



Provincia di Mantova

CITTÀ DI VIADANA



PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE ALLA DEFINIZIONE
DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO
AI SENSI DELLA D.G.R. N. IX/2616 DEL 30 NOVEMBRE 2011

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Committente:

Città di Viadana,
Piazza Matteotti, 2
46019 Viadana (MN)

dott. geol. Dimitri Bassanelli
Via Cavour, 3/c – Nembro (BG)
Tel. 3404935794
E-Mail: dimitri.bassanelli@gmail.com



Dimitri Bassanelli

Luglio 2023

Sommario

1 – PREMESSA.....	3
2 – RIFERIMENTI NORMATIVI.....	5
3 – METODOLOGIA DI STUDIO.....	6
4 – INQUADRAMENTO GENERALE	7
4.1 Inquadramento geografico e geomorfologico.....	7
4.2 Inquadramento geologico	9
4.3 Geologia del sottosuolo	11
4.4 Stratigrafia	13
4.5 Zonazione sismogenetica	14
5 – METODOLOGIA DI ANALISI DEL TERRITORIO.....	19
5.1 1° Livello	19
5.2 2° Livello	19
5.3 3° Livello	21
6 – ANALISI DI 1° LIVELLO	23
6.1 Carta della pericolosità sismica locale	23
7 – ANALISI DI 2° LIVELLO	24
7.1 Carta dei fattori di amplificazione	24
7.2 Categorie di sottosuolo ai sensi delle NTC 2018.....	25
7.3 Indagini.....	27
7.4 Analisi degli effetti litologici	30
8 – OSSERVAZIONI FINALI E NORME TECNICHE.....	63

COMUNE DI VIADANA (MN)

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO – L.R. N. 12 DEL 11.03.2005

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA
NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO AI SENSI DELLA D.G.R. N. IX/2616 DEL 30 NOVEMBRE 2011

Analisi di 1° livello			
Tavola 1	Carta della pericolosità sismica locale	Scala	1:10.000
Tavola 2	Carta litologica	Scala	1:20.000
Tavola 3	Sezione geologica	Scala	1:10.000
Analisi di 2° livello			
Tavola 4	Carta dei fattori di amplificazione	Scala	1:10.000
Tavola 5	Carta della fattibilità geologica delle azioni di piano sovrassegnata.	Scala	1:10.000

1 – PREMESSA

La componente geologica, idrogeologica sismica¹ del Piano di Governo del Comune di Viadana, approvato con D.C.C. n. 38 del 28 marzo del 2011 e pubblicato sul BURL della Regione Lombardia n. 34 in data 28 aprile 2011, comprende lo studio sismico, redatto ai sensi dell'Allegato 5 della D.G.R. n. 8/1566 del 22 dicembre 2005.

Il presente elaborato aggiorna e integra i contenuti del precedente studio sismico in seguito alle modifiche normative intercorse dalla data di approvazione del Piano di Governo del Territorio con l'approvazione della D.G.R. IX/2616 del 30 novembre 2011 "Aggiornamento dei 'Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12", approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374" che aggiorna i criteri metodologici relativi alla valutazione degli effetti sismici finalizzati alla definizione della componente sismica nei piani di governo del territorio.

Nella **Tabella 1** è illustrato lo schema procedurale di riferimento per l'analisi della componente sismica, come previsto dalla D.G.R. IX/2616/2011, nello specifico nella zona sismica 3 in cui ricade il Comune di Viadana.

	Livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1^ livello fase pianificatoria	2^ livello fase pianificatoria	3^ livello fase progettuale
Zona sismica 2-3	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	- Nelle aree indagate con il 2^ livello quando F_a calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1e Z2.
Zona sismica 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	- Nelle aree indagate con il 2^ livello quando F_a calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1 e Z2 per edifici strategici e rilevanti.

PSL = Pericolosità Sismica Locale

Tabella 1 - Schema procedurale di applicazione della componente sismica a supporto del P.G.T.

¹ Lo studio è stato redatto a cura del Dott. Geol. Marco Rogna di Fidenza (PR) nell'anno 2007

Il Comune di Viadana con Determina del Responsabile dell'Ufficio Tecnico n. 633 del 08/10/2018 - CIG Z6C251C5B0, ha incaricato lo scrivente dell'aggiornamento della componente sismica del Piano di Governo del Territorio.

Lo studio sismico, in adempimento ai criteri metodologici vigenti, integra il precedente studio con l'aggiornamento normativo/bibliografico e con l'esecuzione di indagini in sito.

Le indagini geofisiche, riportate in *Allegato 1*, sono state eseguite in corrispondenza di n. 16 siti, scelti tenuto conto delle caratteristiche geologico-stratigrafiche del territorio di Viadana e della distribuzione degli insediamenti urbanizzati.

Le indagini sono state eseguite utilizzando il metodo a stazione singola o dei rapporti spettrali, (H/V o HVSR o anche "metodo di "Nakamura"). Il metodo² è basato sullo studio dei rapporti di ampiezza che nelle diverse frequenze di vibrazione (rapporti spettrali) esistono fra il rumore sismico misurato sul piano orizzontale (H) e quello misurato sul lungo la componente verticale. L'idea che sta alla base della procedura è quella secondo cui il rapporto H/V consente di eliminare il ruolo della sorgente (ipoteticamente presente nella stessa misura nella componente verticale e orizzontale) isolando gli effetti delle modalità di propagazione della onde sismiche.

Il metodo, oggetto di intensa sperimentazione che coinvolge tutti gli aspetti della procedura, è stato codificato tramite le linee guida redatte nel Progetto SESAME (**S**ite **E**ffect**S** assessment using **A**mbient **E**xcitations) – Dicembre 2004 a cui si farà riferimento nel corso della presente trattazione.

² Metodi sismici per la determinazione del profilo di velocità delle onde S a cura di D. Albarello in "La risposta sismica locale per la progettazione strutturale" – Monografie CISM (2007)

2 – RIFERIMENTI NORMATIVI

Si riportano i principali riferimenti normati in merito alla componente sismica nella pianificazione:

- **DM 17.01.2018** – Aggiornamento delle *Norme Tecniche per le Costruzioni*;
- **Circolare Min. Infrastrutture e Trasporti n.7 del 21.01.2019** – *Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni*;
- **D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011** - *Aggiornamento dei 'Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12', approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374", pubblicata sul BURL n. 50 Serie ordinaria del 15 dicembre 2012;*
- **La D.G.R. n. X/2129 del 11 luglio 2014** "*Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R.1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)*" che ha riclassificato dal punto di vista sismico molti Comuni del territorio lombardo, (**Il Comune di Viadana rimane in Zona sismica 3**);
- **L. R. 12 ottobre 2015, n. 33** "*Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche*" la legge regionale contiene disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche, nel rispetto dei principi fondamentali contenuti nella parte II, capo IV, del decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380 (Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia).
- **La D.G.R. 30 marzo 2016 - n. X/5001** "*Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della l.r. 33/2015)*"; La delibera contiene le procedure previste dall'applicazione delle L.R. 33 del 2015;
- **D.d.u.o. 22 maggio 2019 - n. 7237** "*Aggiornamento del d.d.u.o. 21 novembre 2013 n. 19904 - Approvazione elenco delle tipologie degli edifici ed opere infrastrutturali di interesse strategico e di quelli che possono assumere rilevanza per le conseguenze di un eventuale collasso in attuazione della d.g.r. n. 19964 del 7 novembre 2003*"
- **Linee guida per l'individuazione**, dal punto di vista strutturale, degli interventi di cui all'art. 94-bis, comma 1, del decreto del Presidente della Repubblica n. 380/2001, nonché delle varianti di carattere non sostanziale, per le quali non occorre il preavviso di cui all'art. 93 del decreto del Presidente della Repubblica n. 380/2001, approvate con decreto ministeriale 30 aprile 2020;
- **Circolare regionale 28 gennaio 2020** - n. 1 Profili applicativi in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche, di cui alla l.r. 33/2015, a seguito dell'entrata in vigore della legge 156/2019, della l.r. 21/2019 e della d.g.r. XI/2584/2019.
- **D.R.G. XI/4317 del 15 febbraio 2021** – Indirizzi per l'uniforme applicazione del decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti del 30 aprile 2020, "*Approvazione delle linee guida per l'individuazione, dal punto di vista strutturale, degli interventi di cui all'art. 94 bis, comma 1, del decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, nonché delle varianti di carattere non sostanziale per le quali non occorre il preavviso di cui all'articolo 93*".

3 – METODOLOGIA DI STUDIO

Lo scopo della microzonazione sismica è quello di fornire gli strumenti necessari alla realizzazione di una protezione preventiva, con conseguente diminuzione del rischio sismico.

Il danno che possono subire le costruzioni in occasione di terremoti può variare fortemente, anche entro distanze ravvicinate (da poche centinaia fino a poche decine di metri), in relazione al diverso comportamento dei terreni di fondazione ed ai fattori geologici e geomorfologici che hanno capacità di amplificare localmente l'effetto sismico.

Appare evidente come la microzonazione sismica debba, al fine di valutare le situazioni più pericolose, innanzitutto basarsi sul riconoscimento delle caratteristiche geotecniche, geologiche e geomorfologiche del territorio in esame.

In un contesto geologico complesso, infatti, le modalità di rilascio dell'energia, il cammino di propagazione delle onde sismiche dalla sorgente al sito e la loro interazione con la morfologia e geologia locale, possono far variare fortemente l'intensità di un terremoto entro la stessa regione geologica.

La microzonazione sismica rappresenta un efficace mezzo mediante il quale caratterizzare qualitativamente e quantitativamente i terreni ove si intende edificare, in relazione alla loro potenziale o reale pericolosità sismica.

SCENARI DI PERICOLOSITÀ

L'individuazione e la prevenzione del rischio sismico hanno portato al continuo sviluppo di metodologie che si basano sul riconoscimento dei contesti geomorfologici dove si possono verificare amplificazioni del moto del suolo e fenomeni di instabilità concomitanti.

Alla luce delle più recenti metodologie, appare ormai appurato che, per quanto riguarda la pericolosità, maggiore importanza rivestono i parametri sorgente per i siti vicini all'area ipocentrale; mentre allontanandosi da quest'ultima acquistano invece sempre maggiore importanza le caratteristiche locali, quali:

- fattori geometrici, legati essenzialmente alla profondità e alla geometria del substrato roccioso, con priorità rivolta all'individuazione di strati o livelli con caratteristiche meccaniche inferiori a quelle sovrastanti;
- proprietà meccaniche delle unità litologiche (importanti sia in senso assoluto che relativamente al substrato litoide);
- presenza di falde superficiali e di terreni potenzialmente liquefacibili.

Gli "scenari potenziali di pericolosità sismica" rappresentano una schematizzazione di "situazioni geomorfologiche tipo", per ognuna delle quali si possono verificare situazioni di rischio sismico.

4 – INQUADRAMENTO GENERALE

4.1 Inquadramento geografico e geomorfologico

Il territorio di Viadana ricade nella parte meridionale della Provincia di Mantova, nel tratto dove il Fiume Po, caratterizzato da un percorso sinuoso, forma in corrispondenza del territorio comunale un'ampia ansa. L'area in esame è occupata interamente dai depositi di piana alluvionale costruiti dal fiume Po e nella parte settentrionale del territorio dall'apparato fluviale del fiume Oglio (vedi **Figura 1**). La rete idrografica secondaria è costituita da fossi, navigli e canali di bonifica.

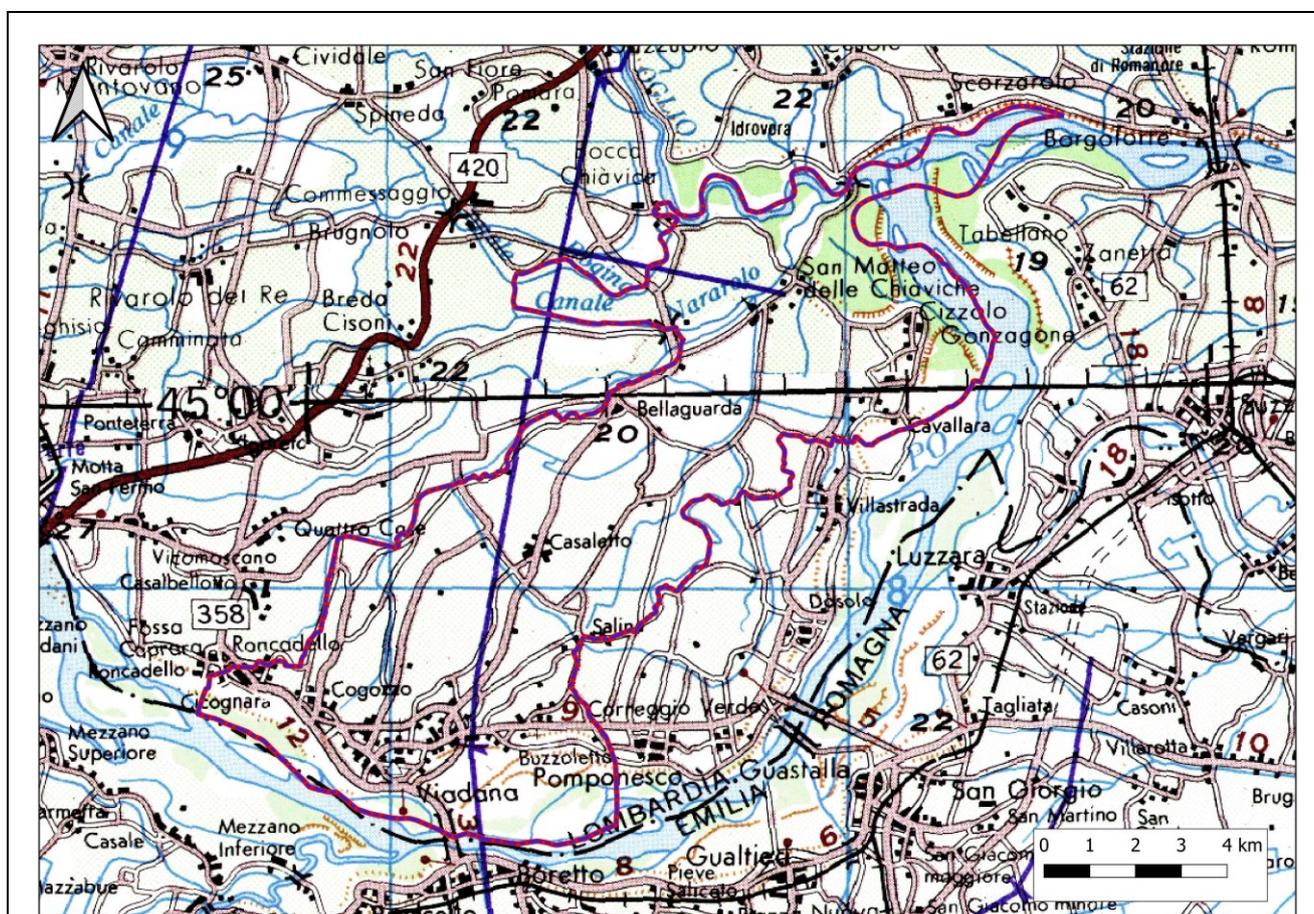


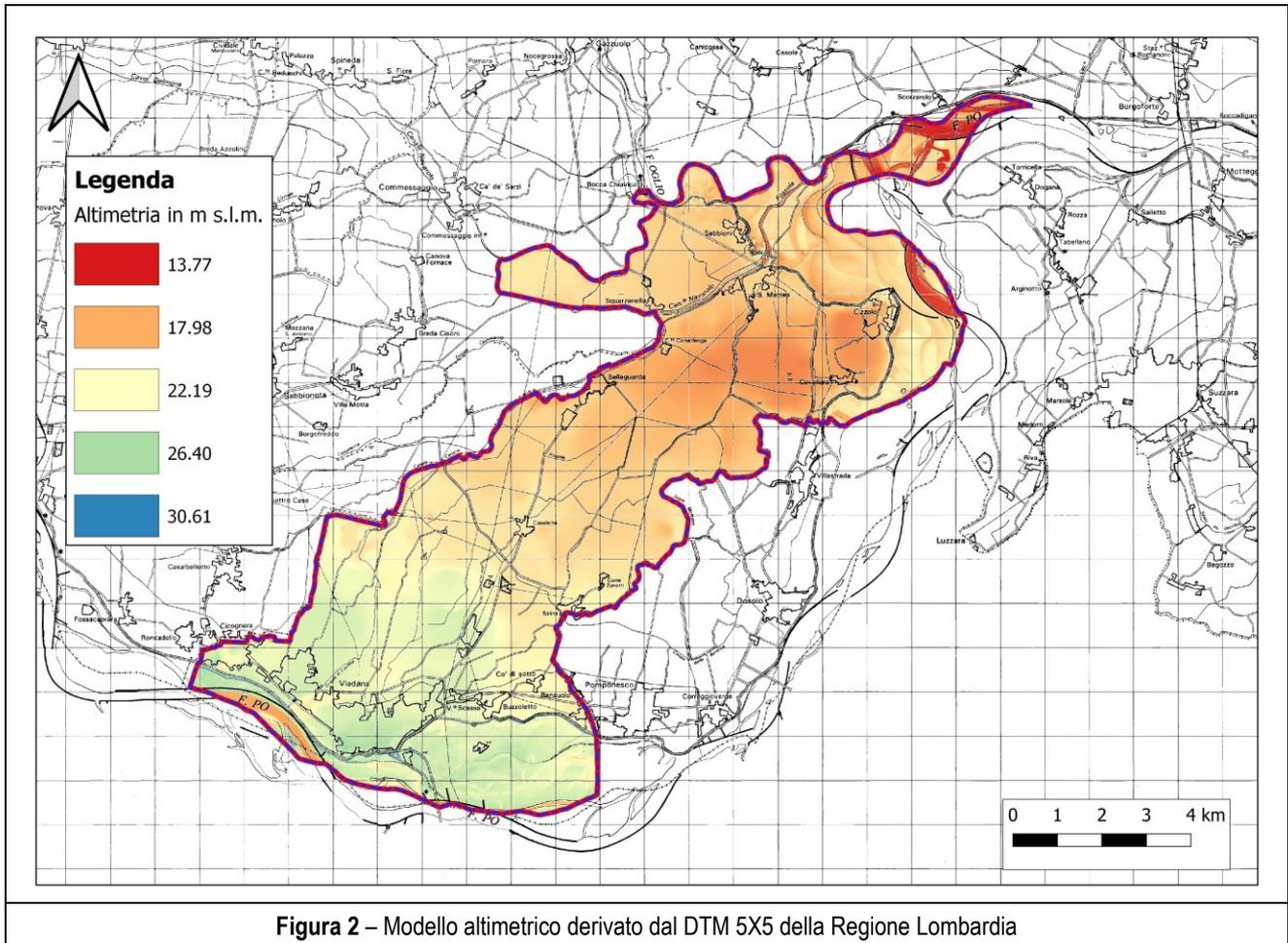
Figura 1 – Inquadramento geografico del territorio di Viadana su cartografia di base IGM 250.000

La ricostruzione tramite modello digitale dell'altimetria del terreno (Modello DTM 5X5 derivato dal Geoportale della Regione Lombardia) mostra che le quote variano nell'intervallo tra m 13÷17 s.l.m. in corrispondenza delle frazioni di San Matteo delle Chiaviche, Cizzolo e Bellaguardia nella parte settentrionale del territorio mentre variano nell'intervallo tra m 20÷26 s.l.m. in corrispondenza delle frazioni di Casaleto, Salina, Cogozzo e Viadana nella parte meridionale del territorio (vedi **Figura 2**).

COMUNE DI VIADANA (MN)

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO – L.R. N. 12 DEL 11.03.2005

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA
NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO AI SENSI DELLA D.G.R. N. IX/2616 DEL 30 NOVEMBRE 2011



La quota massima (m 30.61 s.l.m) è associata al rilevato della strada arginale che delimita il Fiume Po (via Argine Po); mentre la quota minima (m 13.77 s.l.m.) si trova lungo l'alveo del Fiume Po nella parte settentrionale del territorio comunale.

4.2 Inquadramento geologico

Il territorio del Comune di Viadana è costituito da depositi di piana alluvionale in cui si distinguono ambienti di canale, argine prossimale o distale, e di piana a meandri, lungo il corso del fiume Po³ (vedi **Figura 3**).

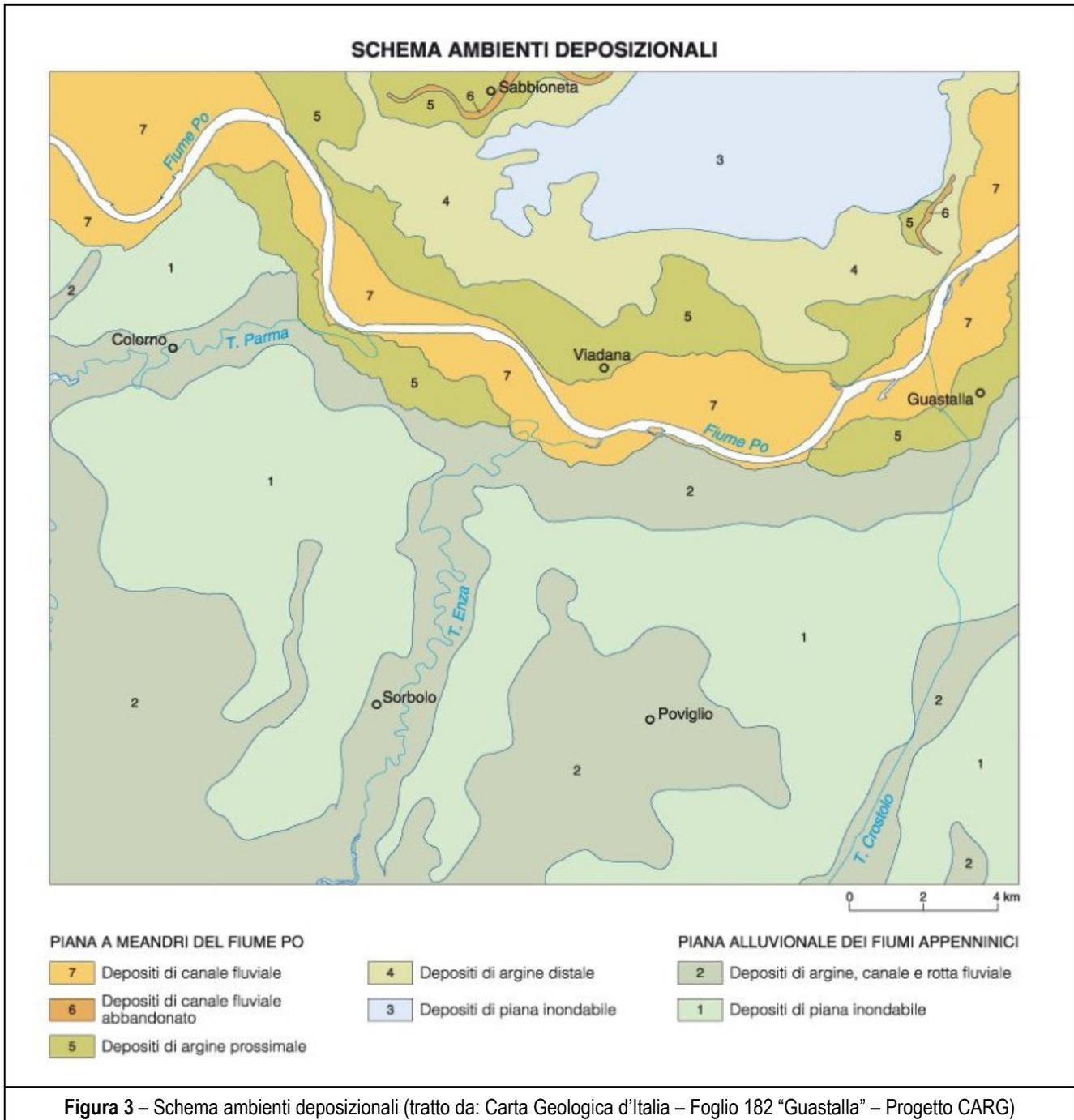
La Pianura Padana che nel suo insieme rappresenta l'espressione morfologica di superficie del Bacino Padano, un bacino sedimentario di età terziaria compreso tra le strutture appenniniche (a vergenza settentrionale) e le strutture alpine (a vergenza meridionale). La storia compressiva che lo ha interessato ha contribuito, assieme alle variazioni climatiche succedutesi nel tempo, all'architettura dei suoi depositi. La porzione meridionale del bacino padano è legata allo sviluppo della catena appenninica, una catena a falde caratterizzata dalla sovrapposizione di elementi paleogeografici più interni su elementi più esterni (propagazione in direzione dell'Avampaese padano-adriatico).

L'evoluzione dell'Appennino può essere descritta in estrema sintesi nel passaggio da una prima fase oceanica (Cretaceo - Eocene medio) nella quale si verifica la progressiva chiusura del paleo oceano ligure-piemontese, ad una fase continentale che dall'Oligocene in poi testimonia un regime collisionale e post-collisionale tra i due blocchi continentali della zolla europea (sardo-corsa) e la placca Apula (o Adria o Adriatico-Padana) (Boccaletti et alii, 1980). In particolare, l'attuale strutturazione del bacino trae origine dalle spinte deformative che, a partire dal Miocene superiore, hanno coinvolto l'Appennino Settentrionale e l'antistante substrato padano: l'avanzamento delle falde appenniniche infatti ha indotto sprofondamenti flessurali nell'antistante avampaese padano ed il formarsi di un bacino subsidente con lo sviluppo dell'avanfossa padano adriatica (Cremonini & Ricci Lucchi, 1982; Gaspari et alii, 1987; Castellarin et alii, 1985; Conti & Gelmini, 1994).

Dopo l'abbassamento del livello del mare dovuto all'isolamento del Mediterraneo nel Messiniano, con il Pliocene si registra una generale trasgressione marina con deposizione pelitica estesa e presenza di depositi torbiditici nelle zone più profonde. Nel Pleistocene inizia un nuovo ciclo sedimentario che completa il progressivo colmamento del Bacino Padano (ciclo "Qm" – Quaternario marino in Ricci Lucchi et alii, 1982) caratterizzato da successioni marine via via meno profonde. In risposta ad uno degli ultimi episodi deformativi della catena appenninica, avvenuto nel Pleistocene medio, si verificò il passaggio da un ambiente marino ad uno continentale (ciclo "Qc" Quaternario continentale) determinando la troncatura al tetto dei depositi marini, con contatto erosivo, da parte dei depositi sabbioso-ghiaiosi alluvionali del Pleistocene medio-superiore (Supersistema Emiliano-Romagnolo). Nel Pleistocene medio-superiore l'evoluzione del Bacino Padano

³ Note illustrative del Foglio 182 "Guastalla" – CARG – Scala 1: 50.000

registra, comunque, fasi periodiche di innalzamento del livello del mare, portando, in alcune aree, all'instaurarsi di ambienti e depositi marini alternati a quelli continentali.



4.3 Geologia del sottosuolo

La struttura della Pianura Padana è stata ricostruita tramite i profili sismici⁴ che hanno permesso di riconoscere nel sottosuolo la presenza di archi di accavallamento legati formati in seguito all'evoluzione del bacino di avanfossa padano-adriatico generato dalla collisione e subduzione di crosta continentale. Queste strutture, ad andamento parallelo con orientazione generalmente circa NO-SE, sono costituite da pieghe anticlinaliche e thrusts (superfici di sovrascorrimento), separate da zone sinclinaliche, e guidano la migrazione progressiva verso nord-est dell'avanfossa plio-pleistocenica.

