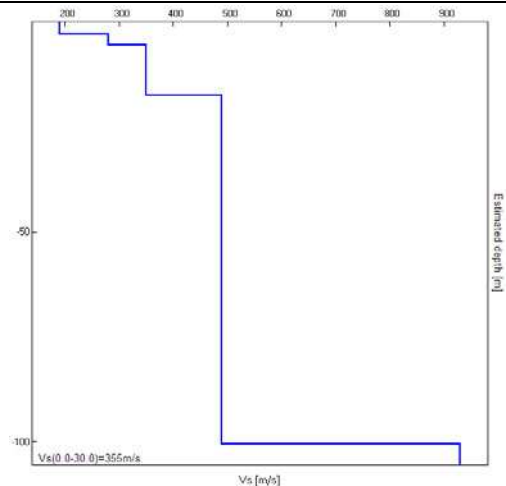
ORTOFOTO



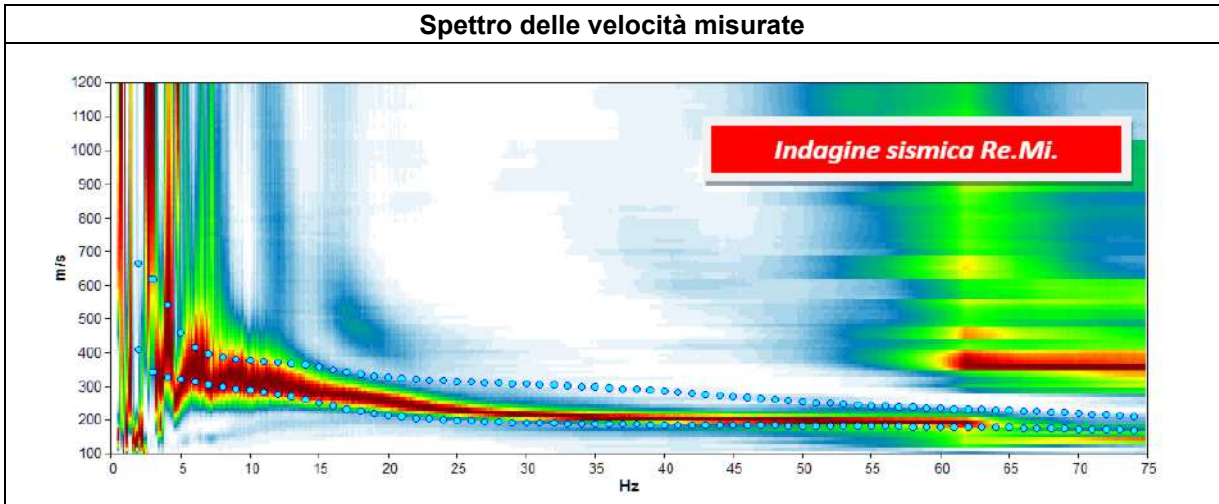
ESTRATTO C.T.R.



PROFILO SISMICO VELOCITA' V_s – PROFONDITA'

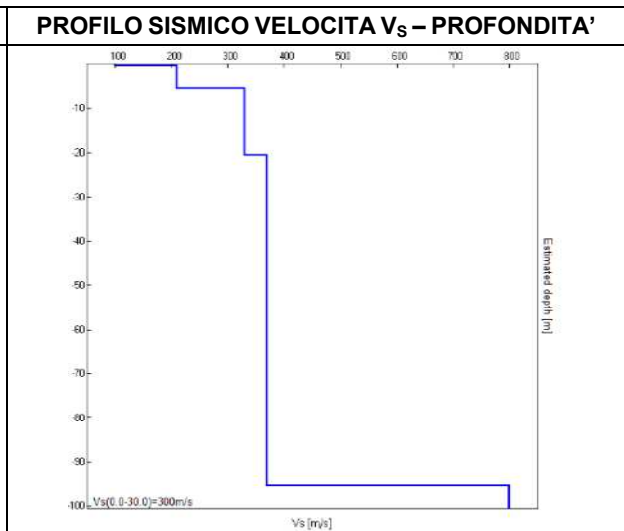
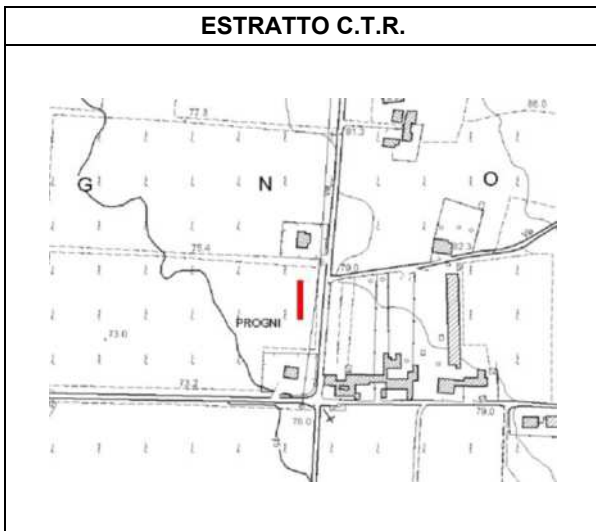
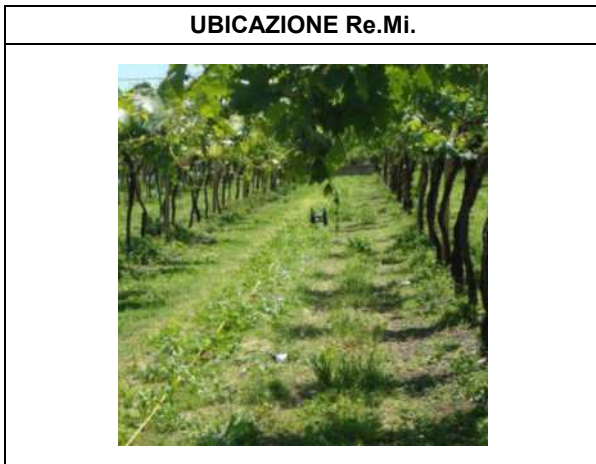


MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor) **AD2**



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

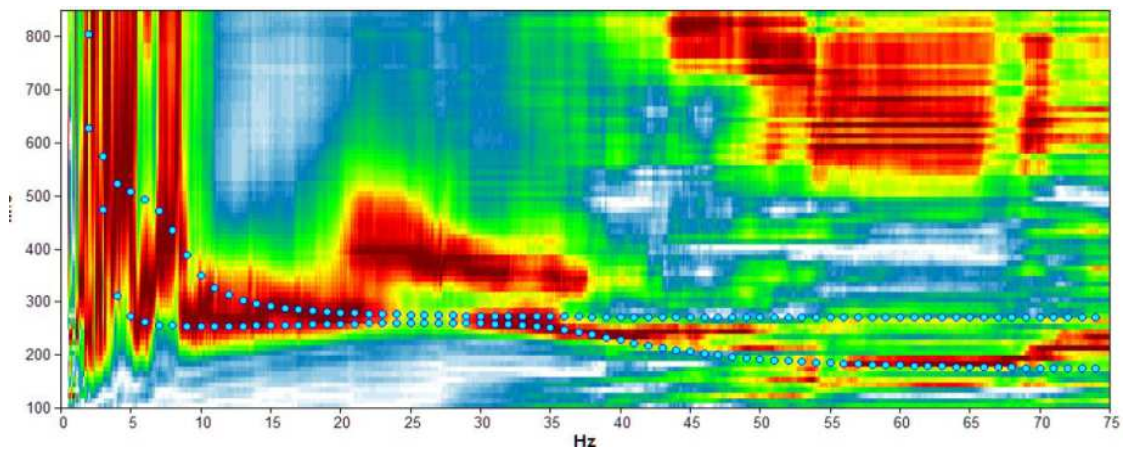
CODICE STAZIONE	AD2	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,44450
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	78 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,14183
LUNGHEZZA STENDIMENTO	45 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,44410
ANNO DI MISURA	2013	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,14176



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

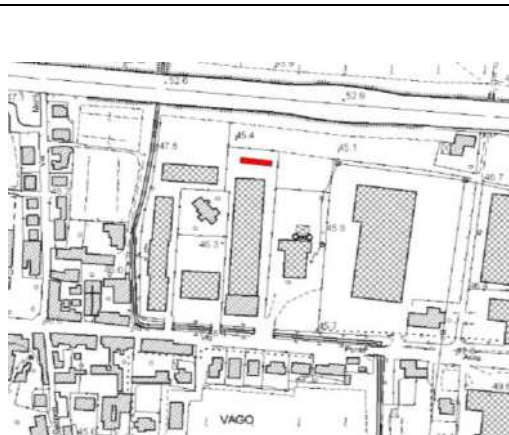
UBICAZIONE Re.Mi.



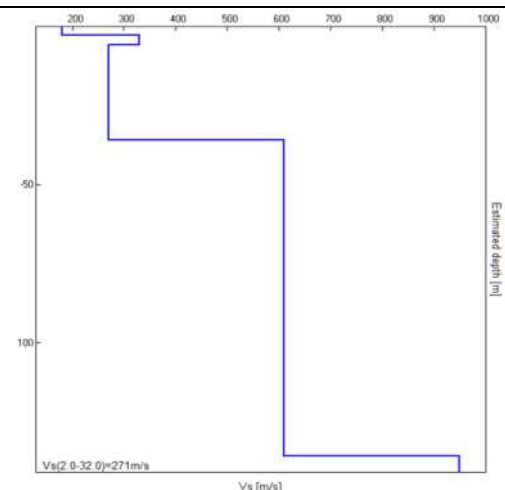
ORTOFOTO



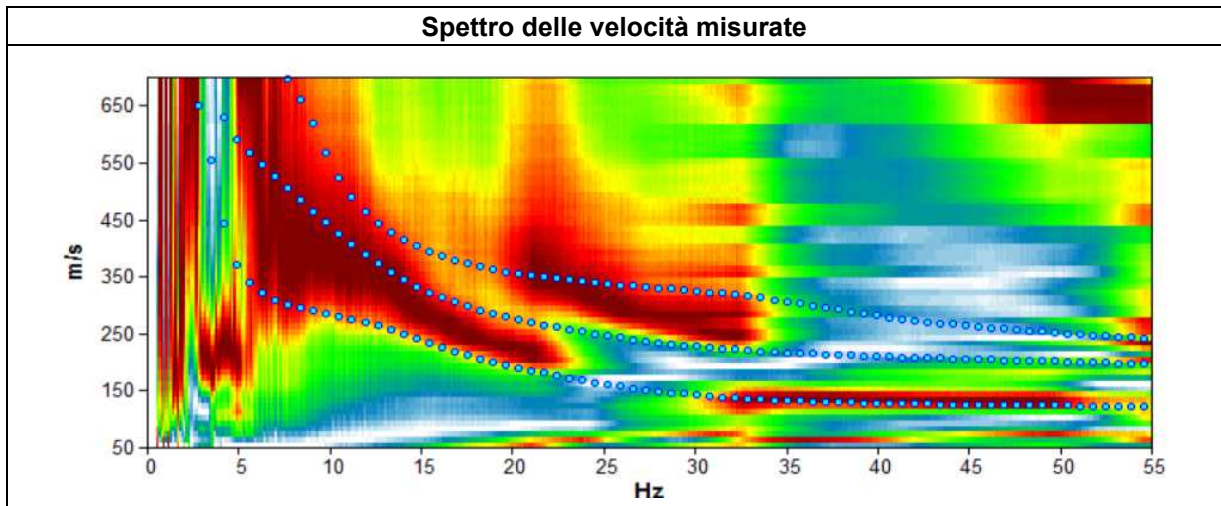
ESTRATTO C.T.R.



PROFILO SISMICO VELOCITA' V_s – PROFONDITA'

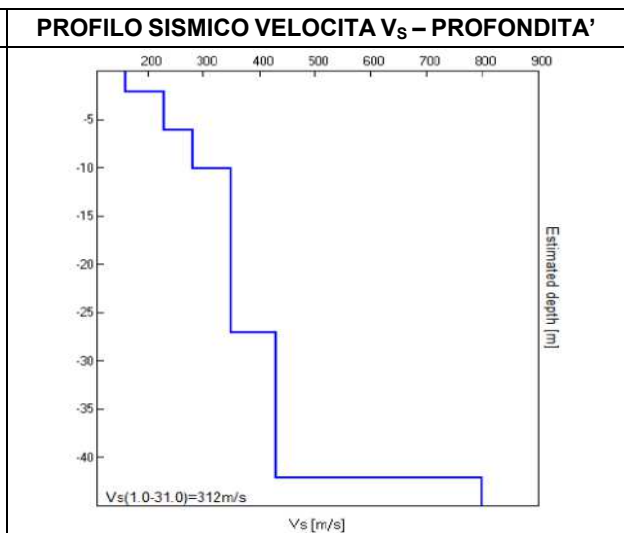
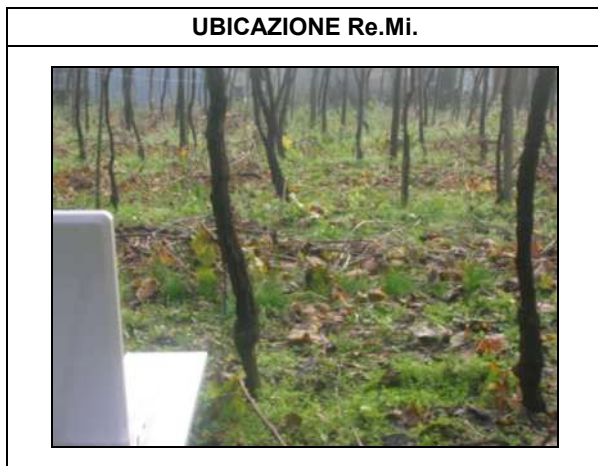


MISURA IN ARRAY DI TIPO Re.Mi. (Refraction Microtremor)	AD4
--	------------



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

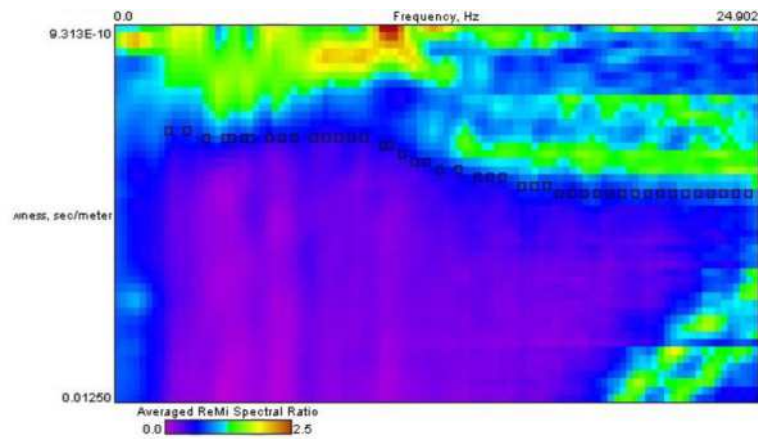
CODICE STAZIONE	AD4	LATITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	45,43952
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	65 m s.l.m.	LONGITUDINE WGS 84 – INIZIO STESA	11,13381
LUNGHEZZA STENDIMENTO	50 m	LATITUDINE WGS 84 – FINE STESA	45,43924
ANNO DI MISURA	2010	LONGITUDINE WGS 84 – FINE STESA	11,13444



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.



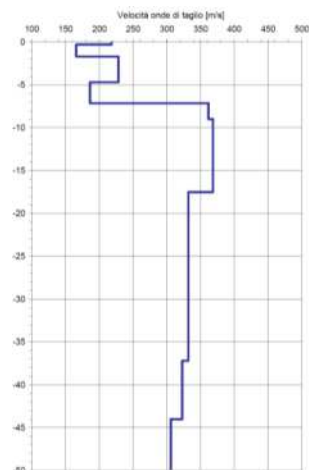
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



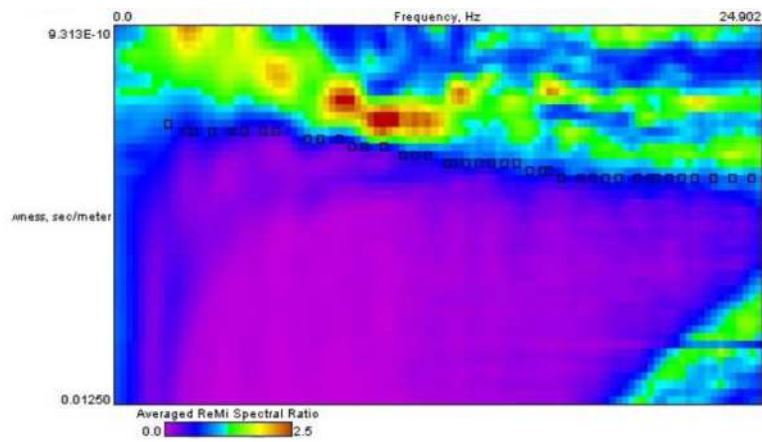
PROFILO SISMICO VELOCITA' V_s – PROFONDITA'



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.



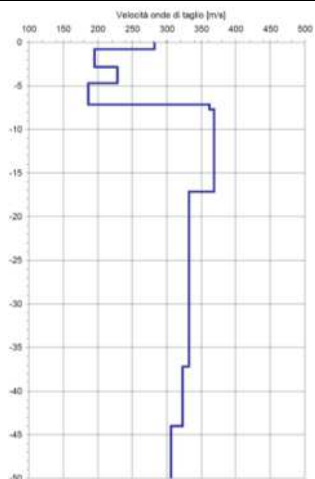
ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.

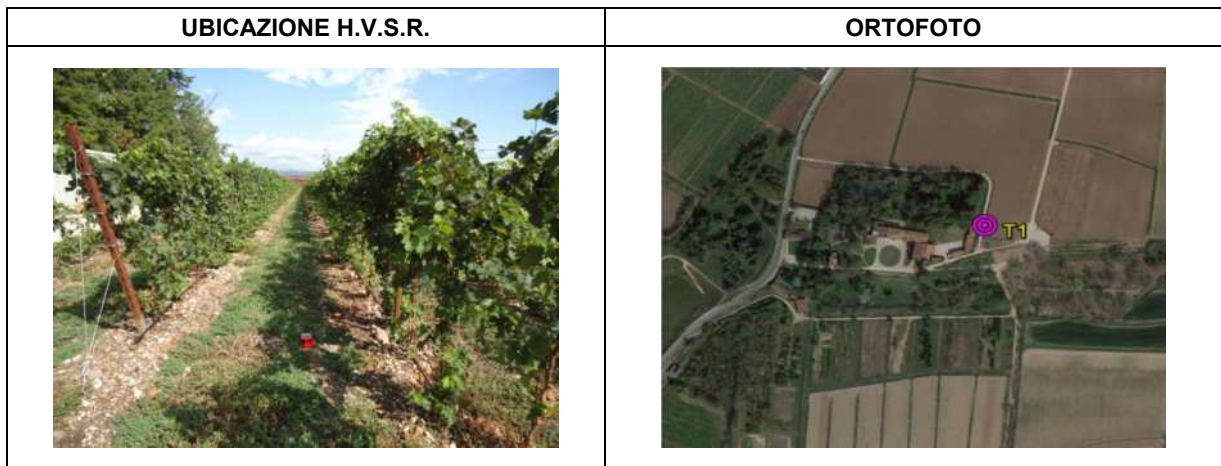
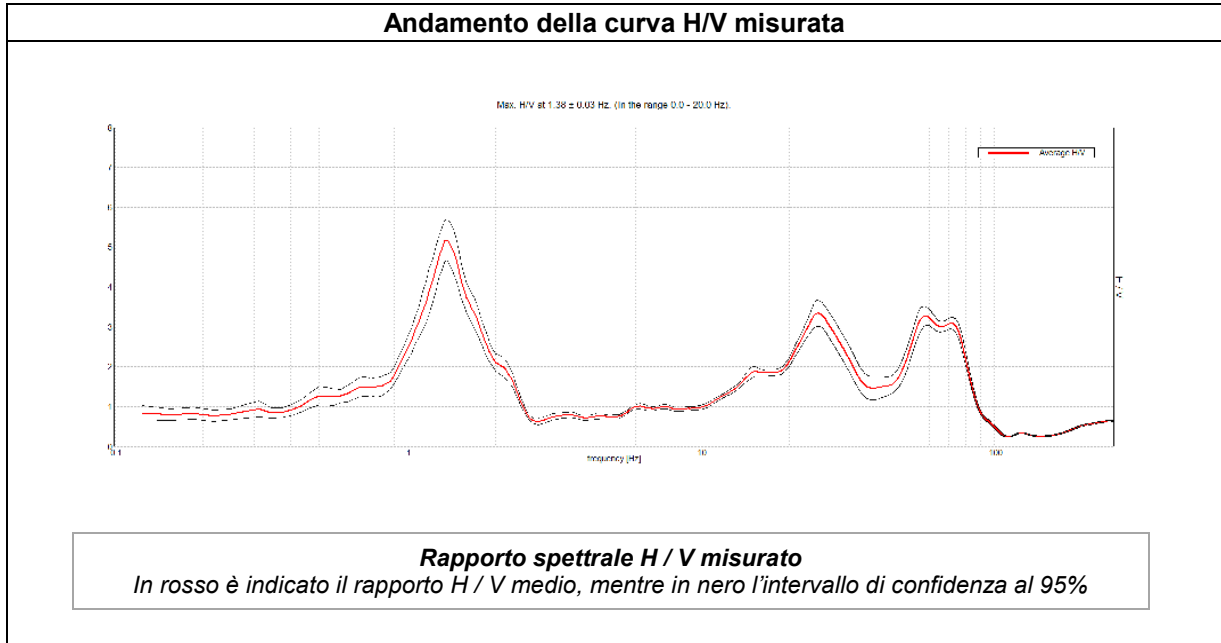


PROFILO SISMICO VELOCITA' V_S – PROFONDITA'



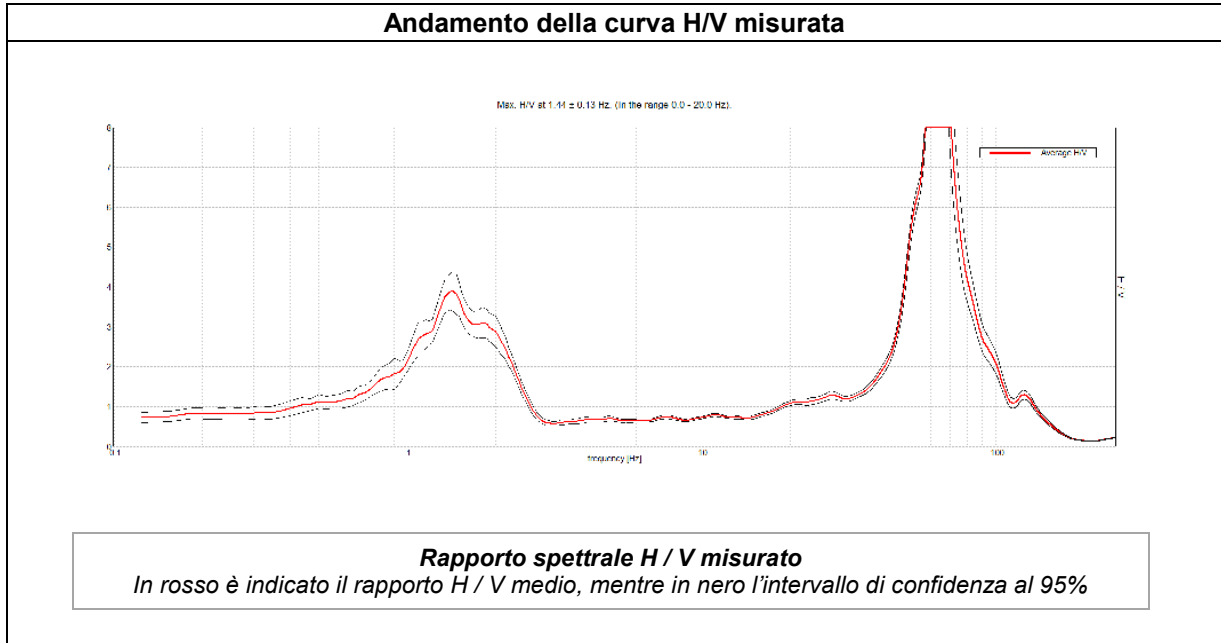
SCHEDE
DELLE MISURE A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.