Il territorio del Comune di Viadana (*che ricade nel Foglio "Guastalla" da cui sono derivate le presenti note*) è compreso tra il Fronte di Sovrascorrimento Esterno (External Thrust Front, ETF) sepolto delle pieghe emiliane a sud-ovest e la chiusura occidentale delle pieghe ferraresi a sud-est. A nord è delimitata dal fronte esterno del prisma di accrezione appenninico (settore di Piadena). La sua posizione risulta prevalentemente depocentrale con quote della base dei depositi pliocenici posta tra i 6000 ed i 7500 metri dal piano campagna ed immersione verso sud (Regione Emilia-Romagna & CNR, 2002)⁵.

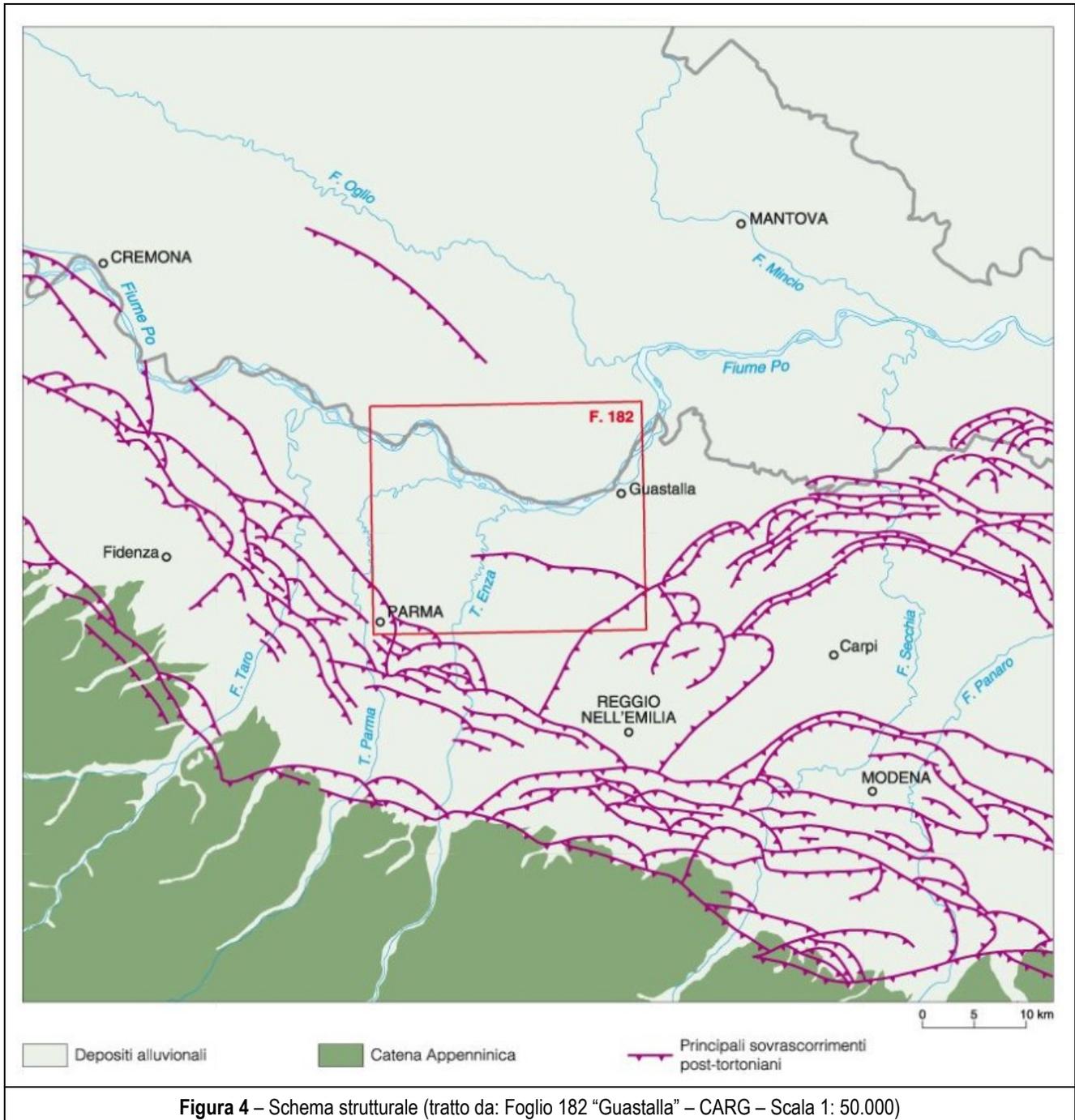
I numerosi studi basati su correlazioni di dati stratigrafici e idrogeologici di pozzo hanno messo in evidenza il carattere tendenzialmente regressivo della successione sedimentaria plio-pleistocenica Padana: alla base sono presenti depositi torbiditici di mare profondo, ricoperti da un prisma sedimentario progradante. In tale prisma è possibile identificare le seguenti facies sedimentarie: scarpata, piattaforma esterna, litorale, deltizia lagunare e fluviale⁶. Nei profili sismici si riconoscono due direzioni prevalenti di progradazione dei corpi sedimentati: la prima assiale rispetto al bacino Padano, Est vergente, originata dal paleo-delta del Po; la seconda trasversale, Sud-Est vergente, originata dai sistemi deltizi ad alimentazione alpina. Il riempimento del bacino marino e il passaggio alla sedimentazione continentale è il risultato di eventi tettonici parossistici, separati nel tempo da periodi di forte subsidenza bacinale e attività ridotta delle strutture compressive. Gli effetti dei movimenti verso Nord-Est delle falde appenniniche sono rilevabili alla scala dell'intero bacino. L'evoluzione del bacino padano si realizza a partire dal messiniano, quando cessano quasi completamente i movimenti tettonici dell'edificio alpino. Allo stesso tempo si registra un sensibile spostamento verso Nord-Est del fronte dell'Appennino settentrionale. Da questo momento le geometrie deposizionali del bacino Padano

⁴ Vedi nota 2

⁵ Vedi nota 2

⁶ Regione Lombardia, Eni Divisione Agip, 2002. Geologia degli acquiferi Padani della Regione Lombardia a cura di Cipriano Carcano e Andrea Piccin. S.EL.CA. (Firenze)

sono strettamente legate ai repentini sollevamenti e movimenti in avanti delle falde nord-appenniniche e dai lunghi periodi di relativa calma e subsidenza isostatica dei bacini.



Il margine meridionale del bacino padano, a ridosso del fronte appenninico, risente in modo consistente da tali movimenti. Il margine settentrionale risente in modo più blando di quanto succede nel bacino⁷.

⁷ Vedi Nota 5

4.4 Stratigrafia

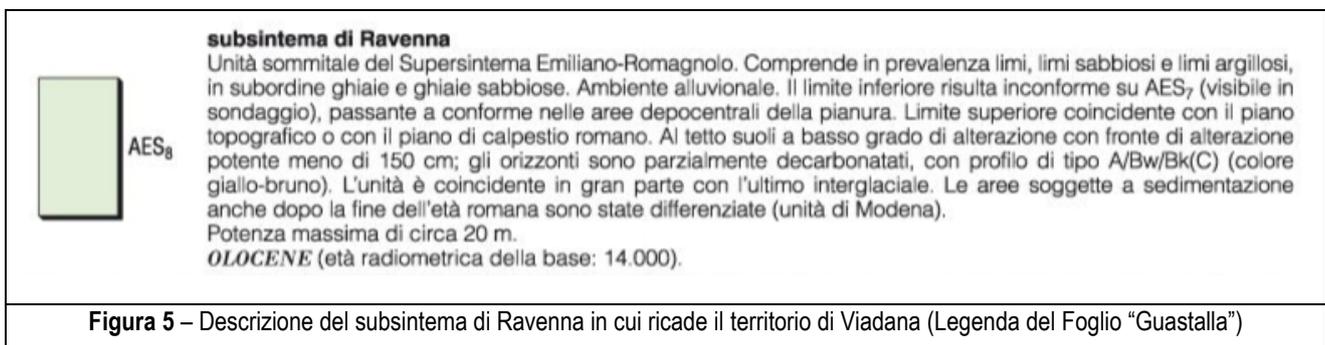
La suddivisione stratigrafica adottata è quella contenuta nel Foglio 182 “Guastalla”, le unità cartografate nei Fogli di Superficie e di Sottosuolo del Foglio appartengono alla Successione neogenico-quadernaria del margine appenninico padano ed in particolare al *Supersistema Emiliano-Romagnolo*.

Sono state utilizzate le UBSU, cioè unità delimitate alla base ed al tetto da superfici di discontinuità nell’accezione indicata dal Servizio Geologico Nazionale, le aree di pianura quali quelle del Bacino Padano sono caratterizzate in ampia parte da ambienti deposizionali fluviali nei quali sono estremamente frequenti lacune e diastemi e l’assenza quasi totale di superfici esposte rende complesso ed incerto il riconoscimento delle discontinuità né escludibile il passaggio verso valle a superfici di continuità stratigrafica.

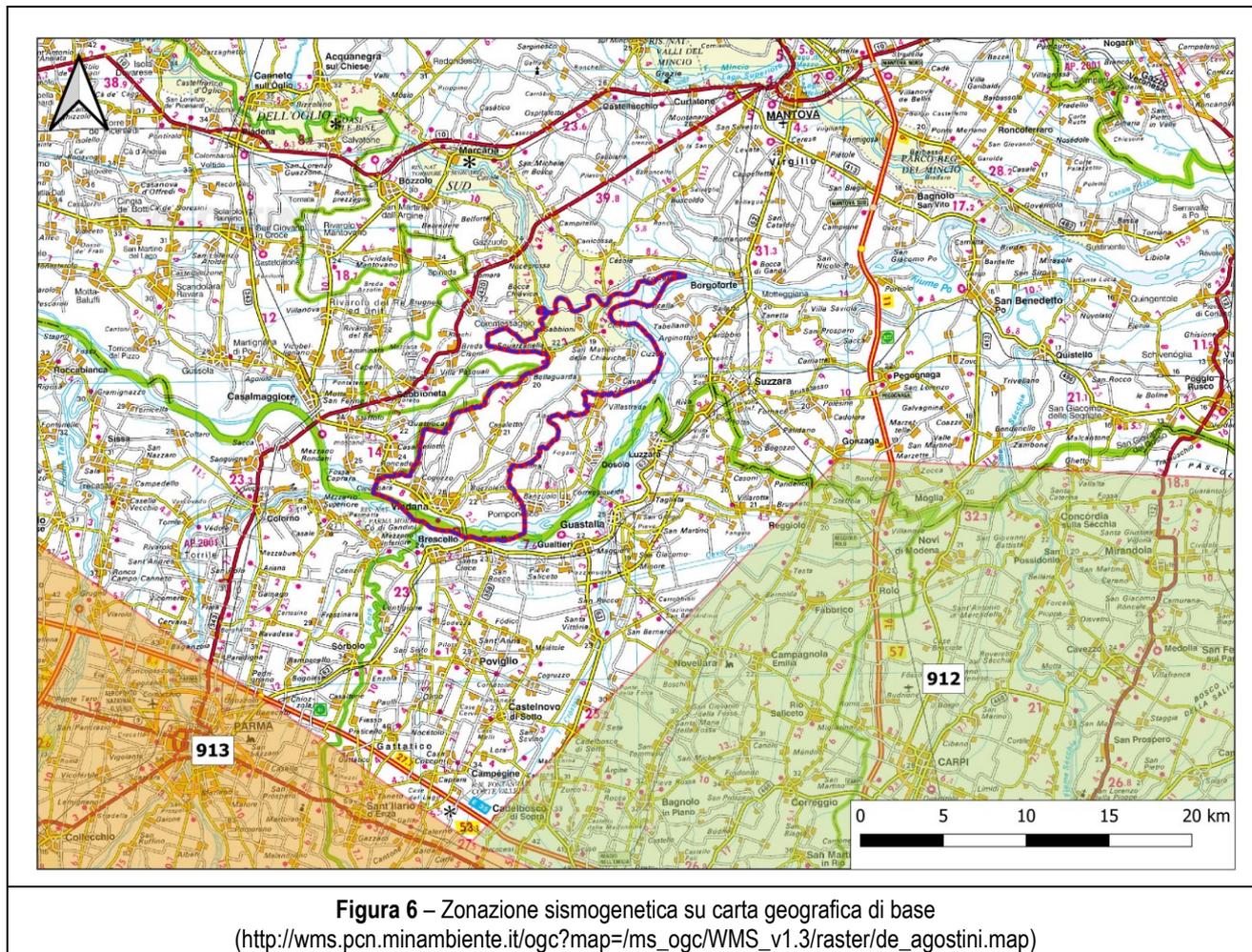
La successione sedimentaria del Foglio appartiene al *Supersistema Emiliano- Romagnolo* (ciclo Quaternario continentale Q_c – si rimanda alle *note illustrative* citate) di età olocenico-pleistocenica che costituisce la parte sommitale del ciclo sedimentario trasgressivo-regressivo della successione post-evaporitica del margine padano-adriatico.

Il supersistema Emiliano-Romagnolo è ripartito regionalmente in due successioni sovrapposte di rango inferiore: il sistema Emiliano-Romagnolo Inferiore (AEI) ed il sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES) separati da una superficie di discontinuità stratigrafica, passante verso la parte settentrionale del bacino ad una correlativa superficie di continuità: questa superficie di discontinuità è stata riconosciuta in affioramento e seguita in sottosuolo tramite l’utilizzo di sismica e stratigrafie di pozzi e sondaggi.

Nel territorio di Viadana sono presenti solo i terreni appartenenti al sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES₈ – Subsistema di Ravenna) costituiti esclusivamente da depositi della piana a meandri del fiume Po.



4.5 Zonazione sismogenetica



Il territorio di Viadana è esterno all'attuale zonazione sismogenetica⁸ ZS9, si trova compreso tra la **zona-sorgente 913** a Sud-Ovest e la **zona-sorgente 912** a Sud-Est. La zonazione ZS9 sostituisce la zonazione ZS4 realizzata da Scandone et al. nel 1996 e adottata anche dai progetti GSHAP (Slejko et al., 1998) e SESAME (Jiménez et al., 2001) con i necessari adattamenti nelle aree di confine. ZS4 rappresentava la traduzione operativa del modello sismotettonico a grande scala riassunto in Meletti et al. (2000). Le zone appartengono all'arco appenninico settentrionale, che è stato riorganizzato secondo cinque fasce parallele longitudinali alla catena sulla base di vedute aggiornate sulla fagliazione attiva e sulla geometria delle sorgenti sismogenetiche.

⁸ Zonazione sismogenetica ZS9 – App.2 al Rapporto Conclusivo a cura di C. Meletti e G. Valensise (marzo 2004) con contributi di R. Azzaro, S. Barba, R. Basili, F. Galadini, P. Gasperini, M. Stucchi e G. Vannucci

In **Tabella 2** sono riportate le caratteristiche descrittive delle zone sismogenetiche vicine al territorio di Viadana.

Zona	Numero di eventi Md>2.0	Numero di eventi Md>2.5	Numero di eventi Md>3.0	Magnitudo Massima (Md)	Classe di profondità (km)	Profondità Efficace (km)
912	180	141	54	4.6	5-8	7
913	767	362	100	4.8	12-20	13

Tabella 2 – Classificazione delle zone sismogenetiche adiacenti il territorio di Viadana

ATTIVITÀ SISMICA STORICA

L'attività sismica riferita al Comune di Viadana è desunta dal Database Macrosismico Italiano del 2015, il quale ha raccolto e organizzato in modo critico i dati macrosismici utilizzati per la compilazione del catalogo parametrico DBMI15.

La versione 4.0 del Database Macrosismico Italiano DBMI15 è stata rilasciata a gennaio 2022 e aggiorna e sostituisce la precedente versione 3.0 (Locati et al. 2021) che venne pubblicata a gennaio 2021. Le variazioni tra la versione 3.0 e la 4.0 consistono nell'allungamento della copertura temporale dalla fine del 2019 alla fine del 2020.

DBMI15, è consultabile liberamente all'indirizzo <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15> e attraverso il "web service" dell'Archivio Storico Macrosismico Italiano (ASMI) all'indirizzo <https://emidius.mi.ingv.it/ASMI/services/> DBMI15 è un prodotto scientifico dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) la cui realizzazione ha richiesto anni di lavoro e raccoglie il frutto della ricerca di diversi autori di diversi enti.

Gli autori del catalogo sono:

Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Antonucci A. (2022). Database Macrosismico Italiano (DBMI15), versione 4.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/DBMI/DBMI15.4>

In **Tabella 3** sono riportati tutti gli eventi sismici registrati con riferimento a Viadana (37 eventi), di cui i più recenti sono gli eventi sismici della pianura emiliana del 2012.

COMUNE DI VIADANA (MN)

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO – L.R. N. 12 DEL 11.03.2005

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA
NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO AI SENSI DELLA D.G.R. N. IX/2616 DEL 30 NOVEMBRE 2011

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7	1806	02	12				Reggiano	28	7	5.21
4	1832	03	11	06	45		Carpi	14	5	4.51
4	1832	03	11	08	45		Parmense	14		
3	1832	03	12	08	45		Reggiano	7		
6	1832	03	13	03	30		Reggiano	97	7-8	5.51
F	1886	10	15	02	20		Collecchio	44	6	4.70
5	1891	06	07	01	06	1	Valle d'Illasi	403	8-9	5.87
F	1901	10	30	14	49	5	Garda occidentale	289	7-8	5.44
NF	1904	02	25	18	47	5	Reggiano	62	6	4.81
NF	1906	08	25	03	11		Parmense	31	5	4.25
5-6	1920	09	07	05	55	4	Garfagnana	750	10	6.53
3	1929	04	19	04	16		Bolognese	82	6-7	5.13
4	1929	04	20	01	10		Bolognese	109	7	5.36
3	1929	04	29	18	36		Bolognese	45	6	5.20
4	1929	05	11	19	23		Bolognese	64	6-7	5.29
4	1936	10	18	03	10		Alpago Cansiglio	269	9	6.06
4	1937	09	17	12	19	0	Parmense	34	7	4.77
2	1939	10	15	14	05		Garfagnana	62	6-7	4.96
6-7	1971	07	15	01	33	2	Parmense	228	8	5.51
4	1972	10	25	21	56	1	Appennino settentrionale	198	5	4.87
4	1978	12	25	22	53	4	Bassa modenese	28	5	4.39
4-5	1983	11	09	16	29	5	Parmense	850	6-7	5.04
NF	1984	04	29	05	02	5	Umbria settentrionale	709	7	5.62
NF	1986	12	06	17	07	1	Ferrarese	604	6	4.43
5	1987	04	24	02	30	2	Reggiano	54	6	4.64
5	1987	05	02	20	43	5	Reggiano	802	6	4.71
5	1988	03	15	12	03	1	Reggiano	160	6	4.57
3-4	1989	09	13	21	54	0	Prealpi Vicentine	779	6-7	4.85
5-6	1996	10	15	09	55	5	Pianura emiliana	135	7	5.38
3-4	1996	10	26	04	56	5	Pianura emiliana	63	5-6	3.94
NF	1996	10	26	06	50	2	Pianura emiliana	35	5-6	3.63
4	1996	11	25	19	47	5	Pianura emiliana	65	5-6	4.29
NF	1997	05	12	22	13	5	Pianura emiliana	56	4-5	3.68
2	1998	02	21	02	21	1	Pianura emiliana	104	5	3.93
3-4	2000	06	18	07	42	0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
4	2008	12	23	15	24	2	Parmense	291	6-7	5.36
5-6	2012	01	25	08	06	3	Pianura emiliana	25	5-6	4.98

Tabella 3 - Stralcio del catalogo CPT115 relativo alla storia sismica di Viadana

Legenda:

I_s = **Intensità al sito** espressa secondo la scala Mercalli-Cancani-Sieberg, (MCS);

NF = Terremoto non avvertito;

Anno, (Me)se, (Gi)orno, (Or)a, (Mi)nuti, = Collocazione temporale dell'evento;

AE = **Denominazione dell'area epicentrale;**

Np = **Numero di osservazioni macrosismiche del terremoto**

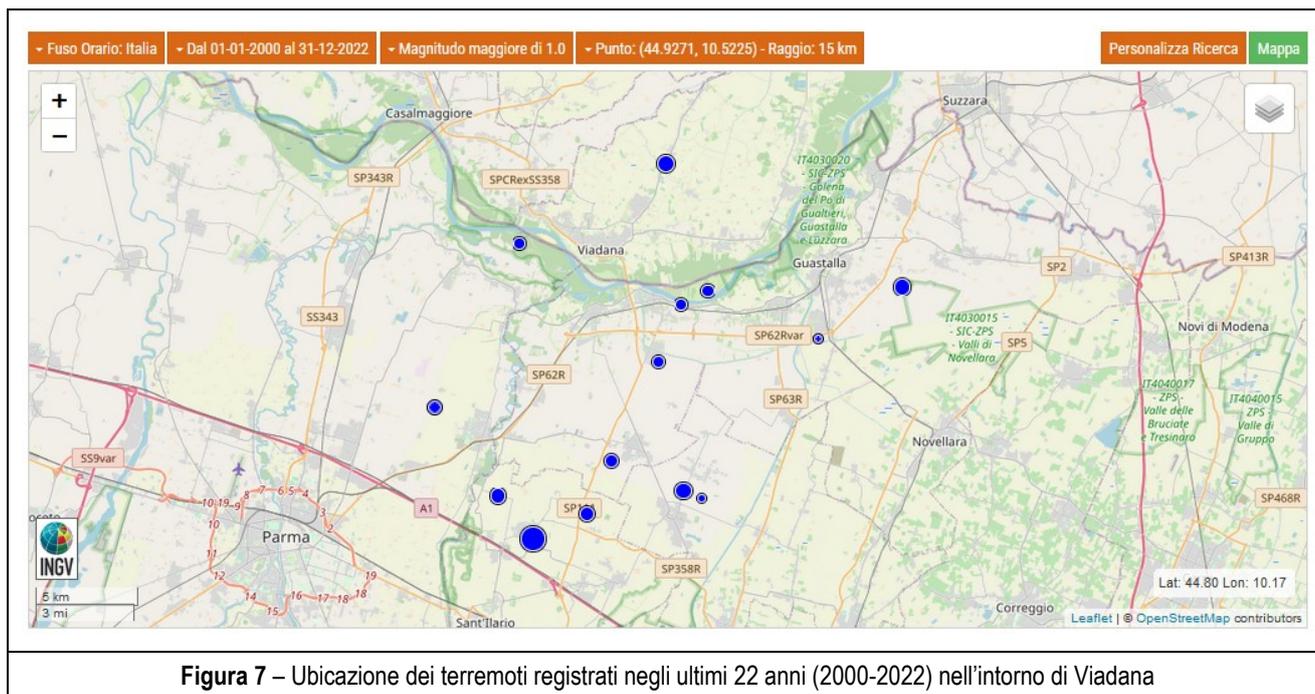
Io = **Intensità epicentrale** espressa secondo la scala Mercalli-Cancani-Sieberg, (MCS);

M_w = **Magnitudo del momento sismico**

La magnitudo del momento sismico (M_w) esprime in scala logaritmica il momento sismico (*il prodotto dell'area della frattura per lo spostamento della faglia per la resistenza massima alla rottura della roccia*). La scala M_w è stata definita in modo da coincidere con la scala Richter per i terremoti inferiori a magnitudo 6-7. In letteratura il valore $M = 5$ corrisponde alla soglia di danno.

ATTIVITÀ SISMICA RECENTE

L'attività recente è desunta dal database ISIDE "Italian Seismic Instrumental and parametric Data-basE" (vedi **Figura 7**). Il Catalogo fornisce i parametri dei terremoti ottenuti integrando i dati provenienti da localizzazioni effettuate in tempo quasi-reale con i dati del Bollettino Sismico Italiano. La finalità del database è quella di fornire una informazione sui dati sismici storici, affinché' possano essere utilizzati per definire la classe di sismicità.



COMUNE DI VIADANA (MN)

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO – L.R. N. 12 DEL 11.03.2005

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA
NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO AI SENSI DELLA D.G.R. N. IX/2616 DEL 30 NOVEMBRE 2011

L'attività sismica dell'area è caratterizzata da terremoti prevalentemente superficiali (0-10 km- raggio di ricerca 15 km), con Magnitudo inferiore a 3. L'area di Viadana non è mai stata interessata da terremoti prossimi alla soglia di Magnitudo 5, considerata convenzionalmente come la soglia di danno (vedi **Tabella 4**).

Data e Ora (Italia) 🇮🇹 🕒	Magnitudo 📏 📊	Zona 📍	Profondità 📏	Latitudine	Longitudine
2019-04-11 17:28:56	ML 1.9	2 km S Pomponesco (MN)	4	44.91	10.58
2016-06-11 14:15:46	ML 1.8	1 km E Boretto (RE)	10	44.90	10.57
2012-07-23 17:35:28	Md 1.1	3 km SE Gualtieri (RE)	5	44.89	10.65
2012-07-18 18:58:35	Md 1.2	1 km E Castelnovo di Sotto (RE)	8	44.82	10.58
2012-01-25 10:28:00	ML 2.0	3 km W Sorbolo (PR)	7	44.86	10.42
2007-07-15 00:17:34	ML 1.7	3 km E Mezzani (PR)	5	44.93	10.47
2007-05-12 04:48:04	ML 2.1	2 km W Poggio (RE)	10	44.84	10.53
2007-05-12 03:55:34	ML 2.3	3 km E Gattatico (RE)	9	44.81	10.51
2007-05-09 22:22:03	ML 2.6	1 km NE Castelnovo di Sotto (RE)	10	44.82	10.57
2007-05-09 08:03:49	Mw 3.9	1 km SE Gattatico (RE)	10	44.80	10.48
2007-05-04 19:55:18	ML 2.4	2 km NW Gattatico (RE)	5	44.82	10.46
2004-09-11 15:20:03	Md 2.6	4 km E Guastalla (RE)	5	44.91	10.70
2002-09-17 07:26:48	Md 2.7	5 km NW Pomponesco (MN)	5	44.97	10.56

Tabella 4 - Caratteristiche dei terremoti registrati negli ultimi 22 anni (2000-2022) nell'intorno di Viadana

5 – METODOLOGIA DI ANALISI DEL TERRITORIO

La metodologia utilizzata si fonda sull'analisi di indagini dirette e prove sperimentali effettuate su alcune aree campione della Regione Lombardia. Essa prevede tre livelli di approfondimento, di seguito sintetizzati.

5.1 1° Livello

Il primo livello prevede il riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di amplificazioni geologiche, sia di dati esistenti. Questo livello obbligatorio per tutti i Comuni prevede la redazione della “Carta della pericolosità sismica locale”, nella quale deve essere riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo, illustrate nella tabella sottostante, in grado di individuare gli effetti sismici locali (vedi **Tabella 5**).

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2a	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)	Cedimenti
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	Liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite – arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Tabella 5 – Scenari di pericolosità sismica locale

5.2 2° Livello

Caratterizzazione semi quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree perimetrate nella “Carta di pericolosità sismica locale”, che fornisce la stima della risposta sismica dei terreni, in termini di valore di Fattore di Amplificazione **Fa**.

L'applicazione del 2° livello consente l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a comprendere gli effetti di amplificazione sismica locale (**Fa** calcolato superiore a **Fa** di soglia comunale di riferimento, assegnato dalla Regione Lombardia).

Per queste aree, nei casi previsti, si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di 3° livello, qualora il valore di F_a calcolato sia superiore a F_a di soglia comunale.

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	CLASSE DI PERICOLOSITA' SISMICA
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	H3
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	H2 – livello di approfondimento 3°
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2a	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)	H2 – livello di approfondimento 3°
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	H2 – livello di approfondimento 3°
Z3a	Zona di ciglio $H > 10$ m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	H2 – livello di approfondimento 2°
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite – arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	H2 – livello di approfondimento 2°
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	H2– livello di approfondimento 3°

Tabella 6 – Classi di pericolosità per ogni scenario di pericolosità sismica locale

Il secondo livello è obbligatorio, per i Comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 e 3, nelle aree PSL, individuate attraverso il 1° livello, suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche, (zone Z3 e Z4 della **Tabella 5**) e interferenti con l'urbanizzato e/o con aree di espansione urbanistica.

Per le aree a pericolosità sismica locale caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti, e/o liquefazione per le zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse (Z1, Z2 e Z5 della **Tabella 5**), non è prevista l'applicazione degli studi di 2° livello, ma il passaggio diretto a quelli di 3° livello.

L'approfondimento di 3° livello può essere sostituito in fase progettuale dall'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, con il seguente schema:

- anziché lo spettro della categoria di suolo B si utilizzerà quello della categoria di suolo C; nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro della categoria di suolo D;
- anziché lo spettro della categoria di suolo C si utilizzerà quello della categoria di suolo D;
- anziché lo spettro della categoria di suolo E si utilizzerà quello della categoria di suolo D.

5.3 3° Livello

Il 3° livello si applica in fase progettuale agli scenari qualitativi suscettibili di instabilità (Z1b e Z1c), cedimenti e/o liquefazioni (Z2), per le aree suscettibili di amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4) che sono caratterizzate da un valore di F_a superiore al valore di soglia corrispondente così come ricavato dall'applicazione del 2° livello. Per le zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse (Z5) non è necessaria la valutazione quantitativa, in quanto è da escludere la costruzione su entrambi i litotipi. In fase progettuale tale limitazione può essere rimossa qualora si operi in modo tale da avere un terreno di fondazione omogeneo. Nell'impossibilità di ottenere tale condizione, si dovranno prevedere opportuni accorgimenti progettuali atti a garantire la sicurezza dell'edificio. I risultati delle analisi di 3° livello saranno utilizzati in fase di progettazione al fine di ottimizzare l'opera e gli eventuali interventi di mitigazione della pericolosità.

Gli accelerogrammi vengono utilizzati, per l'analisi dinamica non lineare delle strutture, in quanto consentono di ottenere una stima accurata e statisticamente corretta della domanda sismica. Un accelerogramma è un diagramma in funzione del tempo che rappresenta le accelerazioni indotte al suolo in un dato sito, durante un evento sismico.

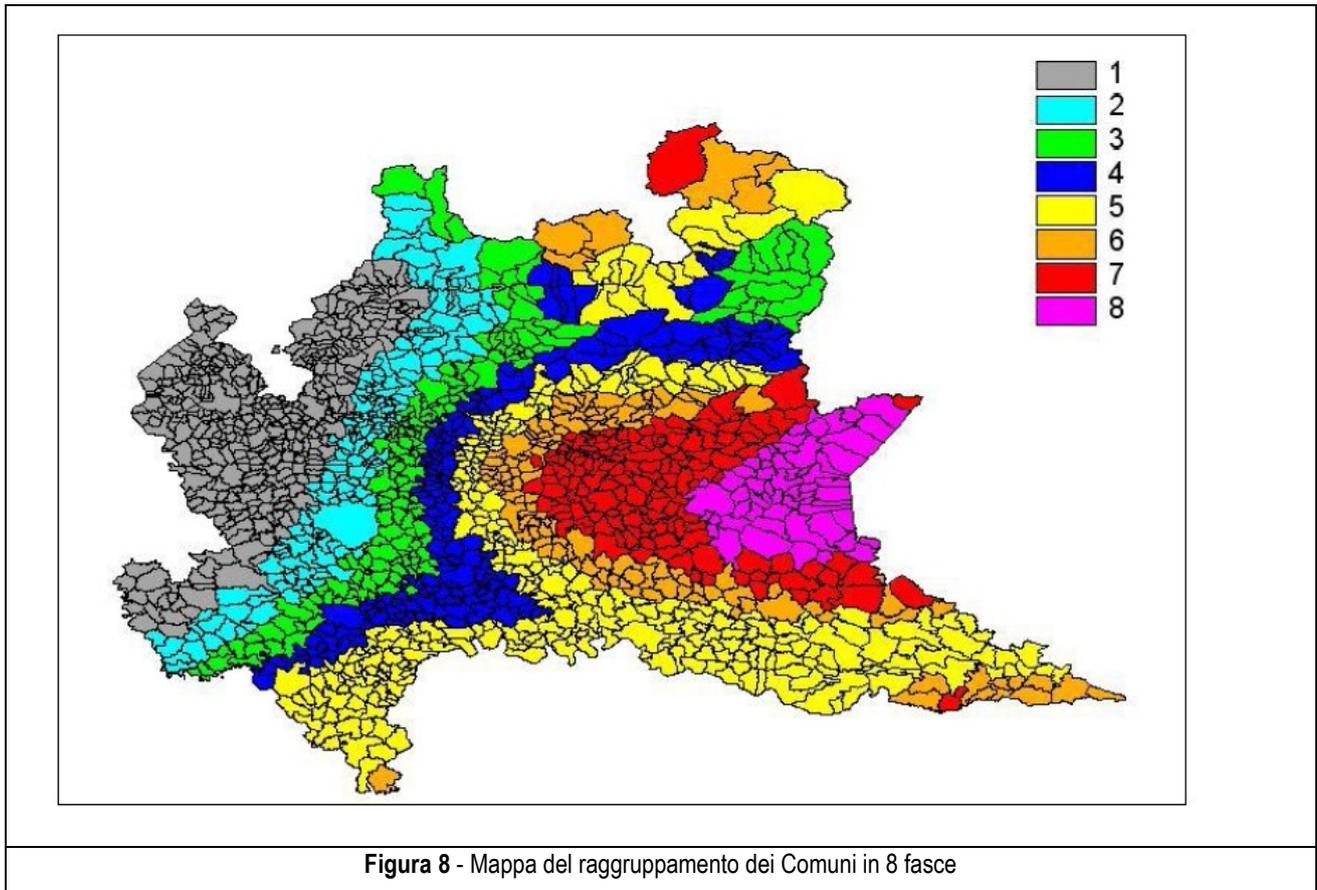
Tali accelerogrammi devono essere rappresentativi della sismicità del sito in analisi, compatibili con le caratteristiche sismogenetiche della sorgente (con la coppia magnitudo-distanza dalla sorgente e con la massima accelerazione orizzontale attesa) e registrati sui bedrock sismici provenienti dai database nazionali ed internazionali più accreditati.

Per tale motivo sono stati elaborati, nuovi accelerogrammi da utilizzare nelle analisi di 3° livello.

Il territorio della Regione Lombardia è stato suddiviso in fasce caratterizzate da severità sismica omogenea.

In particolare, sono state individuate **8 fasce** nelle quali i Comuni presentano valori di accelerazione massima attesa al suolo e valori dell'ordinata spettrale massima (NTC, 2018), compresi in un range del $\pm 10\%$ dal valore medio.

Il Comune di Viadana ricade in fascia 5.



Per ogni fascia sono stati messi a disposizione n. 7 accelerogrammi registrati compatibili con quanto previsto dalle *Norme tecniche delle costruzioni* e dalla *Circolare per l'applicazione*, da utilizzare nelle analisi dinamiche dei sistemi geotecnici e identificati dal numero della fascia corrispondente.

6 – ANALISI DI 1° LIVELLO

6.1 Carta della pericolosità sismica locale

In funzione dei dati geologico-stratigrafici descritti nei paragrafi precedenti, il territorio di Viadana è classificato come area **PSL = Z4a: zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi** (vedi **Figura 11**).

In questa categoria di PSL i terreni possono generare effetti di amplificazione di tipo “litologico” (legate alle proprietà meccaniche del materiale che costituisce il sedimento stesso) e/o geometrico (legate a forma e geometria del corpo sedimentario - lenti, eteropie, ecc). Si possono avere amplificazioni locali, fenomeni di risonanza tra l’onda sismica incidente e il moto sismico proprio del terreno e fenomeni di doppia risonanza tra il periodo fondamentale del moto sismico incidente e quello del terreno e le eventuali sovrastrutture presenti.

Si osserva inoltre che, poiché la falda è prossima al piano campagna su tutto il territorio, (soggiacenza della prima falda variabile tra 4 e 6 m da p.c.) è presente anche lo scenario **PSL = Z2b: Zone con depositi granulari fini saturi**. Tale condizione è comunque soggetta alle verifiche previste dalle NTC 2018 al paragrafo 7.11.3.4 *Stabilità nei confronti della liquefazione* che ricomprendono le verifiche previste dalla metodologia regionale.

7 – ANALISI DI 2° LIVELLO

7.1 Carta dei fattori di amplificazione

La procedura di 2° livello consiste in un approccio di tipo semiquantitativo e fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore del Fattore di amplificazione (F_a).

L'applicazione delle metodologie illustrate nell'Allegato 5 della D.G.R. IX/2616 del 2011 ha permesso di elaborare la *Carta dei fattori di amplificazione* (Tav. 2 in scala 1: 5.000).

Gli studi sono stati condotti con metodi quantitativi semplificati, validi per la valutazione delle amplificazioni litologiche e morfologiche e utilizzati per zonare l'area di studio, in funzione del valore di F_a predefinito secondo la classificazione dei Comuni della Regione Lombardia contenuto nel database pubblicato dal S.I.T. della R.L.

Per il Comune di Viadana, i valori di soglia di riferimento sono:

Comune di Viadana				
Valori di soglia (T compreso tra 0,1÷0,5)				
Suolo tipo A	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
Vedi Tabella 3.2.6(*)	1,4	1,7	2,0	1,8
Valori di soglia (T compreso tra 0,5÷1,5)				
Suolo tipo A	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
Vedi Tabella 3.2.6(*)	1,6	2,3	3,9	2,9

(*) NTC 2018

I valori di F_a sono riferiti agli intervalli di periodo tra $0.1 \div 0.5$ s e $0.5 \div 1.5$ s.

Gli intervalli di periodo per i quali viene calcolato il valore di F_a sono stati scelti in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale; in particolare l'intervallo tra $0.1 \div 0.5$ si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide (rappresentative del tessuto edilizio di Albosaggia), mentre l'intervallo $0.5 \div 1.5$ si riferisce a strutture più alte e più flessibili.

7.2 Categorie di sottosuolo ai sensi delle NTC 2018

La classificazione delle categorie di sottosuolo definita dal D.M. 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni” è di seguito riportata.

Suoli di tipo A

Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

Suoli di tipo B

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Suoli di tipo C

Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Suoli di tipo D

Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.

Suoli di tipo E

Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

- h_i = spessore dell'i-esimo strato;

- $V_{s,i}$ = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N = numero di strati;
- H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

7.3 Indagini

Per effettuare l'analisi dell'amplificazione sismica, è necessaria la conoscenza dell'andamento delle V_s con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s.

L'allegato 5 della D.G.R. n. 9/2616 del 30 novembre 2011 dispone che la scelta dei dati stratigrafici, geotecnici e geofisici, in termini di valore di V_s , utilizzati nella procedura di 2° livello deve essere opportunamente motivata e a ciascun parametro utilizzato deve essere assegnato un grado di attendibilità, secondo la tabella sotto riportata

Dati	Attendibilità	Tipologia
Litologici	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Alta	Da prove di laboratorio su campioni e da prove in sito
Stratigrafici (spessori)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette (penetrometriche e/o geofisiche)
	Alta	Da indagini dirette (sondaggi a carotaggio continuo)
Geofisici (V_s)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette e relazioni empiriche
	Alta	Da prove dirette (sismica in foro o sismica superficiale)

Come anticipato in premessa, nella porzione urbanizzata del territorio di Viadana sono state effettuate delle indagini geofisiche ad hoc.

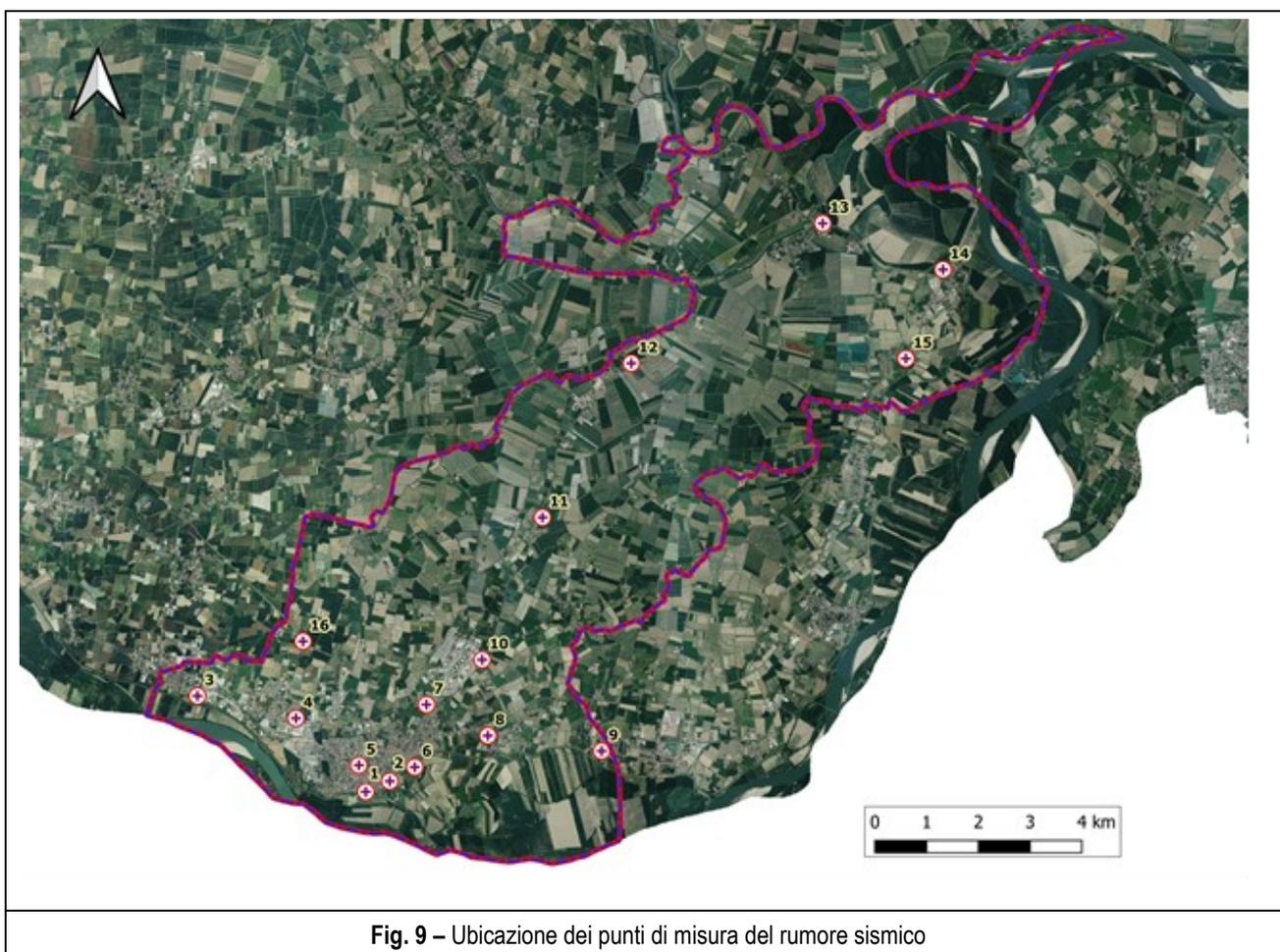
Fra i vari metodi di indagine, a supporto dell'analisi sismica, si è fatto riferimento ai metodi della sismica passiva, basati sullo studio del campo d'onde associato al rumore sismico ambientale. Più precisamente, è stato utilizzato il metodo dei rapporti spettrali (H/V o HVSR o anche "metodo di Nakamura"). Il metodo è basato sullo studio dei rapporti di ampiezza che nelle diverse frequenze di vibrazione (rapporti spettrali) esistono fra il rumore sismico misurato sul piano orizzontale (H) e quello misurato lungo la componente verticale (V).

L'idea che sta alla base della procedura è quella secondo cui il rapporto H/V consente di eliminare il ruolo della sorgente (ipoteticamente presente nella stessa misura nelle componenti verticali e orizzontali) isolando gli effetti delle modalità di propagazione delle onde sismiche. La metodologia H/V richiede l'esecuzione di misure di rumore mediante un sistema di acquisizione tri-direzionale su un intervallo di frequenze di interesse

solitamente comprese tra 0.1 e 10 Hz. Nell'esecuzione delle misure si è fatto riferimento al protocollo sperimentale SESAME (SESAME European project, 2005) e a altre indicazioni della letteratura tecnica.

In estrema sintesi, il rapporto H/V rappresenta l'ellitticità della traiettoria di una particella di terreno attraversata da un'onda. Il rapporto H/V plottato per un certo range di frequenze costituisce la cosiddetta curva di ellitticità. Il picco (il massimo valore del rapporto spettrale) viene prodotto per quella frequenza in cui lo spostamento orizzontale del terreno tende a diventare massimo e quello verticale tende a diventare minimo.

Le stazioni di registrazione del rumore sismico sono ubicate in **Figura 1**, le aree sono state distribuite sul territorio comunale, in modo omogeneo, in quanto dall' analisi geologico-stratigrafica, il territorio di Viadana non è caratterizzato da elementi geologici significativi (faglie, contatti tettonici, e/o strutture morfologiche) che determinano una scelta preferenziale dei siti di indagine.



Le stazioni di misura del rumore sismico sono state individuate tenendo conto dell'accessibilità, della presenza di scarsa urbanizzazione nell'immediato intorno e, per quanto possibile, distanti da possibili sorgenti di rumore spurio quali vie comunicazioni ad alto traffico, industrie, cavi di alta tensione e linee ferroviarie (il territorio è attraversato nella parte meridionale dalla linea "Cremona-Treviglio").

Le stazioni di misura sono sinteticamente descritte in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e illustrate singolarmente nei paragrafi successivi.

Punto stazione	Descrizione sintetica della locazione
1	Viadana centro – Parcheggio di Via della Libertà
2	Via G. di Vittorio – area agricola lato strada
3	Cicognara – Parcheggio del cimitero – Via Piave
4	Cogozzo – Via Milano – area agricola adiacente il cimitero
5	Via San Rocco – Giardini pubblici
6	Vicolo Sant'Antonio.
7	Incrocio tra via Kennedy e via Viazzoli
8	Buzzoletto – via Corbari
9	Banzuolo – via San Giovanni Battista
10	Gerbolina – via Scipiona
11	Casaletto – via Antonio Rosmini Serbati
12	Bellaguardia – Incrocio tra via Silvio Pellico e via Viazza
13	San Matteo delle Chiaviche – incrocio tra via Argine Oglio e via Trieste
14	Cizzolo – via Mentana (aree agricole adiacenti il parcheggio del cimitero)
15	Cavallara - via Pecorara
16	Incrocio tra via Piangona e via Pilastro (area agricola)
Tabella 7 – Descrizione sintetica delle stazioni di misura	

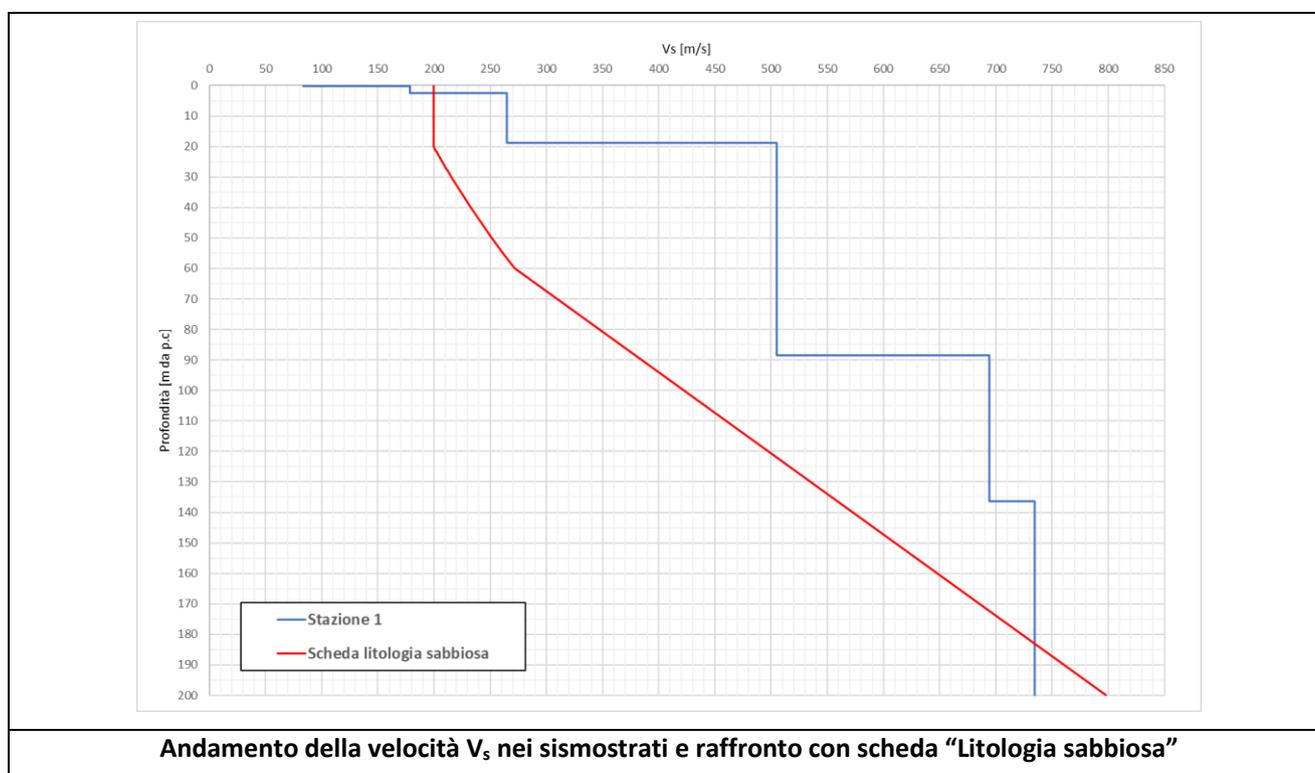
Il rapporto tecnico delle indagini effettuate è riportato in *Allegato 1* alla presente relazione.

7.4 Analisi degli effetti litologici

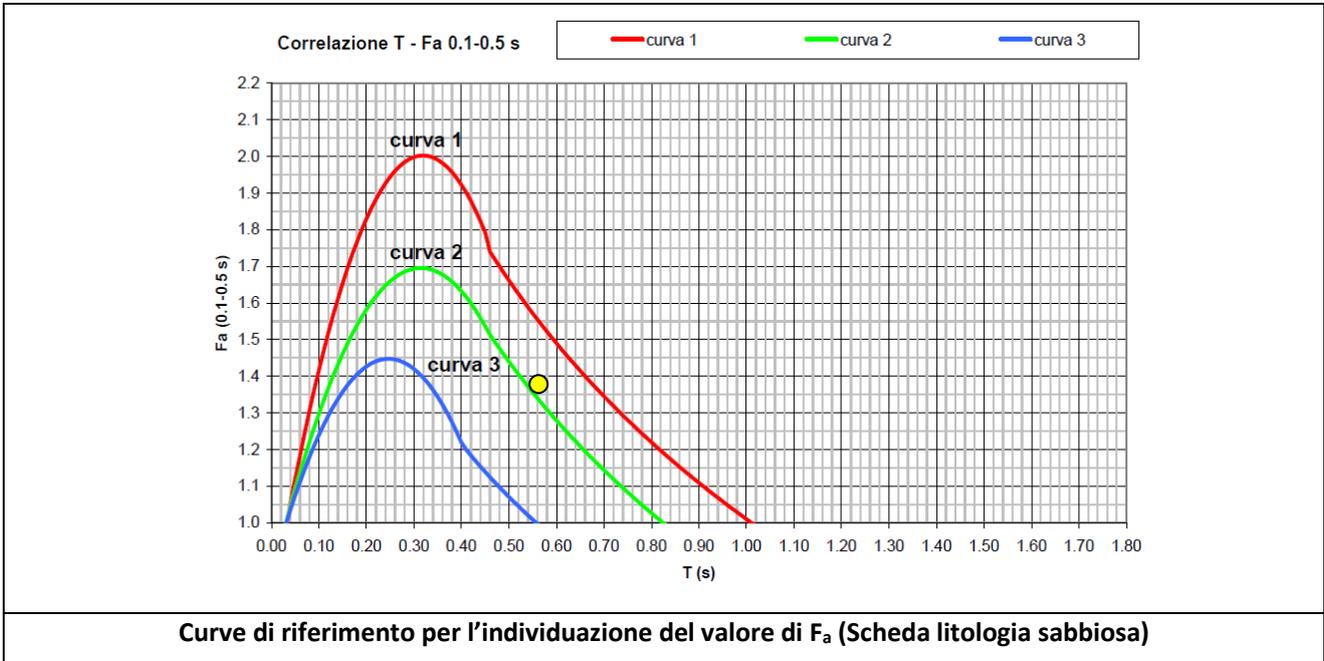
STAZIONE 1 – VIADANA CENTRO – PARCHEGGIO DI VIA DELLA LIBERTÀ

Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V _s [m/s]
1	0.30	0	0.30	84
2	2.10	0.30	2.40	178
3	16.50	2.40	18.90	265
4	69.50	18.90	88.40	505
5	48.00	88.40	136.40	694
6	63.60	136.40	200.00	735
V _{S,eq} =	301	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 1				

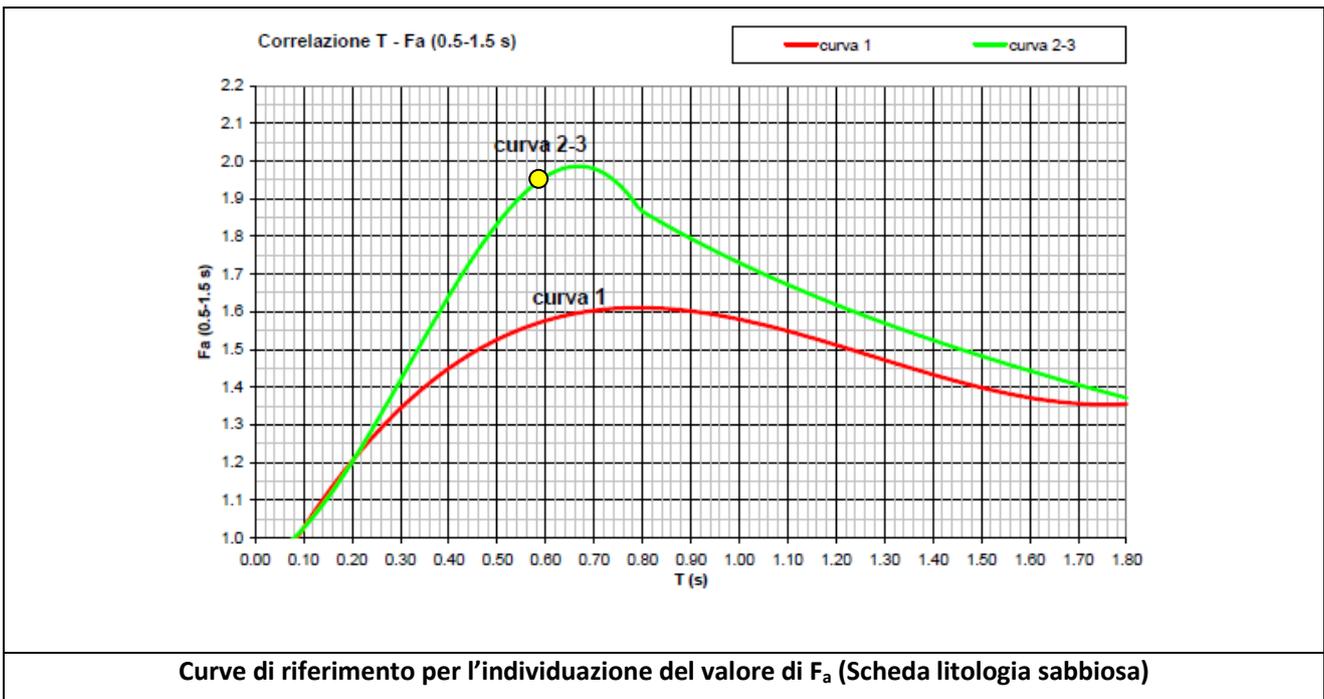
In funzione dei valori di velocità V_s misurati in sito ed in base alle caratteristiche litologiche dell'area, è stata selezionata la scheda litologica, il cui andamento dei valori di V_s è compatibile con quello ottenuto in fase di indagine. Dal grafico riportato è possibile osservare come la scheda utilizzata sia quella della *Litologia Sabbiosa*, dove l'andamento della velocità risulta compatibile con la scheda fino ad oltre 30 m di profondità.