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



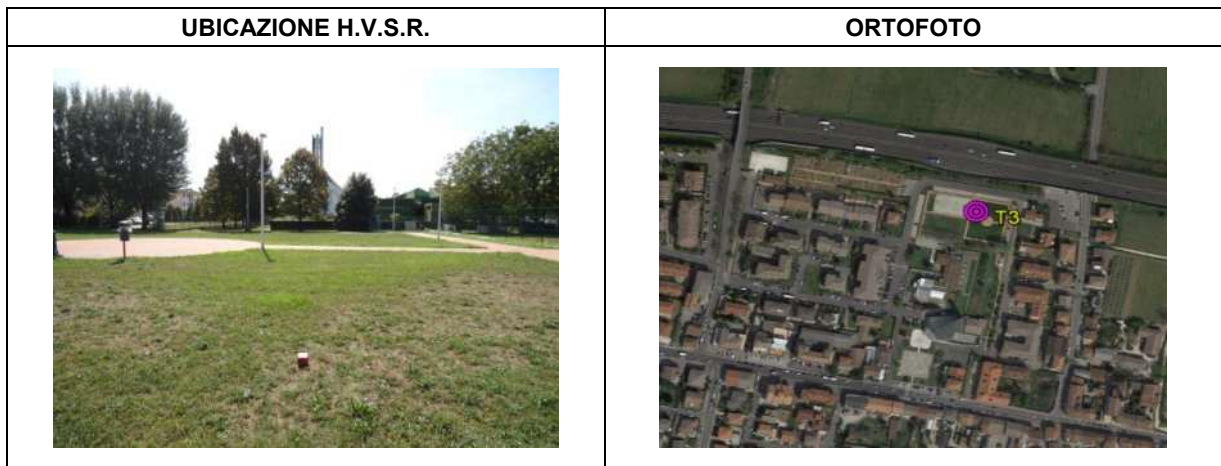
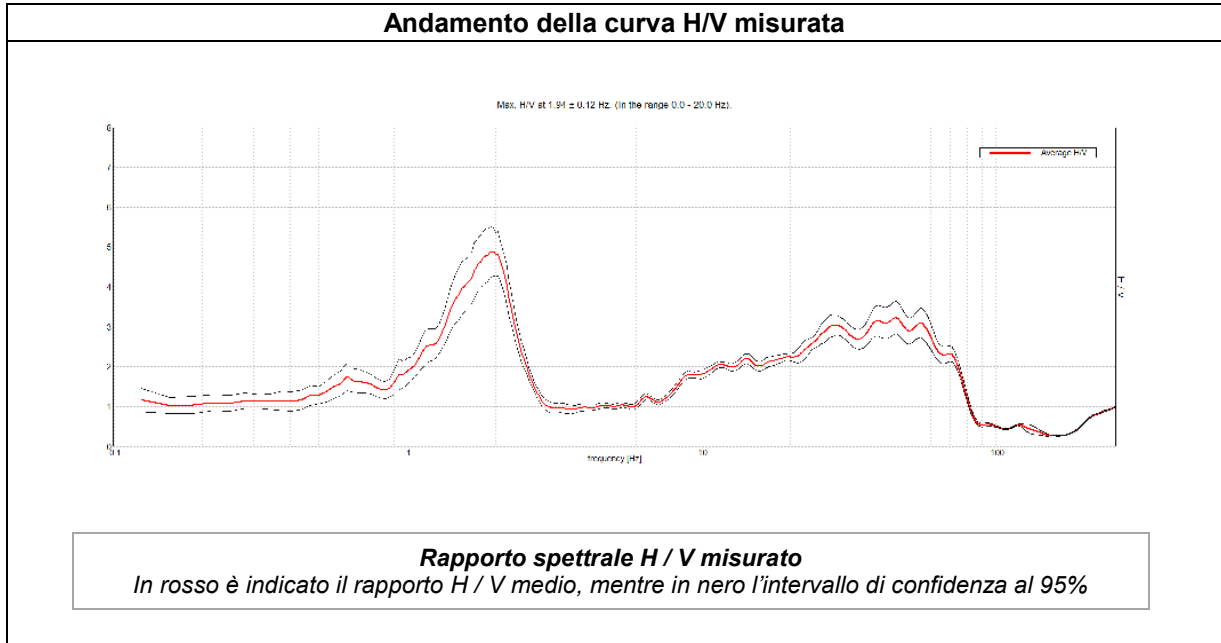
ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T1
	LATITUDINE WGS 84	45,40786
	LONGITUDINE WGS 84	11,13144
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	40,7 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,38 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO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



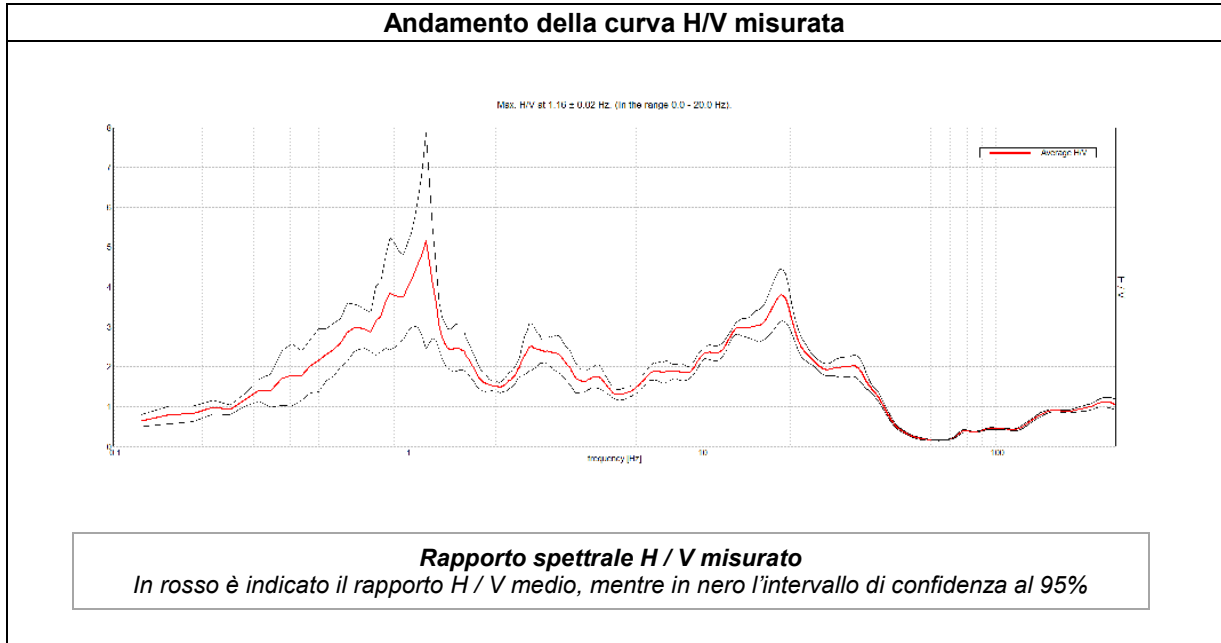
ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T2
	LATITUDINE WGS 84	45,41138
	LONGITUDINE WGS 84	11,12973
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	42 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,44 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO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



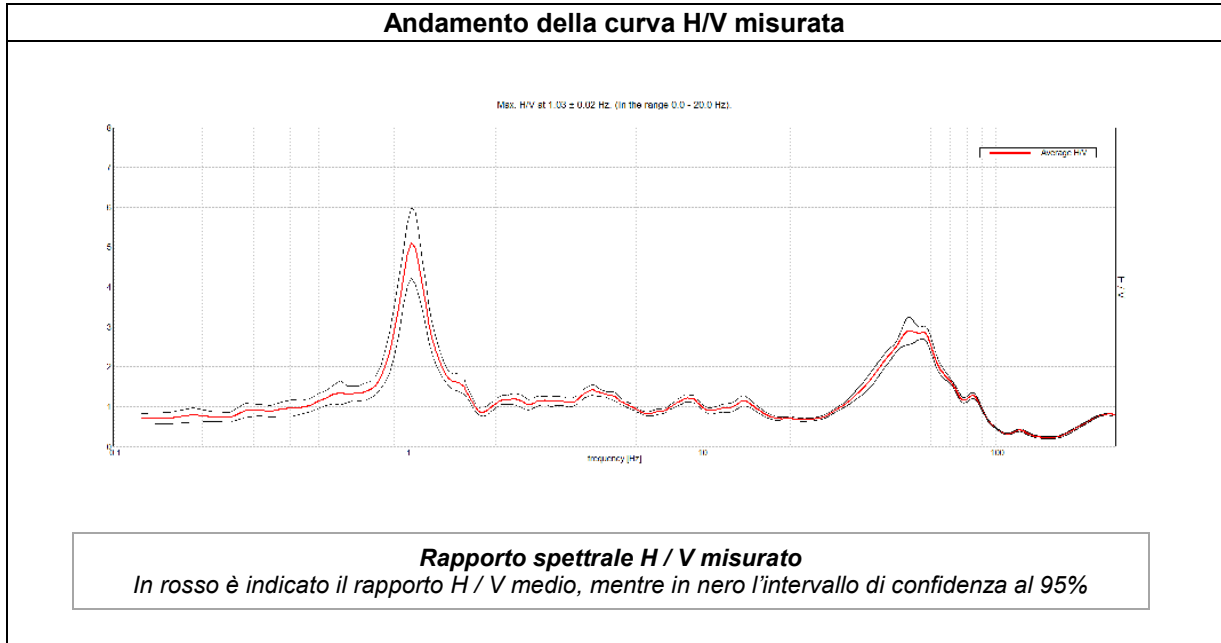
ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T3
	LATITUDINE WGS 84	45,42126
	LONGITUDINE WGS 84	11,13633
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	47 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,94 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO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

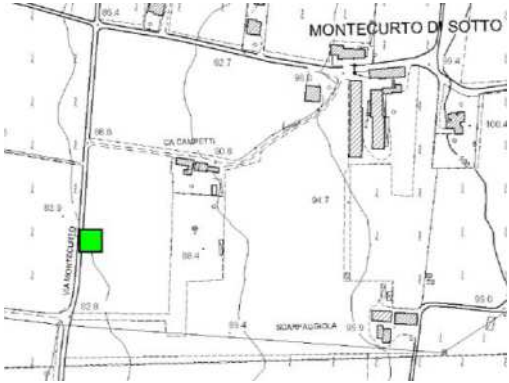
MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.	T4
---	-----------



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
---	-----------

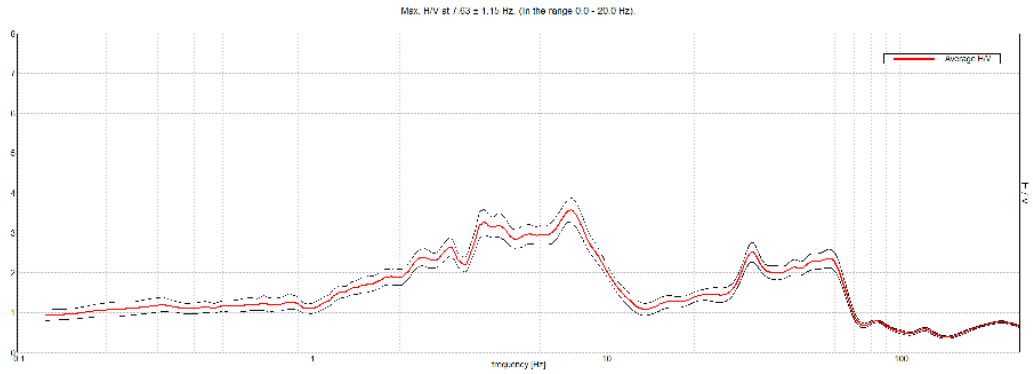


ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T5
	LATITUDINE WGS 84	45,45013
	LONGITUDINE WGS 84	11,14311
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	85 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,03 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO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



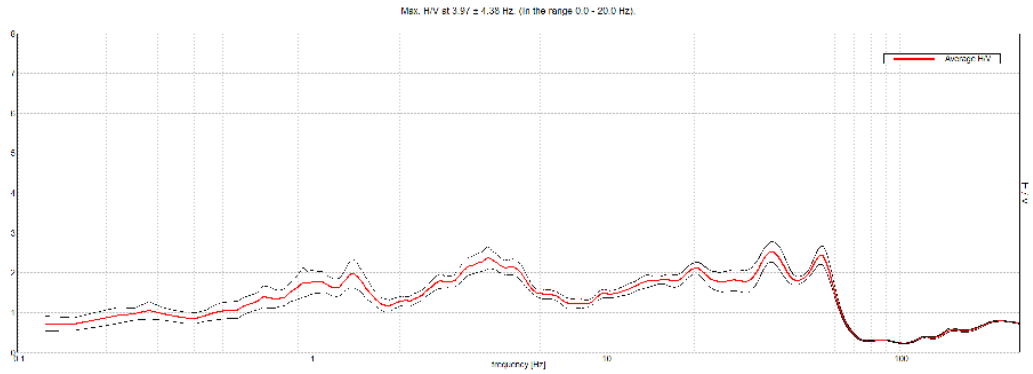
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

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



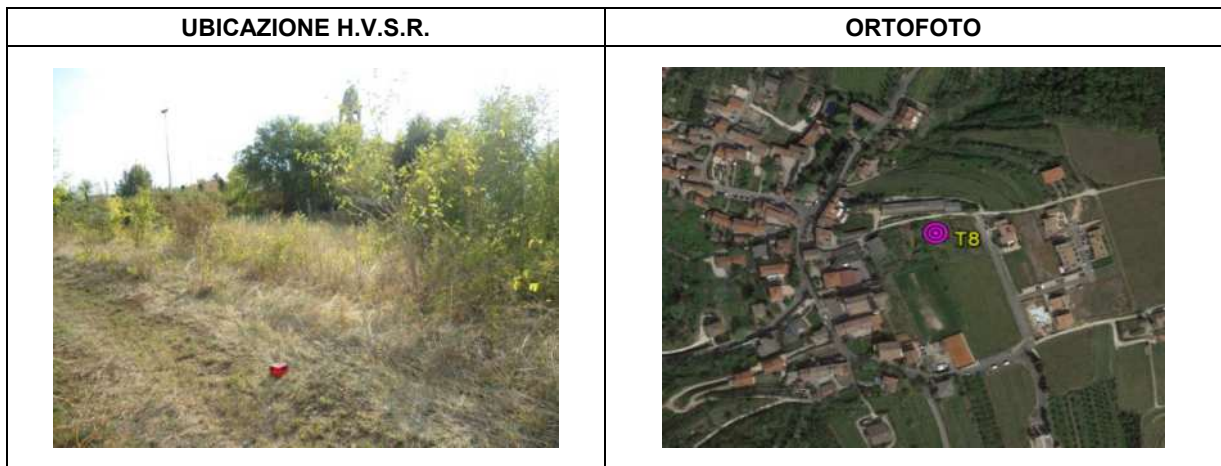
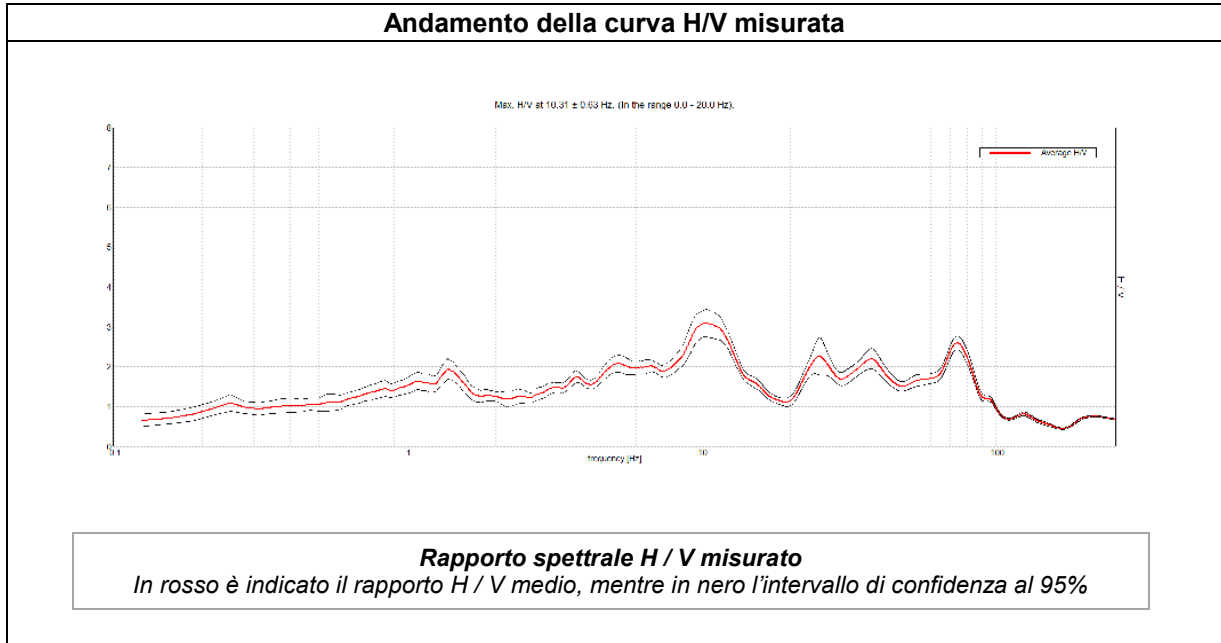
ESTRATTO C.T.R.



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

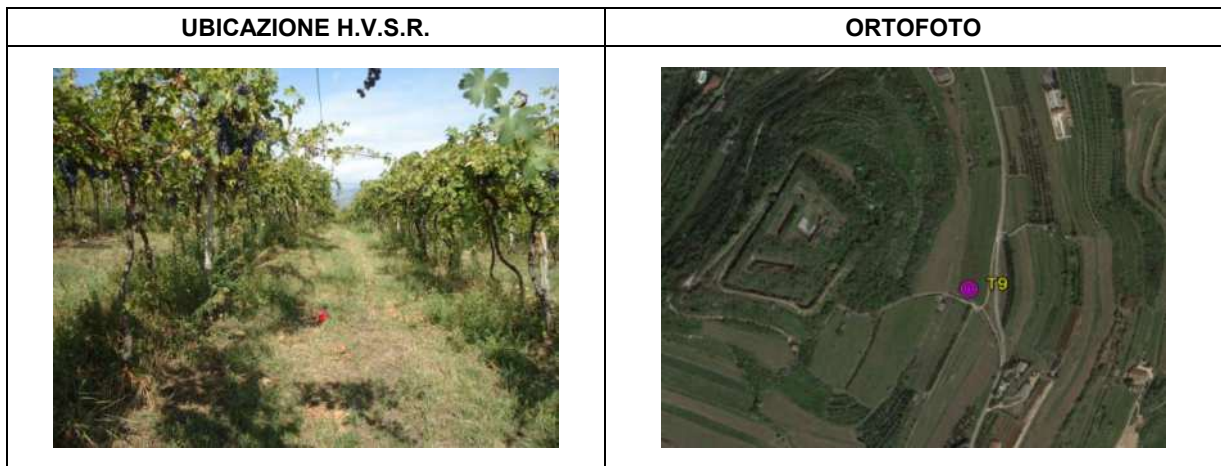
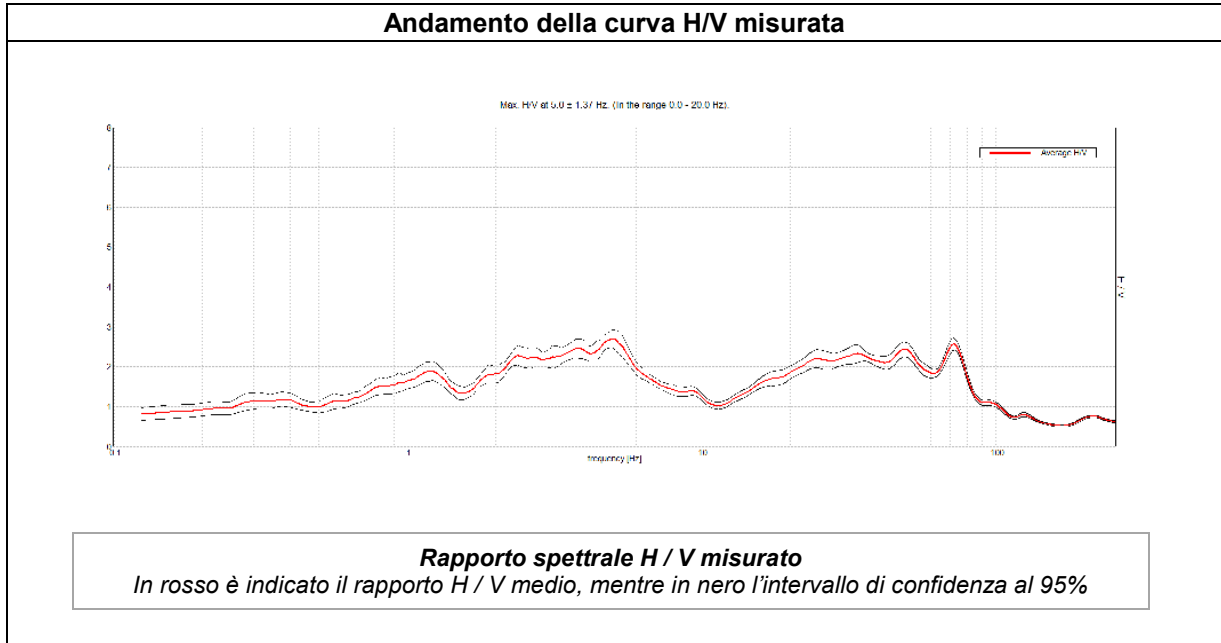
CODICE STAZIONE	T7
LATITUDINE WGS 84	45,45058
LONGITUDINE WGS 84	11,12315
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	194 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	3,97 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	3,97 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO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

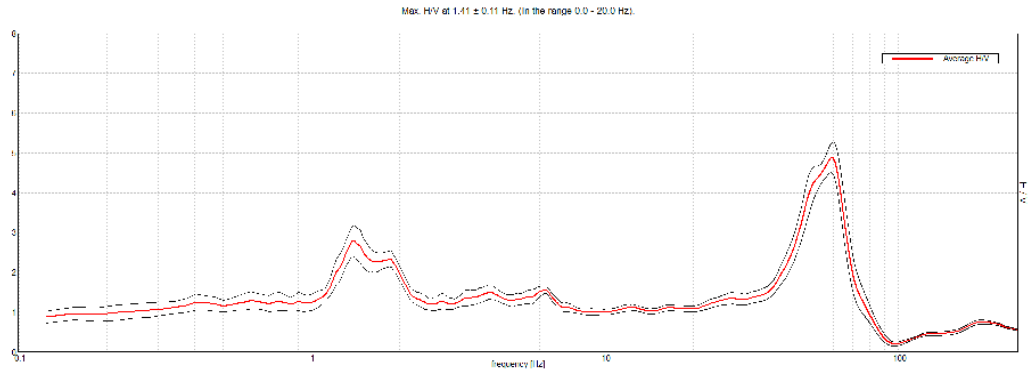


ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T9
	LATITUDINE WGS 84	45,44734
	LONGITUDINE WGS 84	11,12224
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	233 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	5,00 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO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



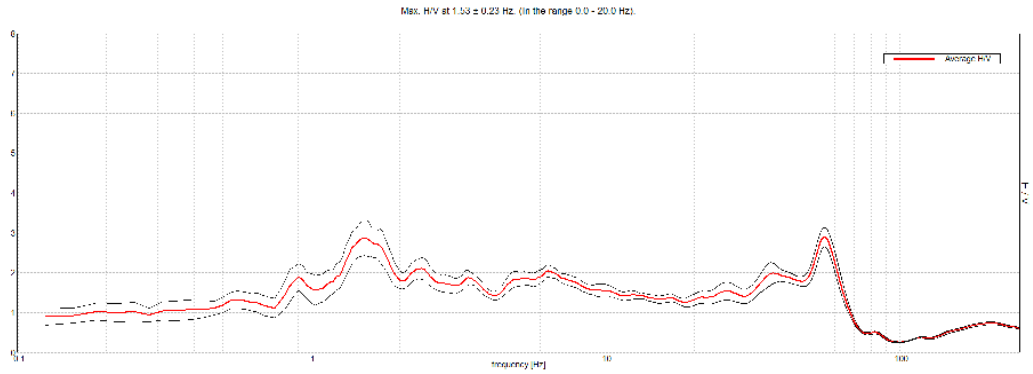
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

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



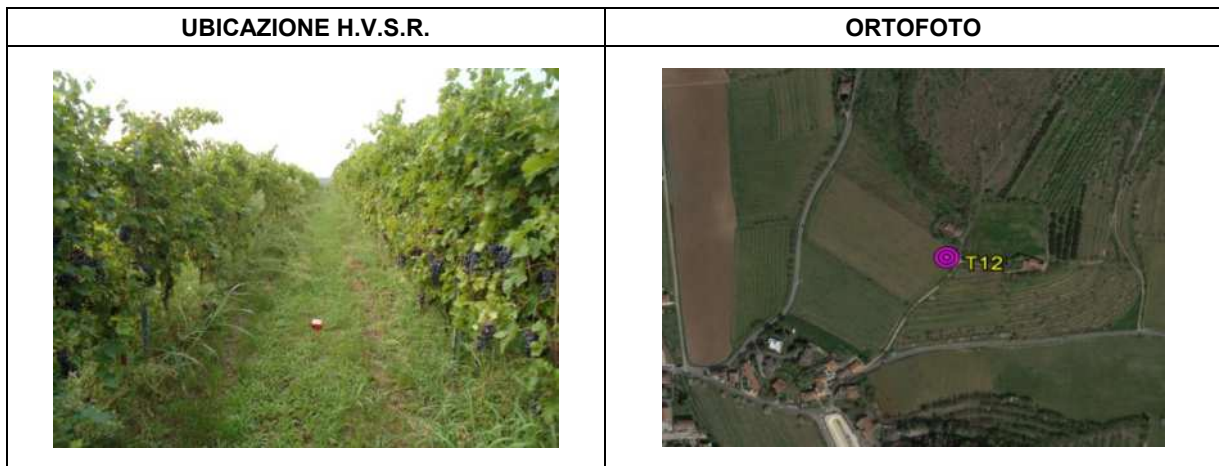
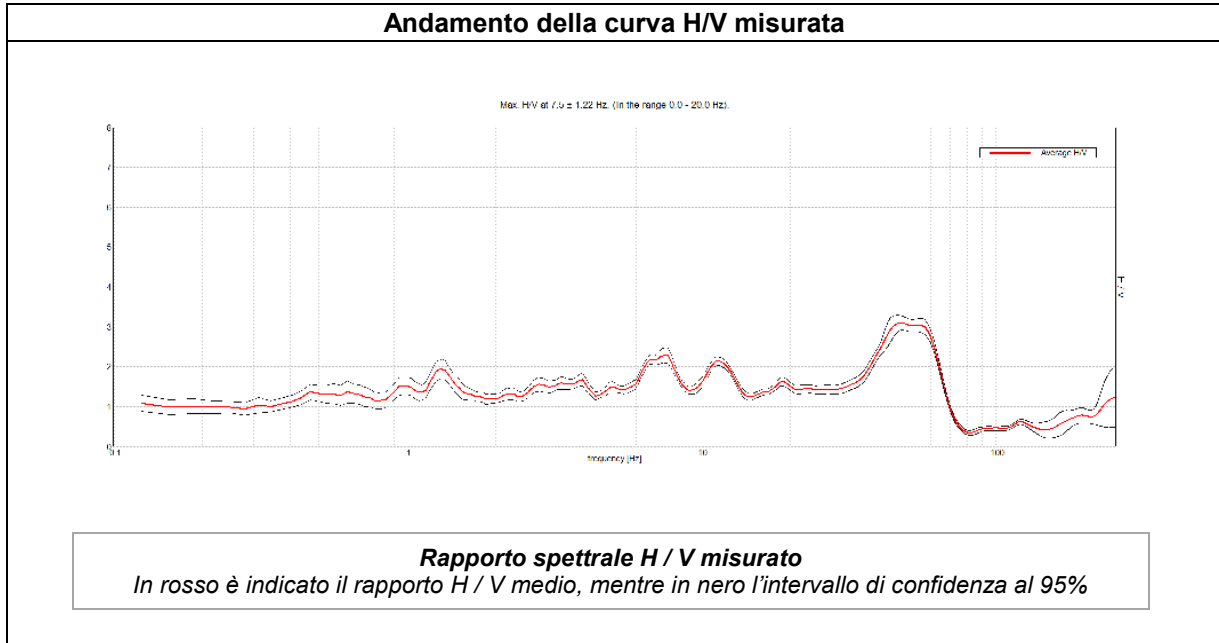
ESTRATTO C.T.R.



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
---	------------

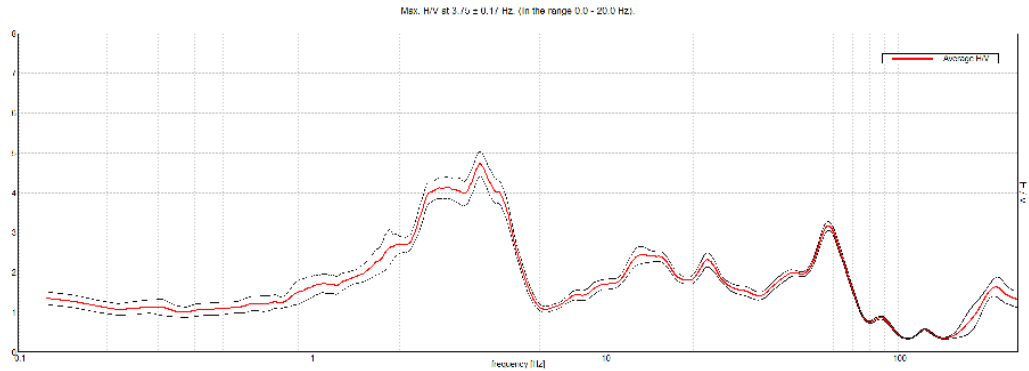


ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T12
	LATITUDINE WGS 84	45,42589
	LONGITUDINE WGS 84	11,12212
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	75 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	7,50 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO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



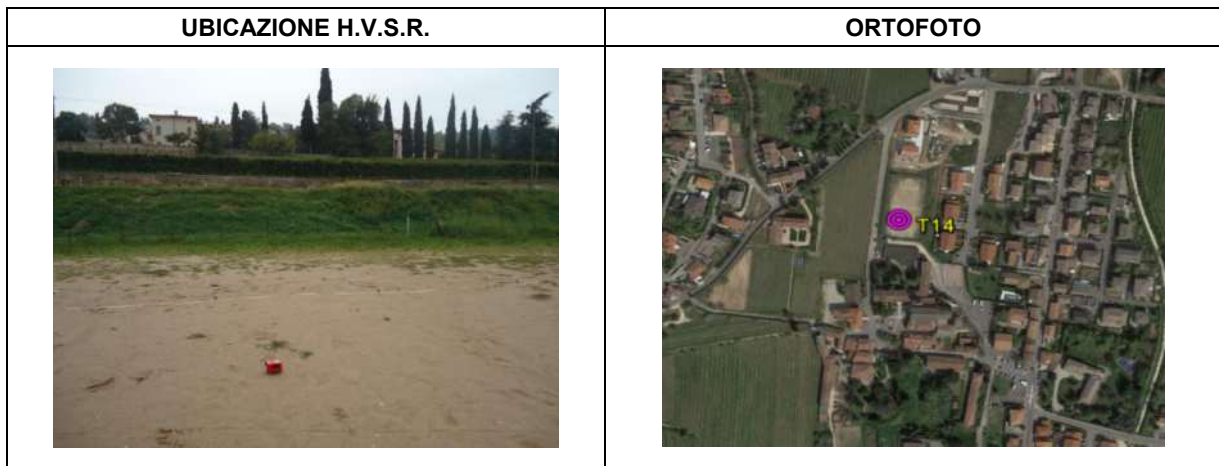
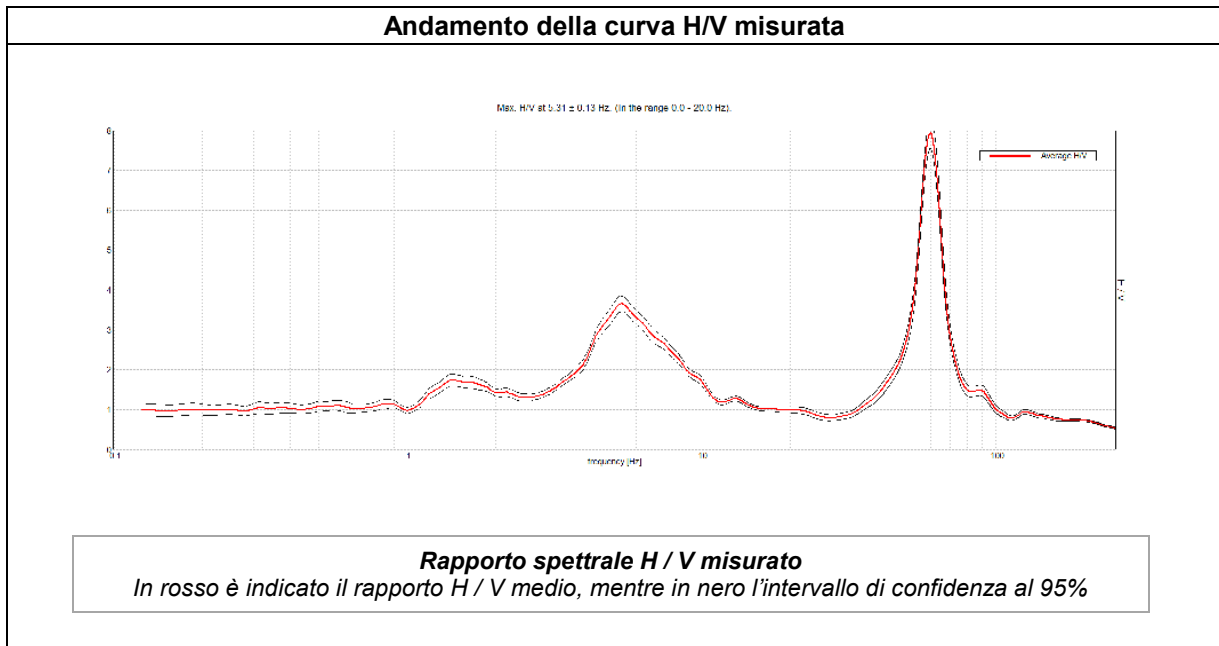
ESTRATTO C.T.R.



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

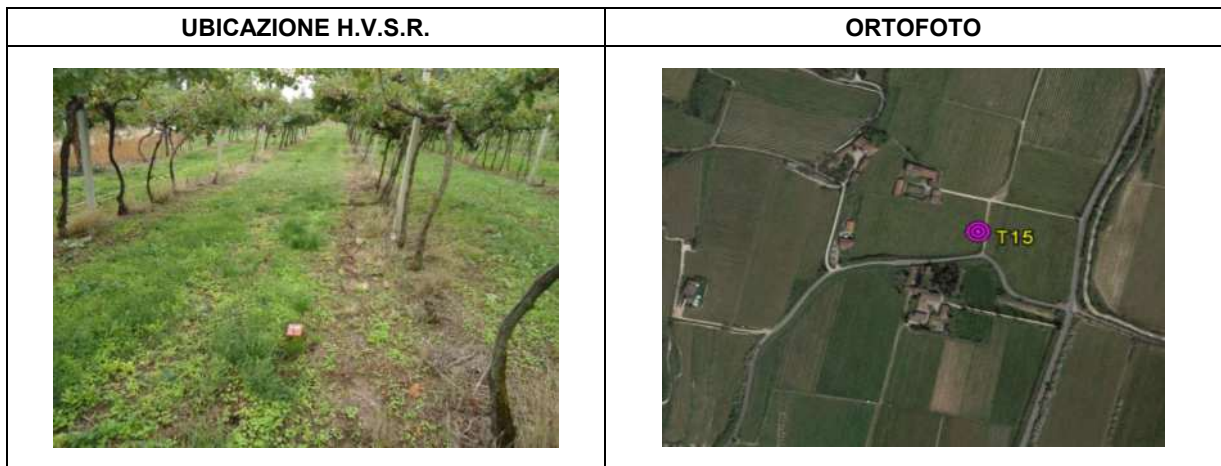
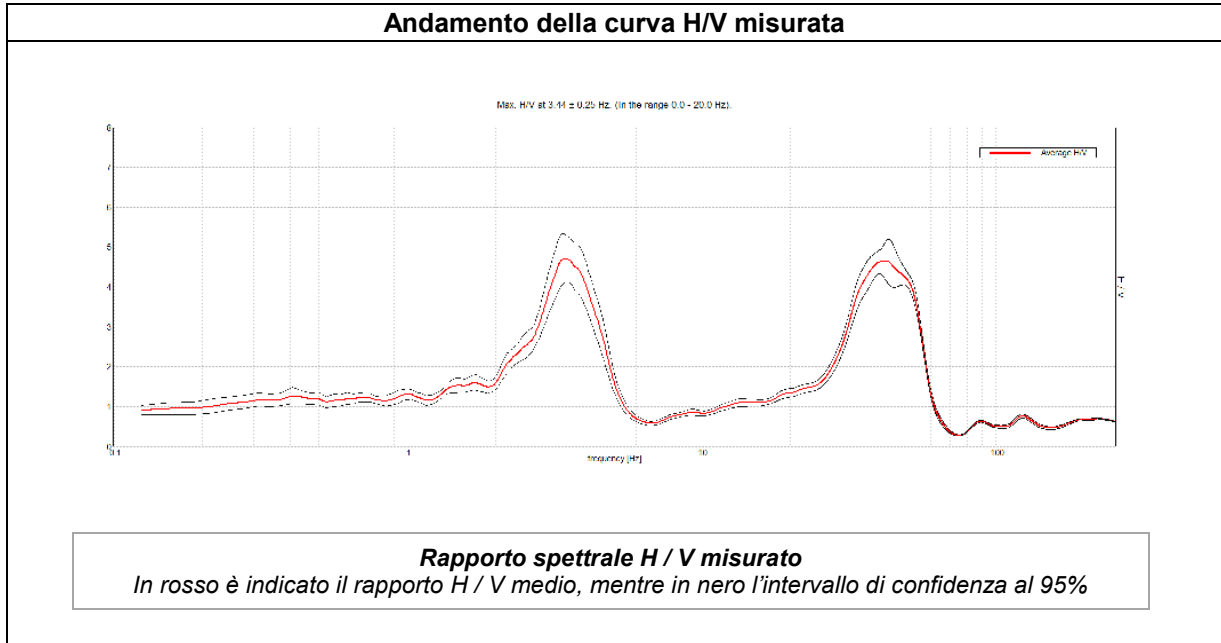
CODICE STAZIONE	T13
LATITUDINE WGS 84	45,42518
LONGITUDINE WGS 84	11,12608
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	46 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	3,75 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	3,75 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO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

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



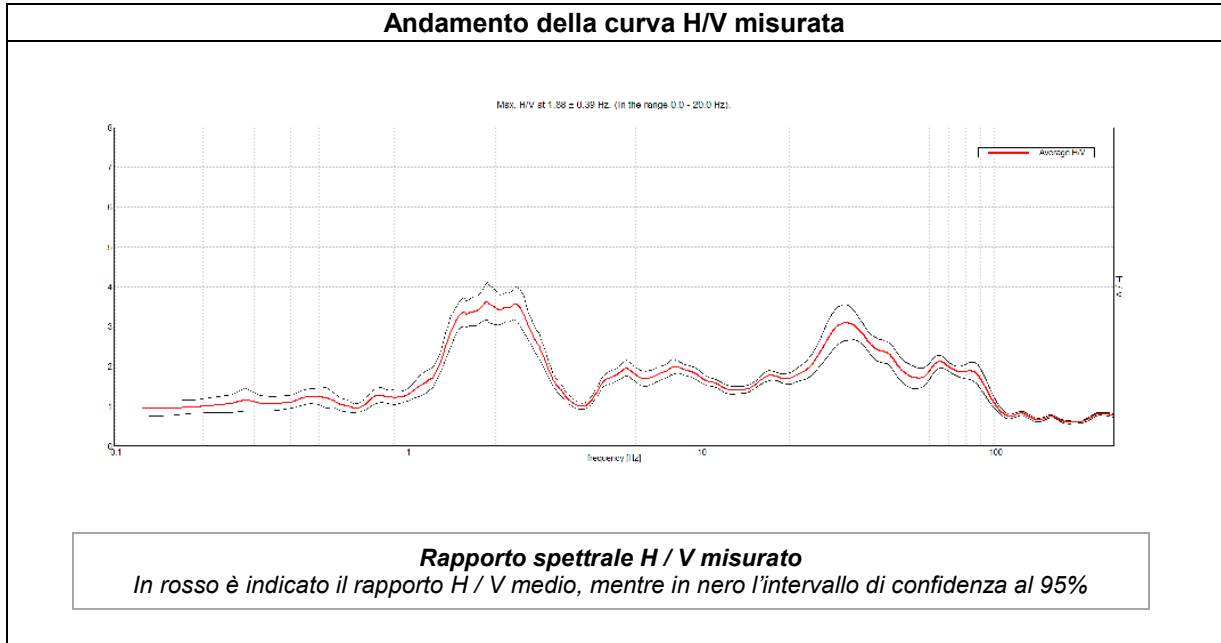
ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T14
	LATITUDINE WGS 84	45,44209
	LONGITUDINE WGS 84	11,13026
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	70 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	5,31 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO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



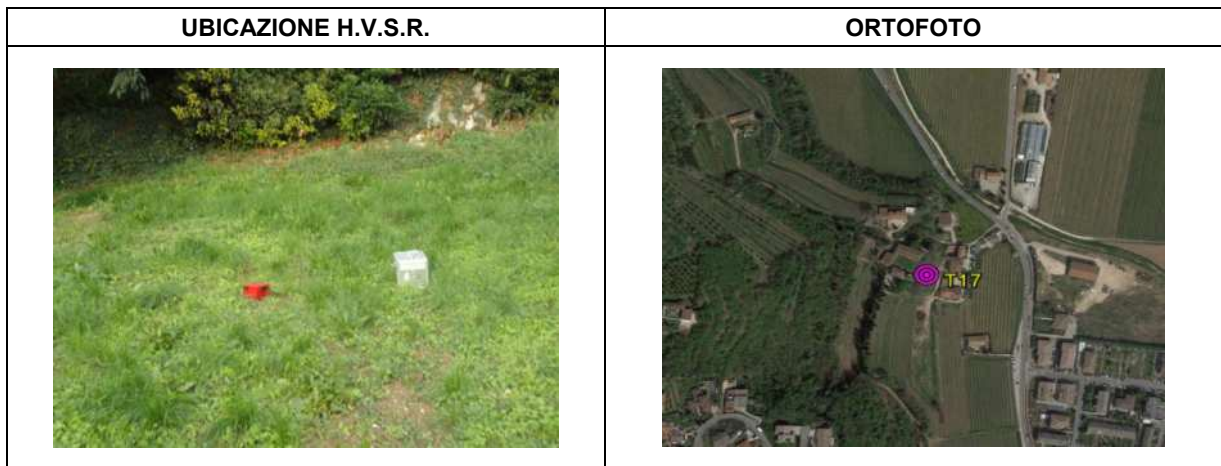
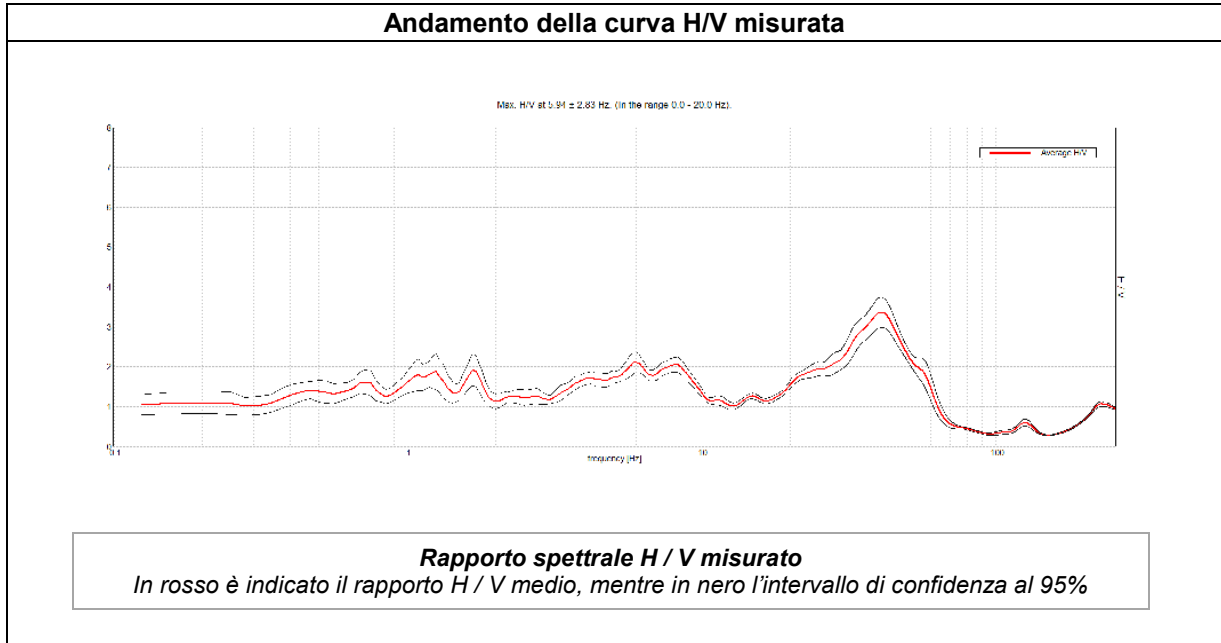
ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T15
	LATITUDINE WGS 84	45,46361
	LONGITUDINE WGS 84	11,12882
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	92 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	3,44 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO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

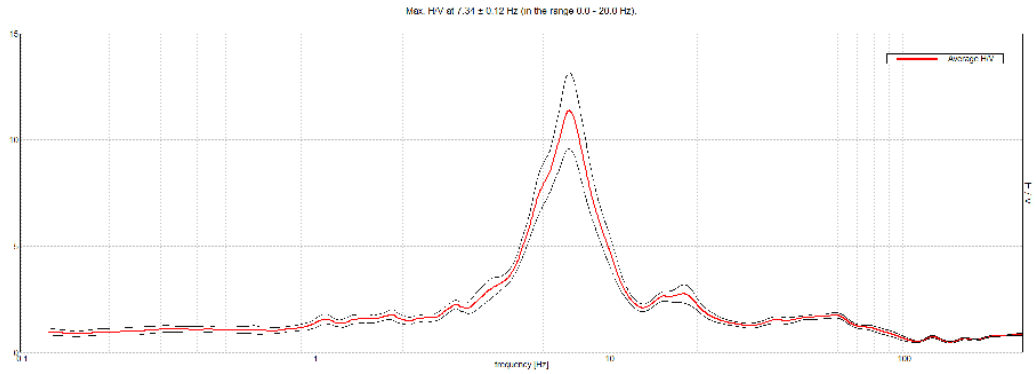


ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T17
	LATITUDINE WGS 84	45,43185
	LONGITUDINE WGS 84	11,13424
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	74 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	5,94 Hz
	FREQUENZA DI FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO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

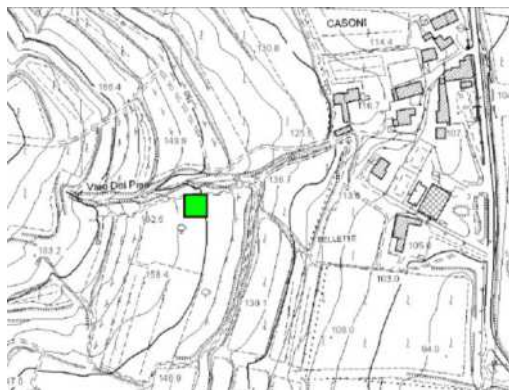
UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



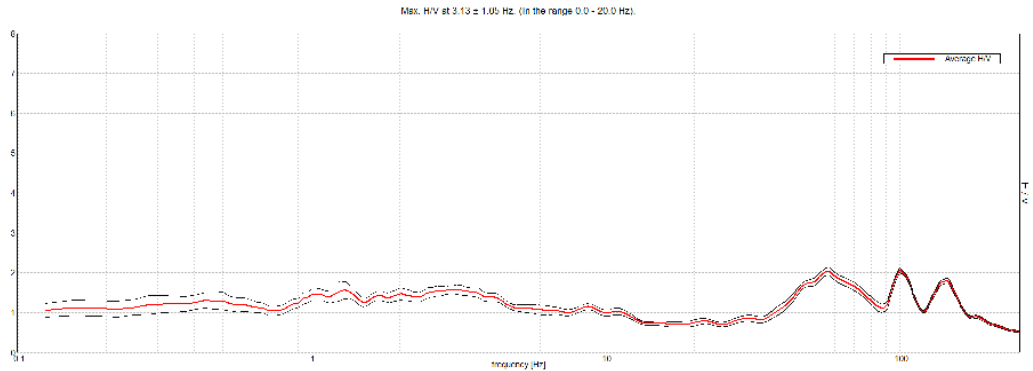
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

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.



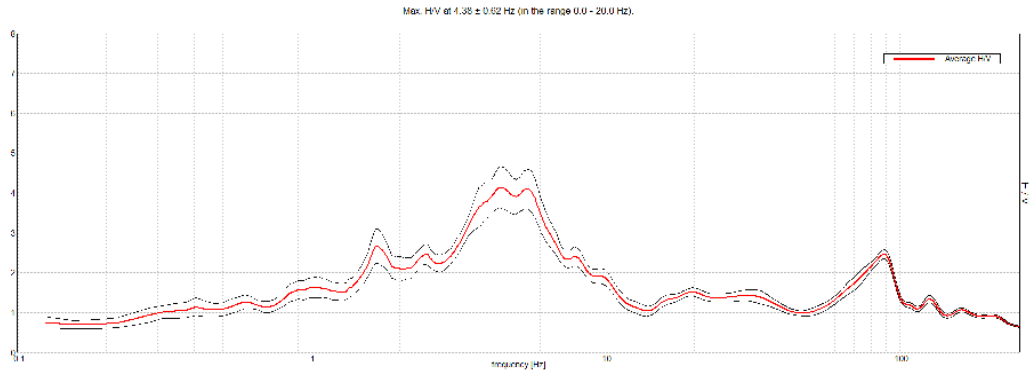
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

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



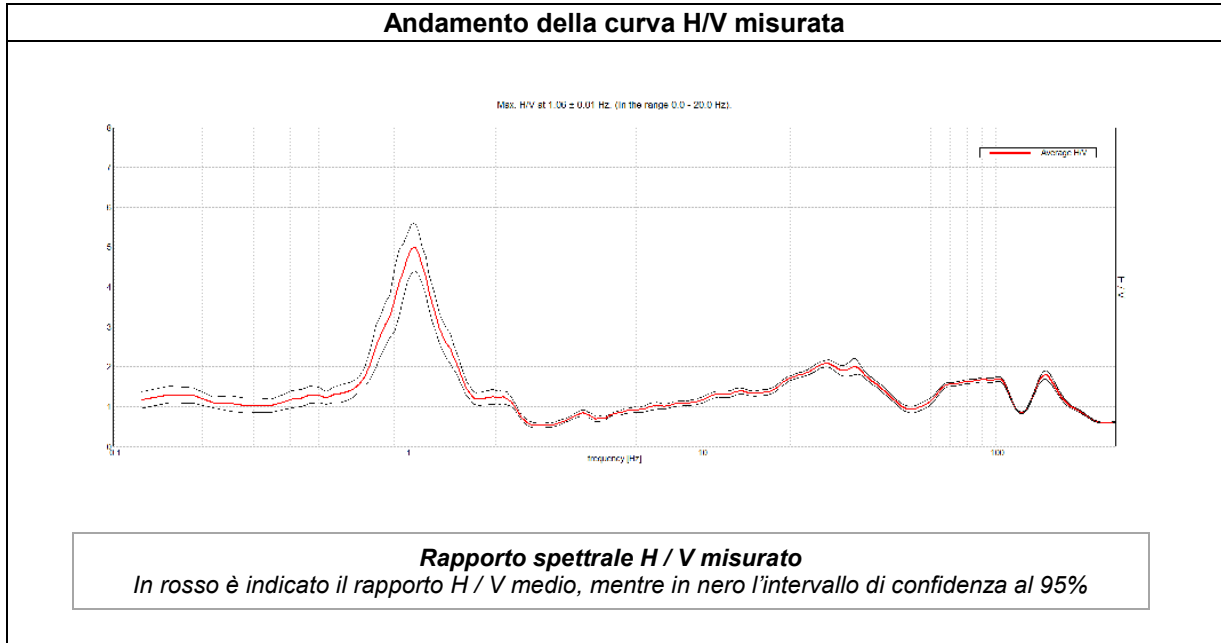
ESTRATTO C.T.R.



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

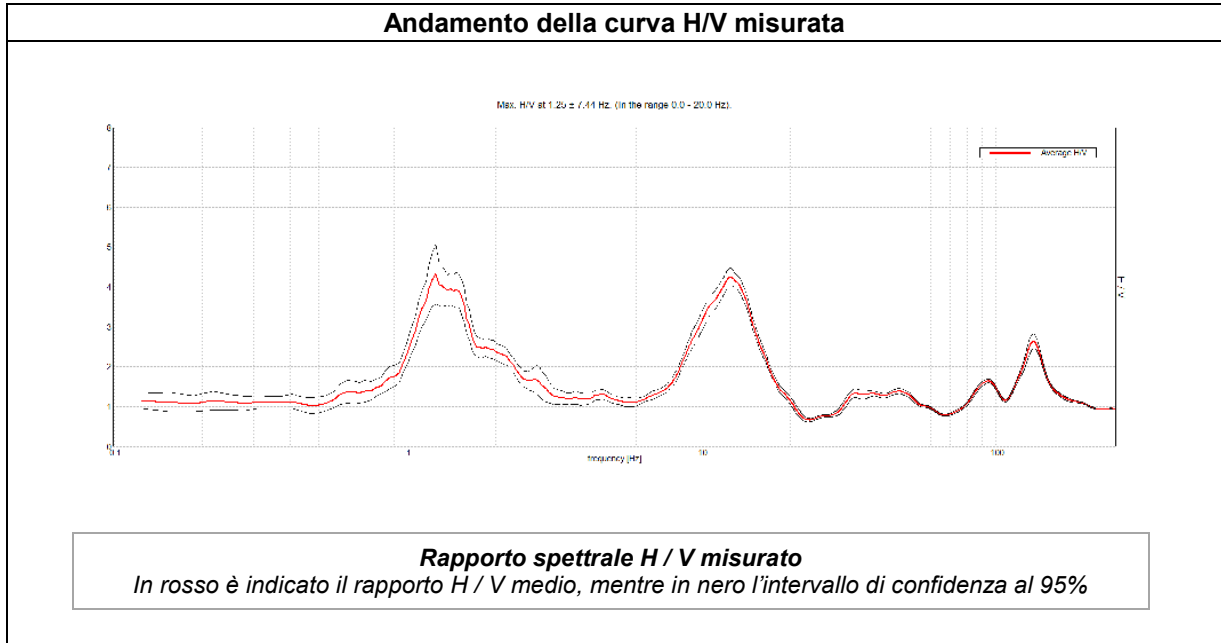
CODICE STAZIONE	T20
LATITUDINE WGS 84	45,44656
LONGITUDINE WGS 84	11,13180
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	70 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	4,38 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	4,38 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO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

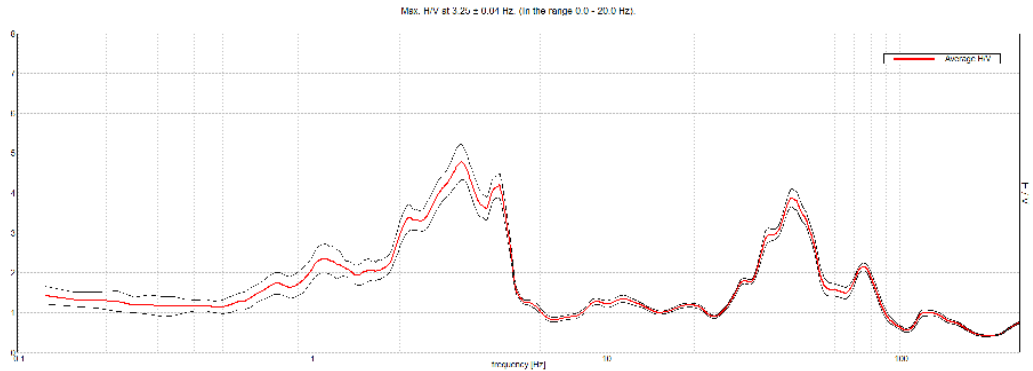


ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T22
	LATITUDINE WGS 84	45,41561
	LONGITUDINE WGS 84	11,13748
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	41,6 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	13,5 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 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%

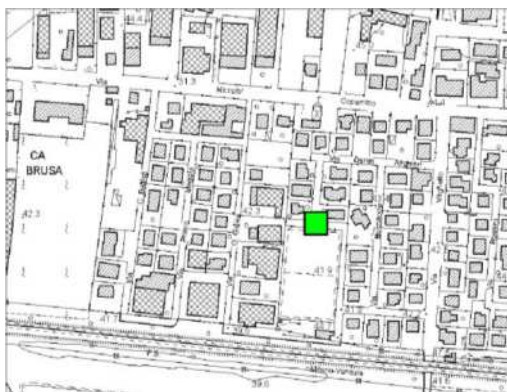
UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



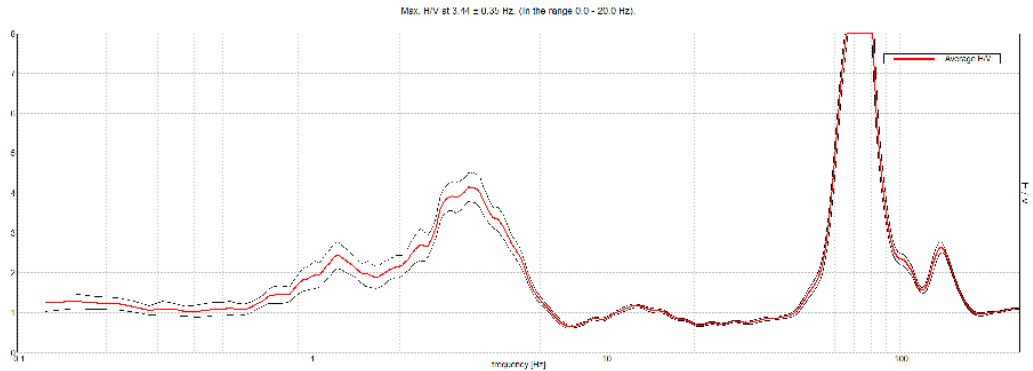
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

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



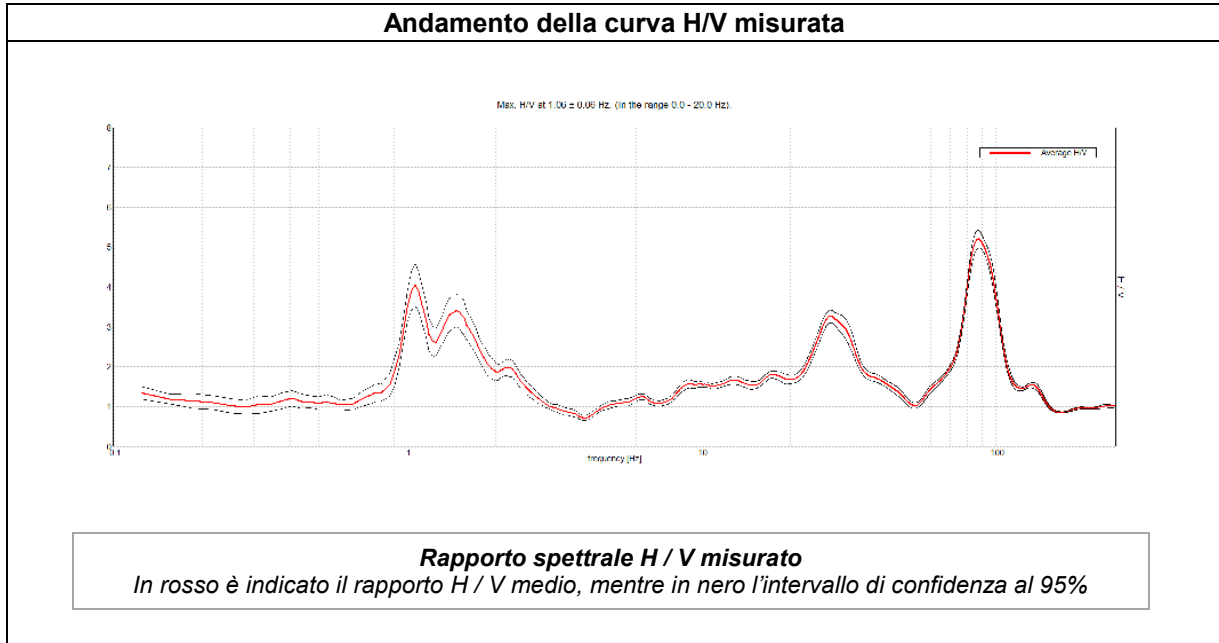
ESTRATTO C.T.R.




DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

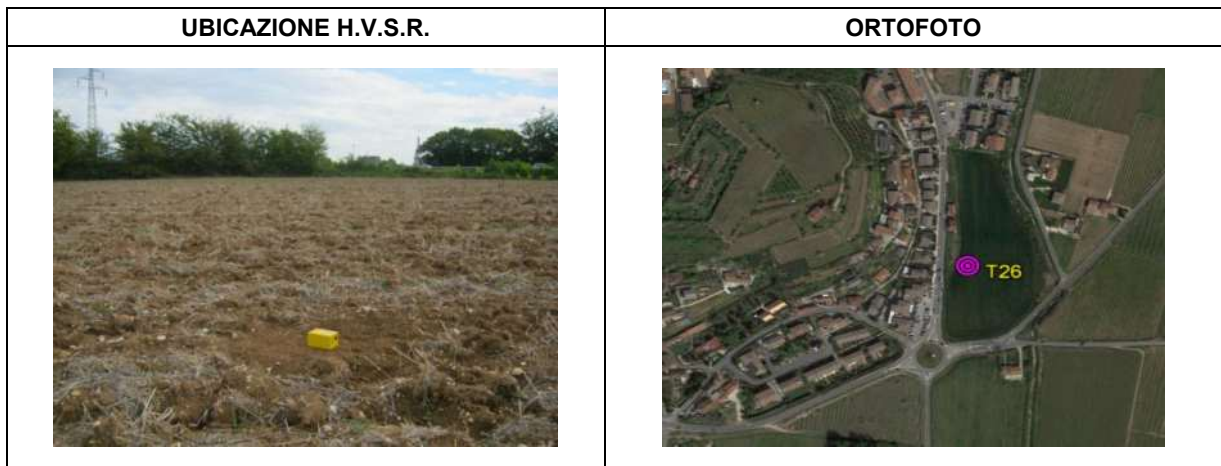
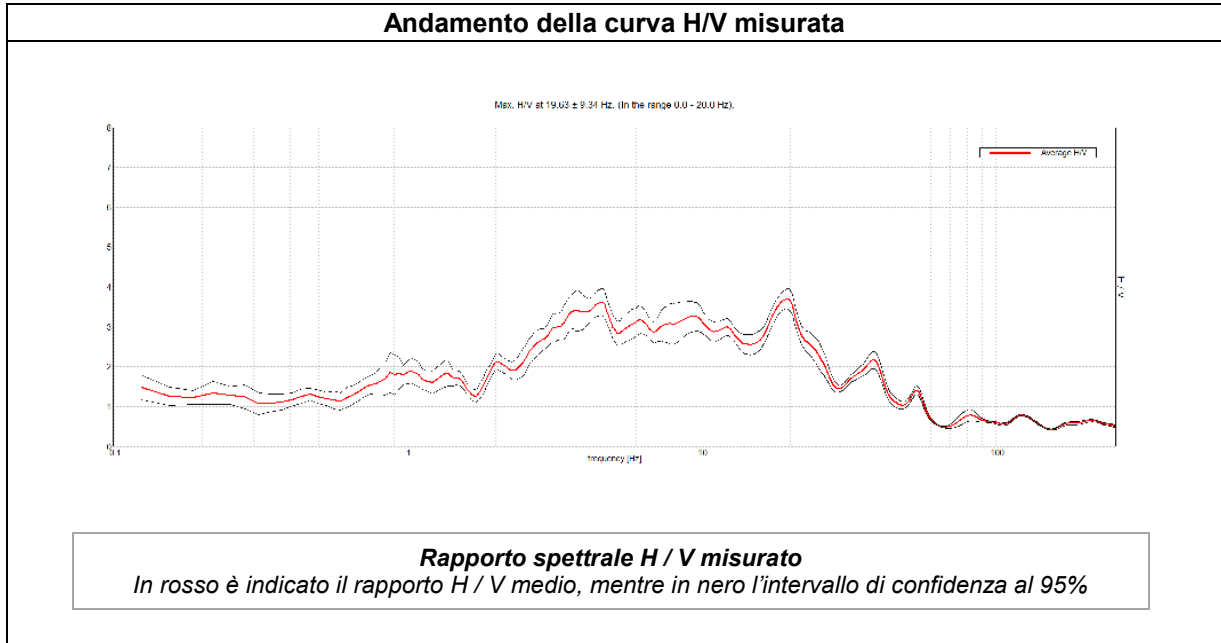
CODICE STAZIONE	T24
LATITUDINE WGS 84	45,41938
LONGITUDINE WGS 84	11,12256
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	44,3 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	3,44 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,30 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE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

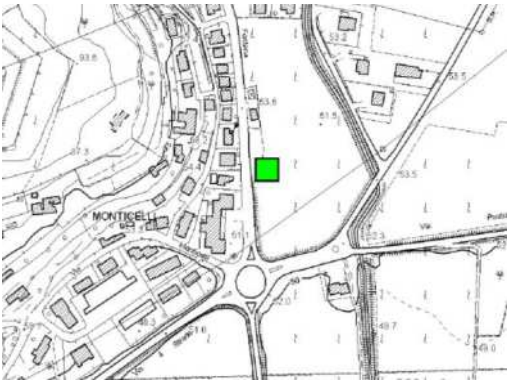
MISURA A STAZIONE SINGOLA H.V.S.R.	T25
---	------------



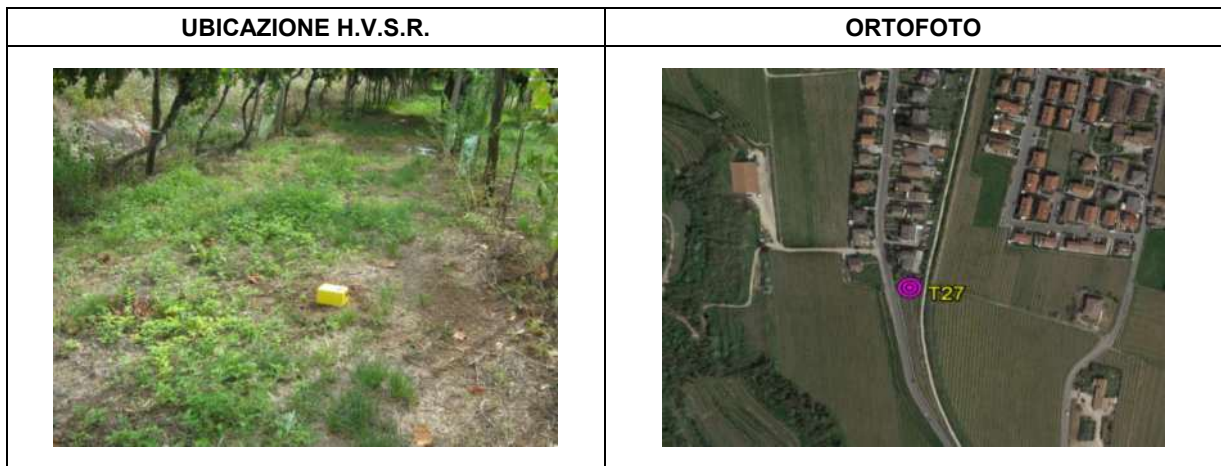
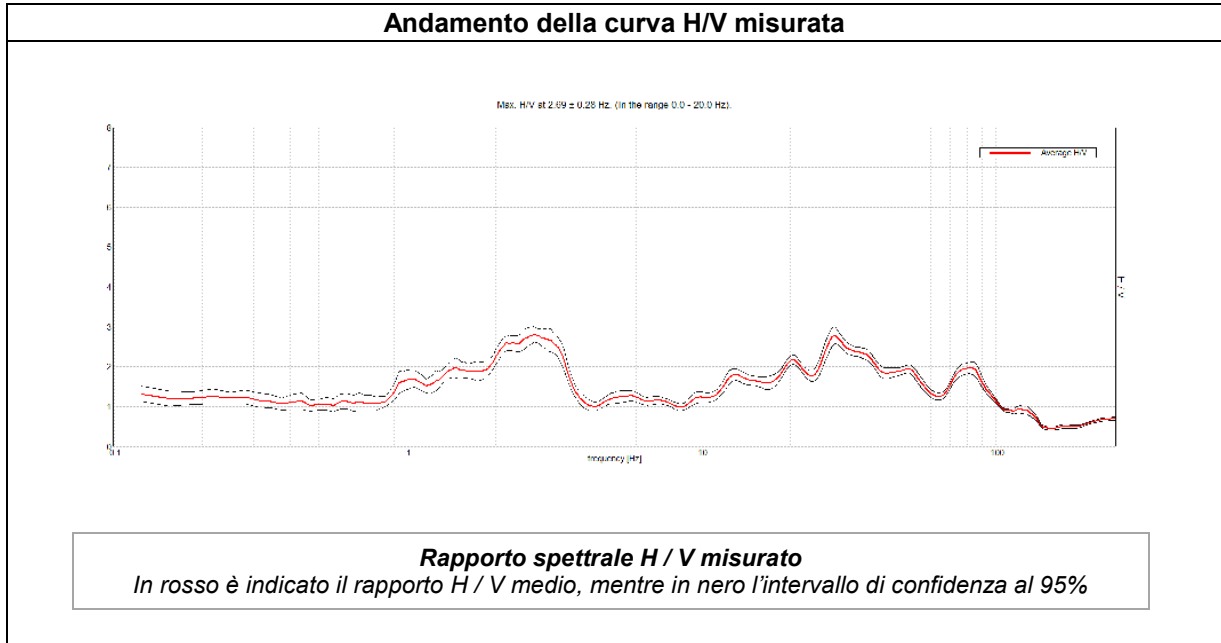
ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T25
	LATITUDINE WGS 84	45,42549
	LONGITUDINE WGS 84	11,14394
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	49 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,60 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO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



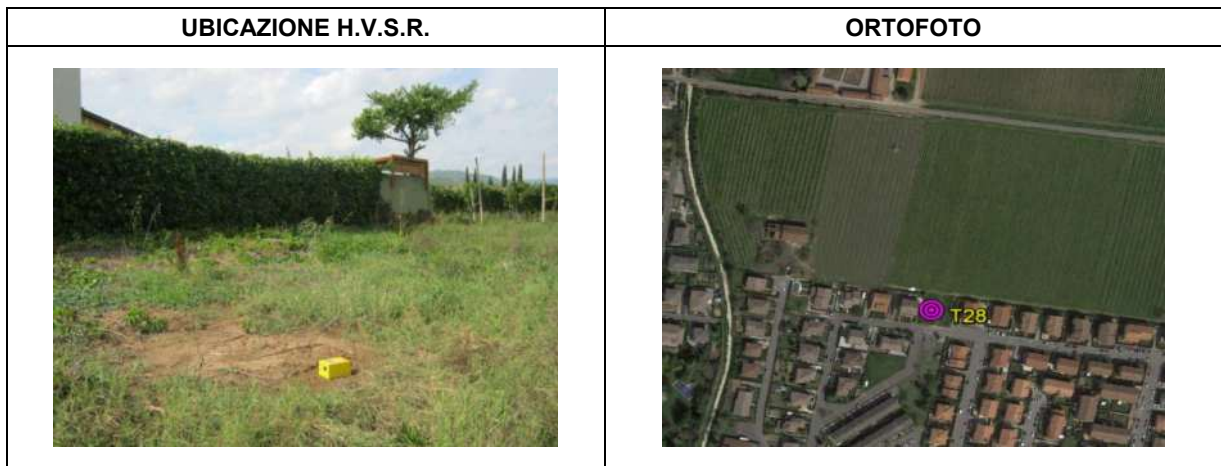
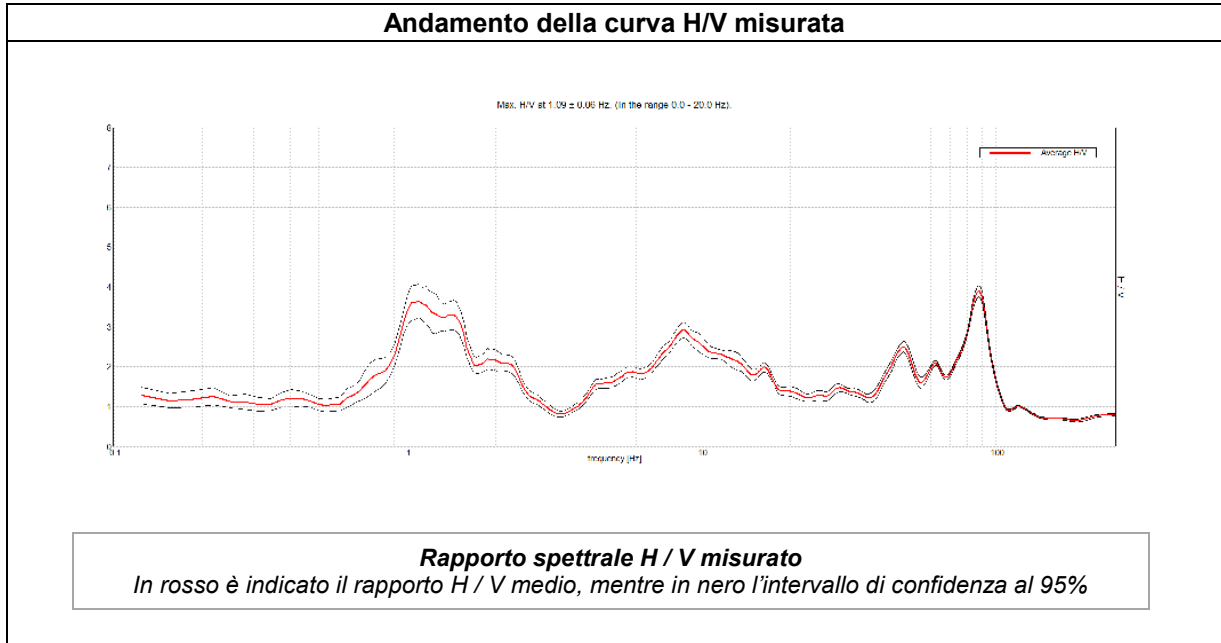
ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T26
	LATITUDINE WGS 84	45,42627
	LONGITUDINE WGS 84	11,13797
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	51,5 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	19,63 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO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



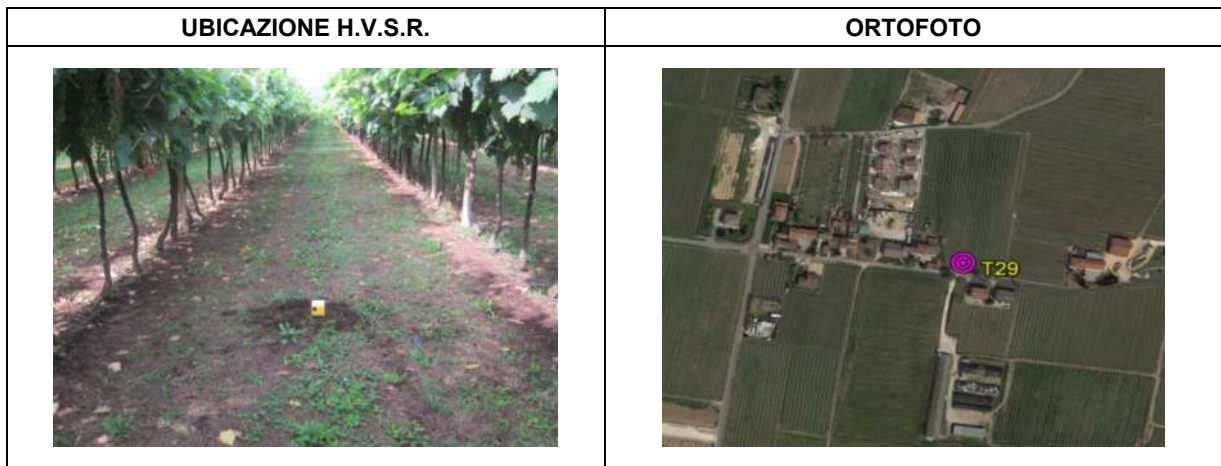
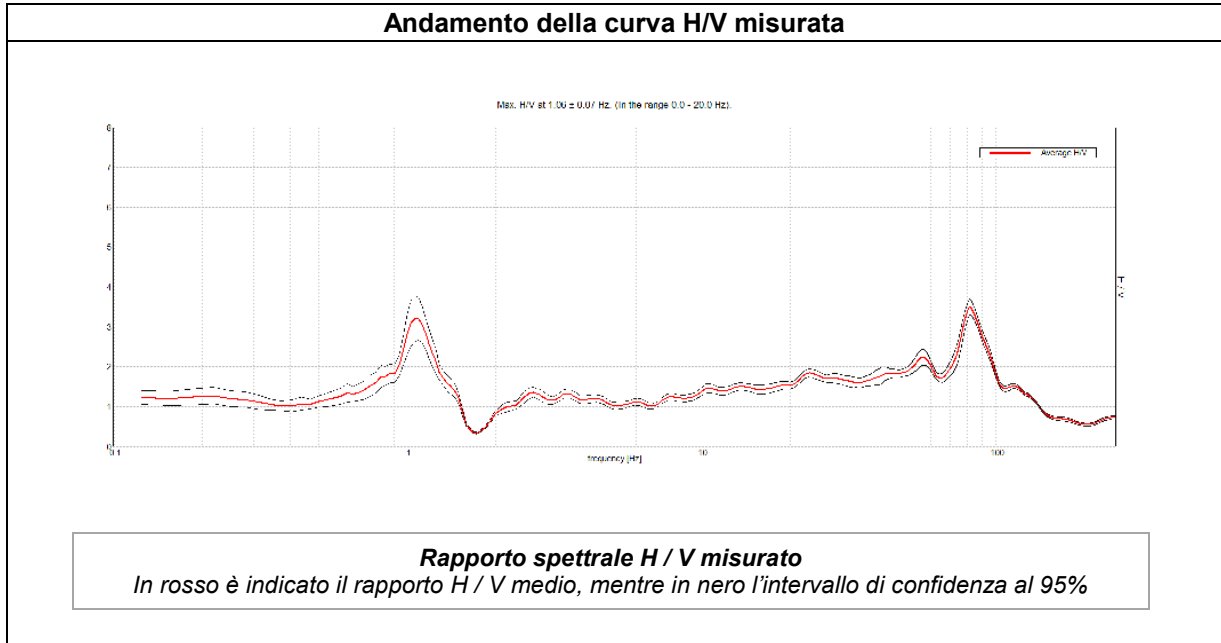
ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T27
	LATITUDINE WGS 84	45,43560
	LONGITUDINE WGS 84	11,13287
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	60 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	2,69 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO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

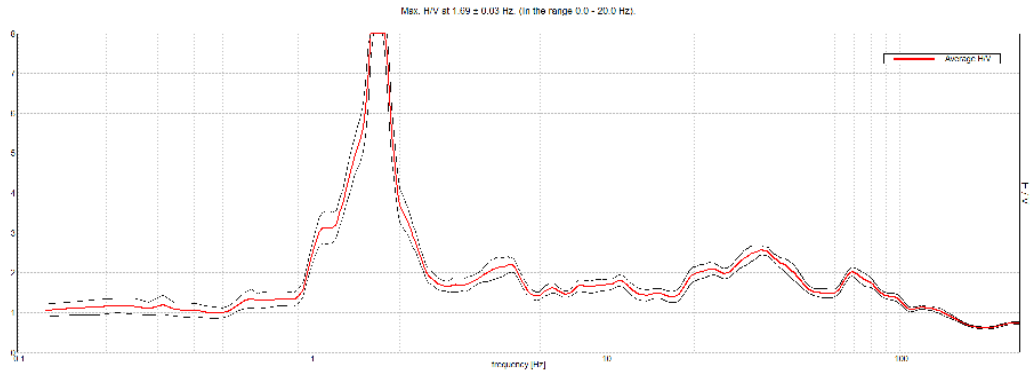


ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T29
	LATITUDINE WGS 84	45,44335
	LONGITUDINE WGS 84	11,14459
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	80 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,06 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO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

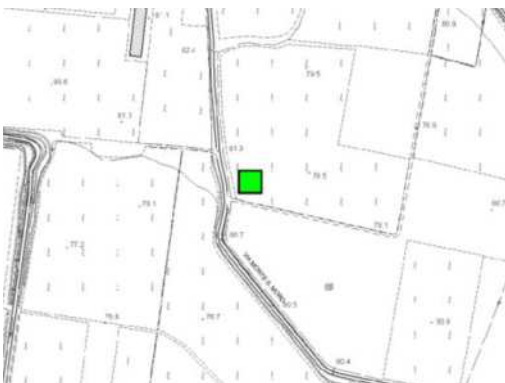
UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



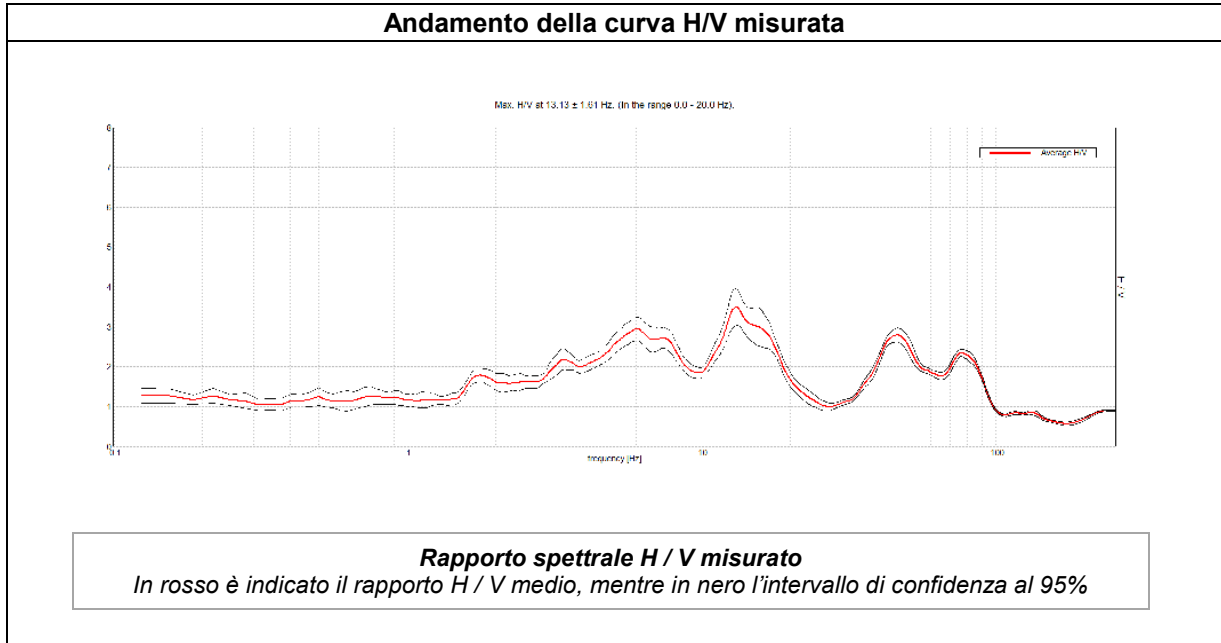
ESTRATTO C.T.R.




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
---	------------

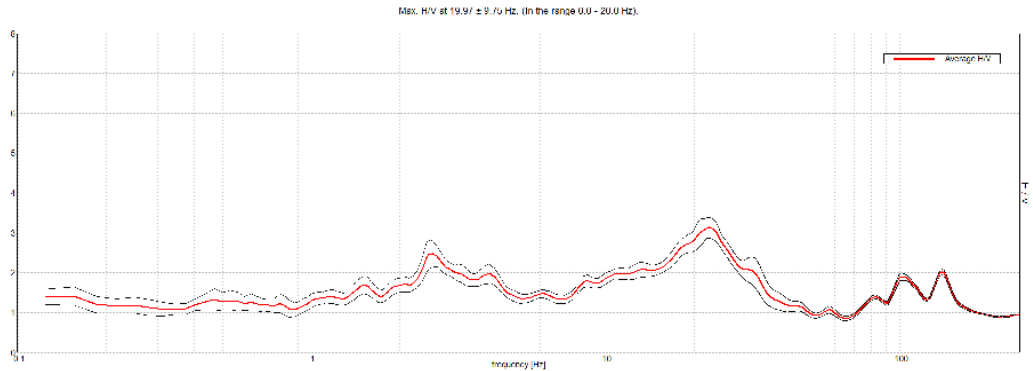


ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T31
	LATITUDINE WGS 84	45,46535
	LONGITUDINE WGS 84	11,14027
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	95 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	13,13 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO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



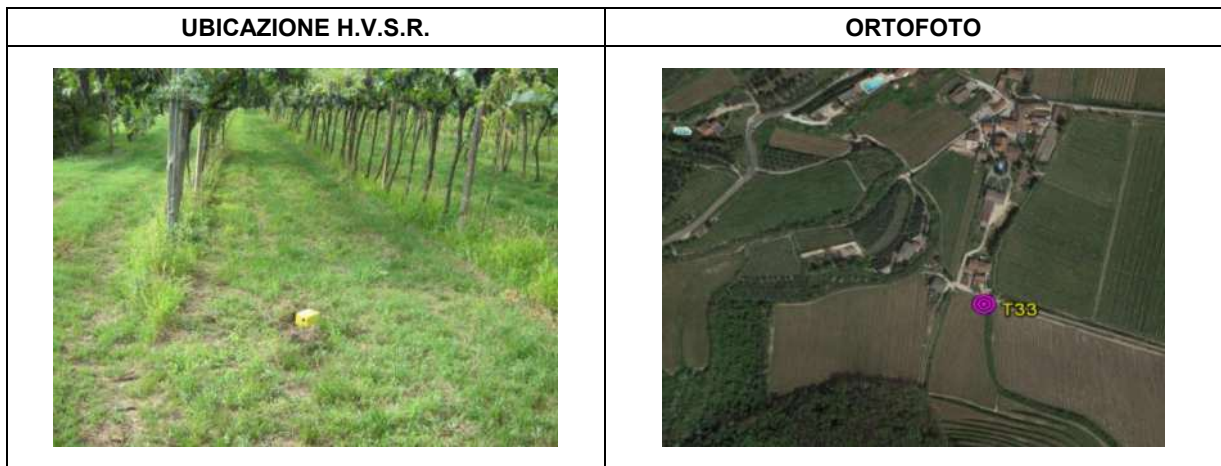
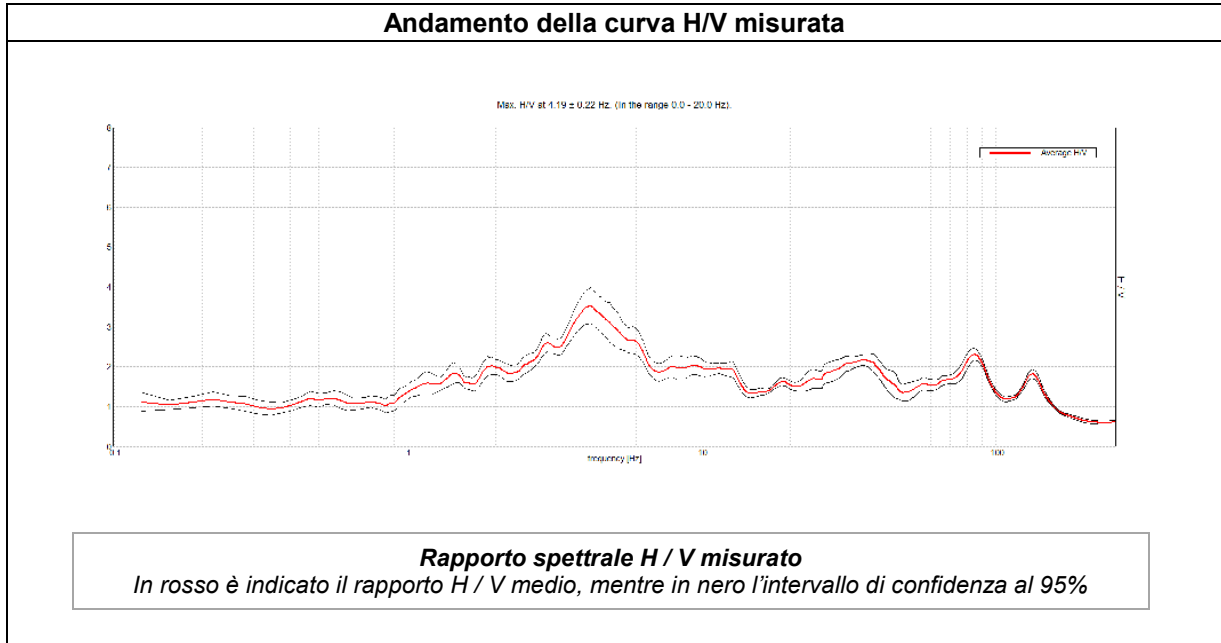
ESTRATTO C.T.R.