Dalla relazione per il calcolo del periodo T in funzione dell'andamento di V_s si ricava $T = 0.55$. Si applica poi la correlazione utilizzando la curva 2, in quanto il sismostrato con $V_s \leq 300$ m/s ha uno spessore maggiore di 12 m.



Per il valore di $T = 0.55$ si verifica che il valore di $F_{a0.1-0.5} = 1.36$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 1.7 si verifica che $1.36 < 1.7$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.



COMUNE DI VIADANA (MN)

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO – L.R. N. 12 DEL 11.03.2005

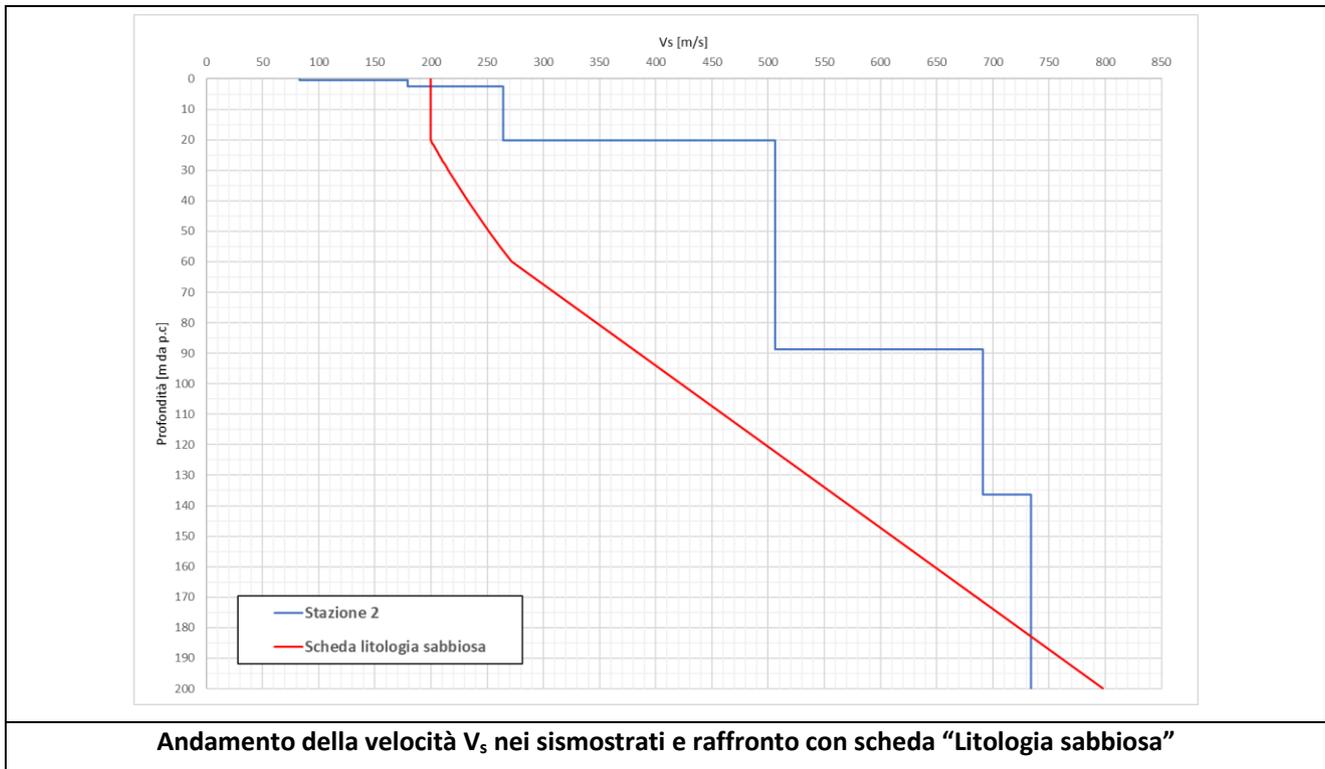
ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA
NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO AI SENSI DELLA D.G.R. N. IX/2616 DEL 30 NOVEMBRE 2011

Per il valore di $T = 0.55$ si verifica che il valore di $F_{a_{0.5-1.5}} = 1.90$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 2.3 si verifica che $1.87 < 2.3$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.

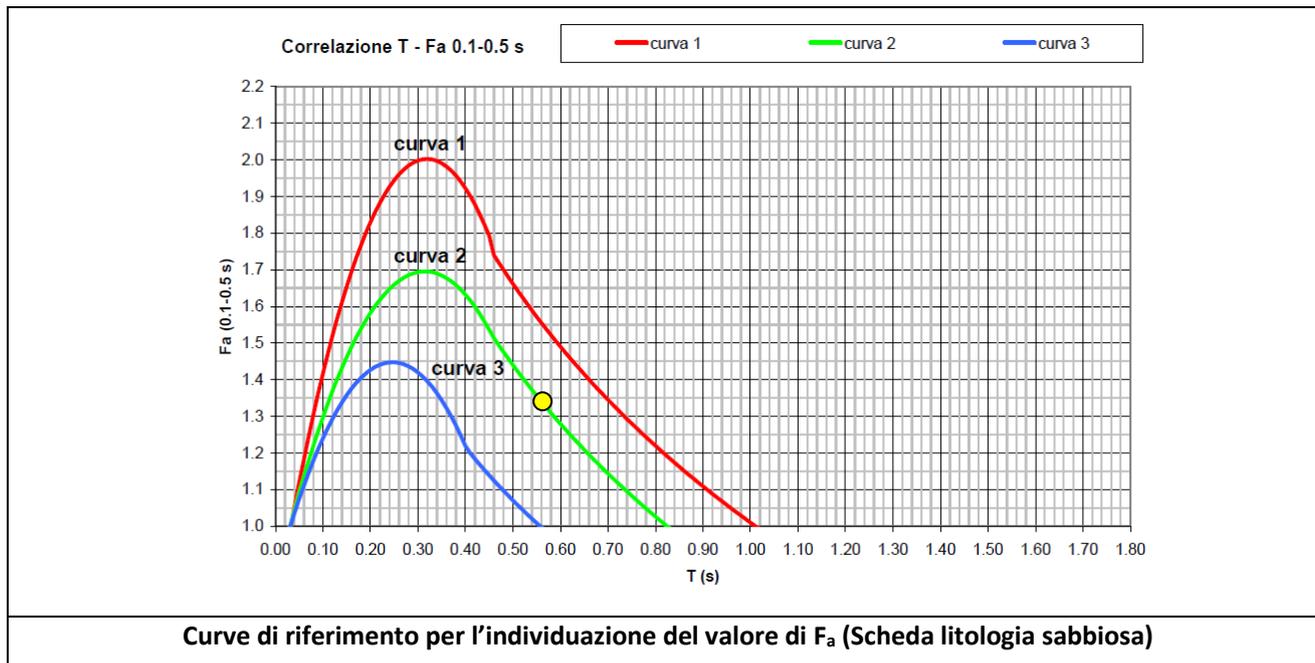
STAZIONE 2 – VIA G. DI VITTORIO – AREA AGRICOLA LATO STRADA

Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V _s [m/s]
1	0.40	0	0.40	83
2	2.20	0.40	2.60	179
3	17.50	2.60	20.10	264
4	68.70	20.10	88.80	506
5	47.60	88.80	136.40	691
6	63.60	136.40	200.00	734
V _{s,eq} =	291	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 2				

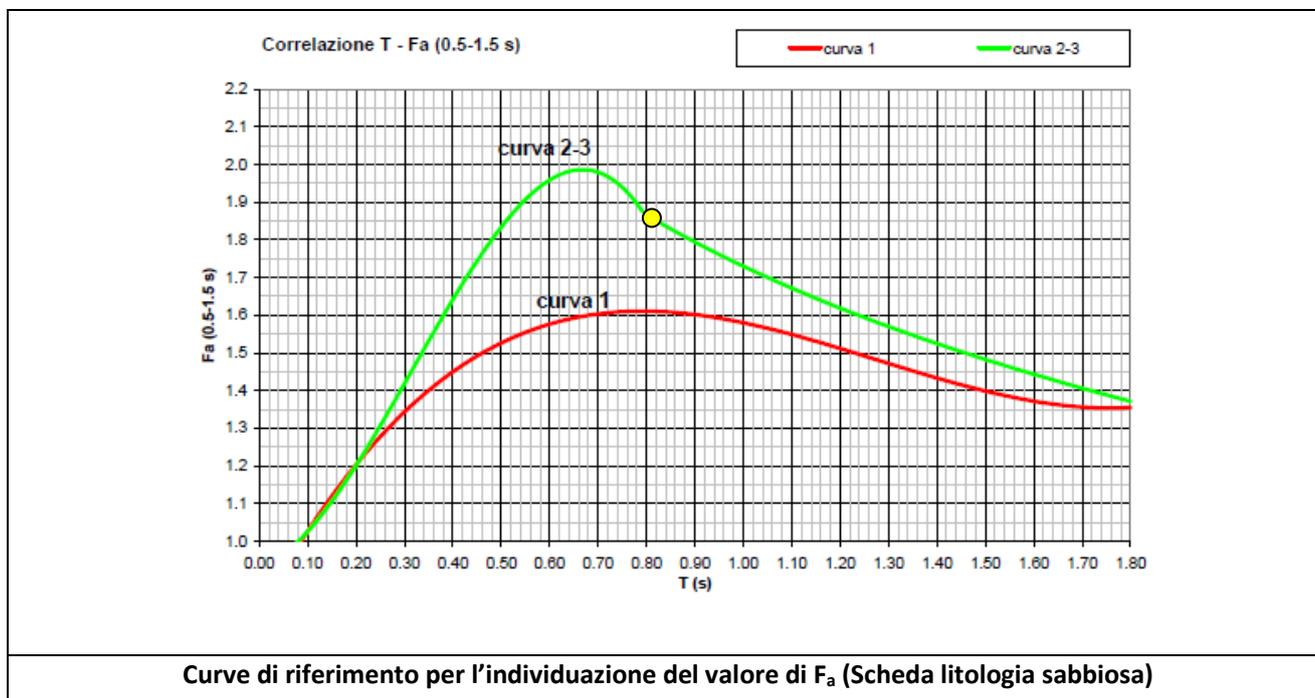
In funzione dei valori di velocità V_s misurati in sito ed in base alle caratteristiche litologiche dell'area, è stata selezionata la scheda litologica, il cui andamento dei valori di V_s è compatibile con quello ottenuto in fase di indagine. Dal grafico riportato è possibile osservare come la scheda utilizzata sia quella della *Litologia Sabbiosa*, dove l'andamento della velocità risulta compatibile con la scheda fino ad oltre 30 m di profondità.



Dalla relazione per il calcolo del periodo T in funzione dell'andamento di V_s si ricava T = 0.55. Si applica poi la correlazione utilizzando la curva 2, in quanto il sismostrato con V_s ≤ 300 m/s ha uno spessore maggiore di 12 m.



Per il valore di $T = 0.56$ si verifica che il valore di $F_{a0.1-0.5} = 1.34$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 1.7 si verifica che $1.34 < 1.8$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.

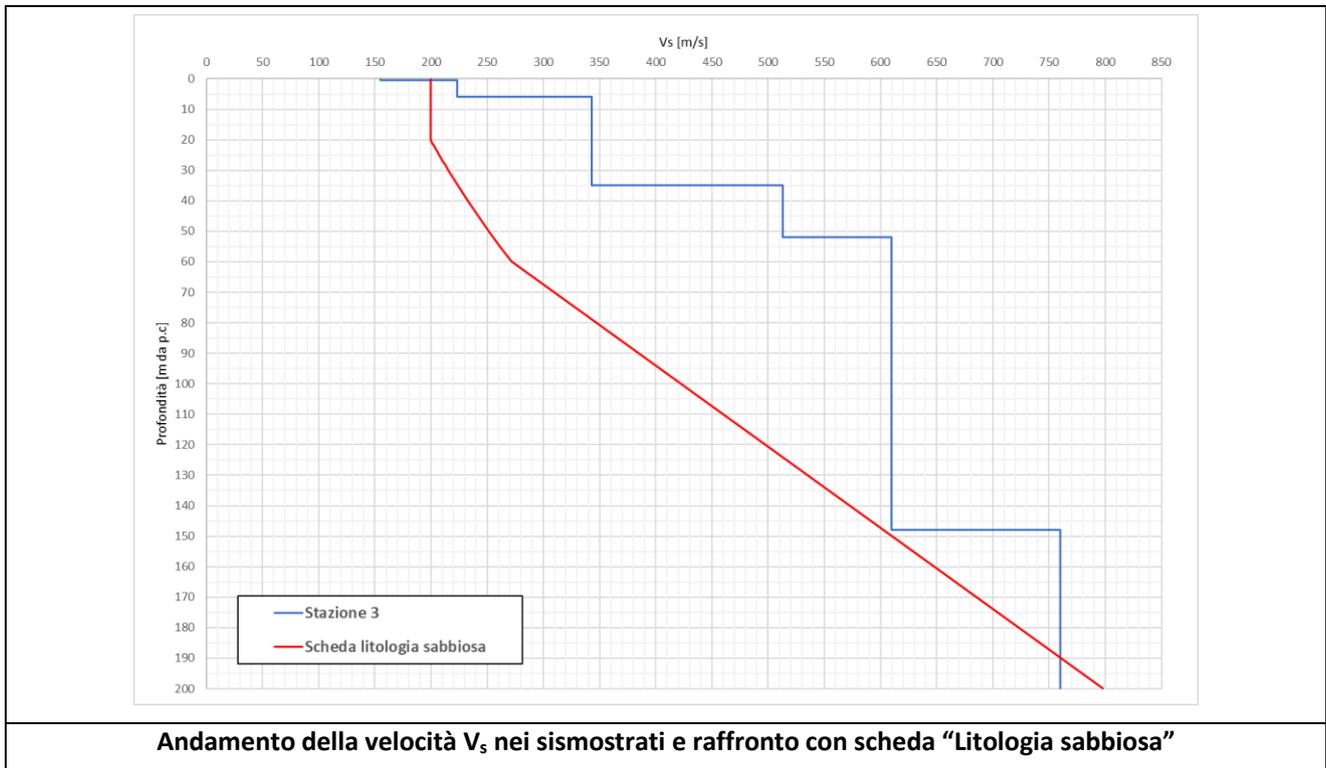


Per il valore di $T = 0.56$ si verifica che il valore di $F_{a0.5-1.5} = 1.92$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 2.3 si verifica che $1.92 < 2.4$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.

STAZIONE 3 – CICOGNARA – PARCHEGGIO DEL CIMITERO – VIA PIAVE

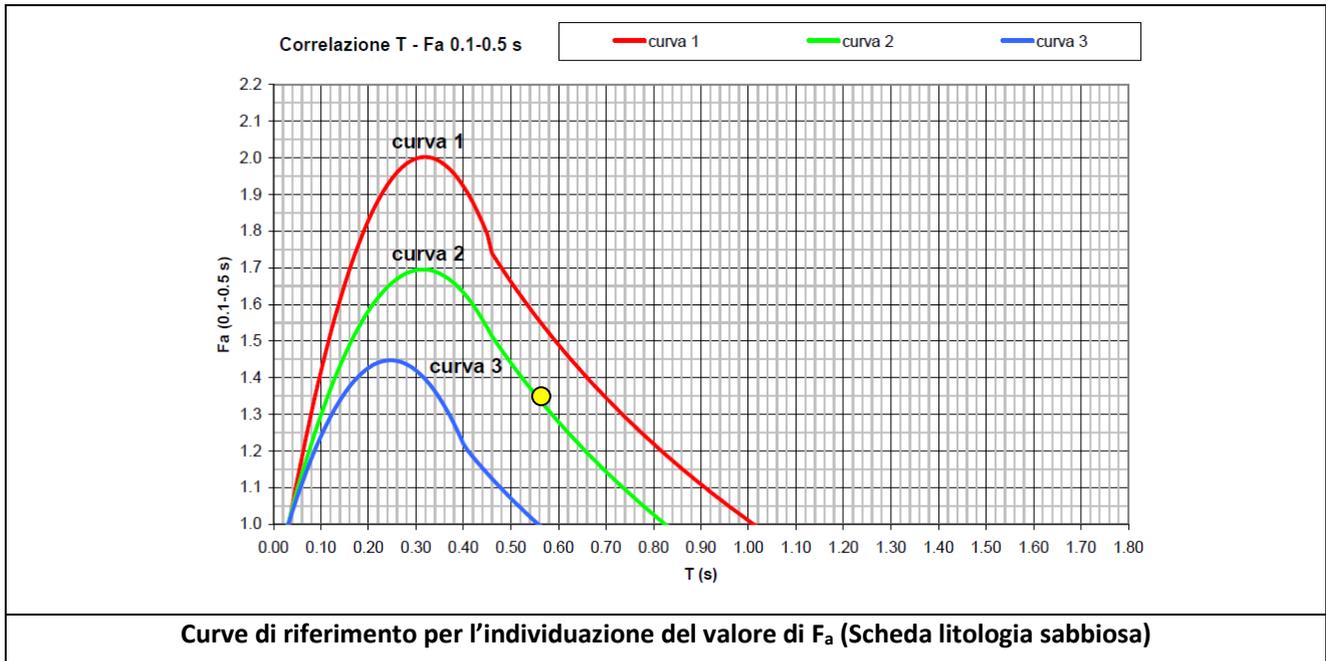
Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V_s [m/s]
1	0.35	0	0.35	155
2	5.65	0.35	6.00	223
3	29.00	6.00	35.00	343
4	17.00	35.00	52.00	513
5	96.00	52.00	148.00	610
6	52.00	148.00	200.00	760
$V_{s,eq} =$	307	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 3				

In funzione dei valori di velocità V_s misurati in sito ed in base alle caratteristiche litologiche dell'area, è stata selezionata la scheda litologica, il cui andamento dei valori di V_s è compatibile con quello ottenuto in fase di indagine. Dal grafico riportato è possibile osservare come la scheda utilizzata sia quella della *Litologia Sabbiosa*, dove l'andamento della velocità risulta compatibile con la scheda fino ad oltre 30 m di profondità.

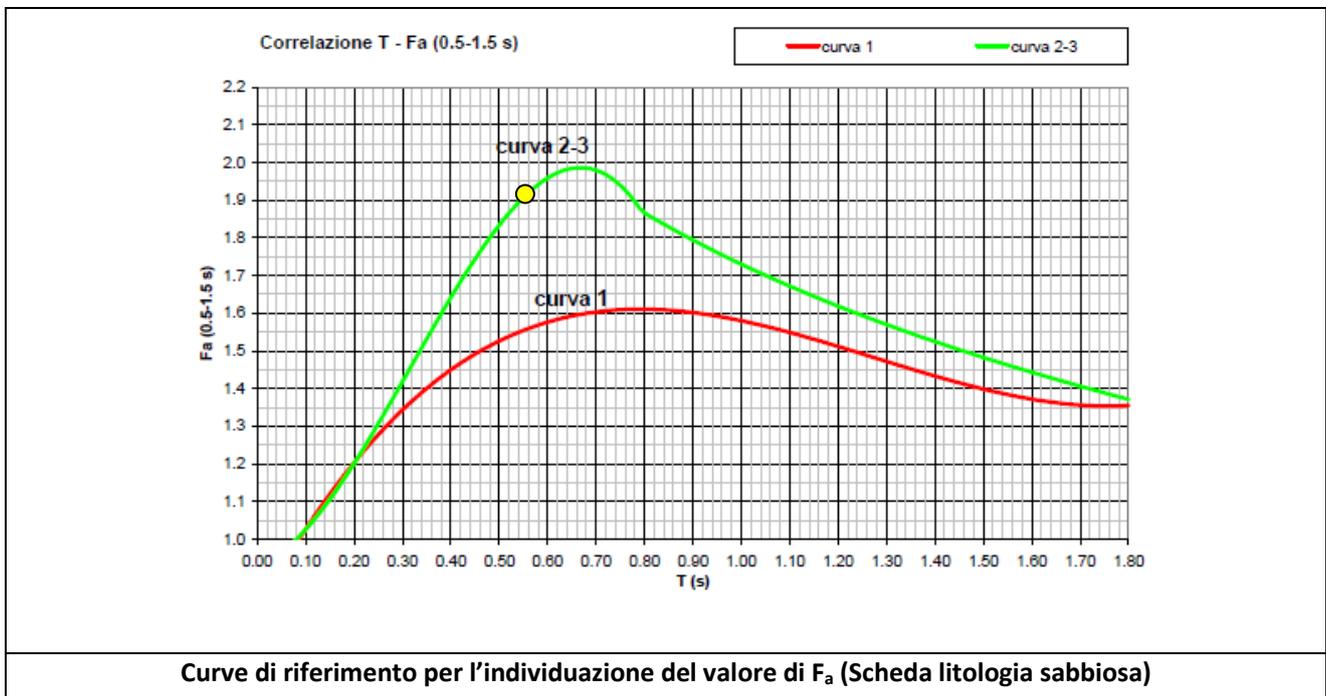


Andamento della velocità V_s nei sismostrati e raffronto con scheda "Litologia sabbiosa"

Dalla relazione per il calcolo del periodo T in funzione dell'andamento di V_s si ricava $T = 0.57$. Si applica poi la correlazione utilizzando la curva 2, in quanto il sismostrato con $V_s \leq 300$ m/s ha uno spessore maggiore di 12 m.



Per il valore di $T = 0.57$ si verifica che il valore di $F_{a0.1-0.5} = 1.33$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 1.7 si verifica che $1.33 < 1.7$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.

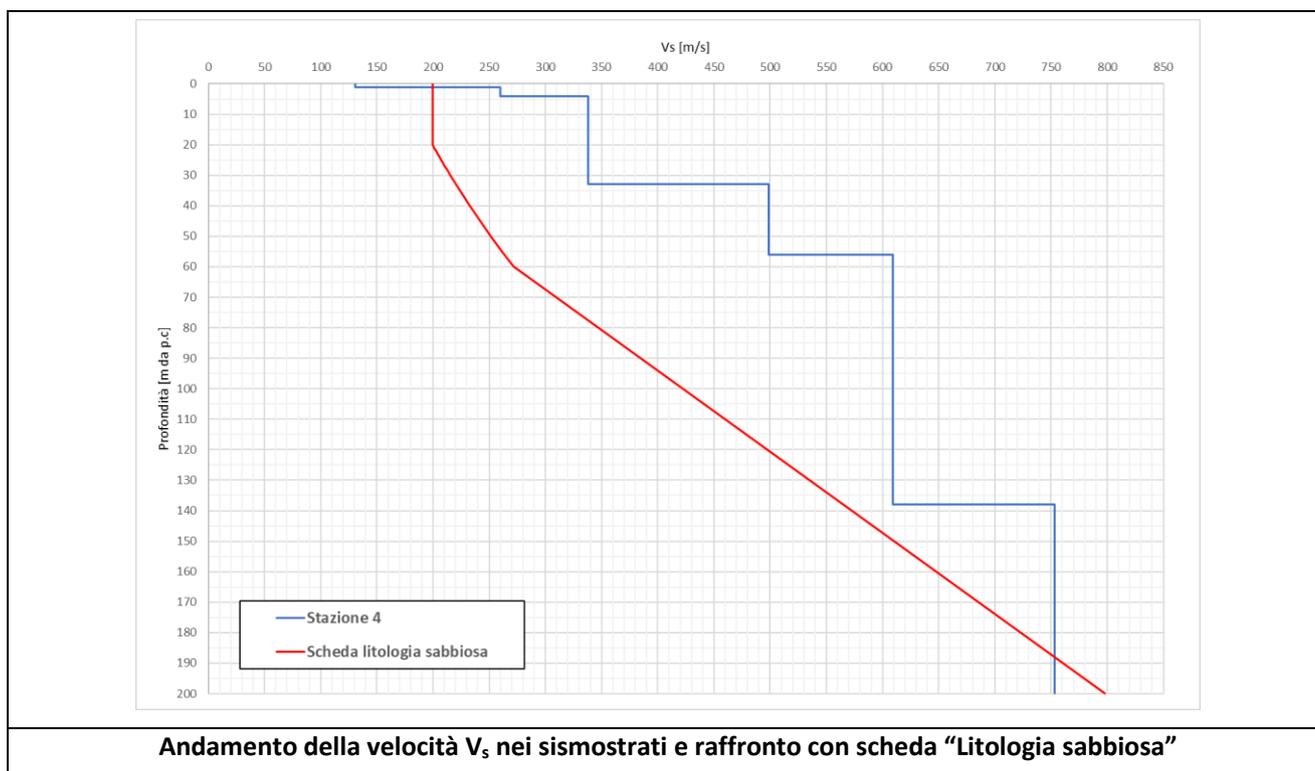


Per il valore di $T = 0.57$ si verifica che il valore di $F_{a0.5-1.5} = 1.93$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 2.3 si verifica che $1.93 < 2.3$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.