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
---	------------

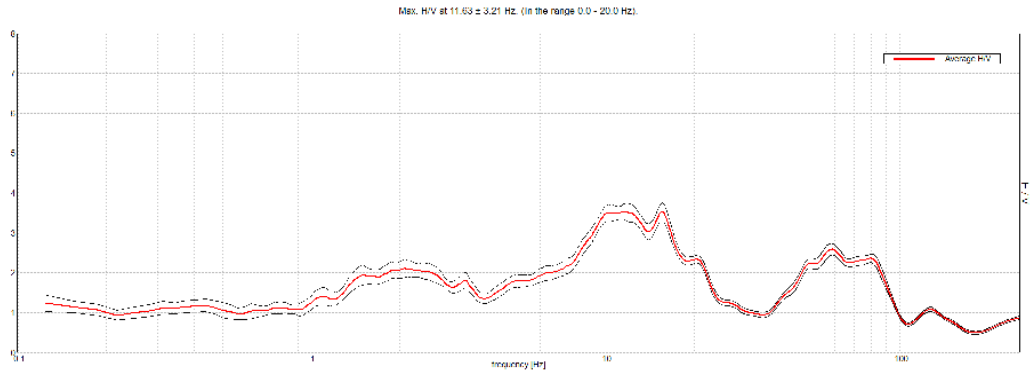


ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T33
	LATITUDINE WGS 84	45,45562
	LONGITUDINE WGS 84	11,12674
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	88 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	4,19 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO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



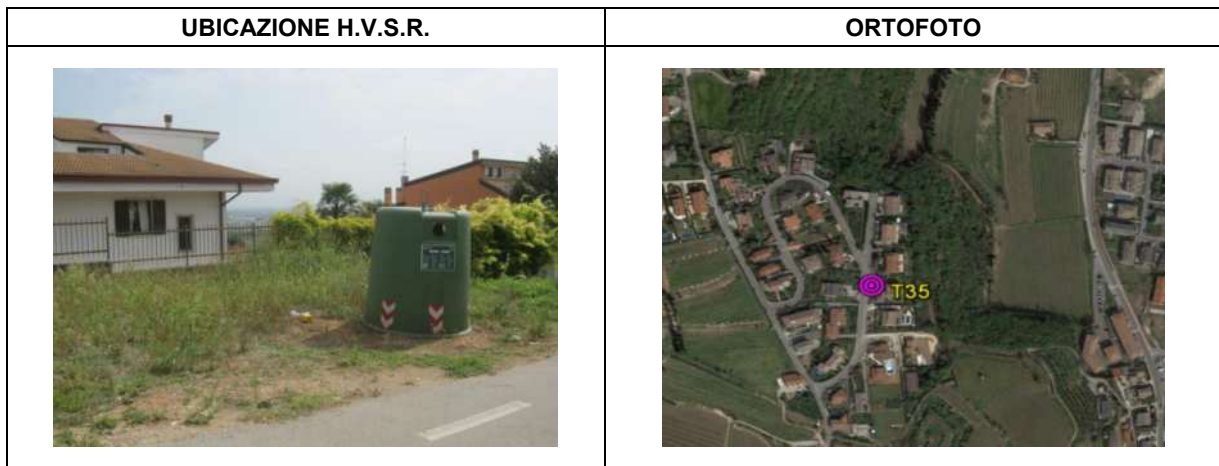
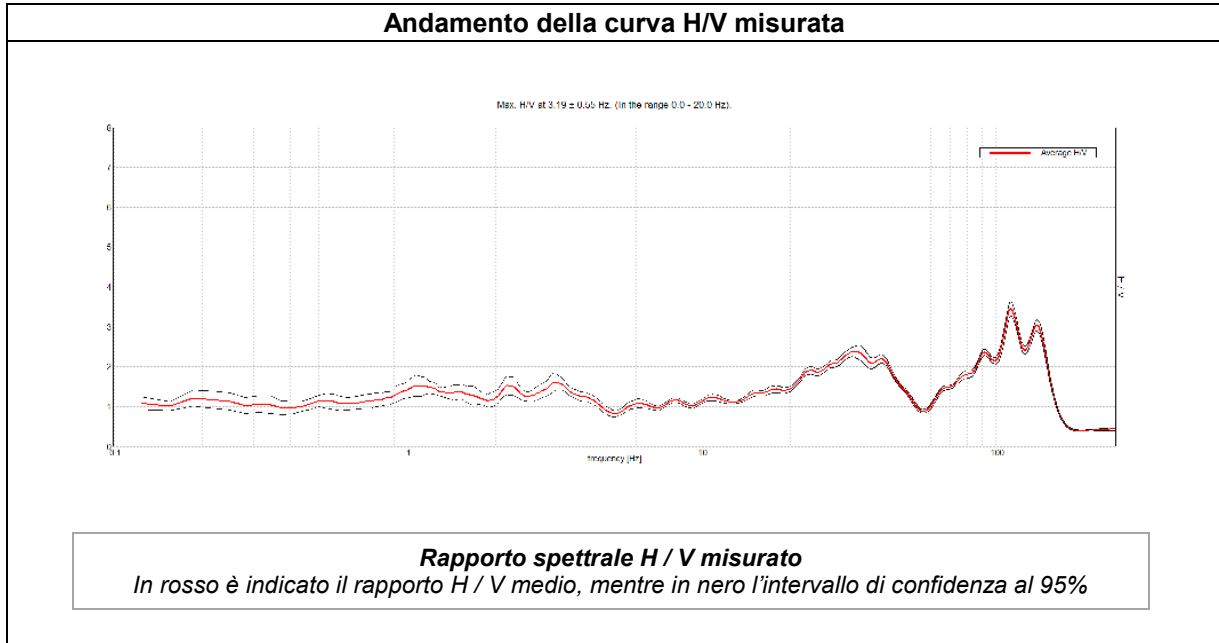
ESTRATTO C.T.R.




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
---	------------

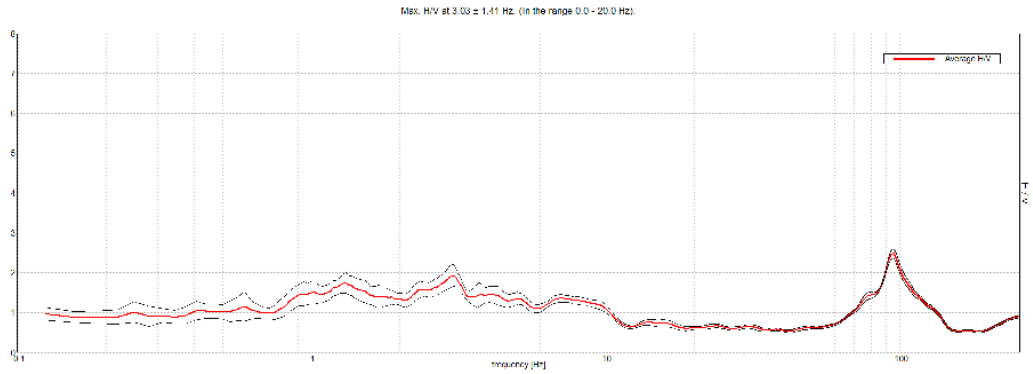


ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T35
	LATITUDINE WGS 84	45,42898
	LONGITUDINE WGS 84	11,13292
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	110 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	n.p.
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 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

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



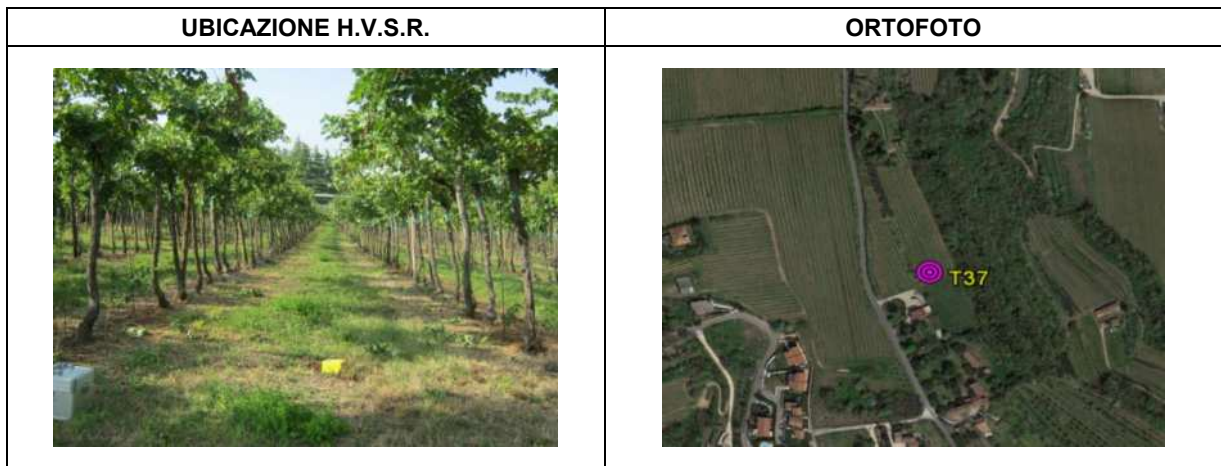
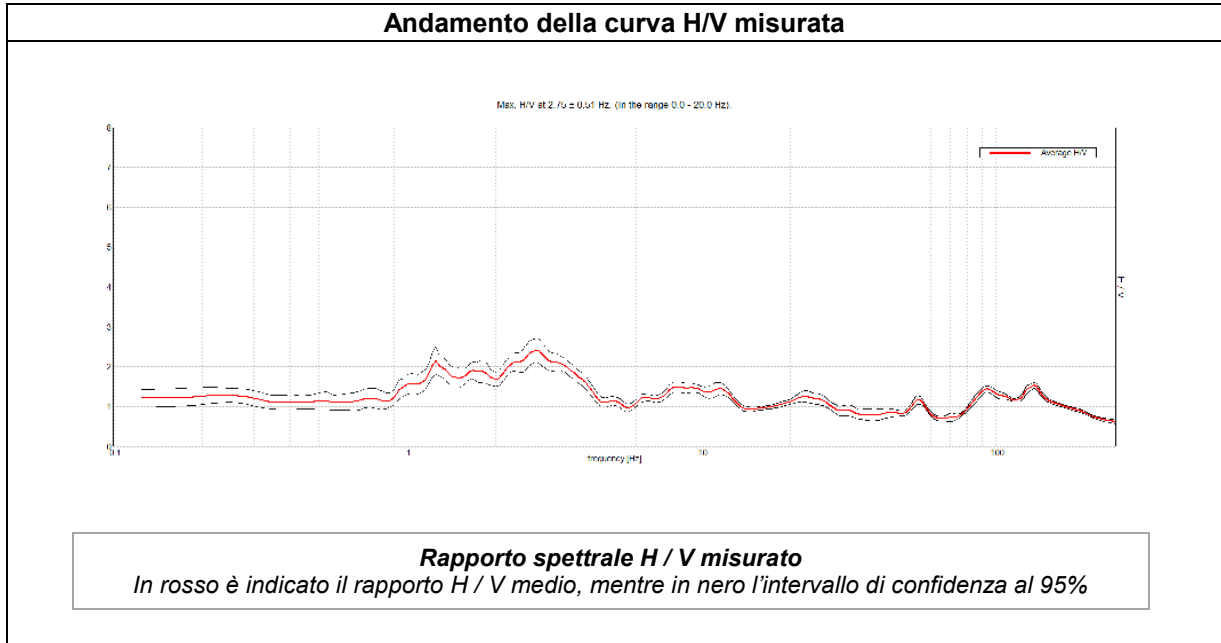
ESTRATTO C.T.R.



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

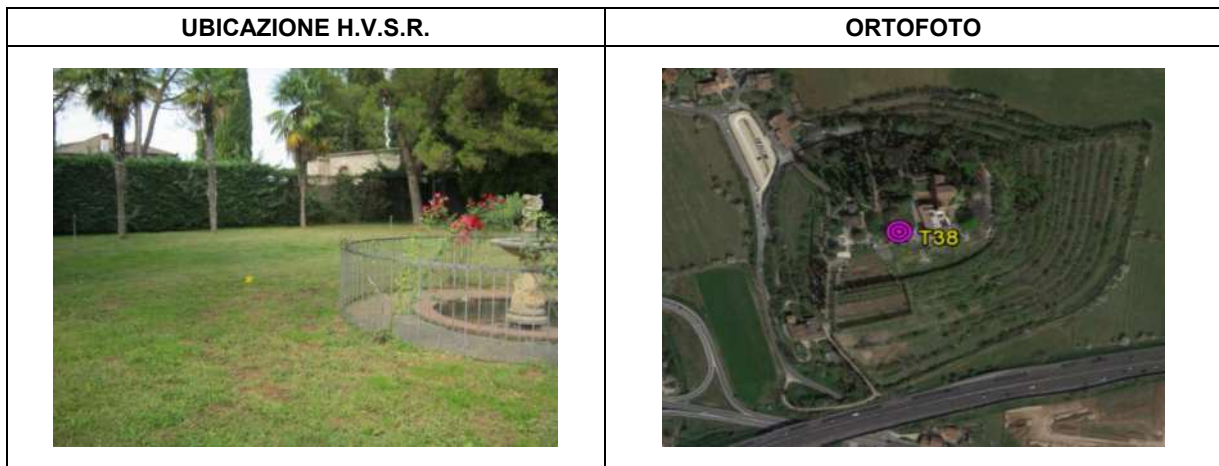
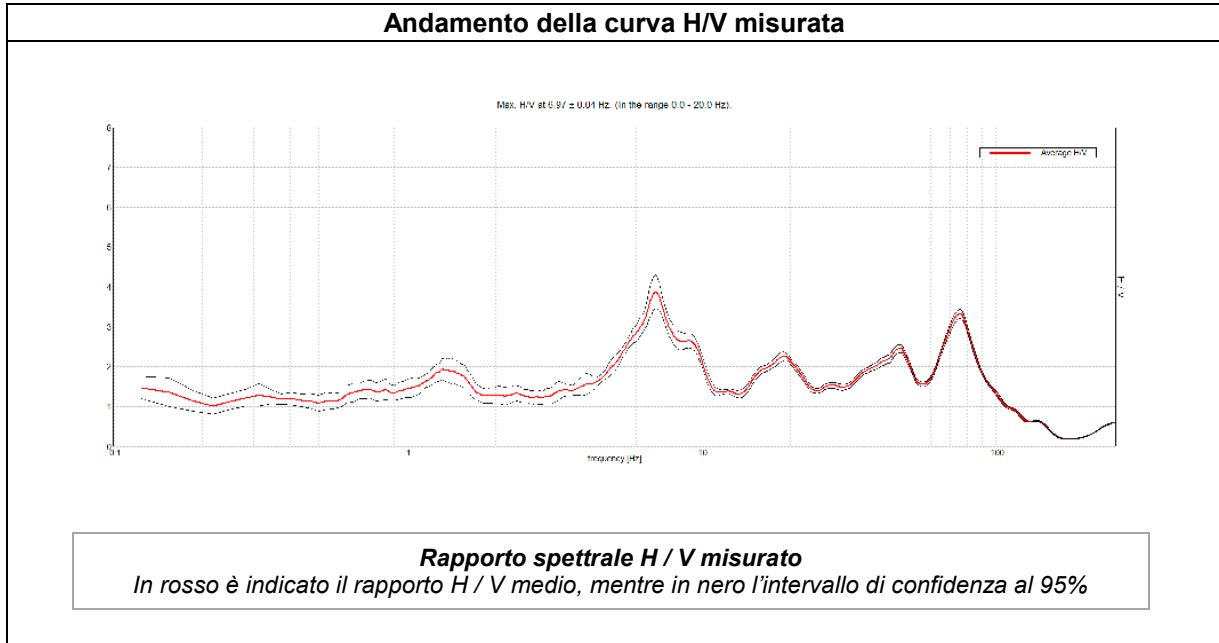
CODICE STAZIONE	T36
LATITUDINE WGS 84	45,42968
LONGITUDINE WGS 84	11,12949
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	140 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	n.p.
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	n.p.
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 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
---	------------

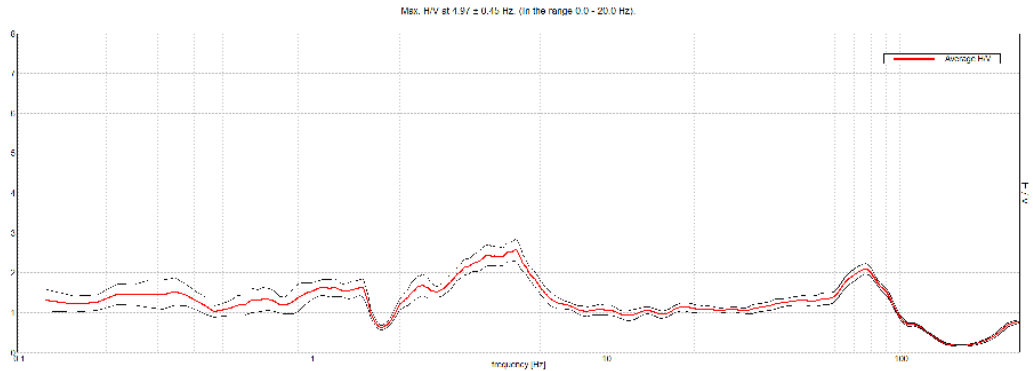


ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	T38
	LATITUDINE WGS 84	45,42254
	LONGITUDINE WGS 84	11,12275
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	80 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	6,97 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 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.



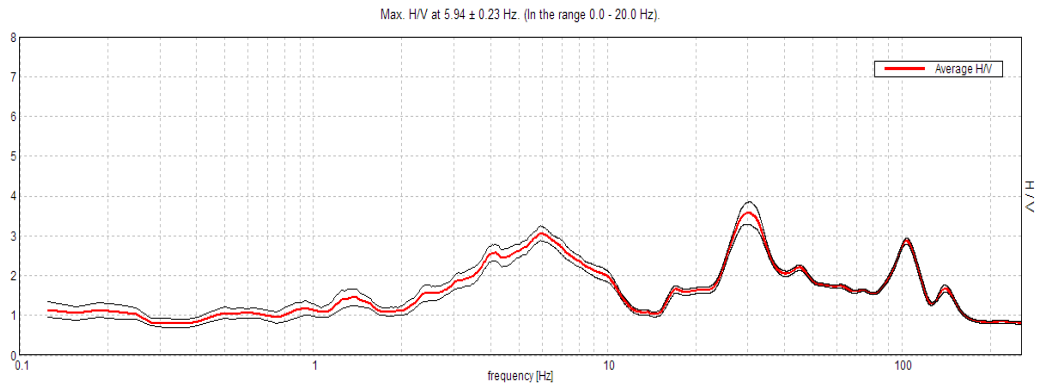
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

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.



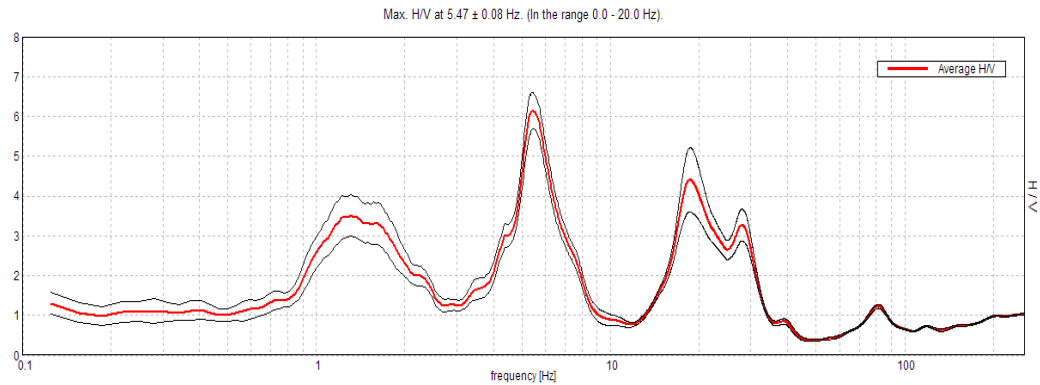
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

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



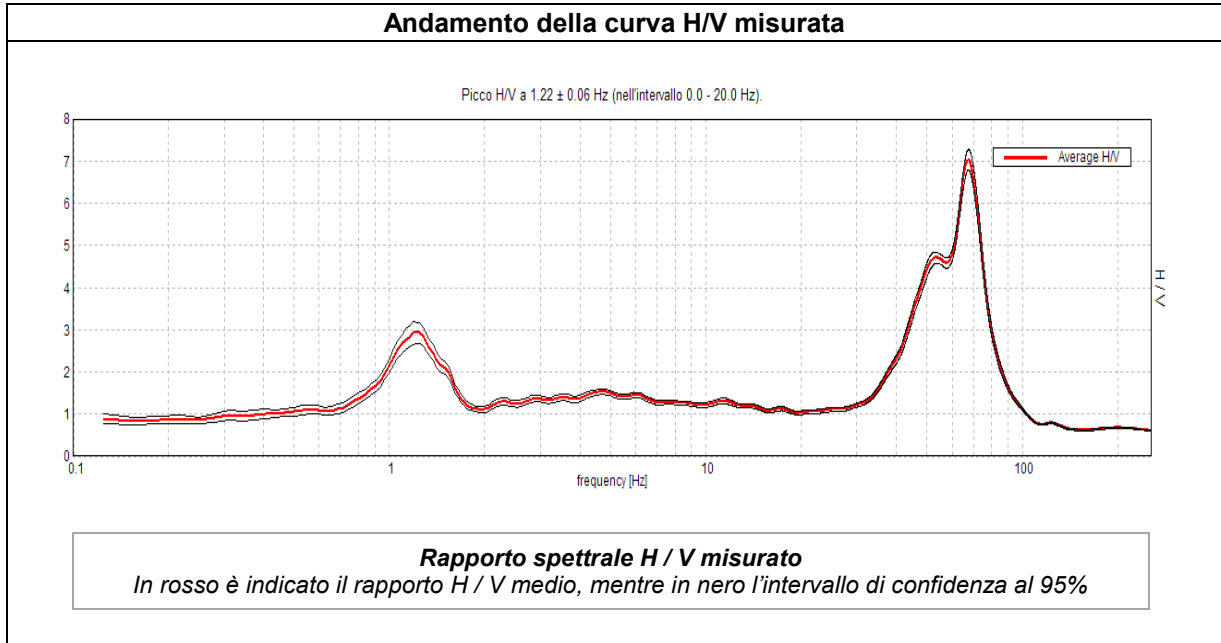
ESTRATTO C.T.R.

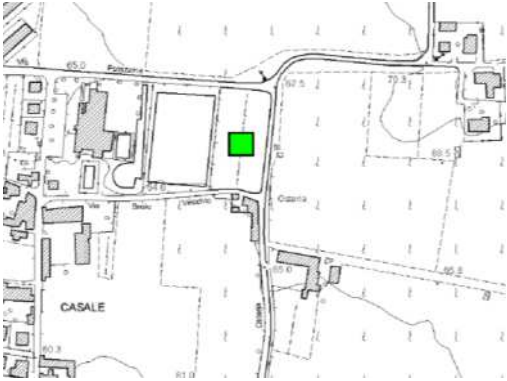


DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

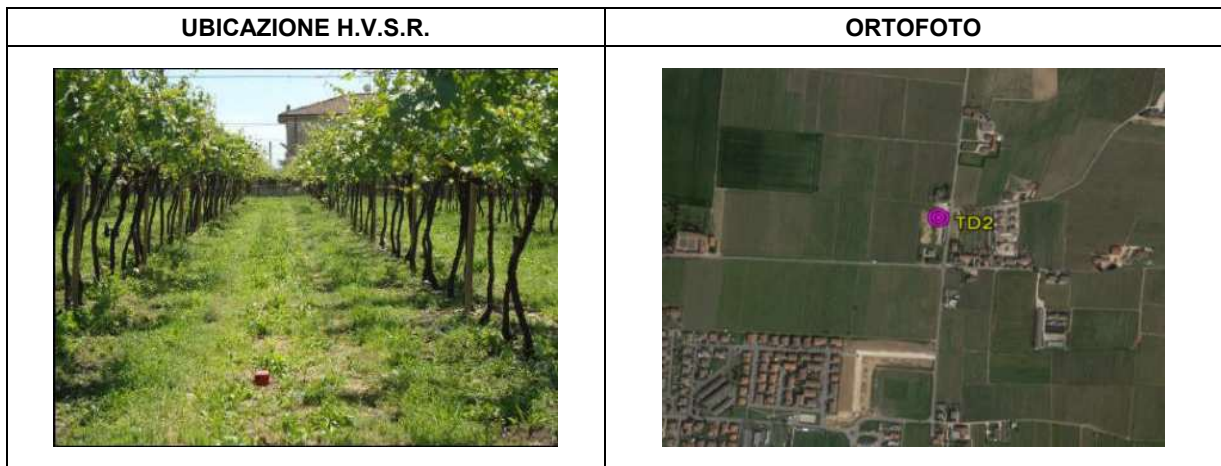
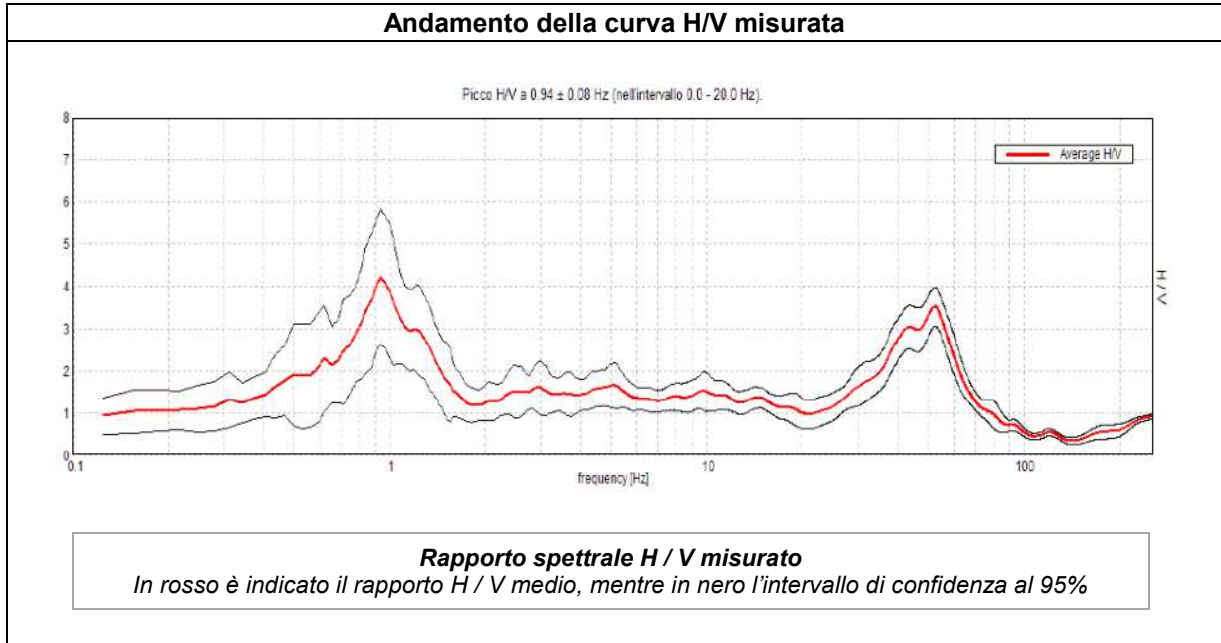
CODICE STAZIONE	T41
LATITUDINE WGS 84	45,40466
LONGITUDINE WGS 84	11,12886
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	29,8 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	5,47 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 Hz	1,30 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE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