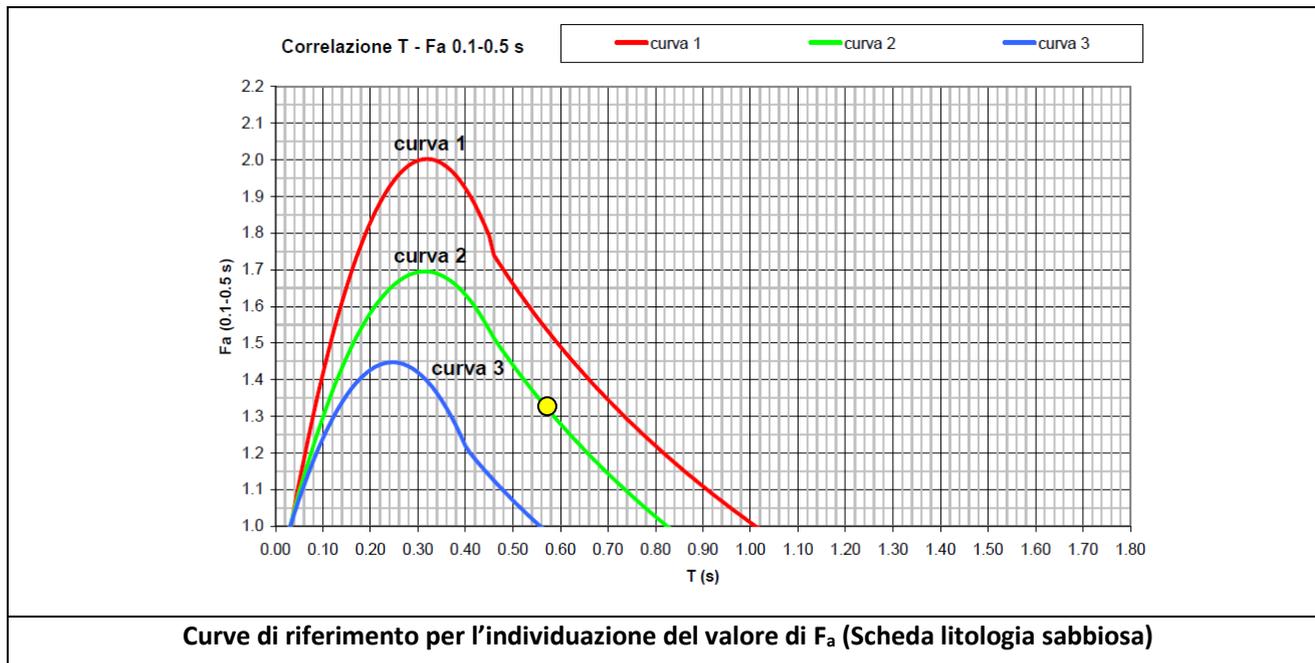
STAZIONE 4 – COGOZZO – VIA MILANO – AREA AGRICOLA ADIACENTE IL CIMITERO

Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V _s [m/s]
1	1.20	0	1.20	131
2	2.90	1.20	4.10	260
3	28.90	4.10	33.00	338
4	23.00	33.00	56.00	499
5	82.00	56.00	138.00	609
6	62.00	138.00	200.00	753
V _{s,eq} =	309	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 4				

In funzione dei valori di velocità V_s misurati in sito ed in base alle caratteristiche litologiche dell'area, è stata selezionata la scheda litologica, il cui andamento dei valori di V_s è compatibile con quello ottenuto in fase di indagine. Dal grafico riportato è possibile osservare come la scheda utilizzata sia quella della *Litologia Sabbiosa*, dove l'andamento della velocità risulta compatibile con la scheda fino ad oltre 30 m di profondità.

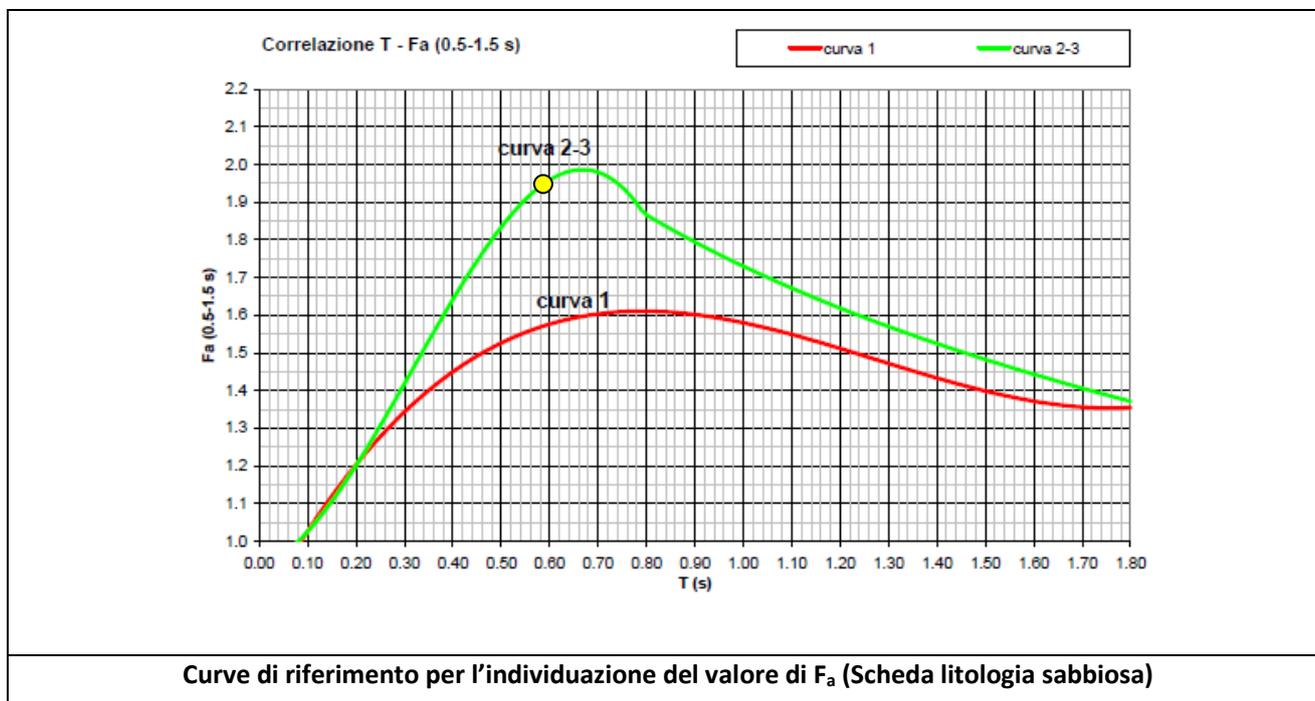


Dalla relazione per il calcolo del periodo T in funzione dell'andamento di V_s si ricava T = 0.58. Si applica poi la correlazione utilizzando la curva 2, in quanto il sismostrato con V_s ≤ 300 m/s ha uno spessore maggiore di 12 m.



Curve di riferimento per l'individuazione del valore di Fa (Scheda litologia sabbiosa)

Per il valore di $T = 0.58$ si verifica che il valore di $F_{a0.1-0.5} = 1.31$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 1.7 si verifica che $1.31 < 1.7$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.



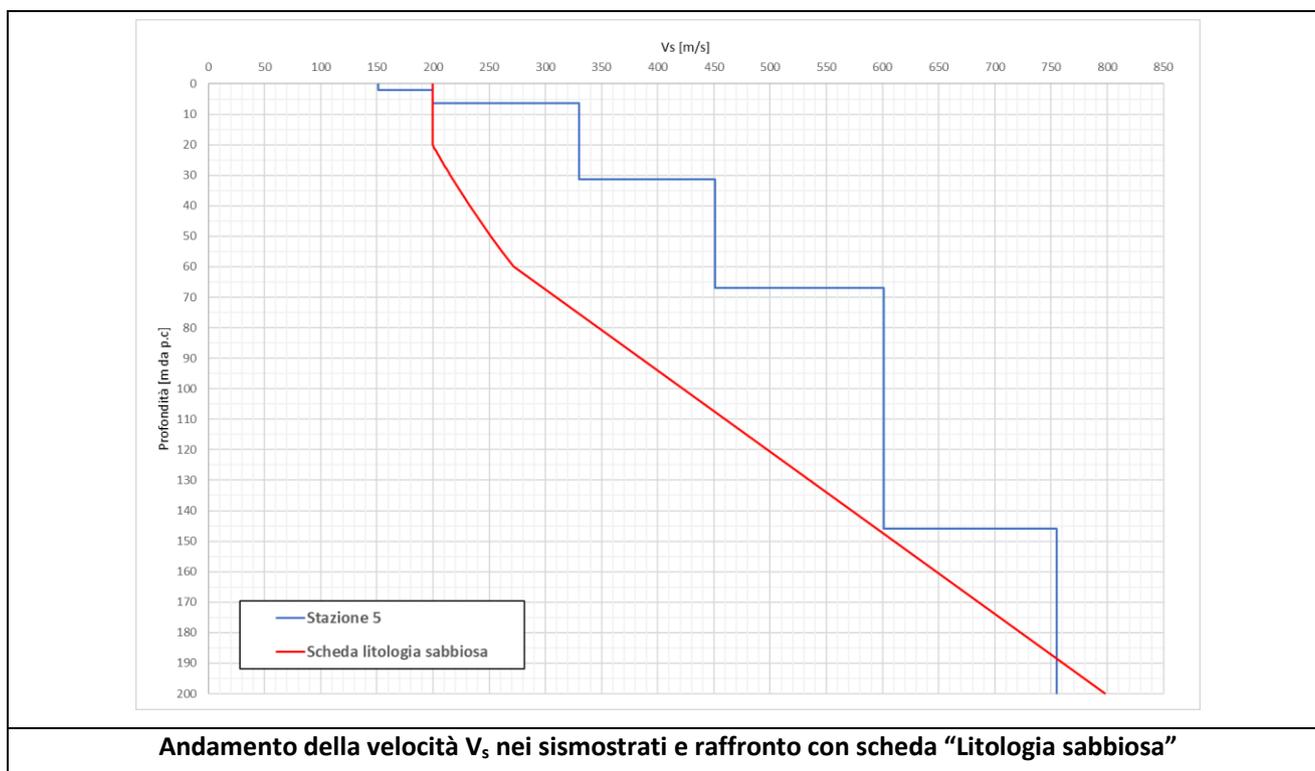
Curve di riferimento per l'individuazione del valore di Fa (Scheda litologia sabbiosa)

Per il valore di $T = 0.58$ si verifica che il valore di $F_{a0.5-1.5} = 1.94$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 2.3 si verifica che $1.94 < 2.3$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.

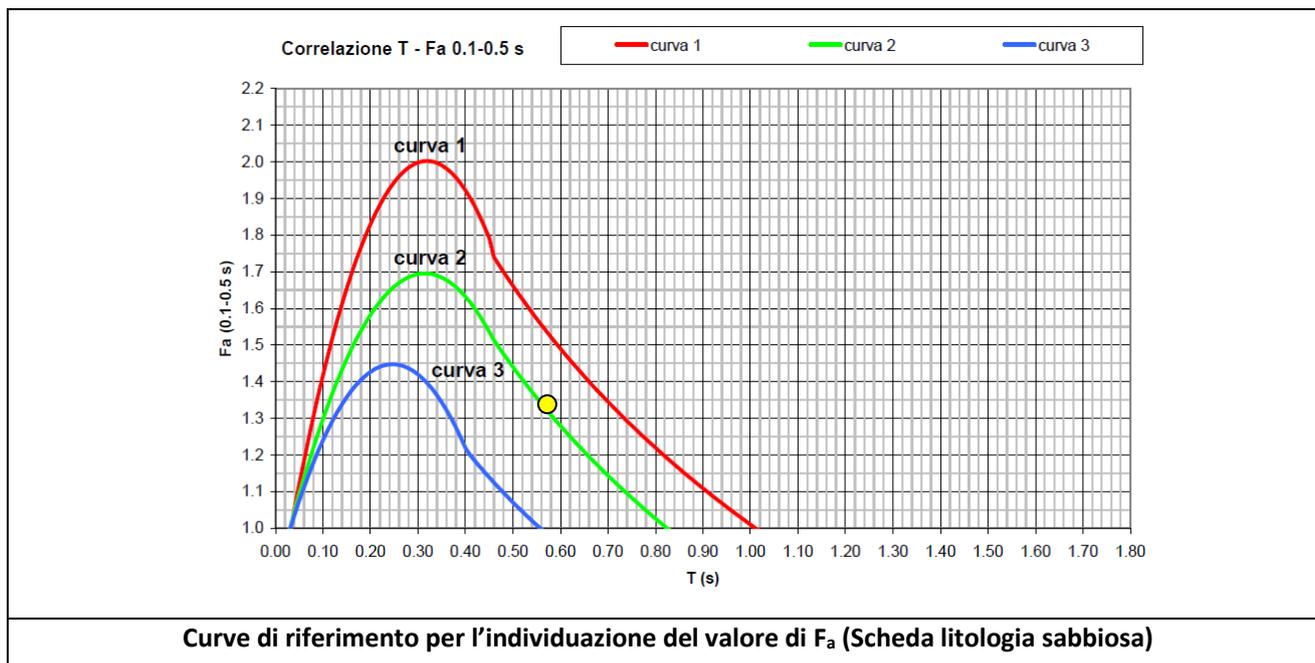
STAZIONE 5 – VIA SAN ROCCO – GIARDINI PUBBLICI

Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V _s [m/s]
1	2.10	0	2.10	151
2	4.18	2.10	6.28	200
3	25.13	6.28	31.41	330
4	35.59	31.41	67.00	451
5	79.00	67.00	146.00	601
6	54.00	146.00	200.00	755
V _{s,eq} =	281	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 5				

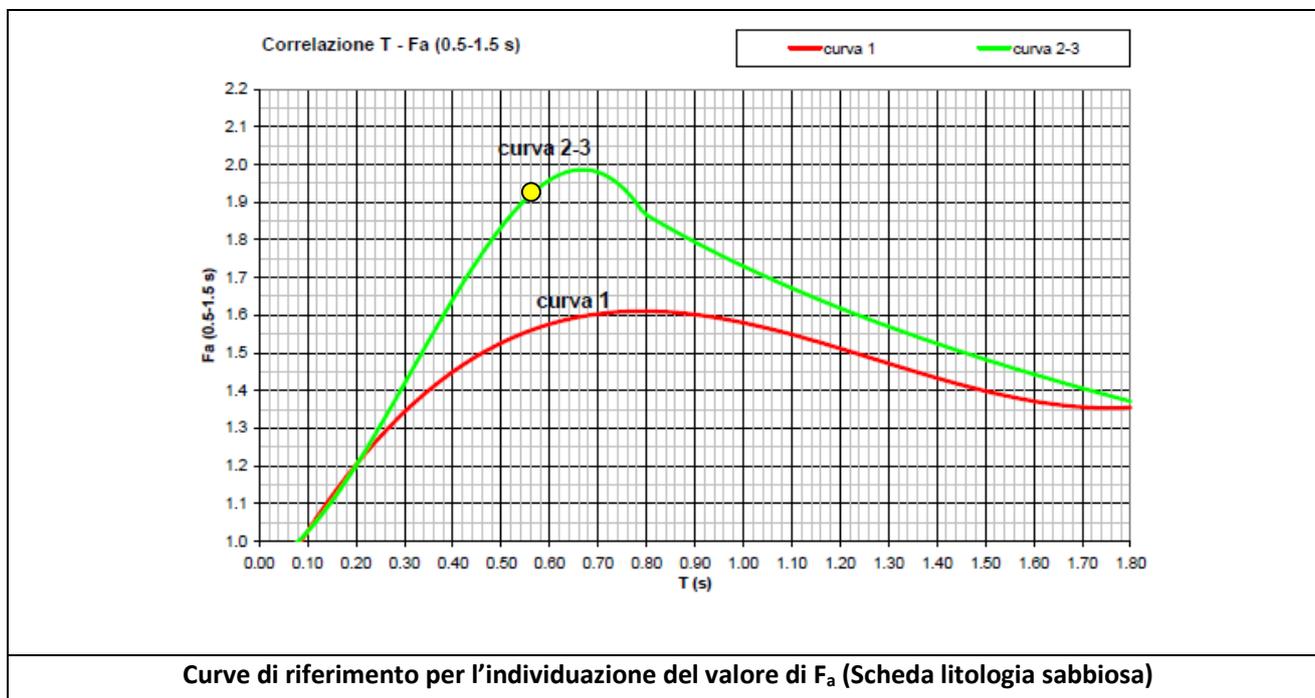
In funzione dei valori di velocità V_s misurati in sito ed in base alle caratteristiche litologiche dell'area, è stata selezionata la scheda litologica, il cui andamento dei valori di V_s è compatibile con quello ottenuto in fase di indagine. Dal grafico riportato è possibile osservare come la scheda utilizzata sia quella della *Litologia Sabbiosa*, dove l'andamento della velocità risulta compatibile con la scheda fino ad oltre 30 m di profondità.



Dalla relazione per il calcolo del periodo T in funzione dell'andamento di V_s si ricava T = 0.57. Si applica poi la correlazione utilizzando la curva 2, in quanto il sismostrato con V_s ≤ 300 m/s ha uno spessore maggiore di 12 m.



Per il valore di $T = 0.57$ si verifica che il valore di $F_{a0.1-0.5} = 1.33$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 1.7 si verifica che $1.33 < 1.7$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.

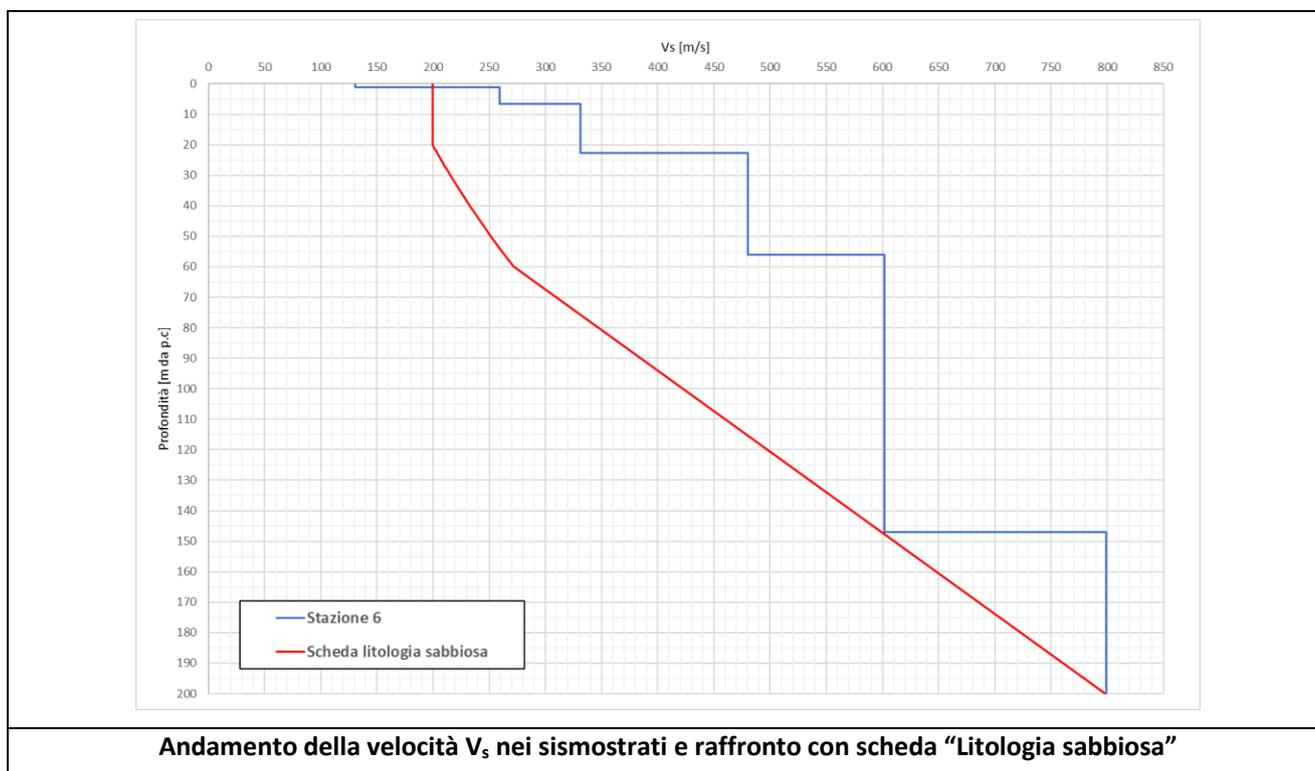


Per il valore di $T = 0.57$ si verifica che il valore di $F_{a0.5-1.5} = 1.93$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 2.3 si verifica che $1.93 < 2.3$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.

STAZIONE 6 – VICOLO SANT'ANTONIO

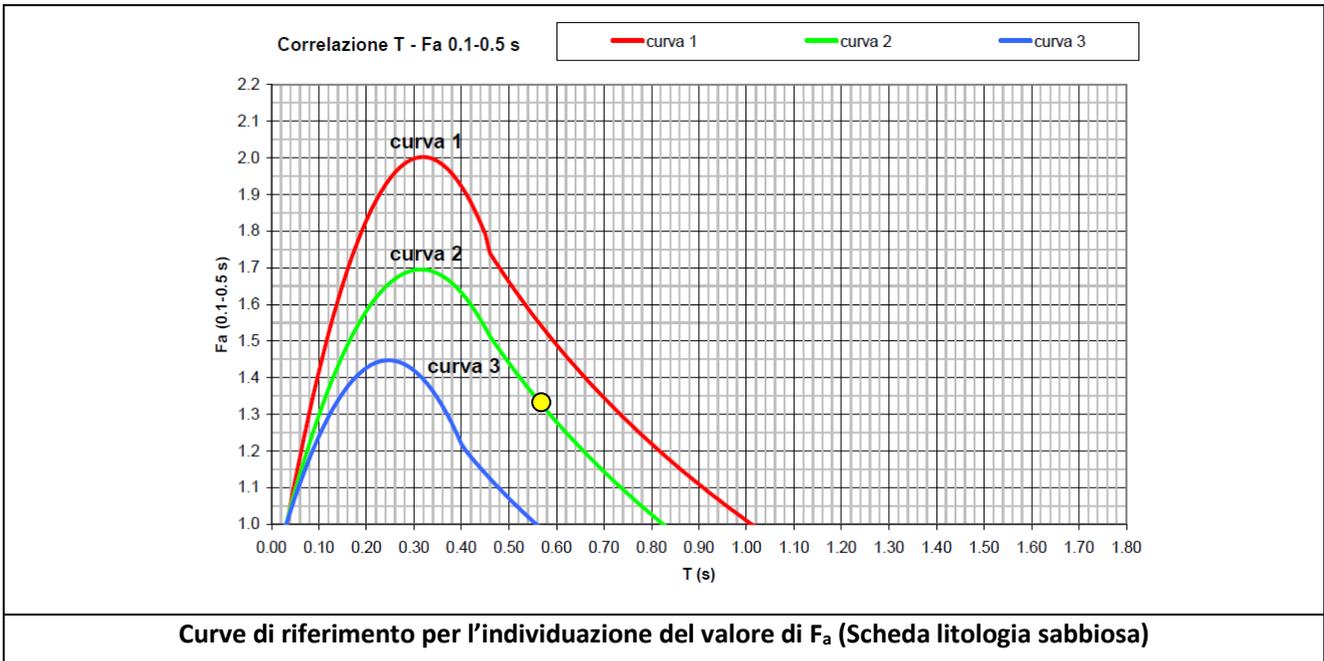
Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V_s [m/s]
1	1.20	0	1.20	131
2	5.30	1.20	6.50	259
3	16.30	6.50	22.80	331
4	33.20	22.80	56.00	480
5	91.00	56.00	147.00	602
6	53.00	147.00	200.00	799
$V_{s,eq} =$	320	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 6				

In funzione dei valori di velocità V_s misurati in sito ed in base alle caratteristiche litologiche dell'area, è stata selezionata la scheda litologica, il cui andamento dei valori di V_s è compatibile con quello ottenuto in fase di indagine. Dal grafico riportato è possibile osservare come la scheda utilizzata sia quella della *Litologia Sabbiosa*, dove l'andamento della velocità risulta compatibile con la scheda fino ad oltre 30 m di profondità.

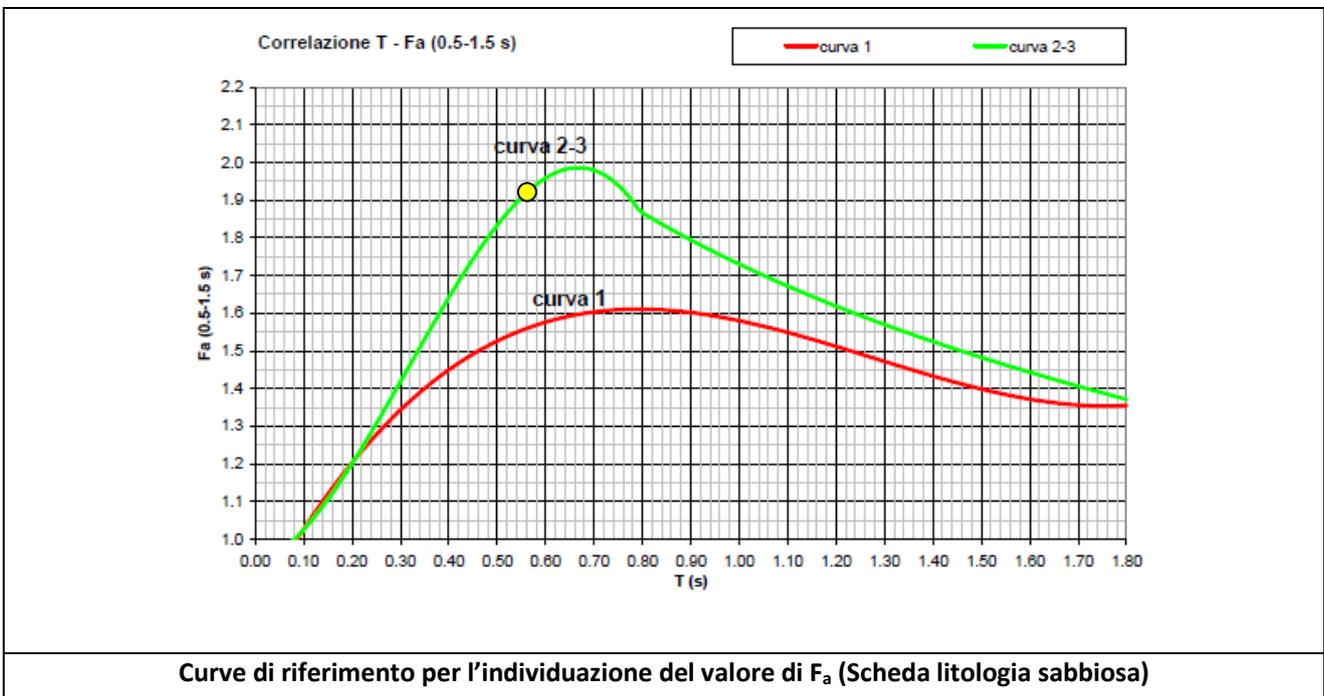


Andamento della velocità V_s nei sismostrati e raffronto con scheda "Litologia sabbiosa"

Dalla relazione per il calcolo del periodo T in funzione dell'andamento di V_s si ricava $T = 0.56$. Si applica poi la correlazione utilizzando la curva 2, in quanto il sismostrato con $V_s \leq 300$ m/s ha uno spessore maggiore di 12 m.



Per il valore di $T = 0.56$ si verifica che il valore di $F_{a0.1-0.5} = 1.34$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 1.7 si verifica che $1.34 < 1.7$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.

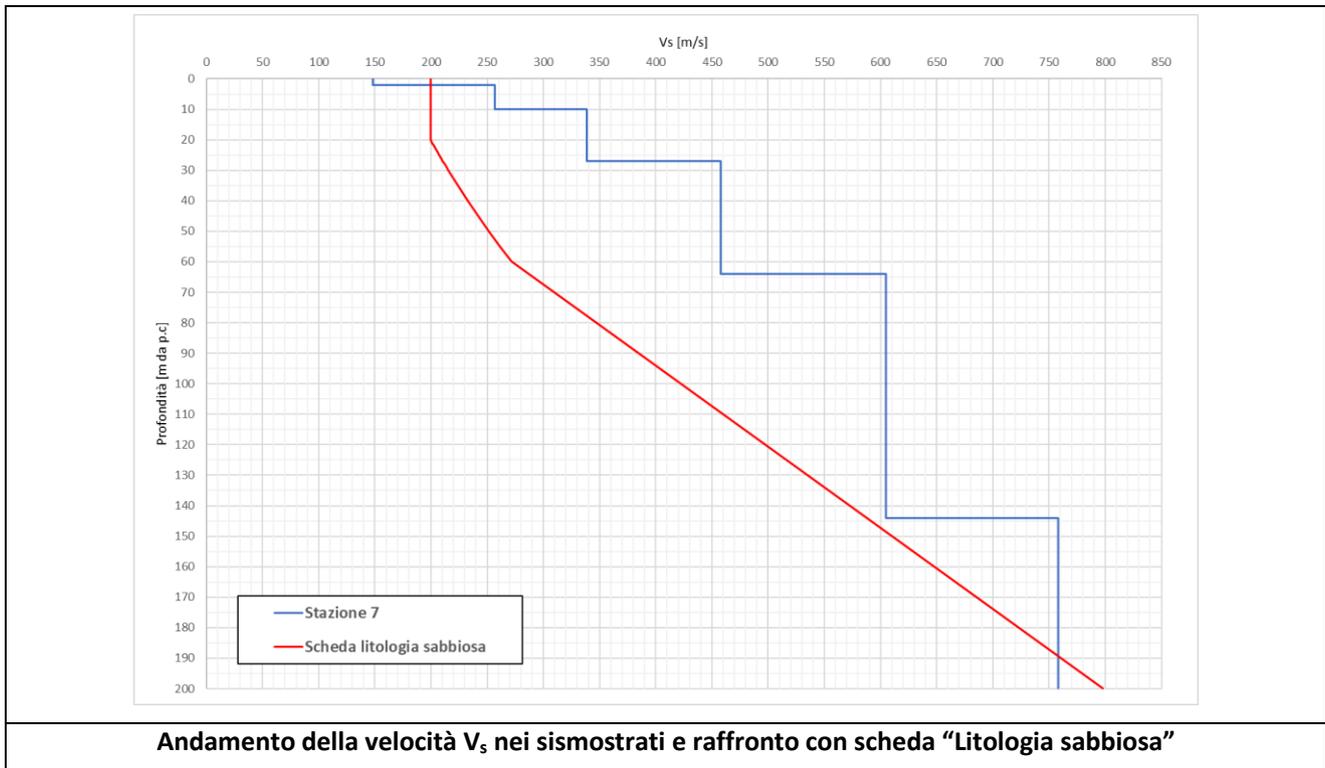


Per il valore di $T = 0.56$ si verifica che il valore di $F_{a0.5-1.5} = 1.92$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 2.3 si verifica che $1.92 < 2.3$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.

STAZIONE 7 – INCROCIO TRA VIA KENNEDY E VIA VIAZZOLI

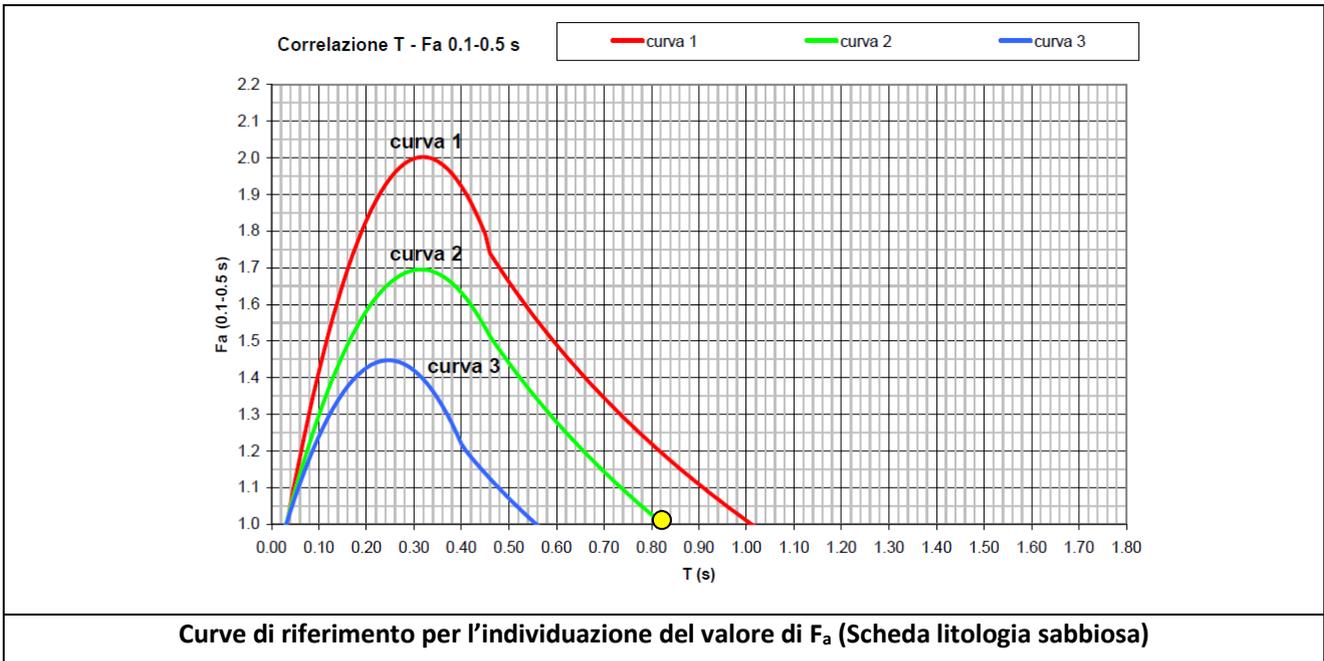
Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V _s [m/s]
1	2.00	0	2.00	148
2	7.90	2.00	9.90	257
3	17.10	9.90	27.00	339
4	37.00	27.00	64.00	458
5	80.00	64.00	144.00	605
6	56.00	144.00	200.00	758
V _{s,eq} =	296	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 7				

In funzione dei valori di velocità V_s misurati in sito ed in base alle caratteristiche litologiche dell'area, è stata selezionata la scheda litologica, il cui andamento dei valori di V_s è compatibile con quello ottenuto in fase di indagine. Dal grafico riportato è possibile osservare come la scheda utilizzata sia quella della *Litologia Sabbiosa*, dove l'andamento della velocità risulta compatibile con la scheda fino ad oltre 30 m di profondità.

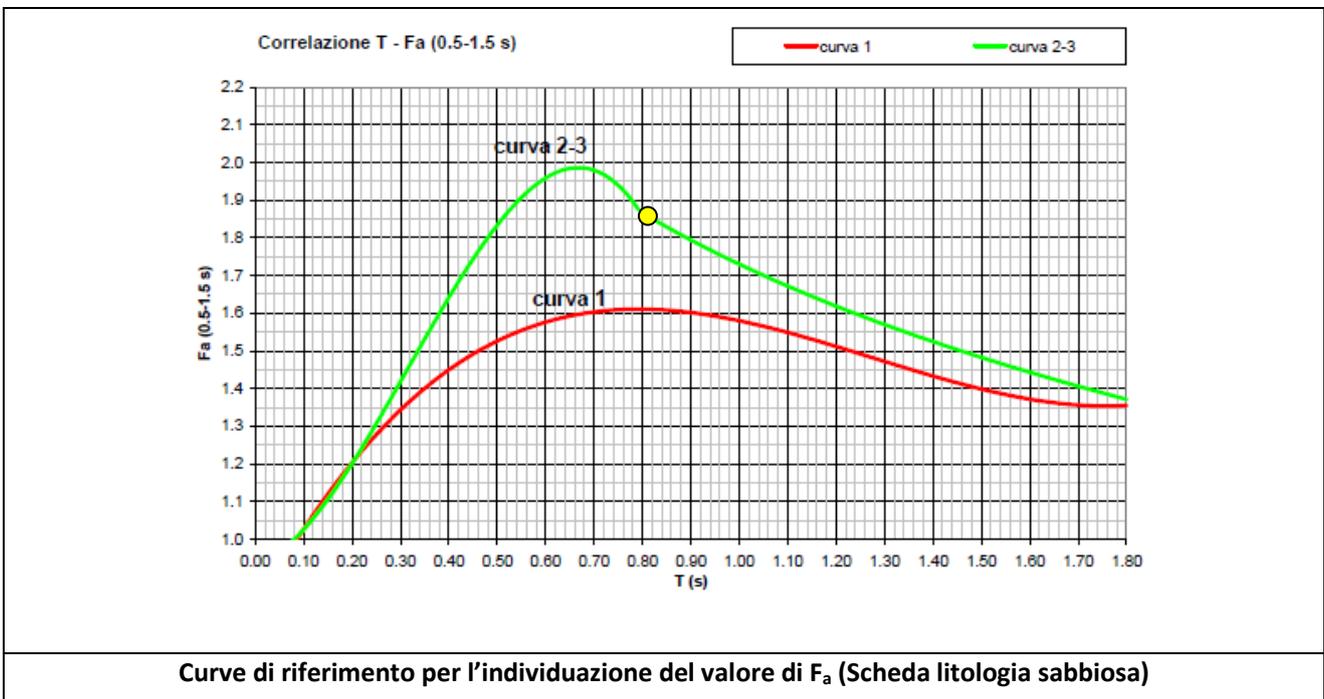


Andamento della velocità V_s nei sismostrati e raffronto con scheda "Litologia sabbiosa"

Dalla relazione per il calcolo del periodo T in funzione dell'andamento di V_s si ricava T = 0.57. Si applica poi la correlazione utilizzando la curva 2, in quanto il sismostrato con V_s ≤ 300 m/s ha uno spessore maggiore di 12 m.



Per il valore di $T = 0.57$ si verifica che il valore di $F_{a0.1-0.5} = 1.32$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 1.7 si verifica che $1.32 < 1.7$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.

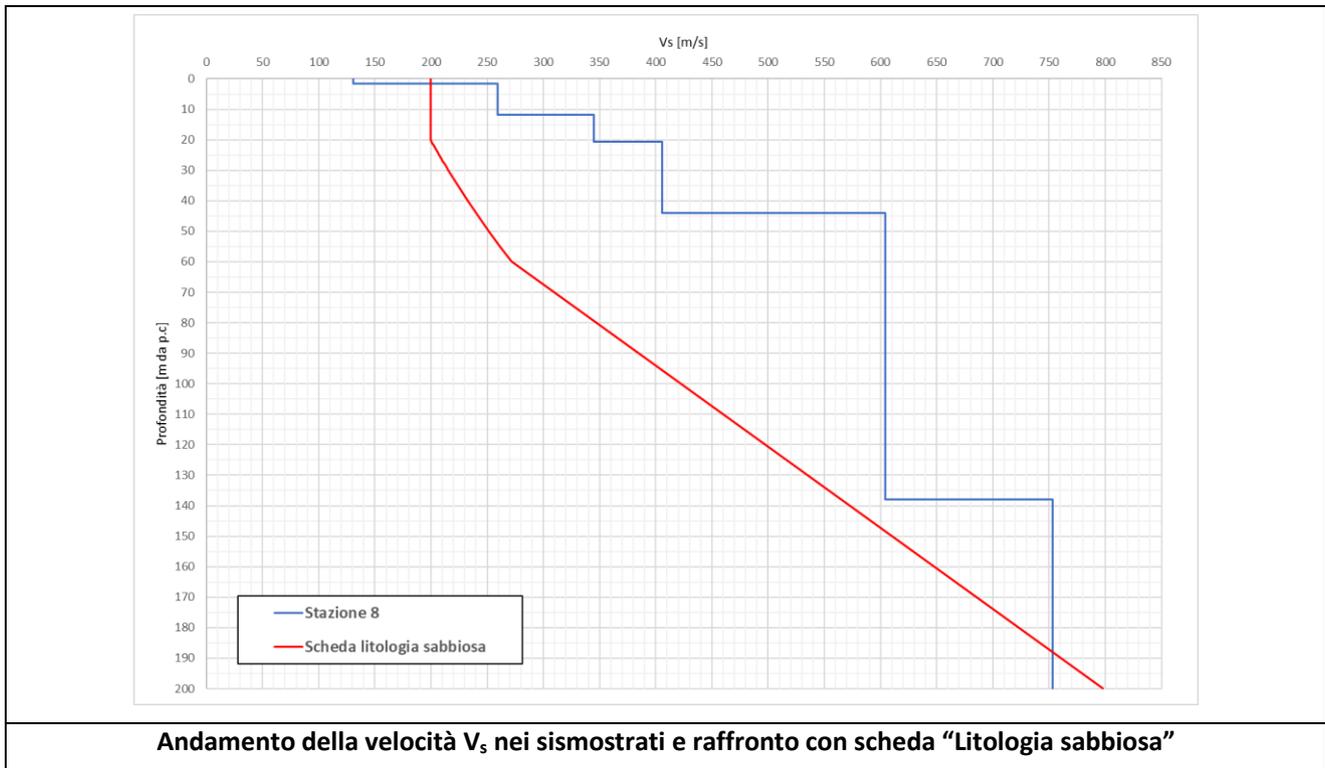


Per il valore di $T = 0.57$ si verifica che il valore di $F_{a0.5-1.5} = 1.93$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 2.3 si verifica che $1.93 < 2.3$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.

STAZIONE 8 – BUZZOLETTO – VIA CORBARI

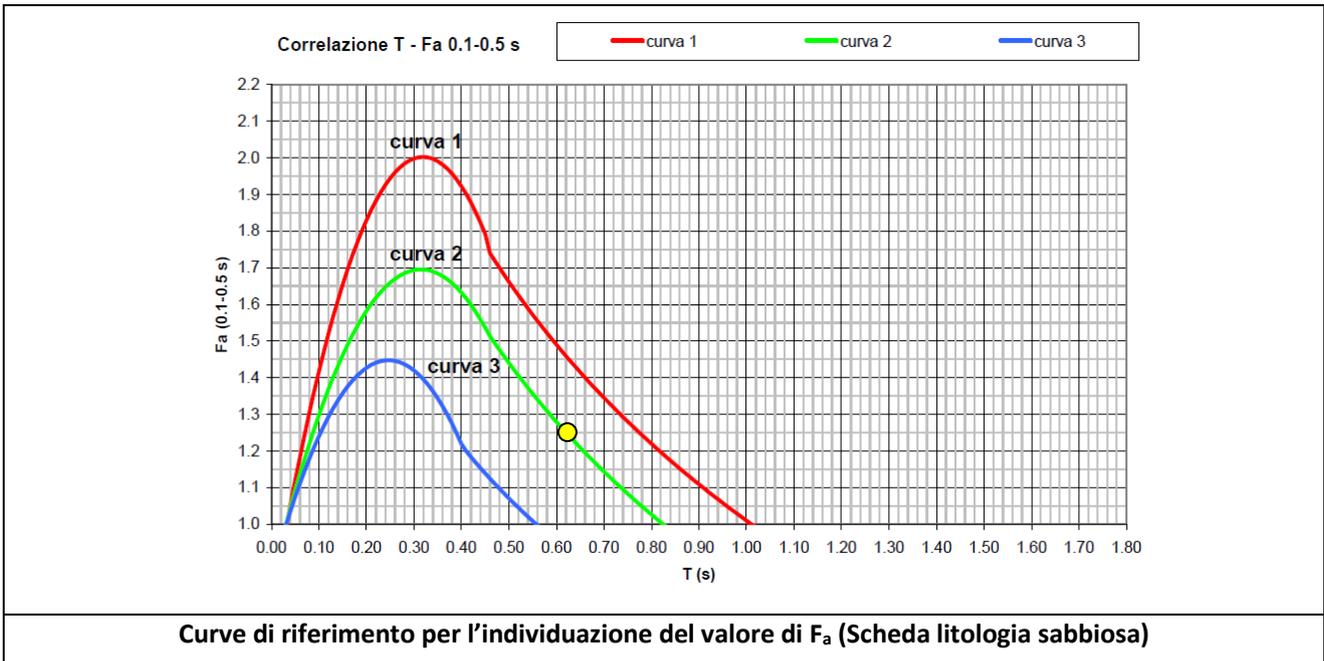
Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V _s [m/s]
1	1.50	0	1.50	131
2	10.20	1.50	11.70	259
3	9.00	11.70	20.70	345
4	23.30	20.70	44.00	406
5	94.00	44.00	138.00	604
6	62.00	138.00	200.00	753
V _{s,eq} =	301	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 8				

In funzione dei valori di velocità V_s misurati in sito ed in base alle caratteristiche litologiche dell'area, è stata selezionata la scheda litologica, il cui andamento dei valori di V_s è compatibile con quello ottenuto in fase di indagine. Dal grafico riportato è possibile osservare come la scheda utilizzata sia quella della *Litologia Sabbiosa*, dove l'andamento della velocità risulta compatibile con la scheda fino ad oltre 30 m di profondità.



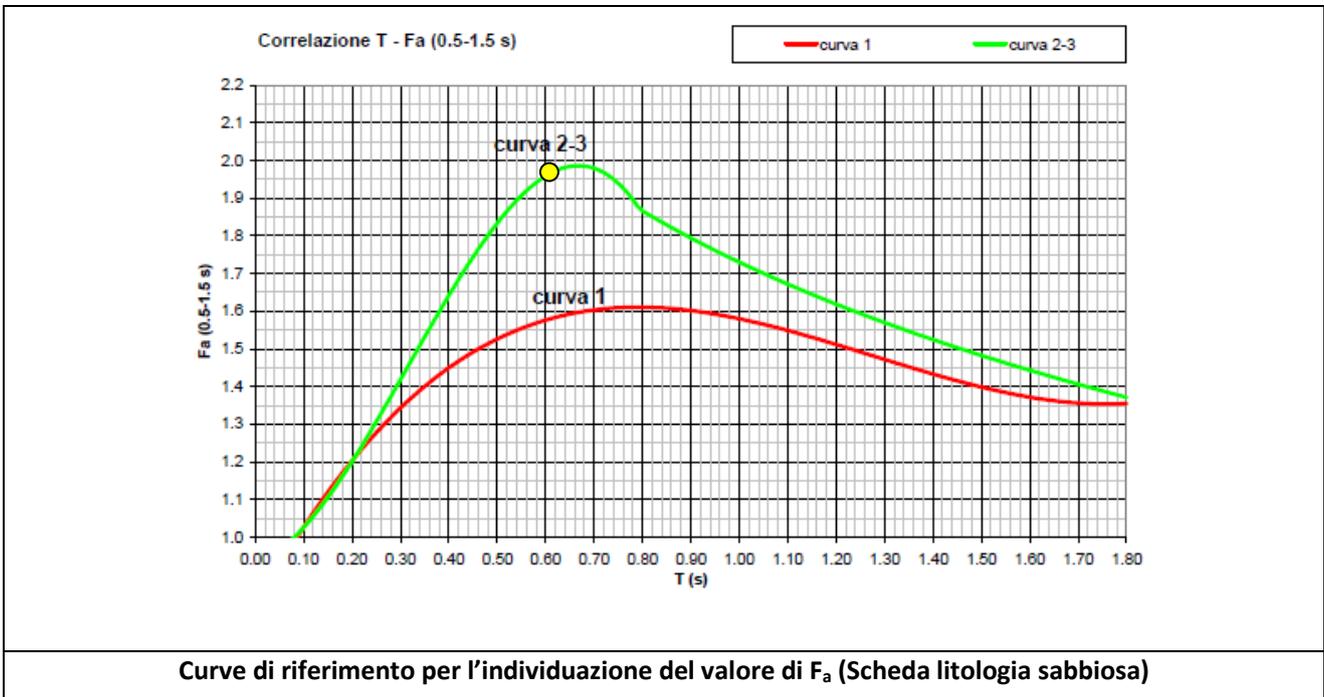
Andamento della velocità V_s nei sismostrati e raffronto con scheda "Litologia sabbiosa"

Dalla relazione per il calcolo del periodo T in funzione dell'andamento di V_s si ricava T = 0.61. Si applica poi la correlazione utilizzando la curva 2, in quanto il sismostrato con V_s ≤ 300 m/s ha uno spessore maggiore di 12 m.



Curve di riferimento per l'individuazione del valore di Fa (Scheda litologia sabbiosa)

Per il valore di $T = 0.61$ si verifica che il valore di $F_{a0.1-0.5} = 1.26$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 1.8 si verifica che $1.26 < 1.8$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.



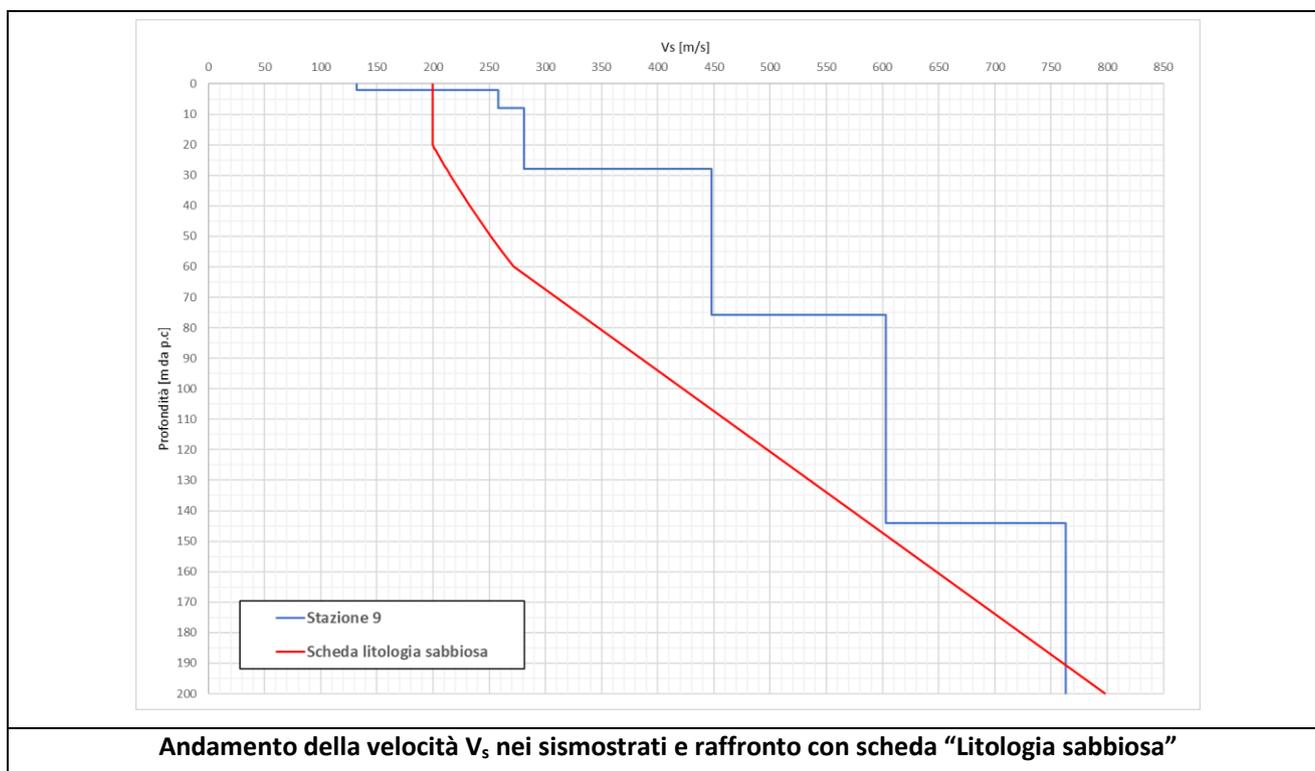
Curve di riferimento per l'individuazione del valore di Fa (Scheda litologia sabbiosa)

Per il valore di $T = 0.61$ si verifica che il valore di $F_{a0.5-1.5} = 1.97$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 2.3 si verifica che $1.97 < 2.4$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.

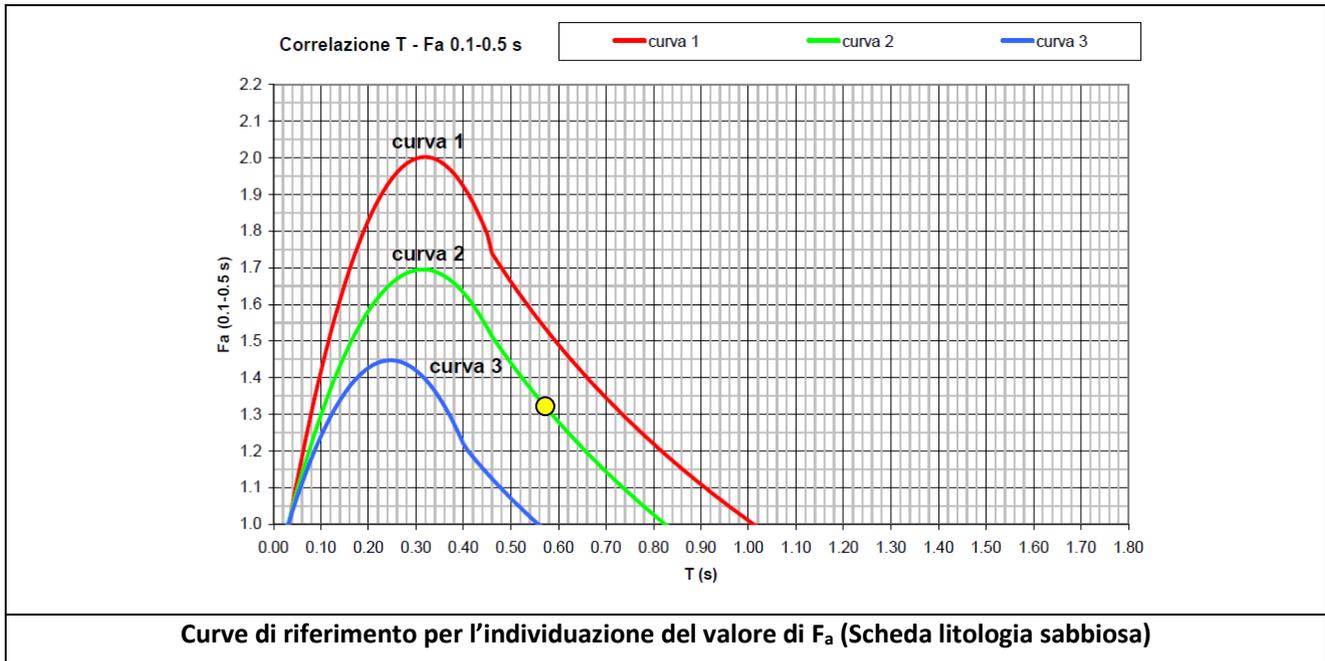
STAZIONE 9 – BANZUOLO – VIA SAN GIOVANNI BATTISTA

Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V _s [m/s]
1	2.00	0	2.00	132
2	5.90	2.00	7.90	258
3	20.00	7.90	27.90	281
4	47.80	27.90	75.70	448
5	68.30	75.70	144.00	603
6	56.00	144.00	200.00	763
V _{s,eq} =	263	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 9				

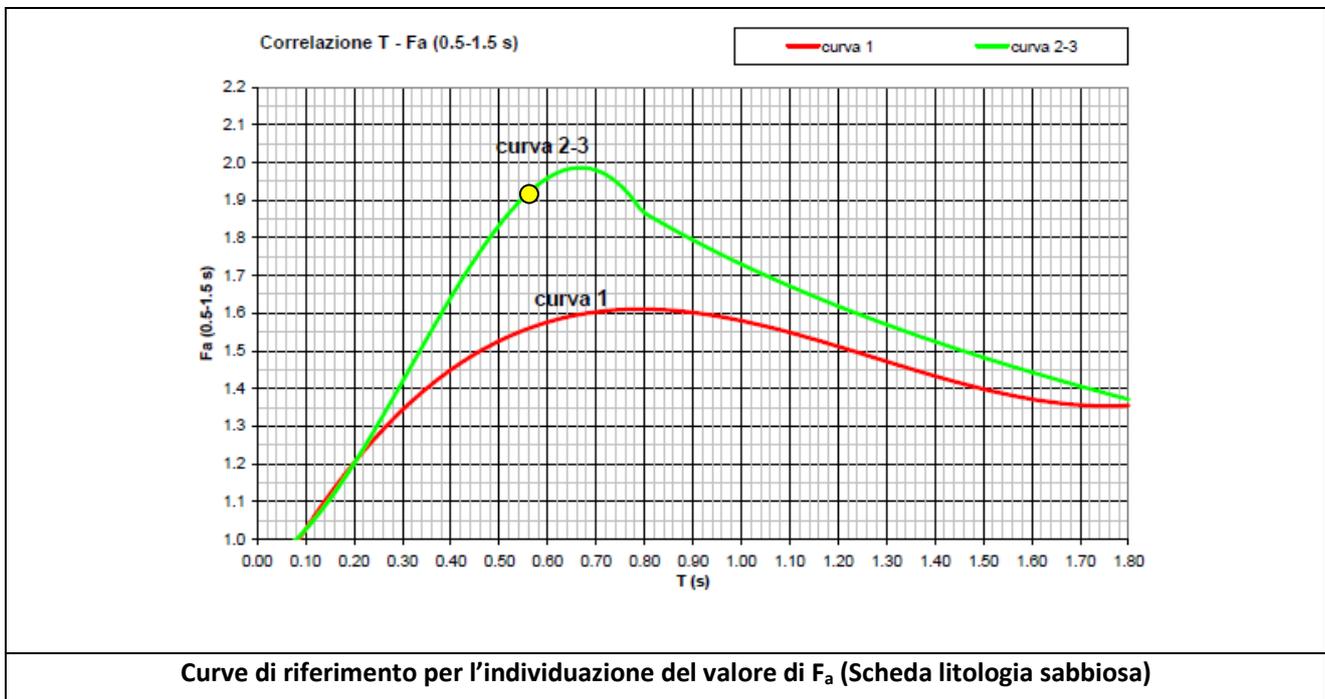
In funzione dei valori di velocità V_s misurati in sito ed in base alle caratteristiche litologiche dell'area, è stata selezionata la scheda litologica, il cui andamento dei valori di V_s è compatibile con quello ottenuto in fase di indagine. Dal grafico riportato è possibile osservare come la scheda utilizzata sia quella della *Litologia Sabbiosa*, dove l'andamento della velocità risulta compatibile con la scheda fino ad oltre 30 m di profondità.