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



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
---	------------

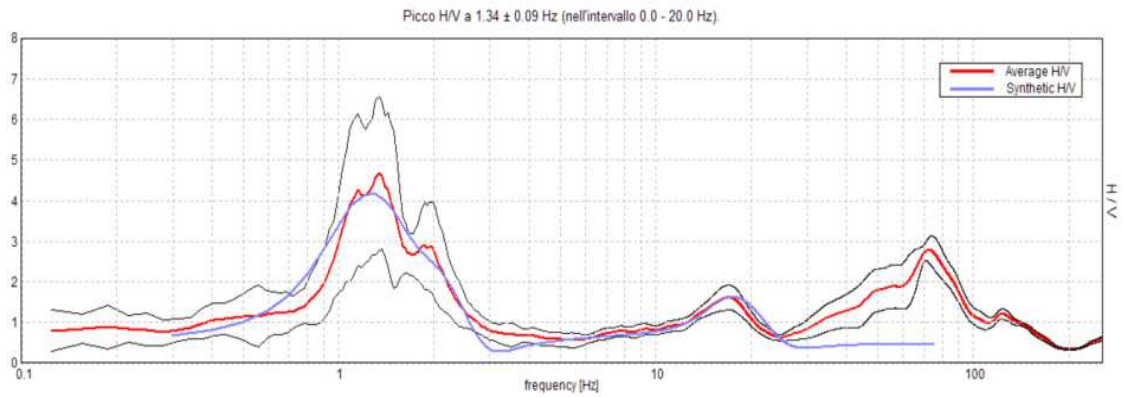


ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	TD2
	LATITUDINE WGS 84	45,44440
	LONGITUDINE WGS 84	11,14176
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	78 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	0,94 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO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



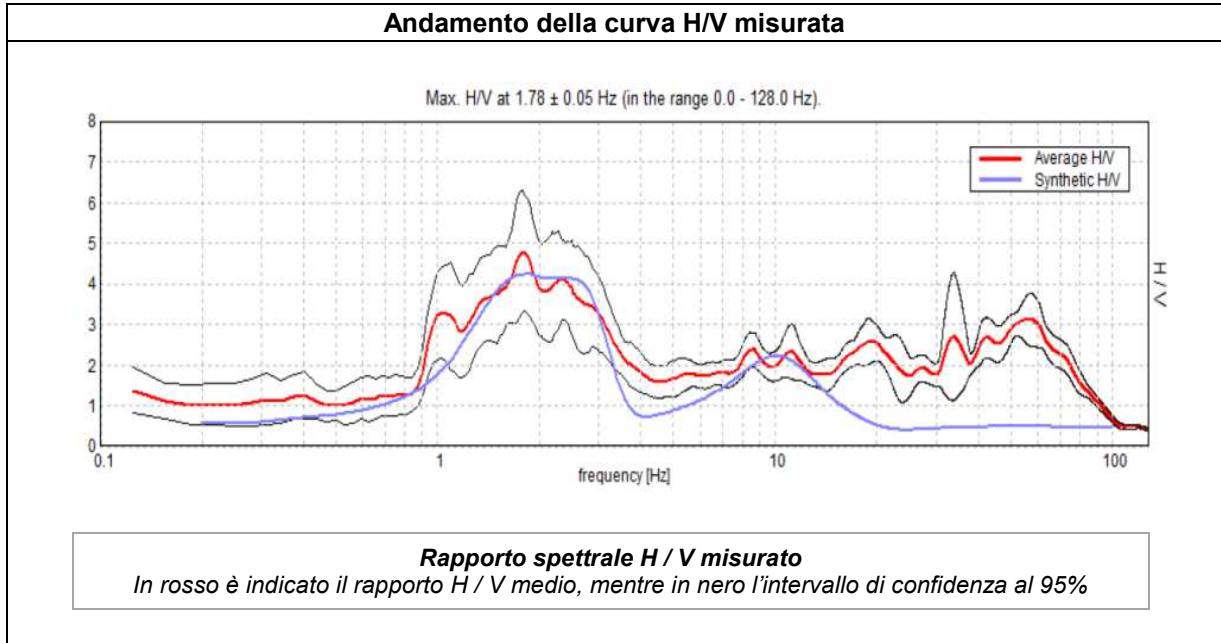
ESTRATTO C.T.R.



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

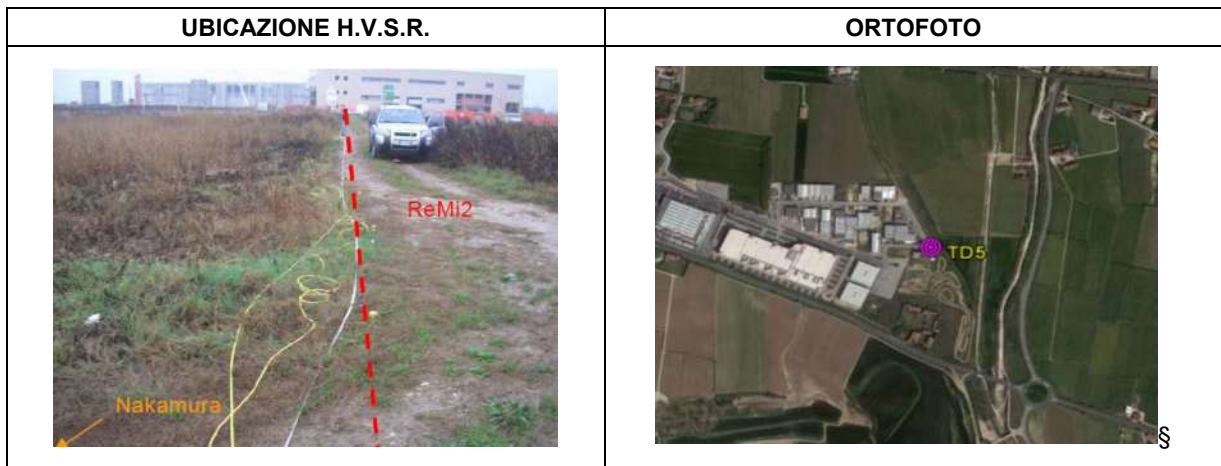
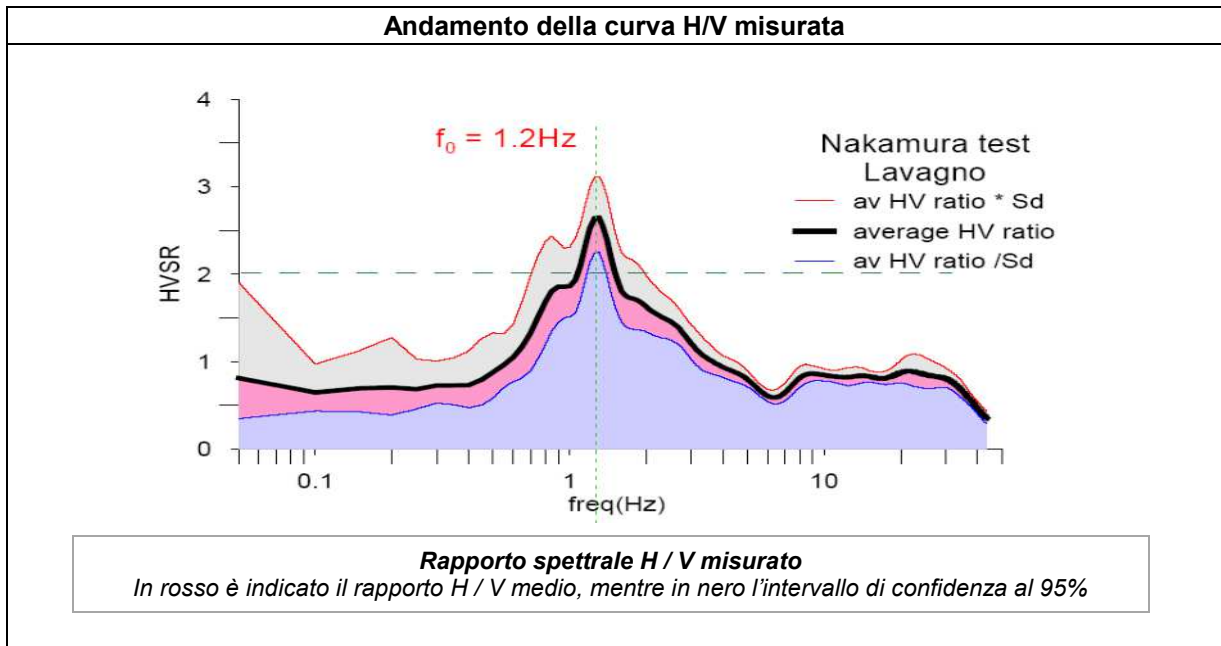
CODICE STAZIONE	TD3
LATITUDINE WGS 84	45,42092
LONGITUDINE WGS 84	11,14063
QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	45,4 m s.l.m.
FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 - 20 Hz	1,34 Hz
FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 - 20 Hz	1,34 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE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

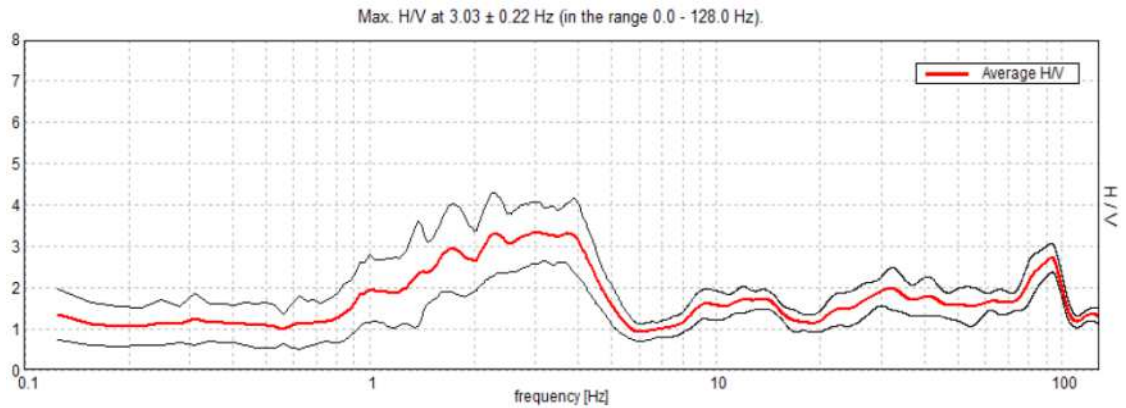


ESTRATTO C.T.R.	DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI	
	CODICE STAZIONE	TD5
	LATITUDINE WGS 84	45,41157
	LONGITUDINE WGS 84	11,14047
	QUOTA PIANO CAMPAGNA DA C.T.R.	38,3 m s.l.m.
	FREQUENZA CARATTERISTICA (F_{max}) DI SITO NELL'INTERVALLO 0,1 – 20 HZ	1,20 Hz
	FREQUENZA FONDAMENTALE (F_0) DI SITO NELL'INTERVALLO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

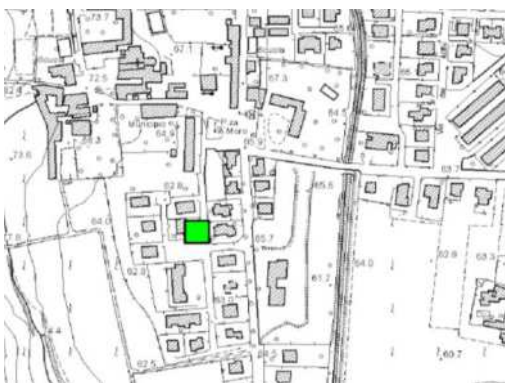
UBICAZIONE H.V.S.R.



ORTOFOTO



ESTRATTO C.T.R.



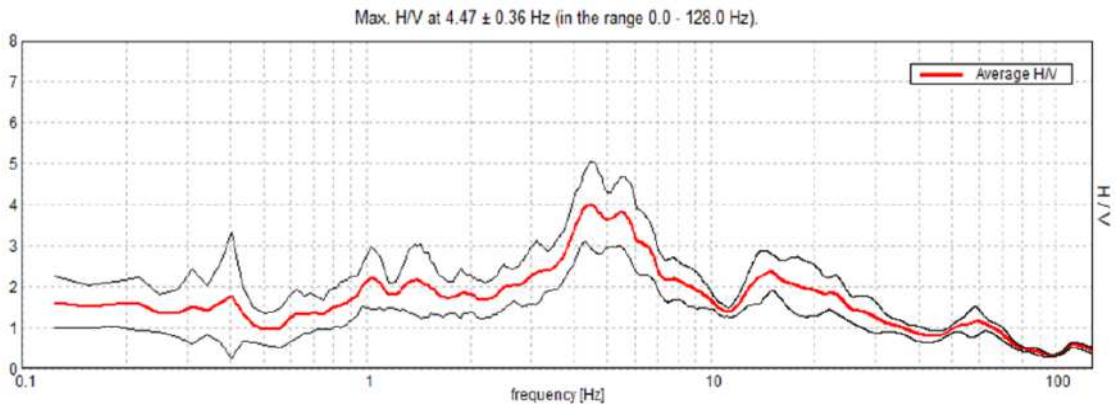
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

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.



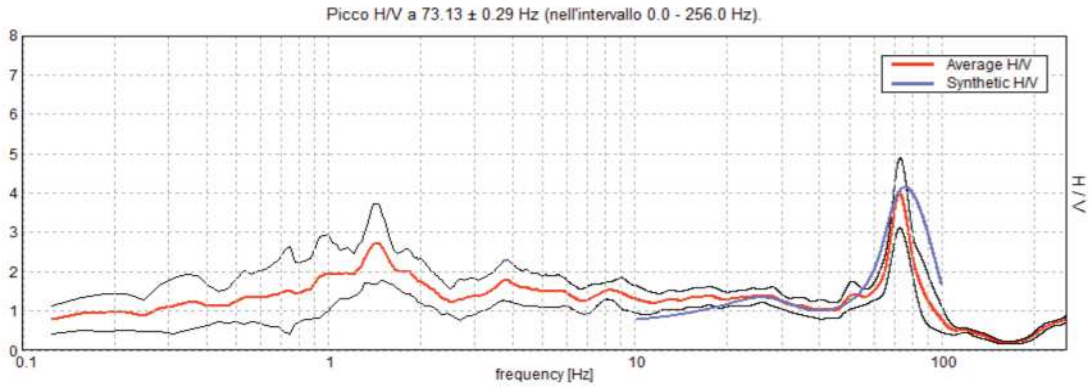
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

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.



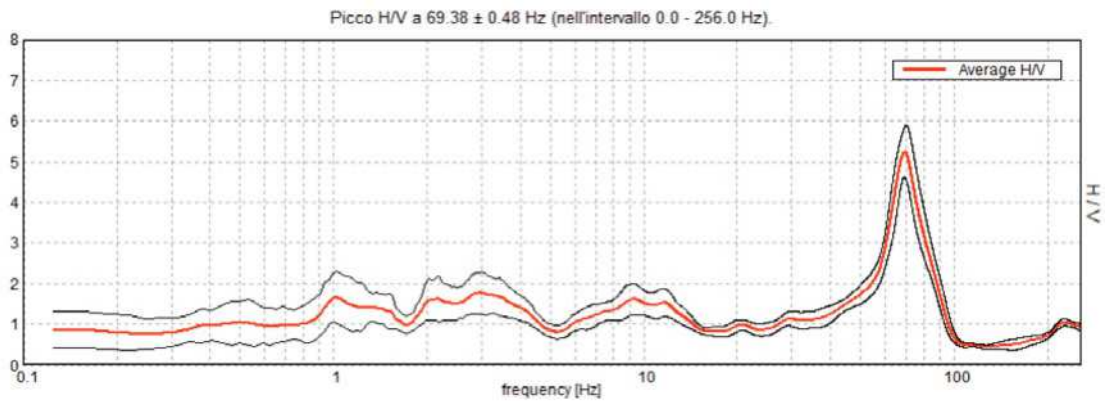
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

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.



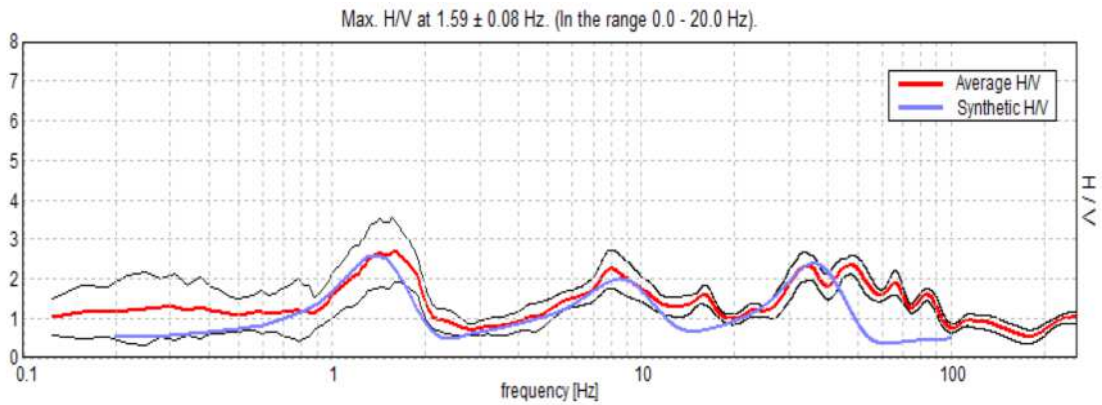
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

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

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



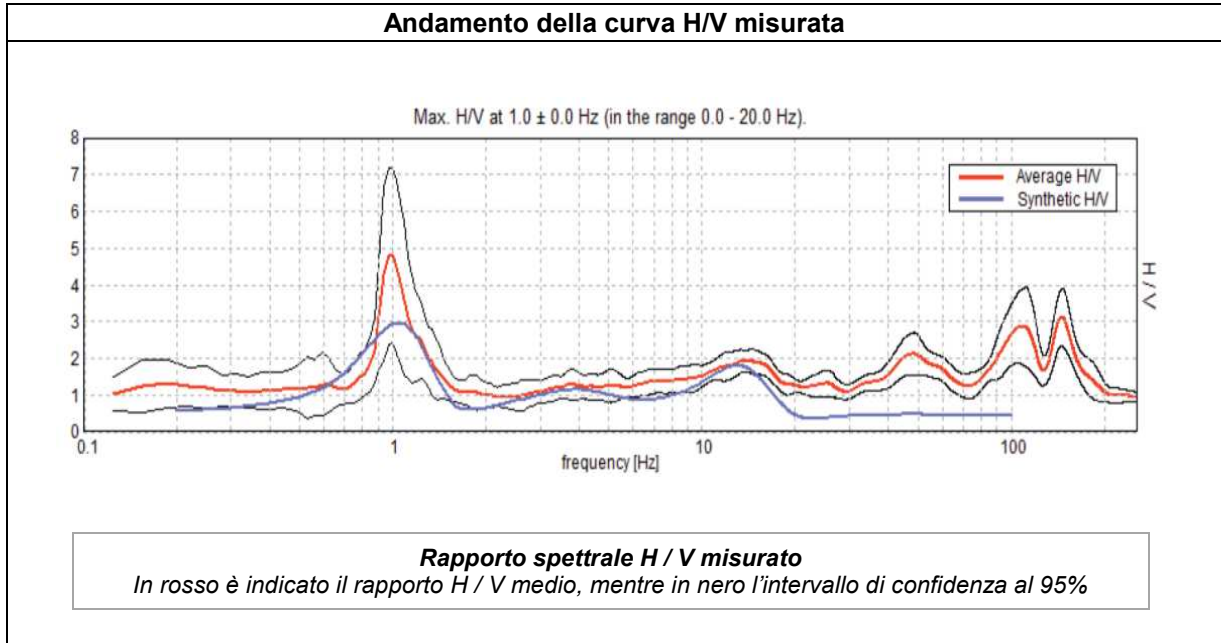
ESTRATTO C.T.R.



DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

CODICE STAZIONE	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
---	-------------



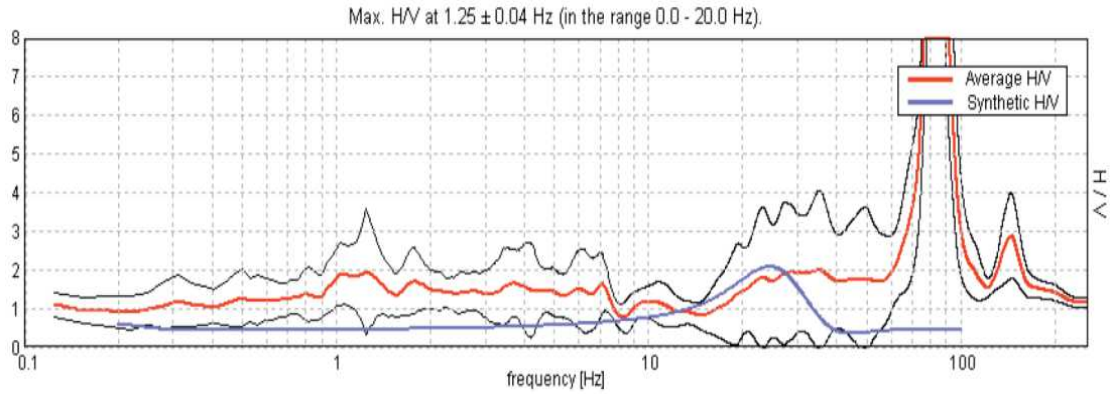
UBICAZIONE H.V.S.R.	ORTOFOTO

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.



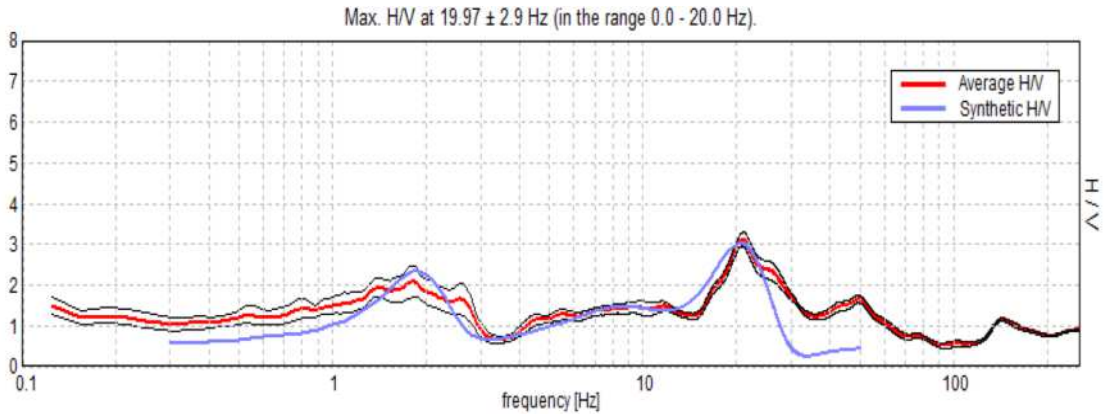
DESCRIZIONE STAZIONE E SINTESI DEI DATI

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%

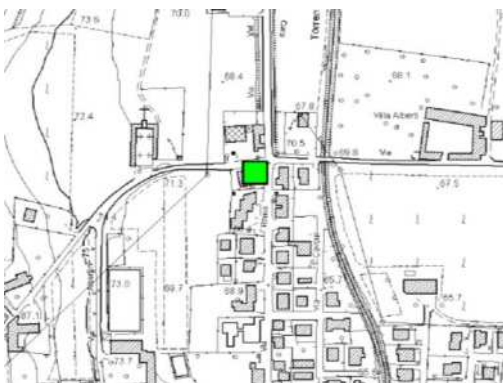
UBICAZIONE H.V.S.R.



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

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

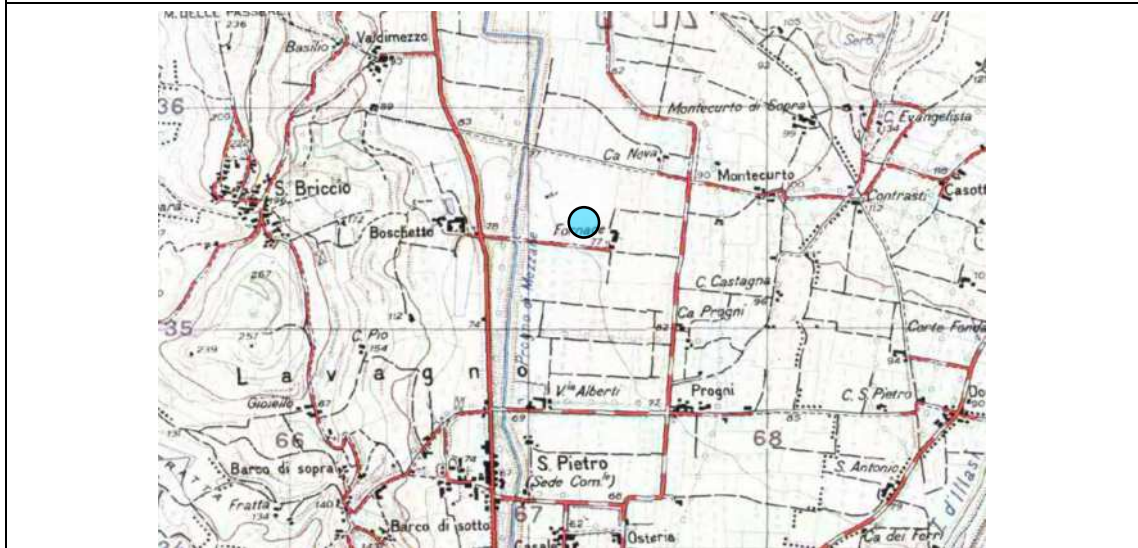
MISURE PIEZOMETRICHE

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		CALCARENTI MARNOSE DI COLORE GIALLASTRO
4	28	105	77,0		TUFI E TALCOCLASTITI VARI COLORI CON STRATI DI ARGILLA ROSSA

UBICAZIONE POZZO



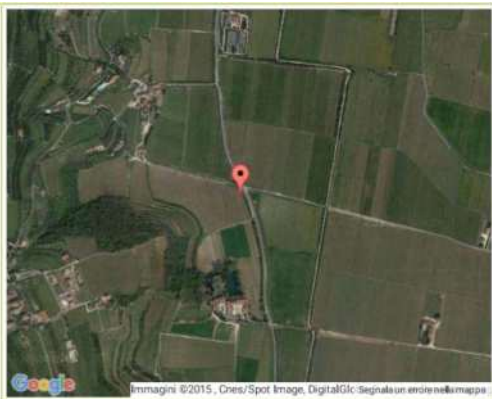
POZZO ISPRA **3**

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. (difforme 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

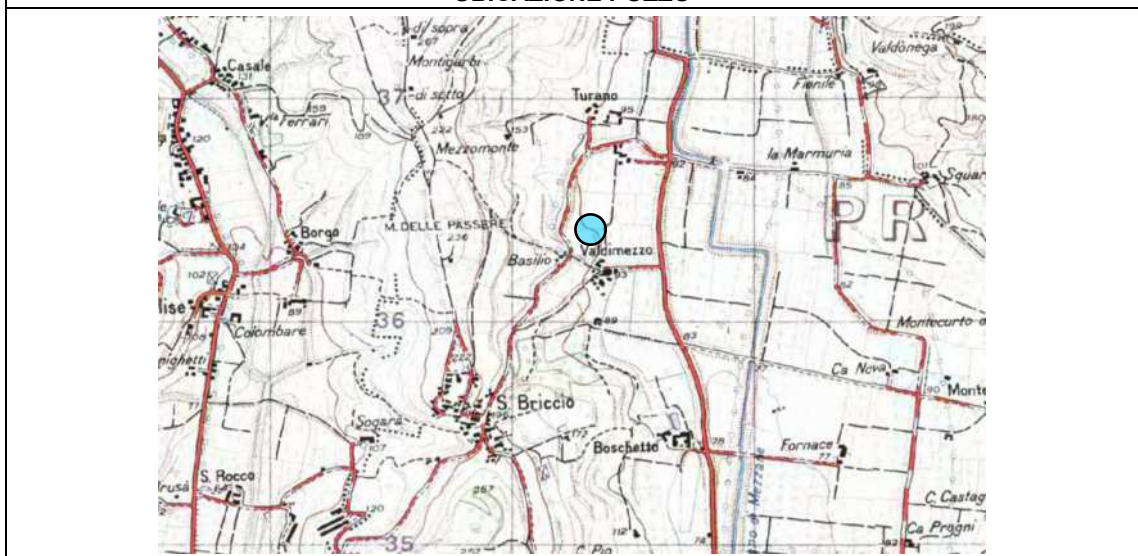
MISURE PIEZOMETRICHE

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: S1
 Portata massima (l/s): 2
 Portata esercita (l/s): 1,6
 Numero falde: 1
 Numero filtri: 1
 Numero piezometrie: 1
 Stratigrafia: S1
 Certificazione(*): S1
 Numero strati: 8
 Longitudine EDSO (dd): 11,124722
 Latitudine EDSO (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

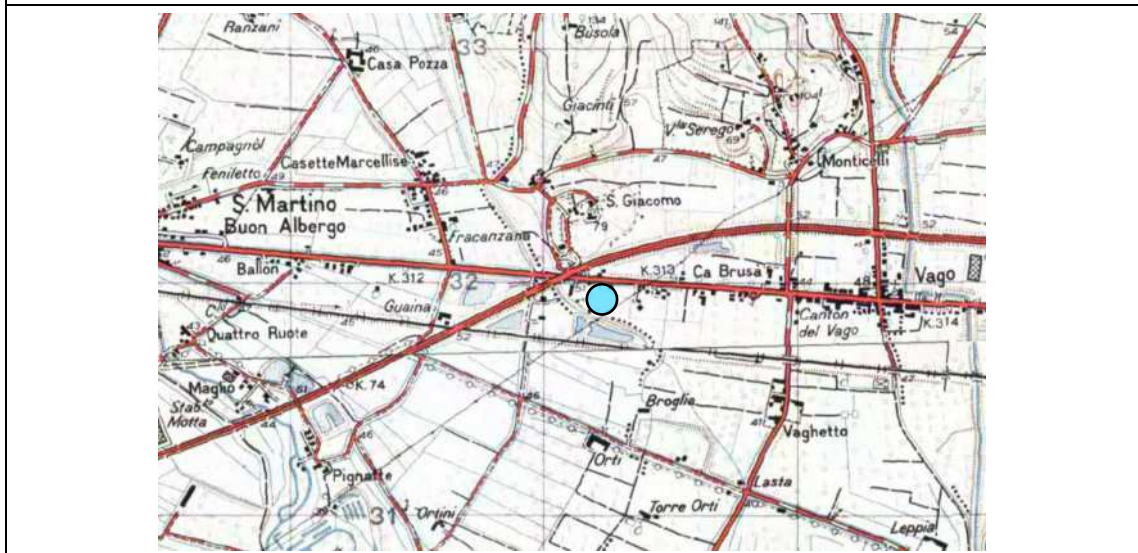
MISURE PIEZOMETRICHE

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	45,41747
	LONGITUDINE WGS84	11,13650
	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.