Dalla relazione per il calcolo del periodo T in funzione dell'andamento di V_s si ricava T = 0.56. Si applica poi la correlazione utilizzando la curva 2, in quanto il sismostrato con V_s ≤ 300 m/s ha uno spessore maggiore di 12 m.



Per il valore di $T = 0.56$ si verifica che il valore di $F_{a0.1-0.5} = 1.33$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 1.7 si verifica che $1.33 < 1.7$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.

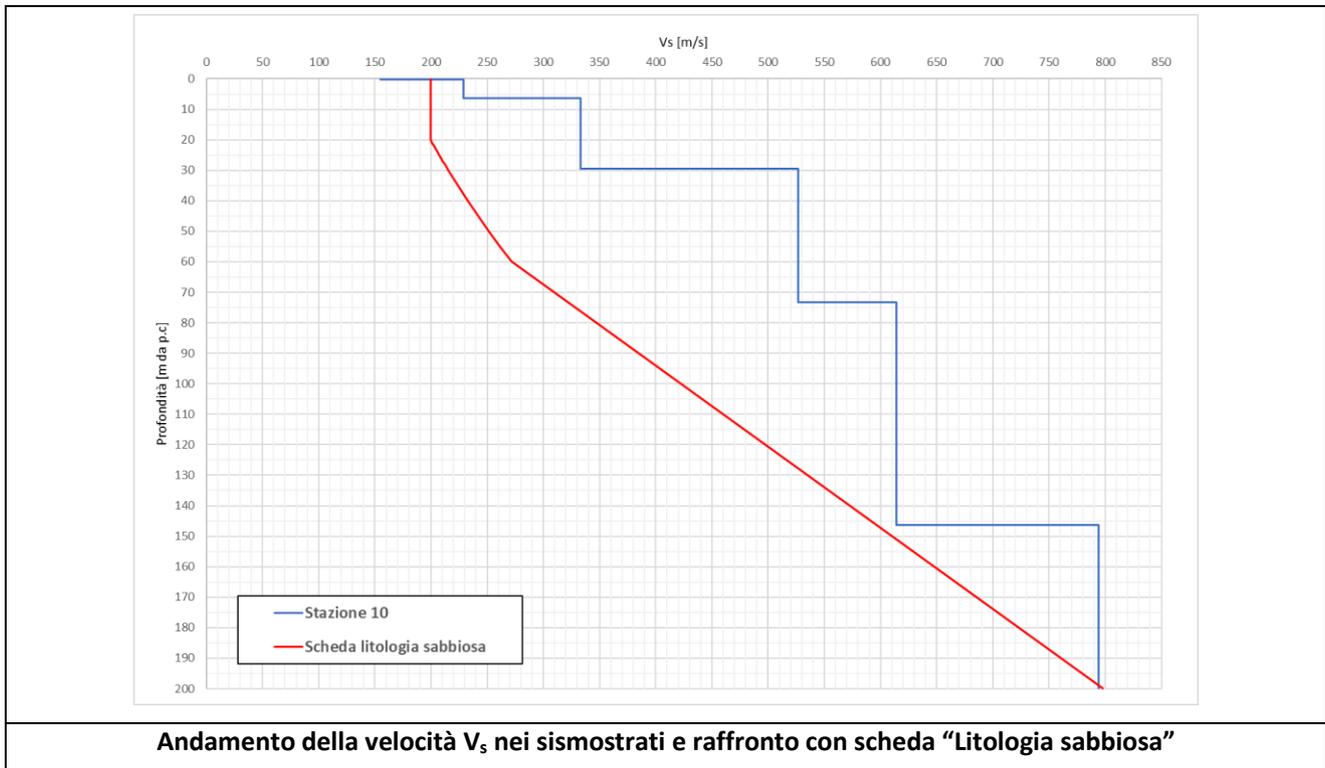


Per il valore di $T = 0.56$ si verifica che il valore di $F_{a0.5-1.5} = 1.92$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 2.3 si verifica che $1.92 < 2.3$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.

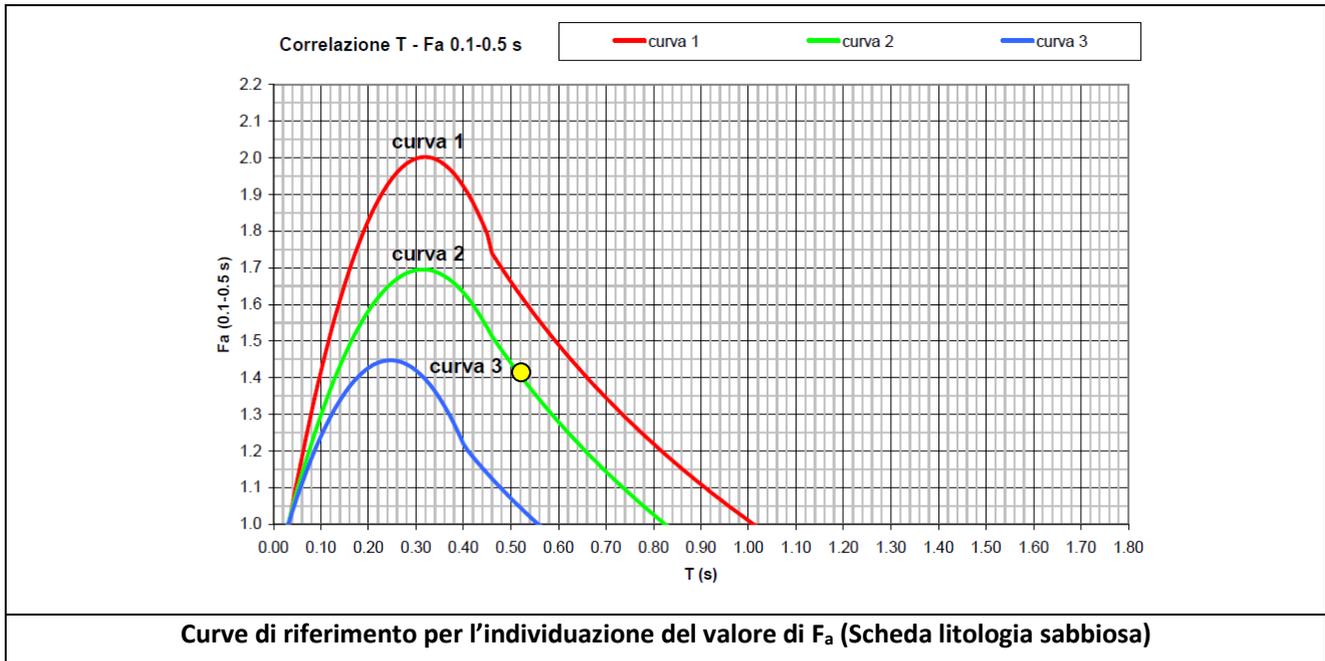
STAZIONE 10 – GERBOLINA – VIA SCIPIONA

Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V _s [m/s]
1	0.30	0	0.30	155
2	6.00	0.30	6.30	229
3	23.20	6.30	29.50	333
4	43.90	29.50	73.40	527
5	72.90	73.40	146.30	614
6	53.70	146.30	200.00	794
V _{s,eq} =	304	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 10				

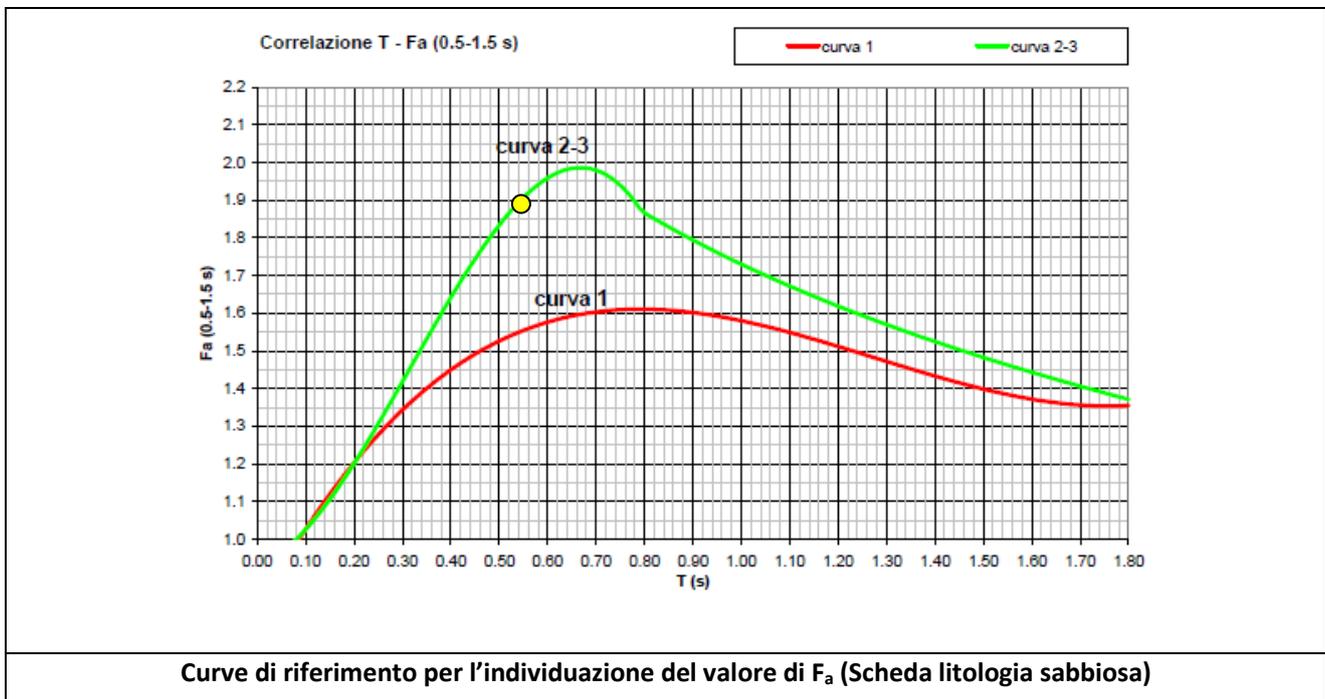
In funzione dei valori di velocità V_s misurati in sito ed in base alle caratteristiche litologiche dell'area, è stata selezionata la scheda litologica, il cui andamento dei valori di V_s è compatibile con quello ottenuto in fase di indagine. Dal grafico riportato è possibile osservare come la scheda utilizzata sia quella della *Litologia Sabbiosa*, dove l'andamento della velocità risulta compatibile con la scheda fino ad oltre 30 m di profondità.



Dalla relazione per il calcolo del periodo T in funzione dell'andamento di V_s si ricava T = 0.54. Si applica poi la correlazione utilizzando la curva 2, in quanto il sismostrato con V_s ≤ 300 m/s ha uno spessore maggiore di 12 m.



Per il valore di $T = 0.54$ si verifica che il valore di $F_{a0.1-0.5} = 1.38$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 1.7 si verifica che $1.38 < 1.7$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.

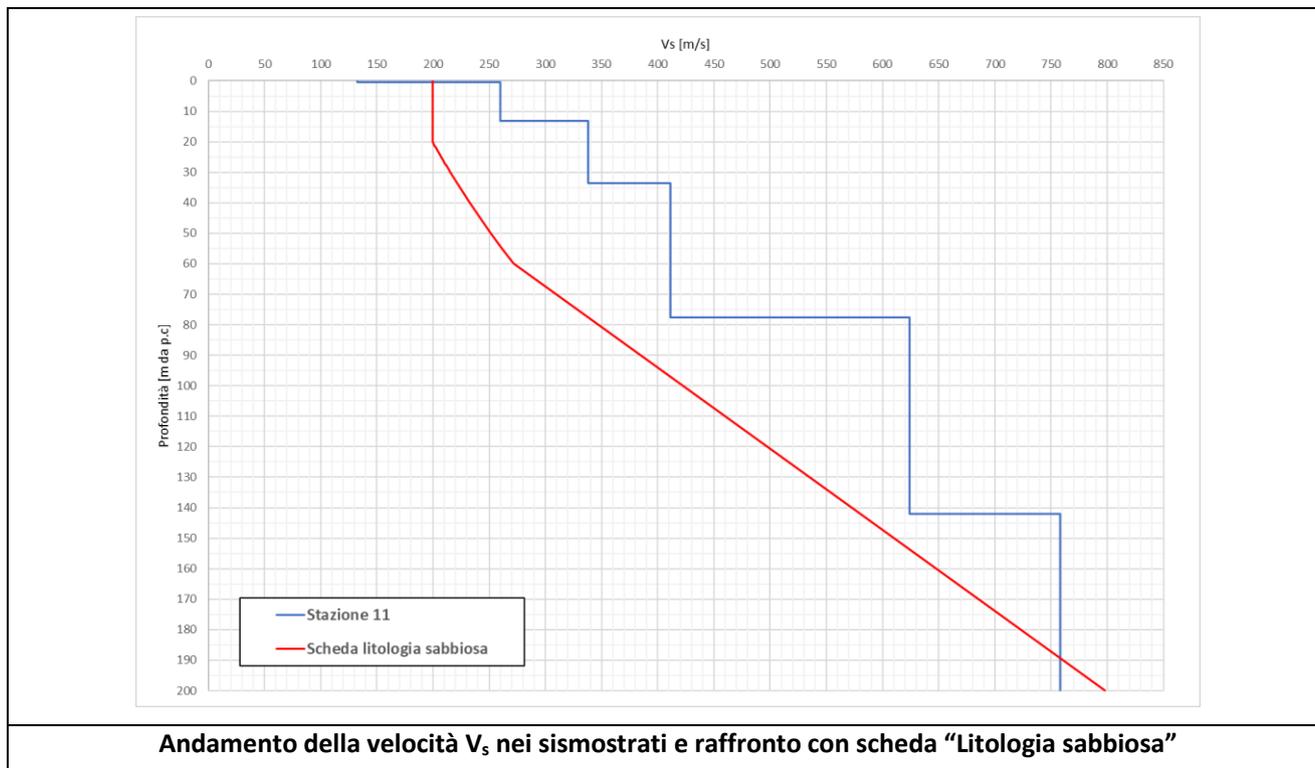


Per il valore di $T = 0.54$ si verifica che il valore di $F_{a0.5-1.5} = 1.89$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 2.3 si verifica che $1.89 < 2.3$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.

STAZIONE 11 – CASALETTO – VIA ANTONIO ROSMINI SERBATI

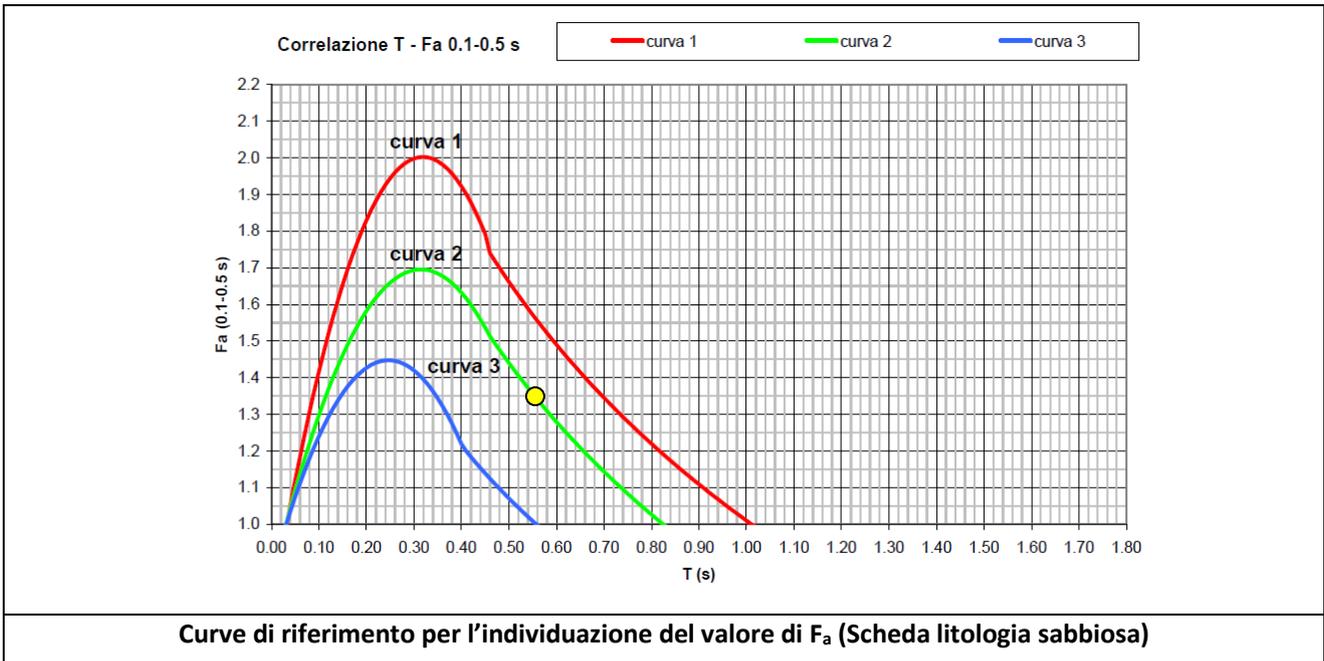
Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V _s [m/s]
1	0.50	0	0.50	133
2	12.70	0.50	13.20	260
3	20.30	13.20	33.50	338
4	44.00	33.50	77.50	411
5	64.50	77.50	142.00	624
6	58.00	142.00	200.00	758
V _{s,eq} =	293	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 11				

In funzione dei valori di velocità V_s misurati in sito ed in base alle caratteristiche litologiche dell'area, è stata selezionata la scheda litologica, il cui andamento dei valori di V_s è compatibile con quello ottenuto in fase di indagine. Dal grafico riportato è possibile osservare come la scheda utilizzata sia quella della *Litologia Sabbiosa*, dove l'andamento della velocità risulta compatibile con la scheda fino ad oltre 30 m di profondità.

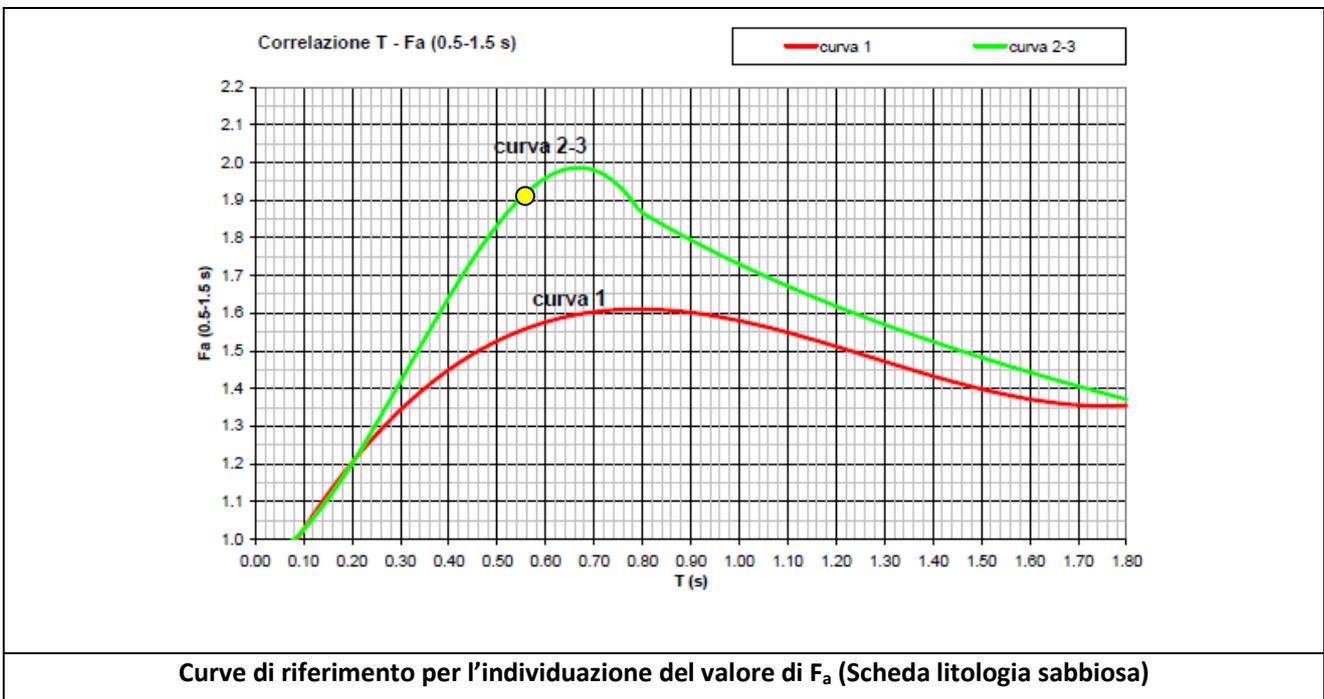


Andamento della velocità V_s nei sismostrati e raffronto con scheda "Litologia sabbiosa"

Dalla relazione per il calcolo del periodo T in funzione dell'andamento di V_s si ricava T = 0.56. Si applica poi la correlazione utilizzando la curva 2, in quanto il sismostrato con V_s ≤ 300 m/s ha uno spessore maggiore di 12 m.



Per il valore di $T = 0.56$ si verifica che il valore di $F_{a0.1-0.5} = 1.34$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 1.7 si verifica che $1.34 < 1.7$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.

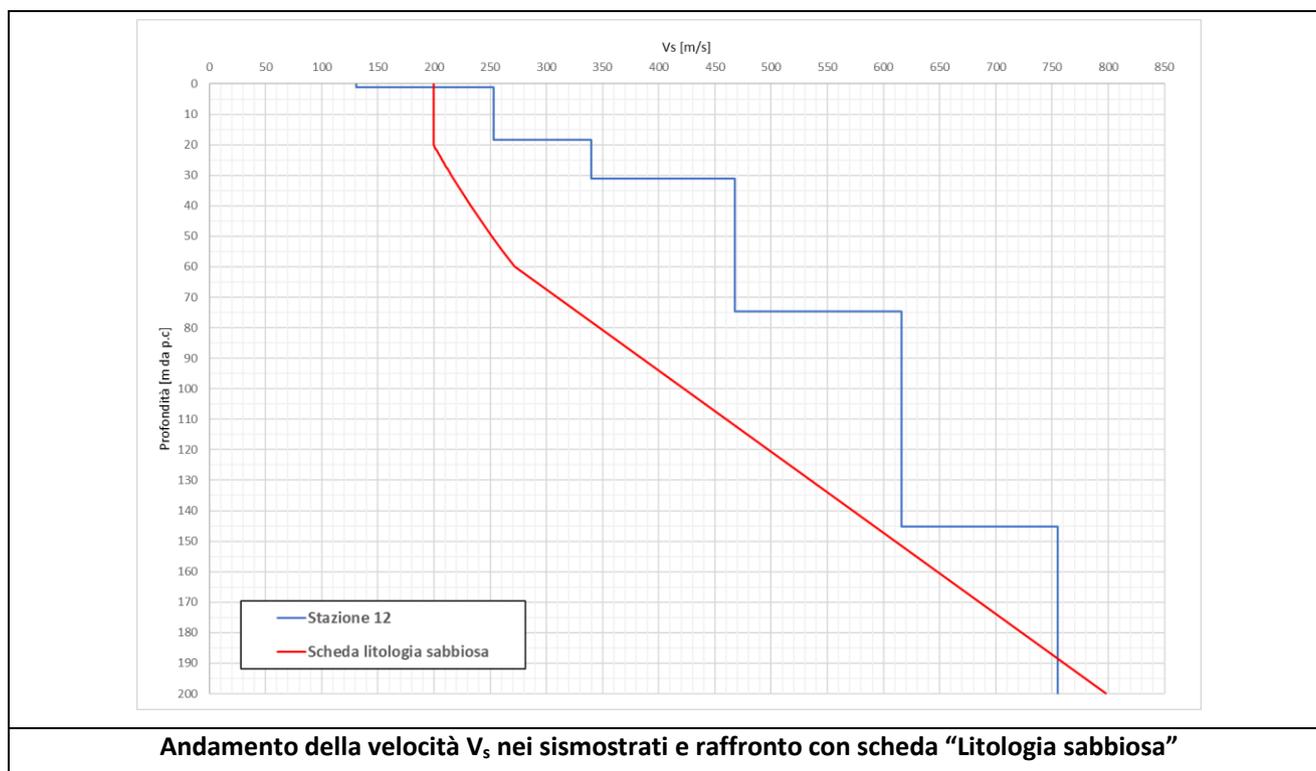


Per il valore di $T = 0.56$ si verifica che il valore di $F_{a0.5-1.5} = 1.92$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 2.3 si verifica che $1.92 < 2.3$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.