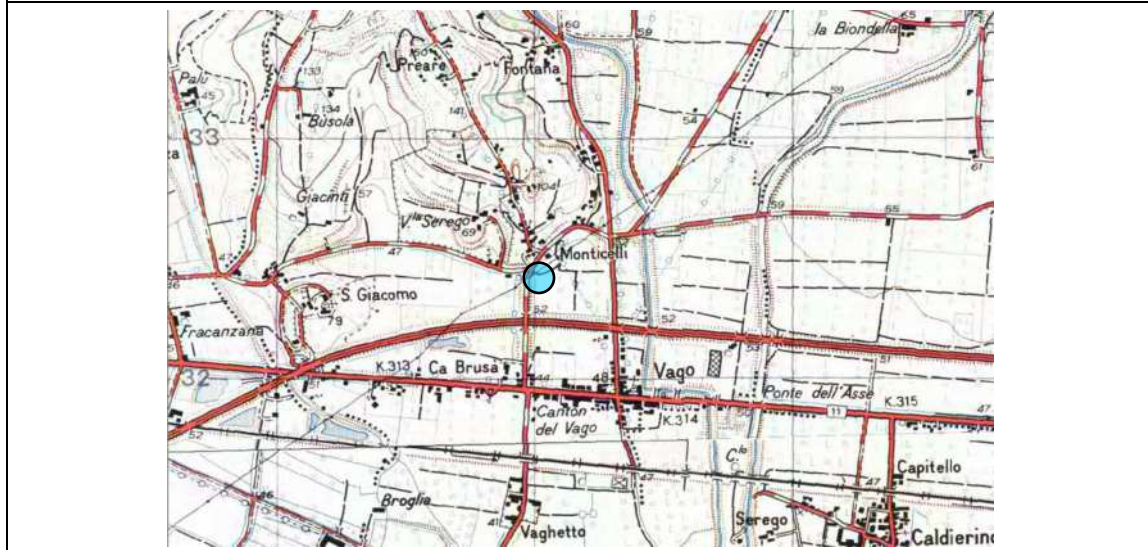
11

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



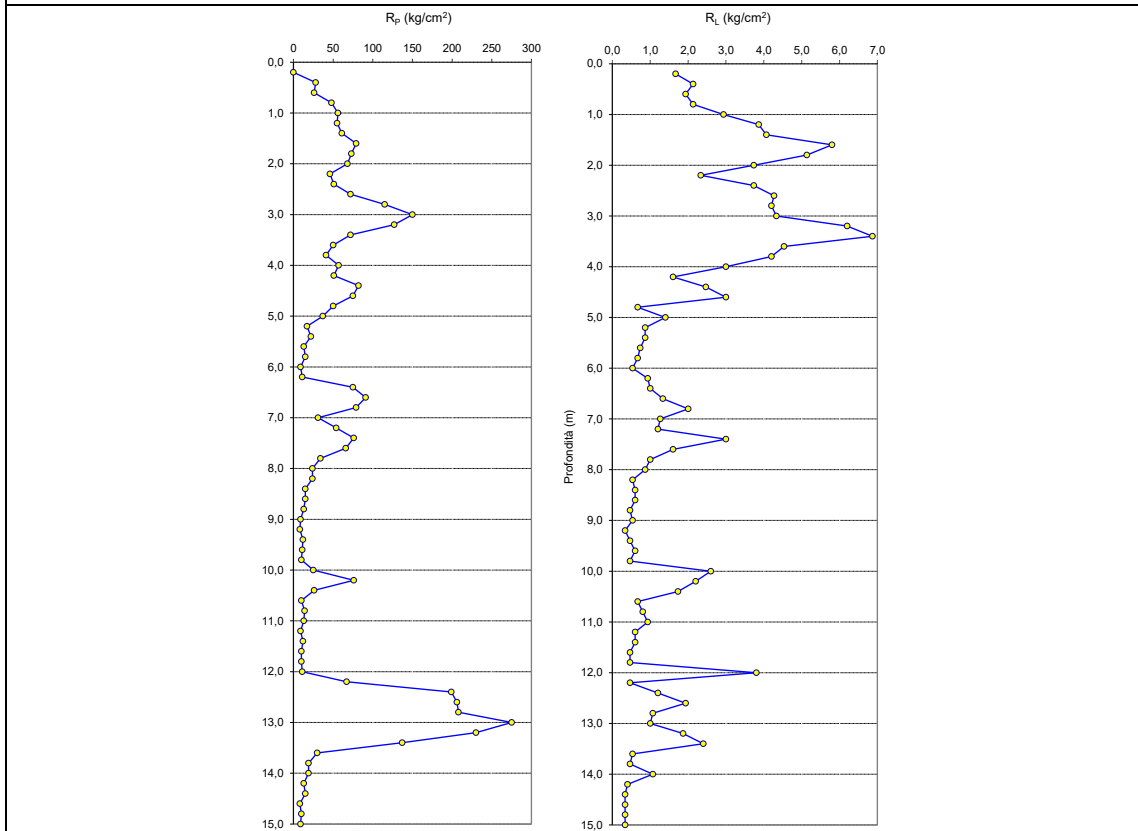
PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT

13

SINTESI DEI DATI

FONTI	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

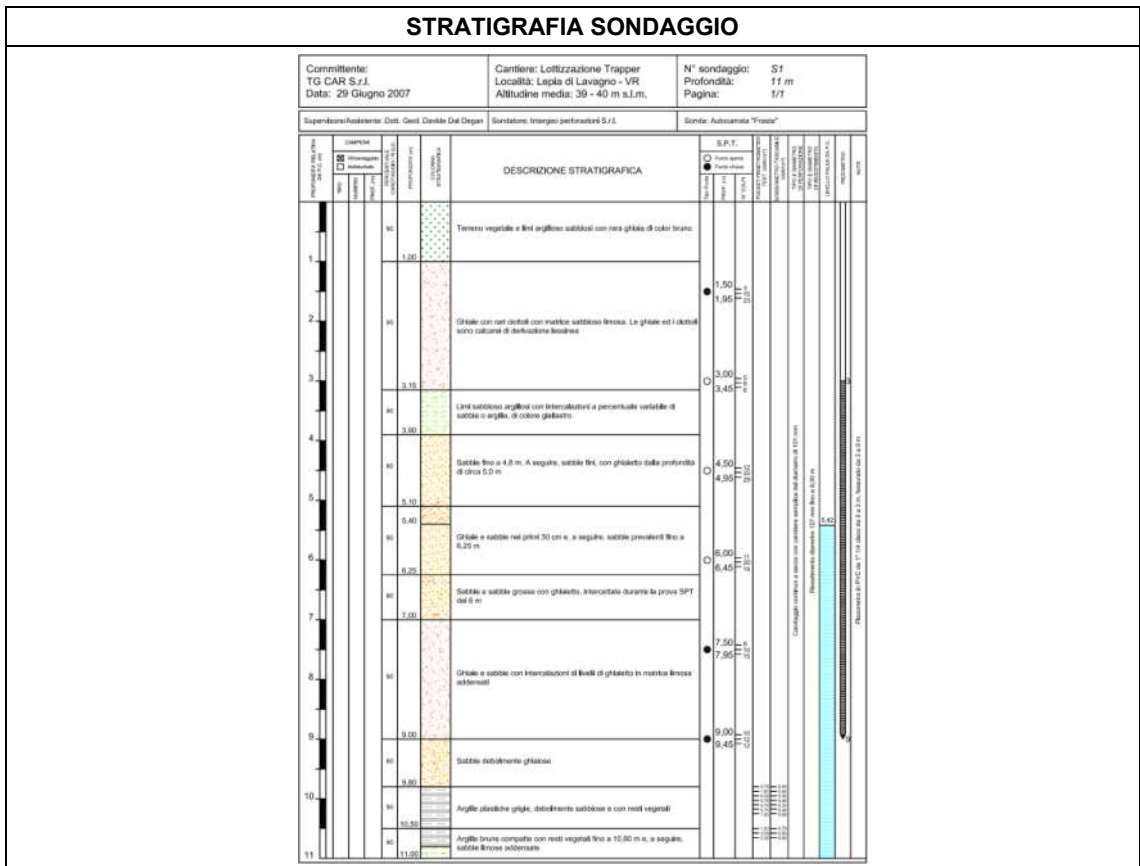


UBICAZIONE PROVA CPT



SONDAGGIO **14**

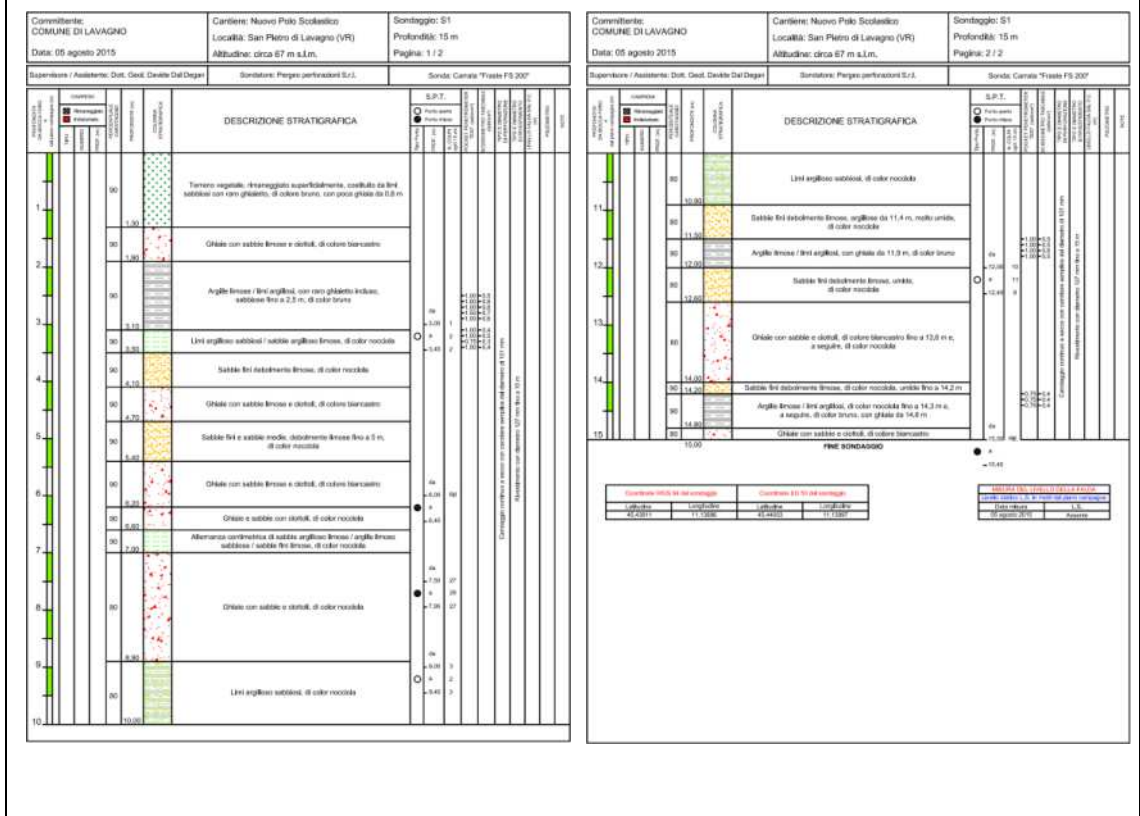
SINTESI DEI DATI			
FONTE	Dott. Geol. Davide Dal Degan	LOCALITÀ	Via della Scienza – Z.A.I. Lepia
LATITUDINE WGS 84	45,41168	QUOTA PIANO CAMPAGNA	40 m s.l.m.
LONGITUDINE WGS 84	11,13837	PROFONDITÀ SONDAGGIO	11 m
LITOLOGIA PREVALENTE	Sabbie, ghiaie con sabbia	LIVELLO STATICO	5,42 m dal p.c.
ATTENDIBILITÀ	Alta	ANNO REALIZZAZIONE	2007



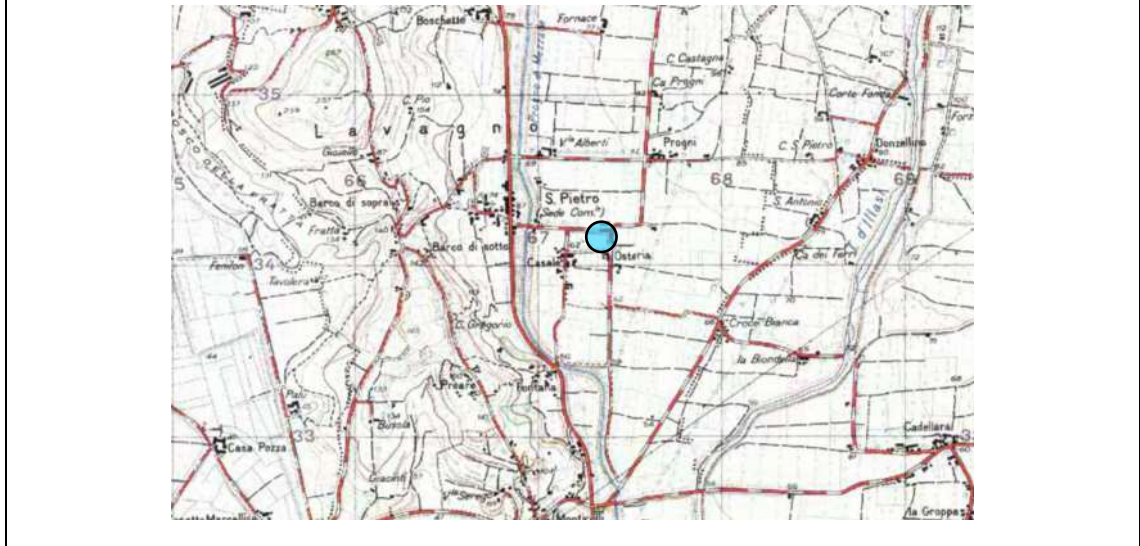
SONDAGGIO **15**

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



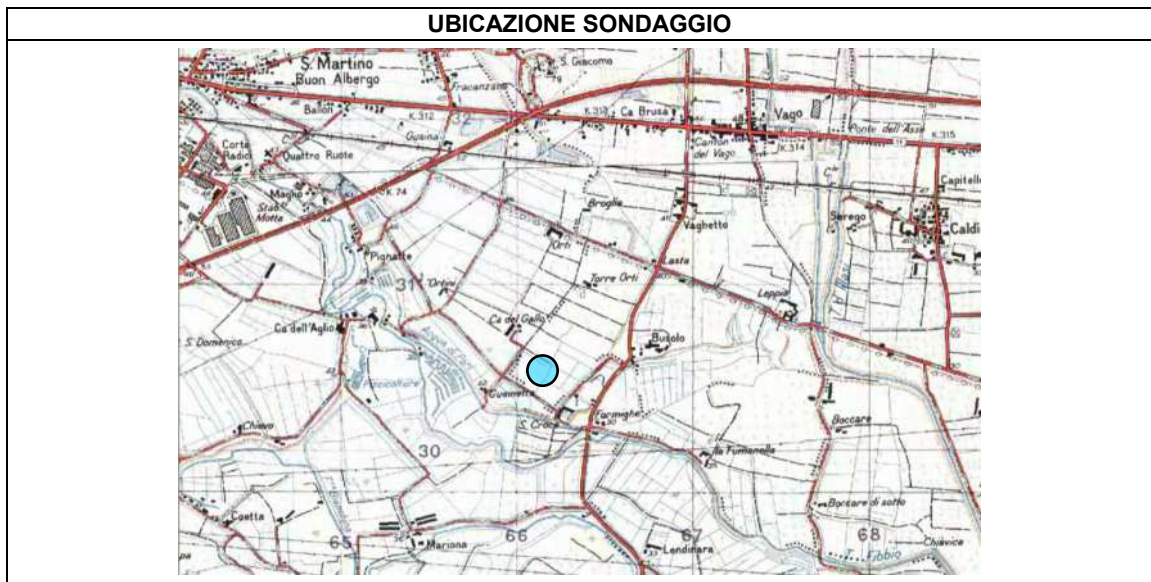
UBICAZIONE SONDAGGIO



SONDAGGIO P.A.T.I.	16
---------------------------	-----------

SINTESI DEI DATI			
FONTE	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



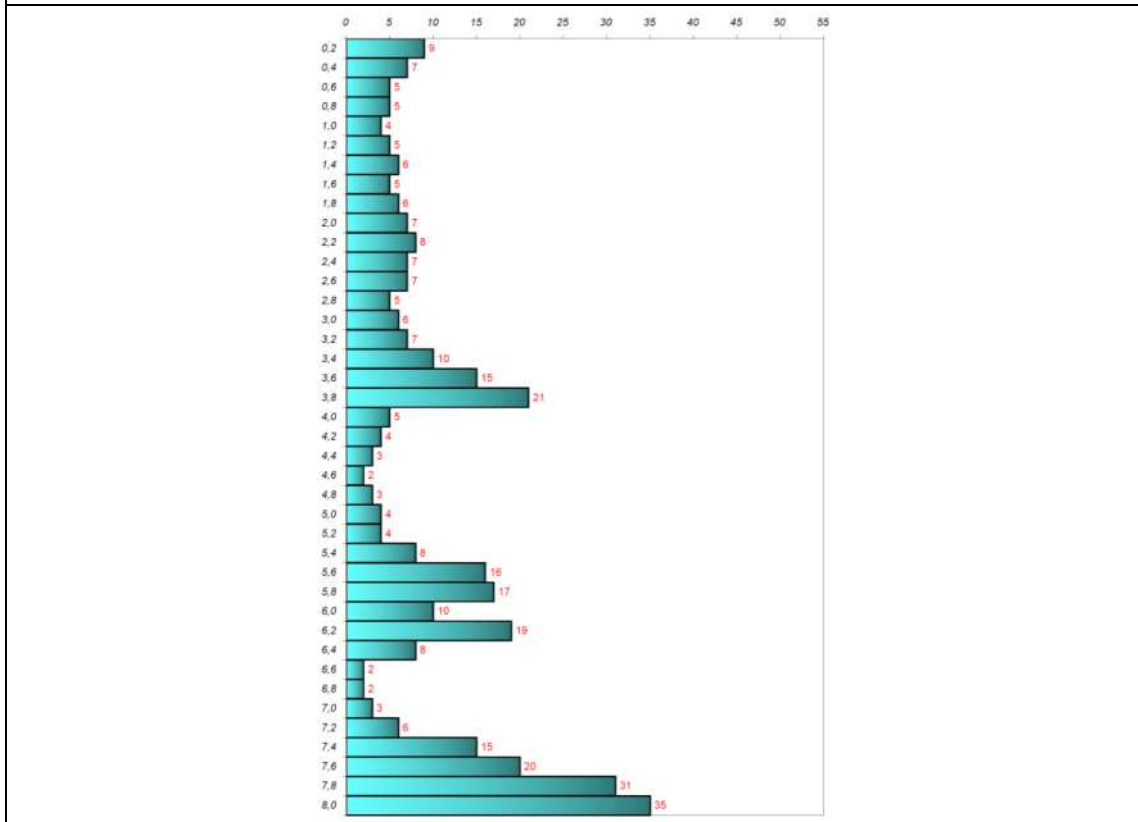
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH

17

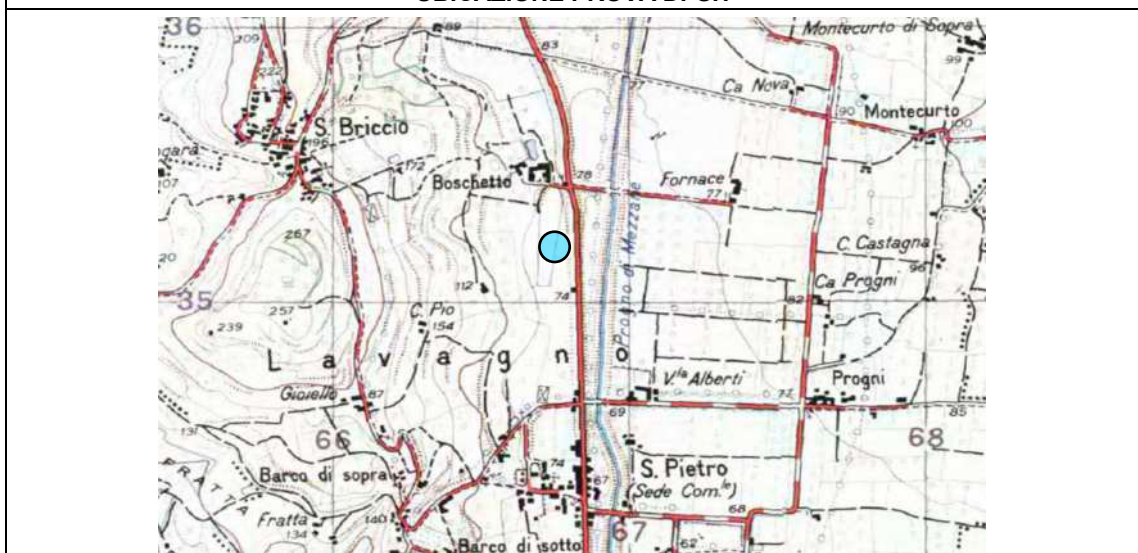
SINTESI DEI DATI

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



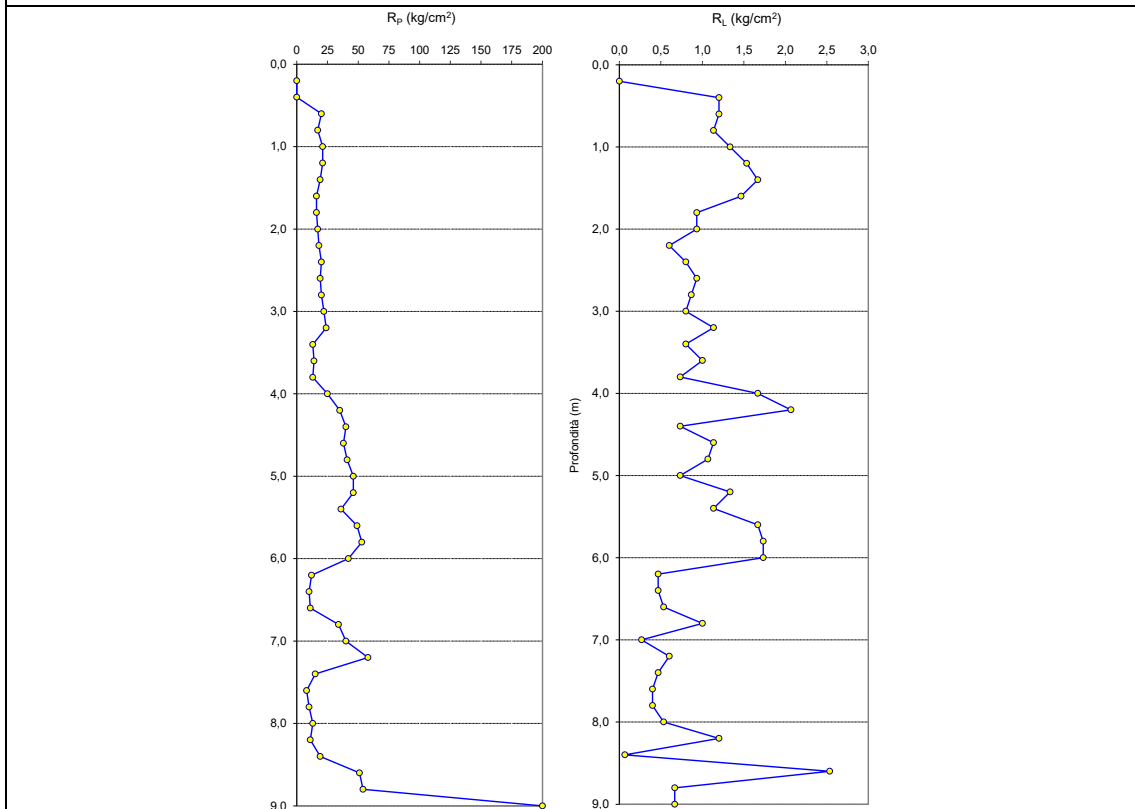
PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT

18

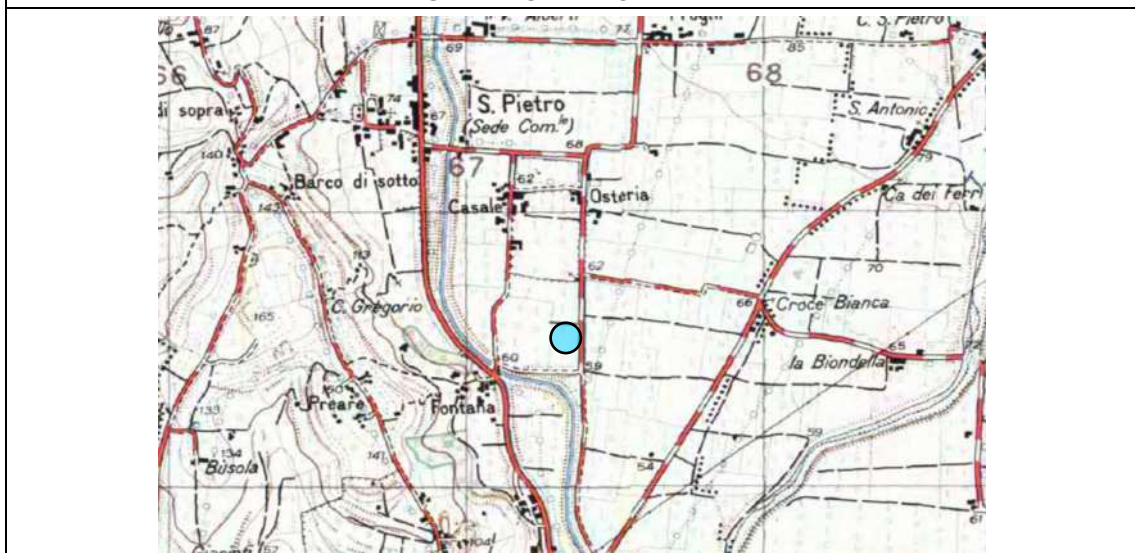
SINTESI DEI DATI

FORTE	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



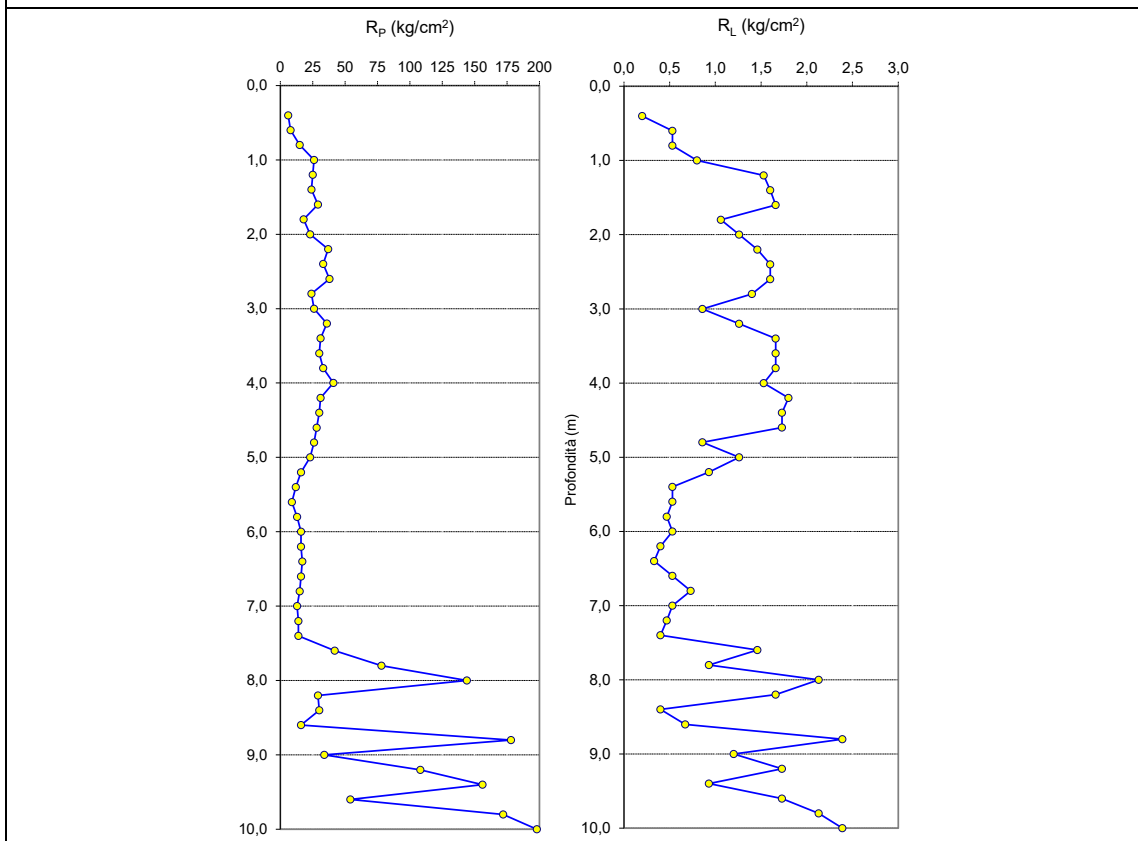
PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT

19

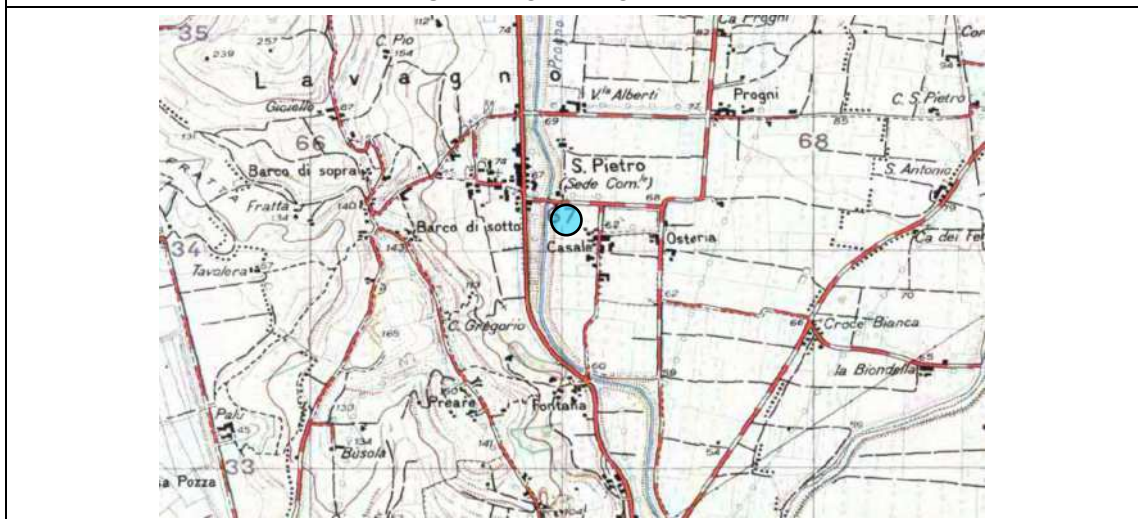
SINTESI DEI DATI

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



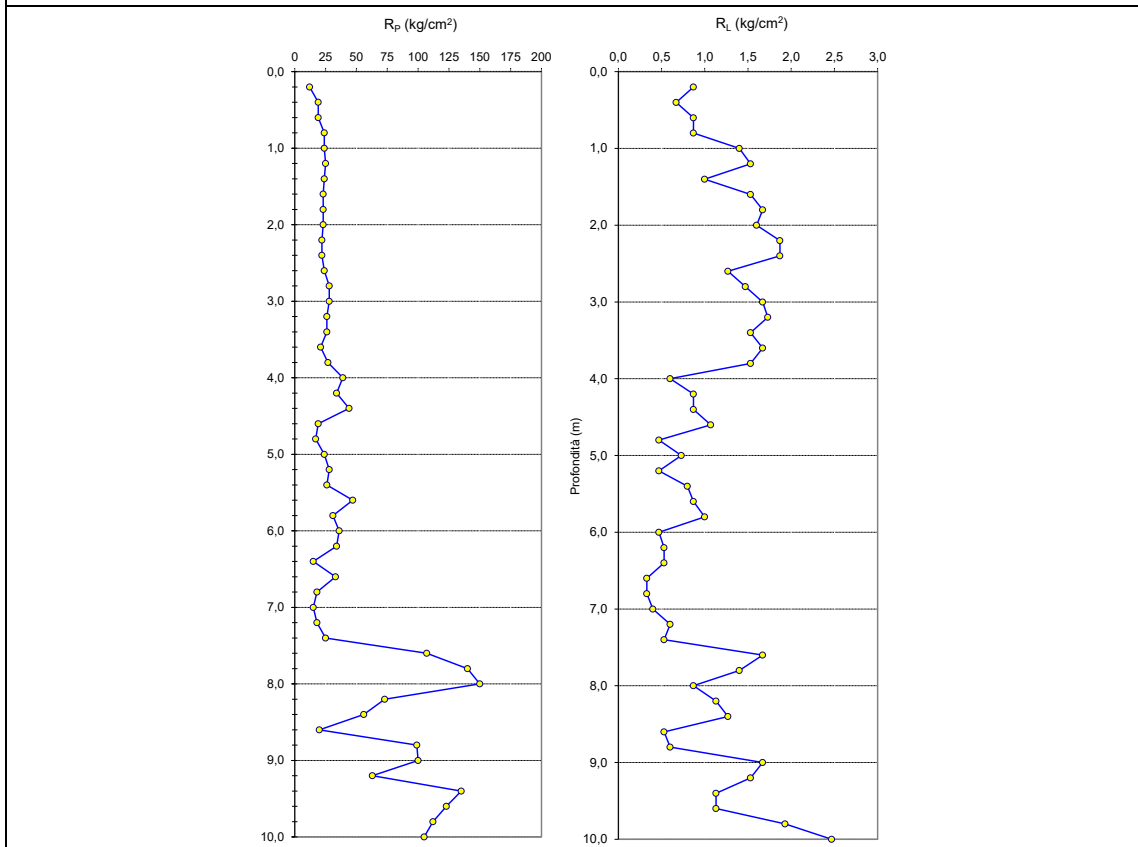
PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT

20

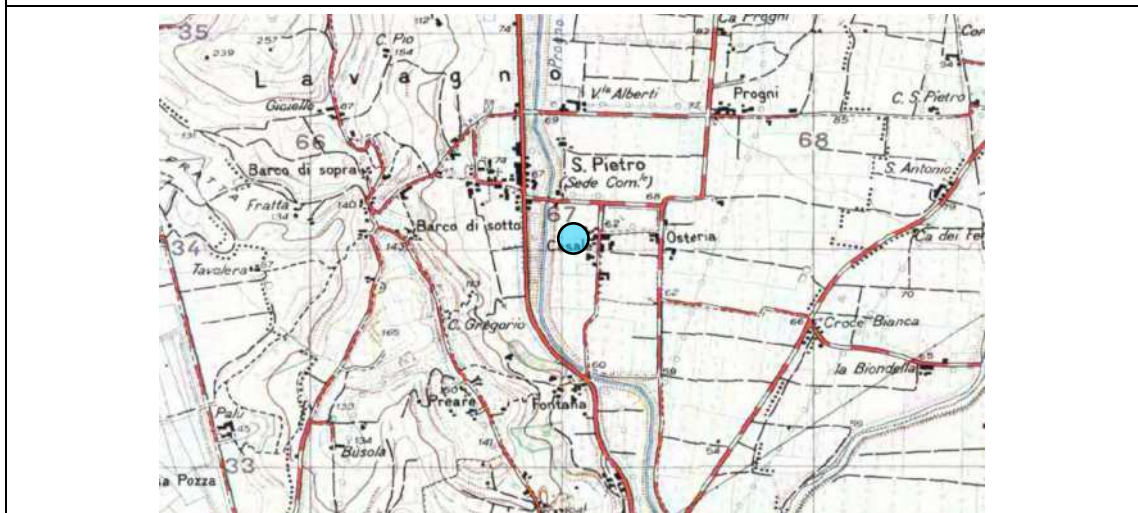
SINTESI DEI DATI

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



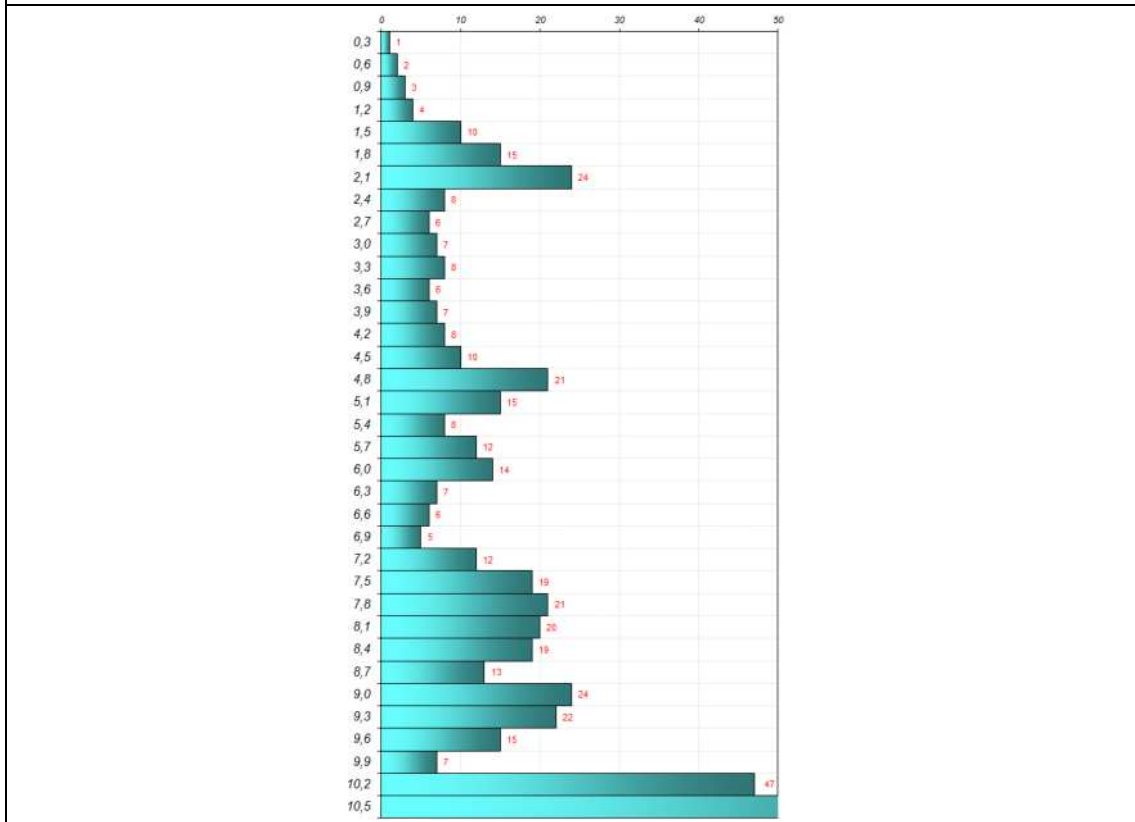
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH

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



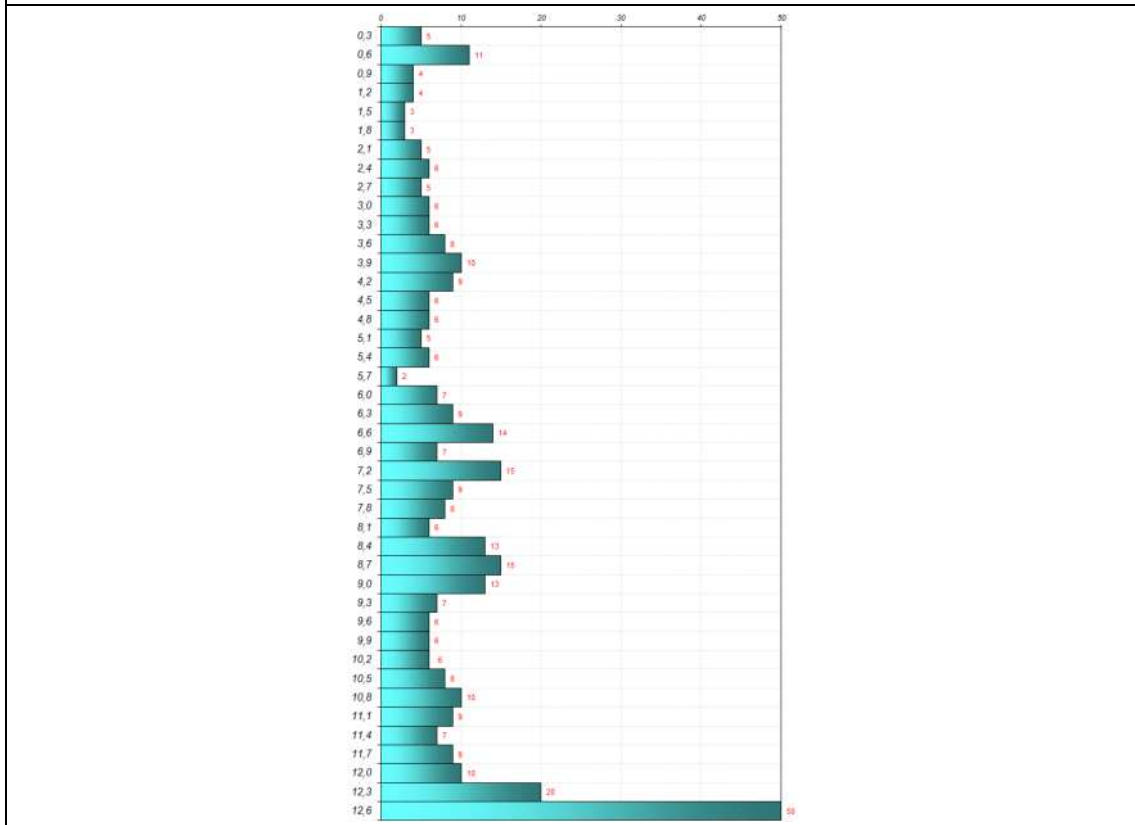
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH

22

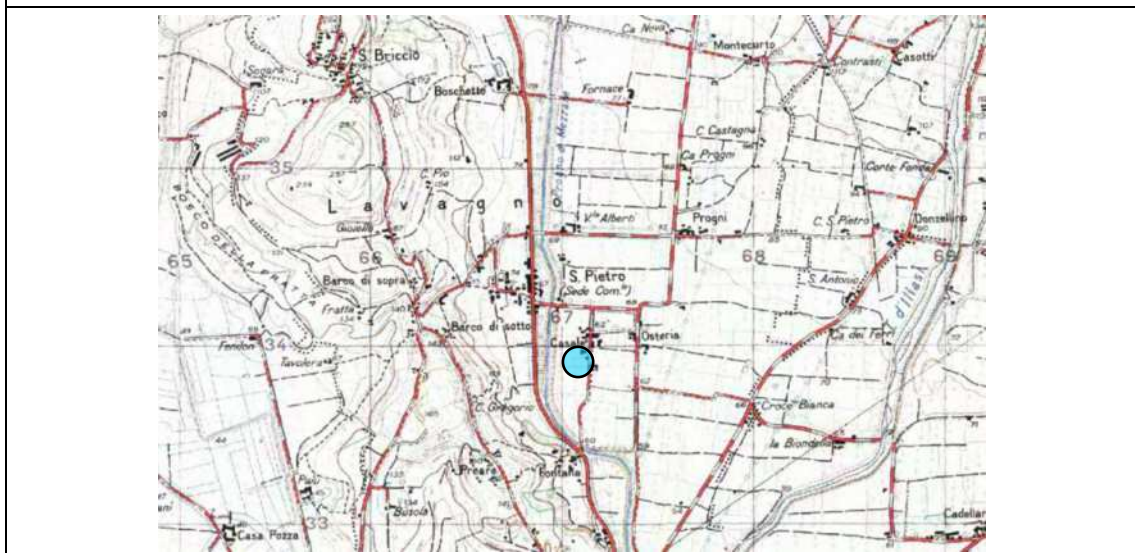
SINTESI DEI DATI

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



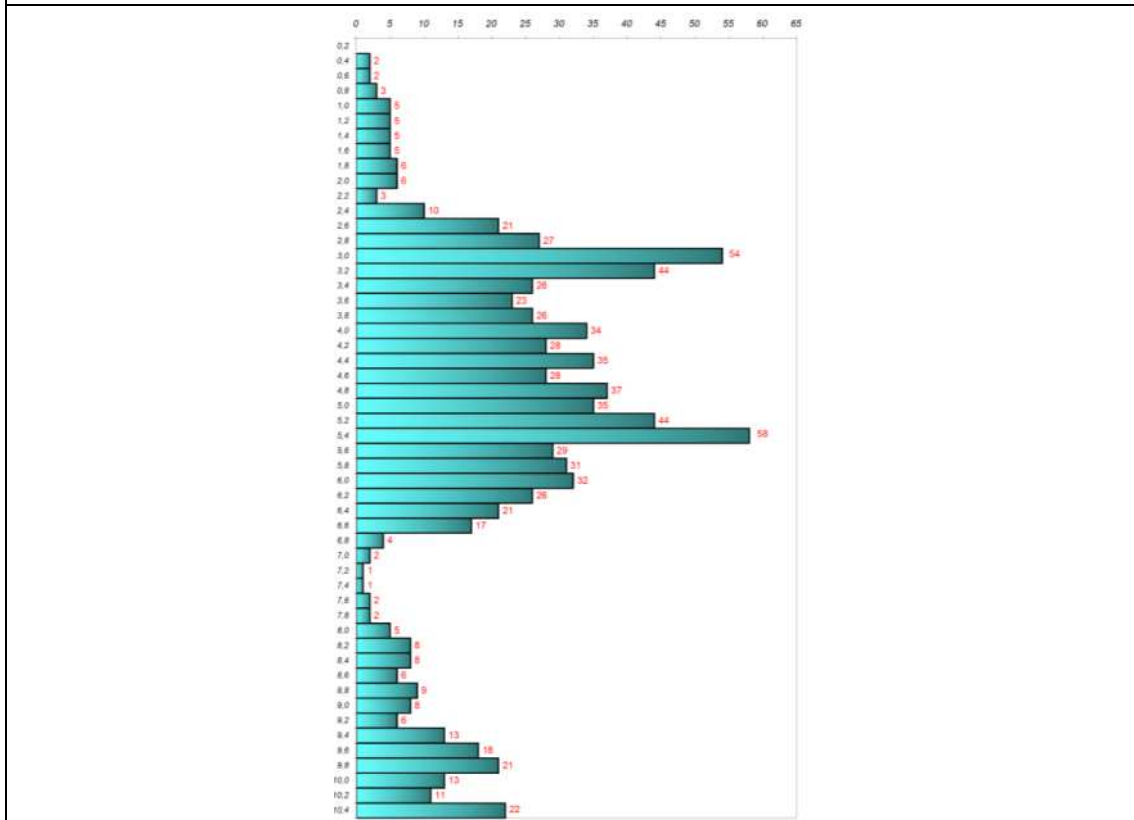
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH

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



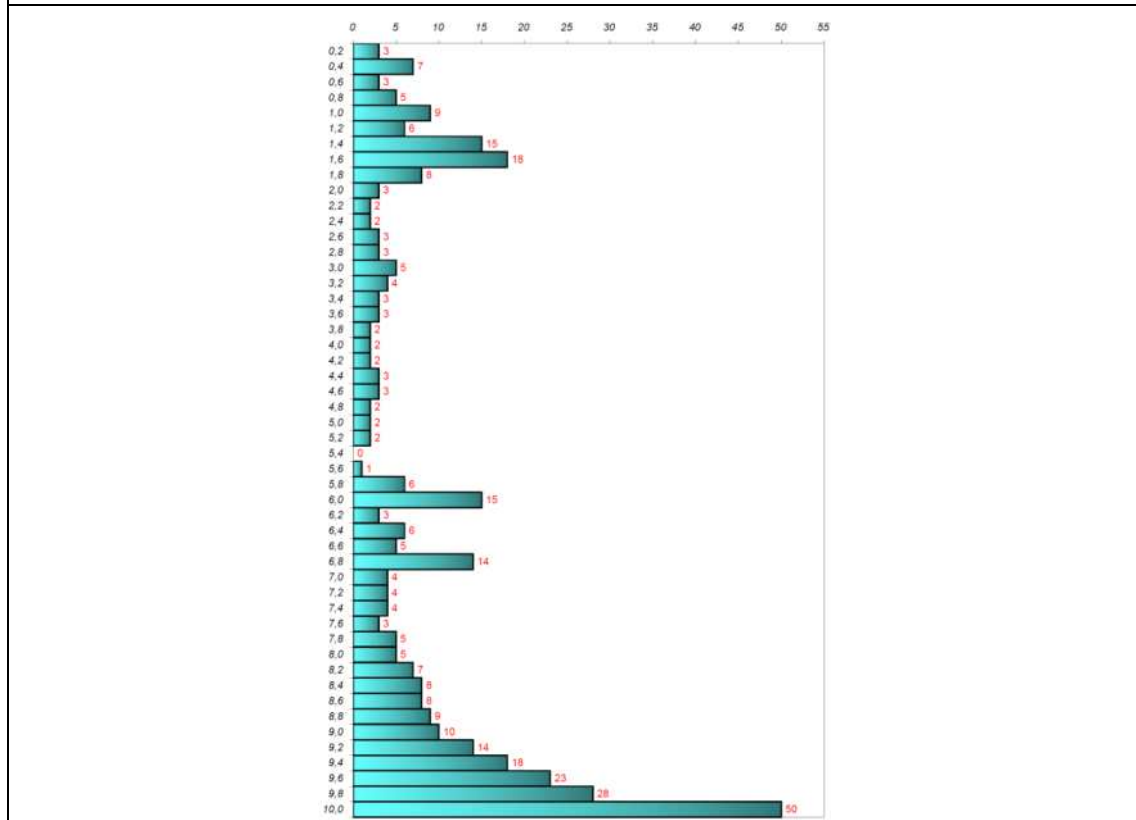
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH

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



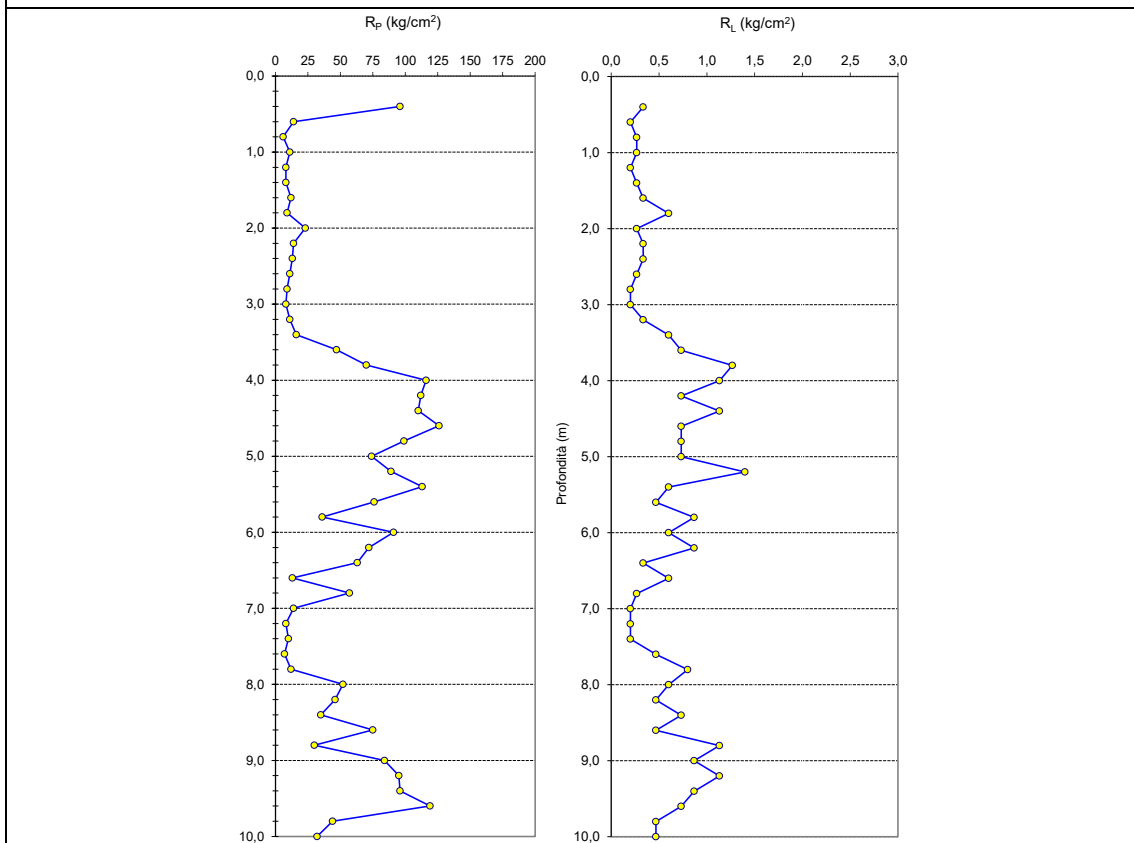
PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT

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