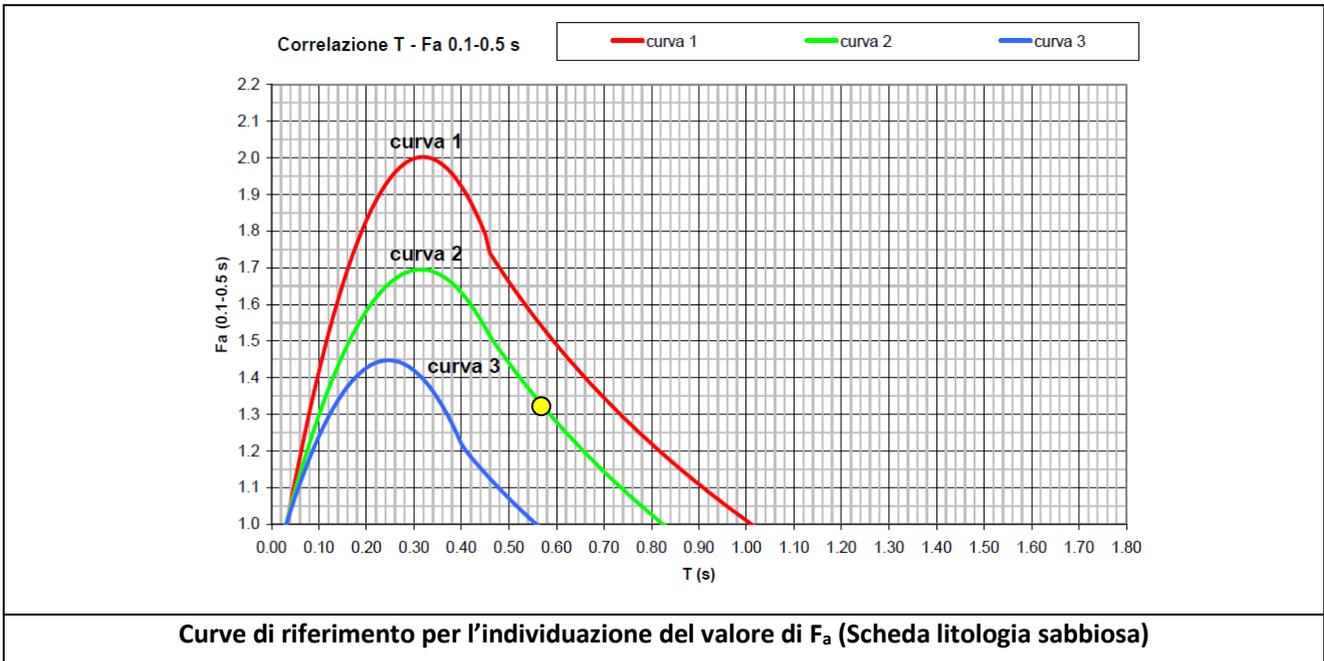
STAZIONE 12 – BELLAGUARDIA – INCROCIO TRA VIA SILVIO PELLICO E VIA VIAZZA

Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V _s [m/s]
1	1.20	0	1.20	131
2	17.10	1.20	18.30	253
3	12.80	18.30	31.10	340
4	43.50	31.10	74.60	468
5	70.60	74.60	145.20	616
6	54.80	145.20	200.00	755
V _{s,eq} =	270	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 12				

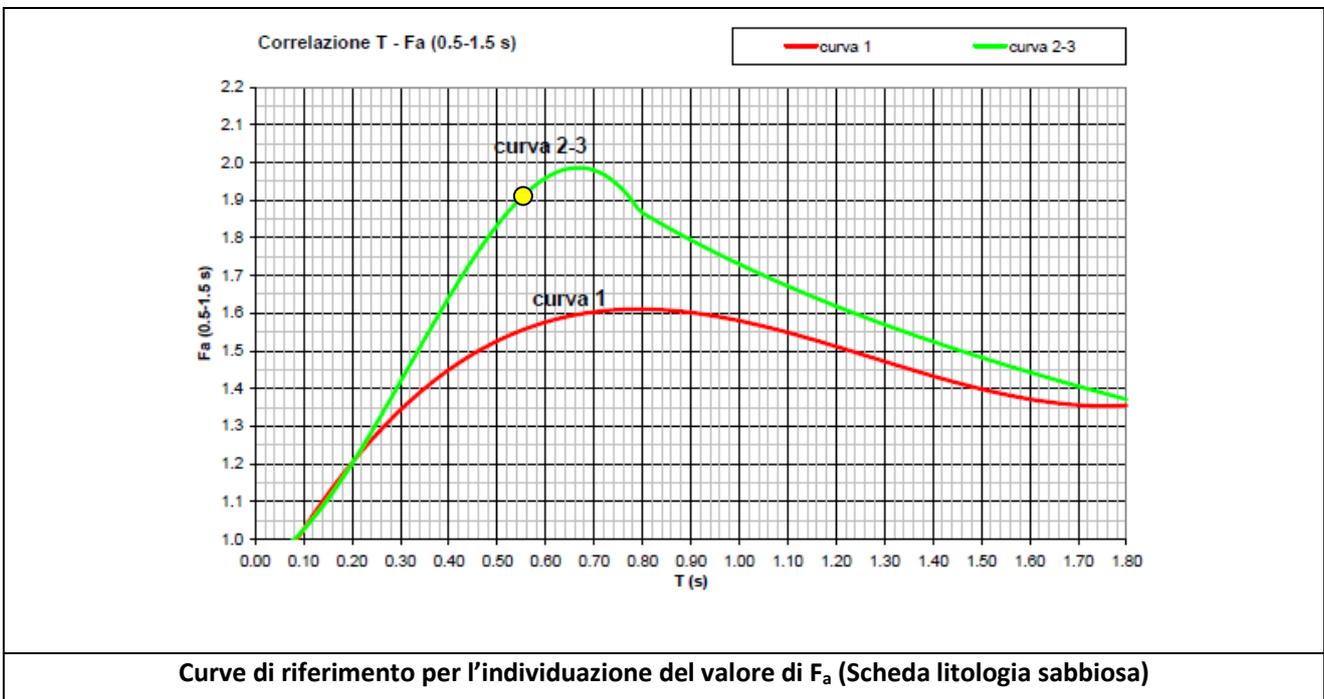
In funzione dei valori di velocità V_s misurati in sito ed in base alle caratteristiche litologiche dell'area, è stata selezionata la scheda litologica, il cui andamento dei valori di V_s è compatibile con quello ottenuto in fase di indagine. Dal grafico riportato è possibile osservare come la scheda utilizzata sia quella della *Litologia Sabbiosa*, dove l'andamento della velocità risulta compatibile con la scheda fino ad oltre 30 m di profondità.



Dalla relazione per il calcolo del periodo T in funzione dell'andamento di V_s si ricava T = 0.55. Si applica poi la correlazione utilizzando la curva 2, in quanto il sismostrato con V_s ≤ 300 m/s ha uno spessore maggiore di 12 m.



Per il valore di $T = 0.55$ si verifica che il valore di $F_{a0.1-0.5} = 1.36$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 1.7 si verifica che $1.36 < 1.7$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.

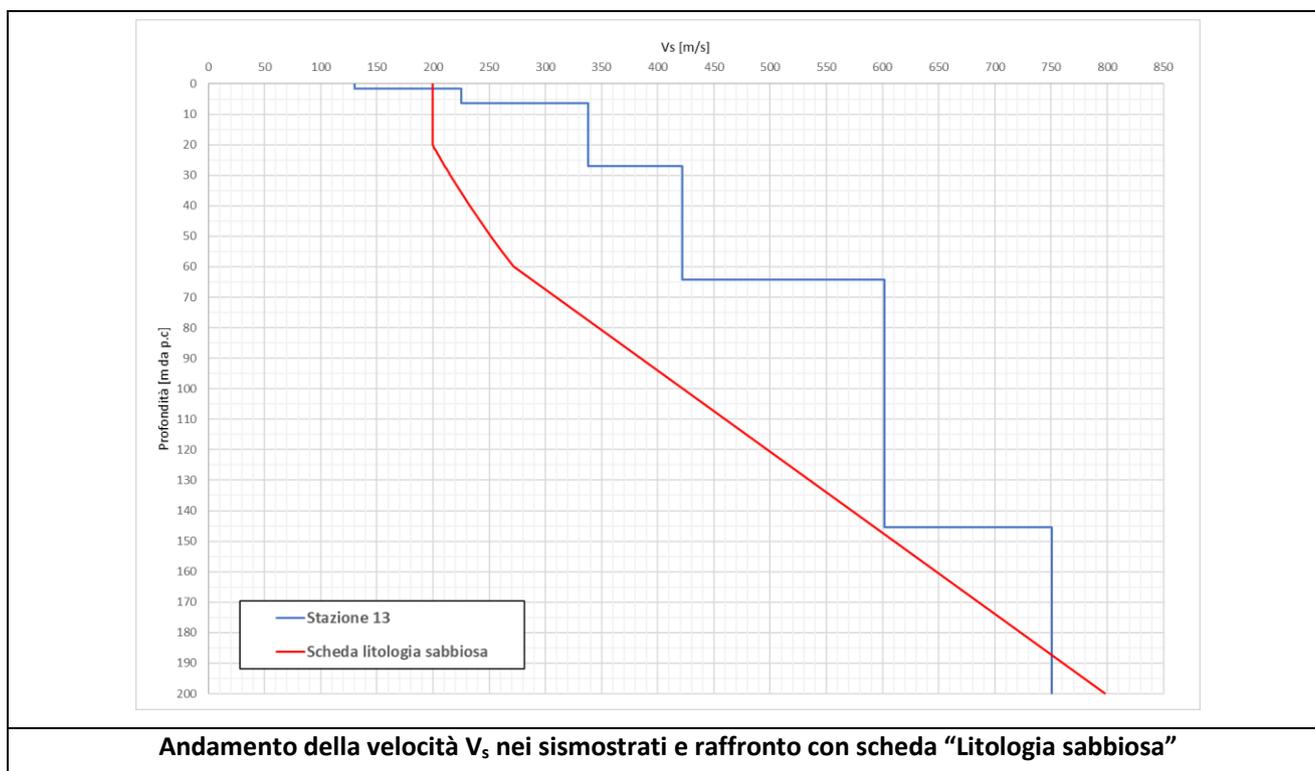


Per il valore di $T = 0.55$ si verifica che il valore di $F_{a0.5-1.5} = 1.91$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 2.3 si verifica che $1.91 < 2.3$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.

STAZIONE 13 – SAN MATTEO DELLE CHIAVICHE – INCROCIO TRA VIA ARGINE OGLIO E VIA TRIESTE

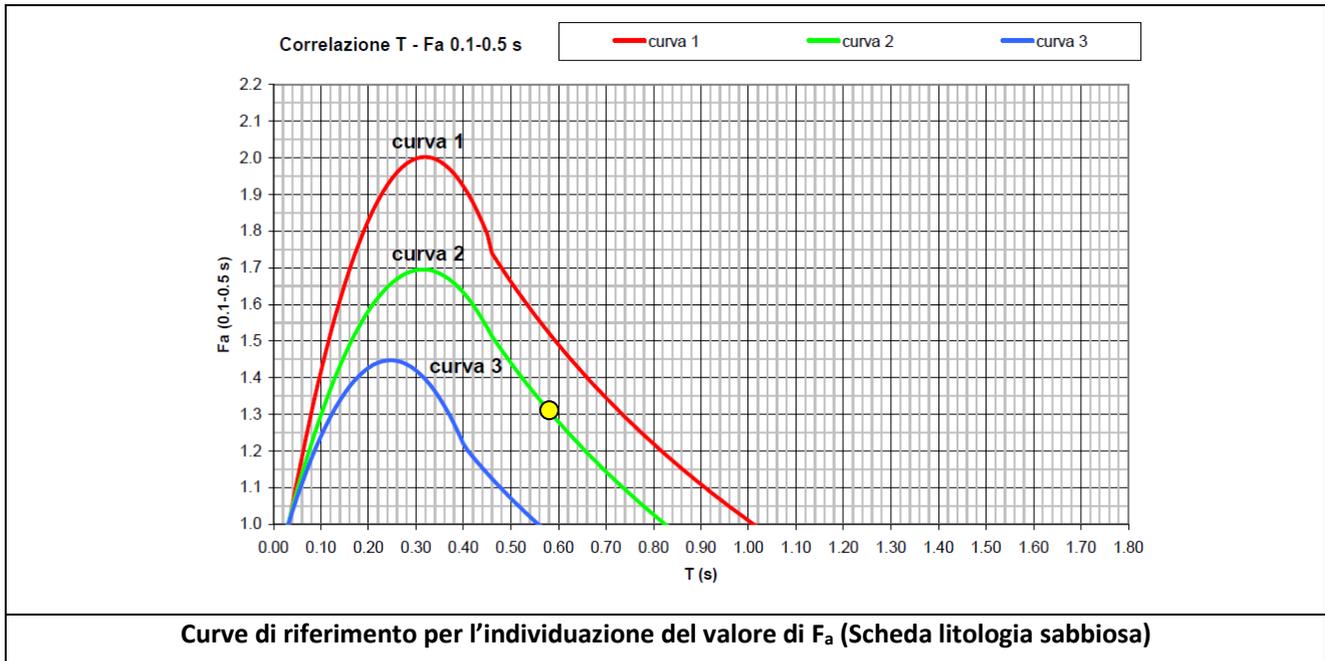
Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V _s [m/s]
1	1.50	0	1.50	130
2	4.80	1.50	6.30	225
3	20.70	6.30	27.00	338
4	37.30	27.00	64.30	422
5	81.10	64.30	145.40	602
6	54.60	145.40	200.00	751
V _{s,eq} =	296	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 13				

In funzione dei valori di velocità V_s misurati in sito ed in base alle caratteristiche litologiche dell'area, è stata selezionata la scheda litologica, il cui andamento dei valori di V_s è compatibile con quello ottenuto in fase di indagine. Dal grafico riportato è possibile osservare come la scheda utilizzata sia quella della *Litologia Sabbiosa*, dove l'andamento della velocità risulta compatibile con la scheda fino ad oltre 30 m di profondità.

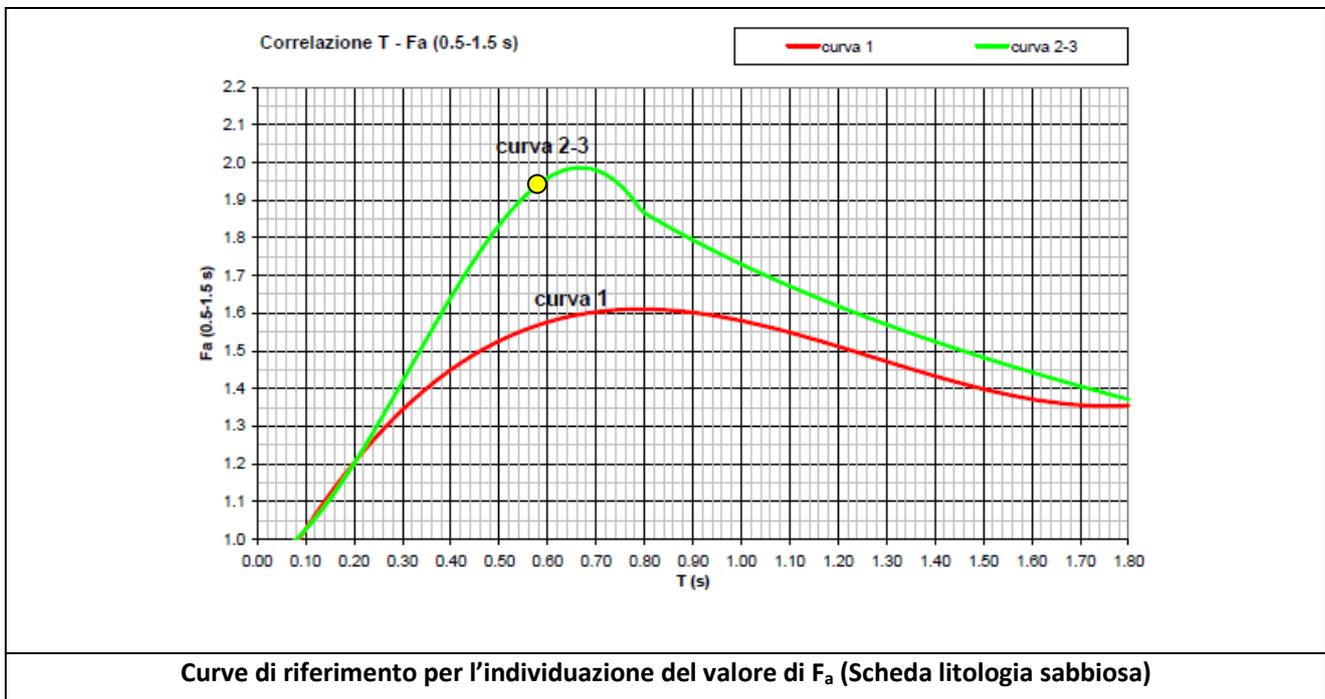


Andamento della velocità V_s nei sismostrati e raffronto con scheda "Litologia sabbiosa"

Dalla relazione per il calcolo del periodo T in funzione dell'andamento di V_s si ricava T = 0.58. Si applica poi la correlazione utilizzando la curva 2, in quanto il sismostrato con V_s ≤ 300 m/s ha uno spessore maggiore di 12 m.



Per il valore di $T = 0.58$ si verifica che il valore di $F_{a0.1-0.5} = 1.31$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 1.7 si verifica che $1.31 < 1.7$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.

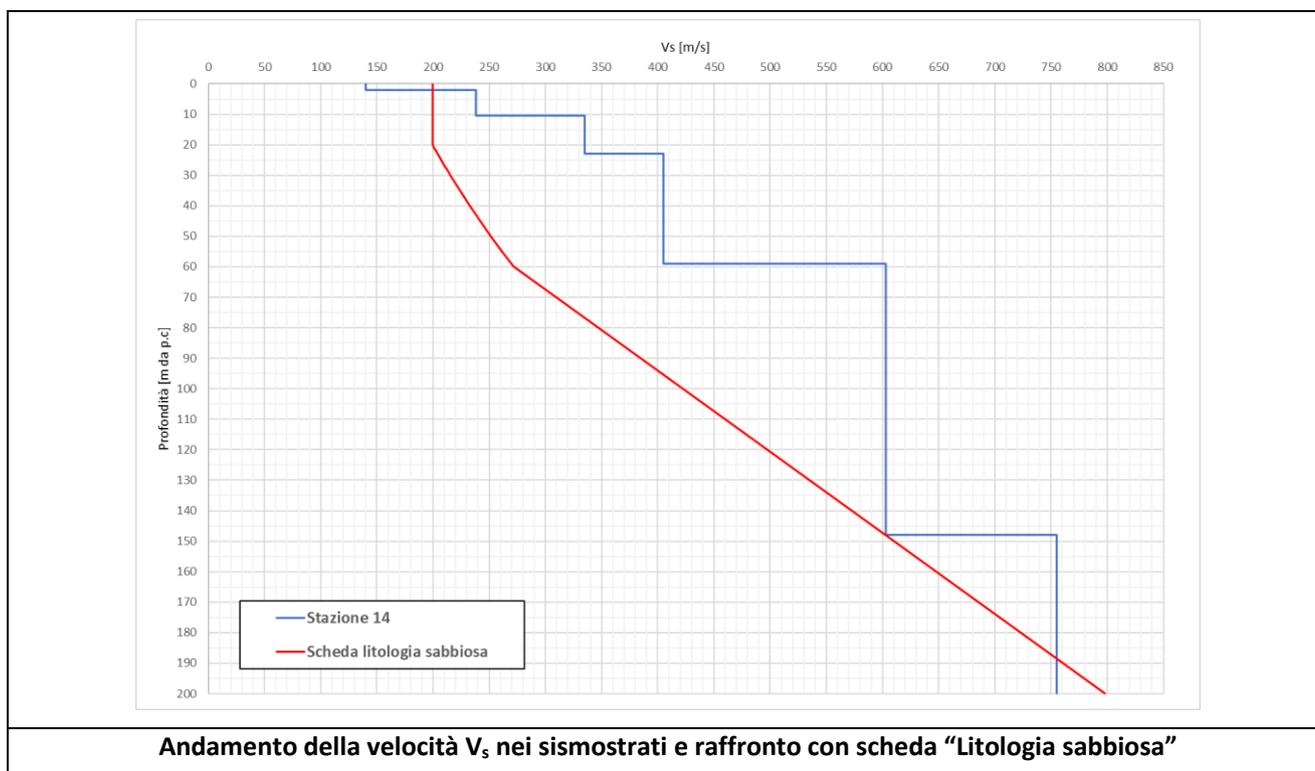


Per il valore di $T = 0.58$ si verifica che il valore di $F_{a0.5-1.5} = 1.94$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 2.3 si verifica che $1.94 < 2.3$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.

STAZIONE 14 – CIZZOLO – VIA MENTANA (AREE AGRICOLE ADIACENTI IL PARCHEGGIO DEL CIMITERO)

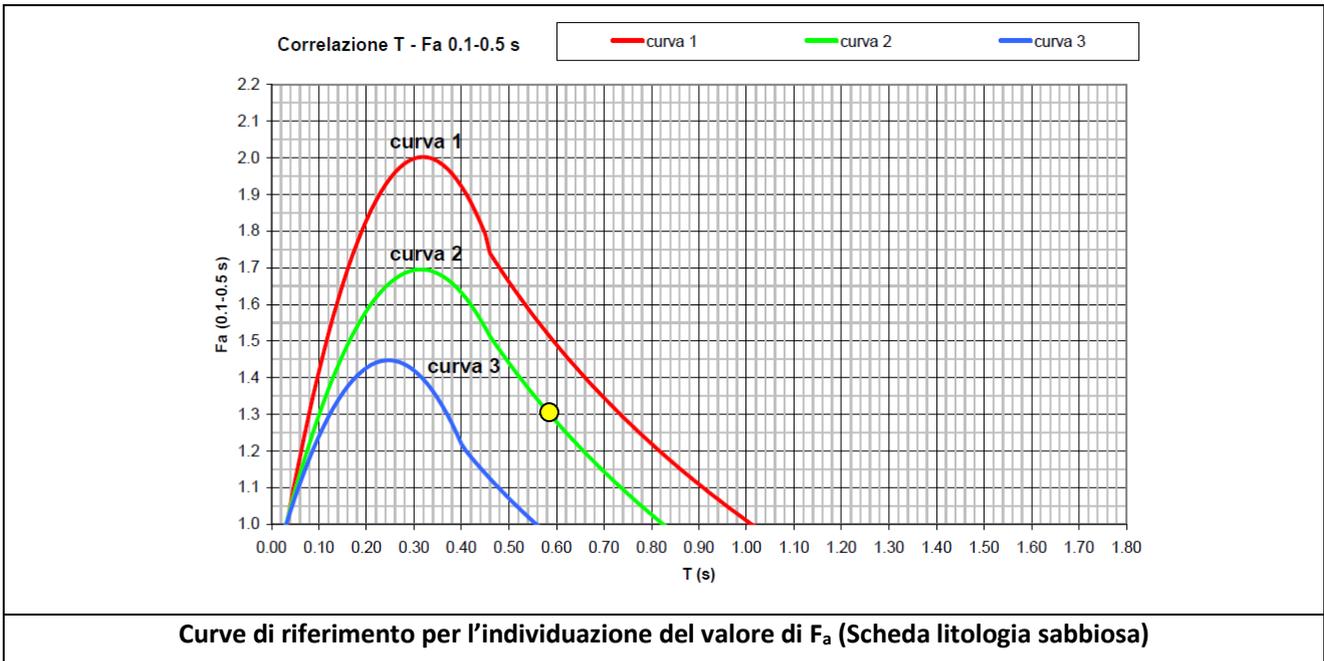
Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V _s [m/s]
1	2.10	0	2.10	140
2	8.40	2.10	10.50	238
3	12.50	10.50	23.00	335
4	36.00	23.00	59.00	405
5	89.00	59.00	148.00	603
6	52.00	148.00	200.00	755
V _{s,eq} =	286	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 14				

In funzione dei valori di velocità V_s misurati in sito ed in base alle caratteristiche litologiche dell'area, è stata selezionata la scheda litologica, il cui andamento dei valori di V_s è compatibile con quello ottenuto in fase di indagine. Dal grafico riportato è possibile osservare come la scheda utilizzata sia quella della *Litologia Sabbiosa*, dove l'andamento della velocità risulta compatibile con la scheda fino ad oltre 30 m di profondità.

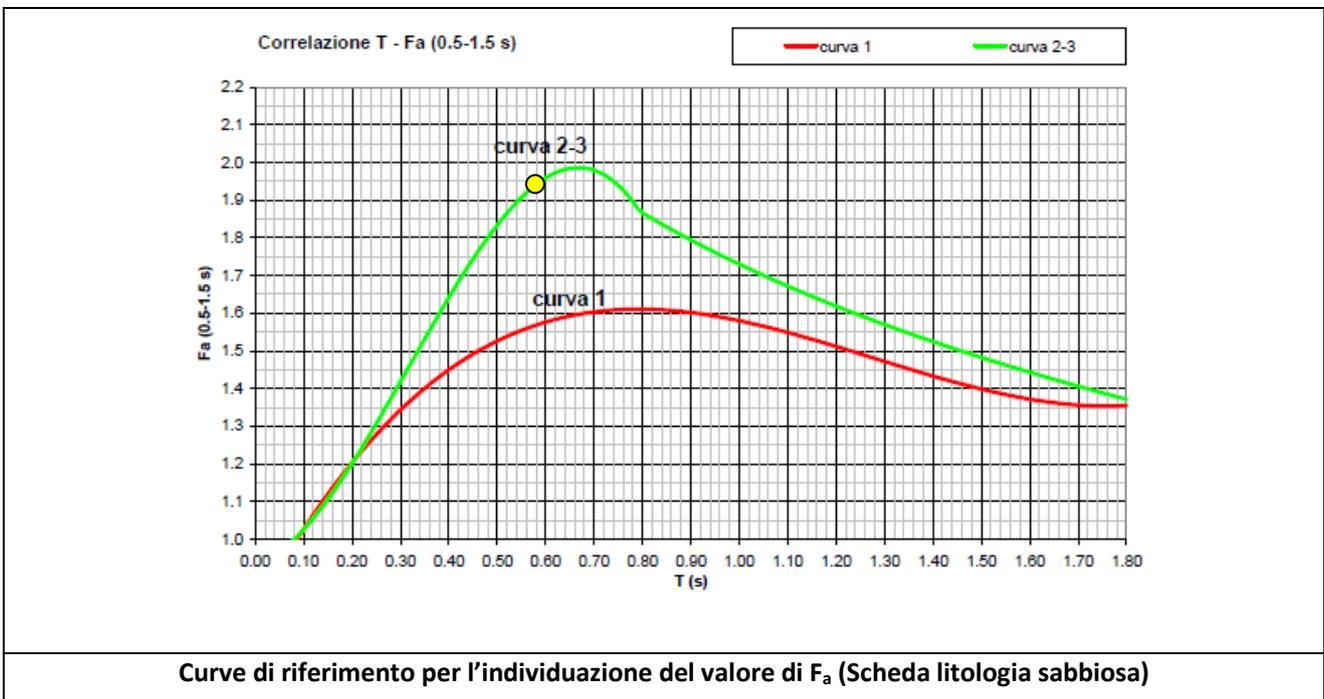


Andamento della velocità V_s nei sismostrati e raffronto con scheda "Litologia sabbiosa"

Dalla relazione per il calcolo del periodo T in funzione dell'andamento di V_s si ricava T = 0.58. Si applica poi la correlazione utilizzando la curva 2, in quanto il sismostrato con V_s ≤ 300 m/s ha uno spessore maggiore di 12 m.



Per il valore di $T = 0.58$ si verifica che il valore di $F_{a0.1-0.5} = 1.31$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 1.7 si verifica che $1.31 < 1.7$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.

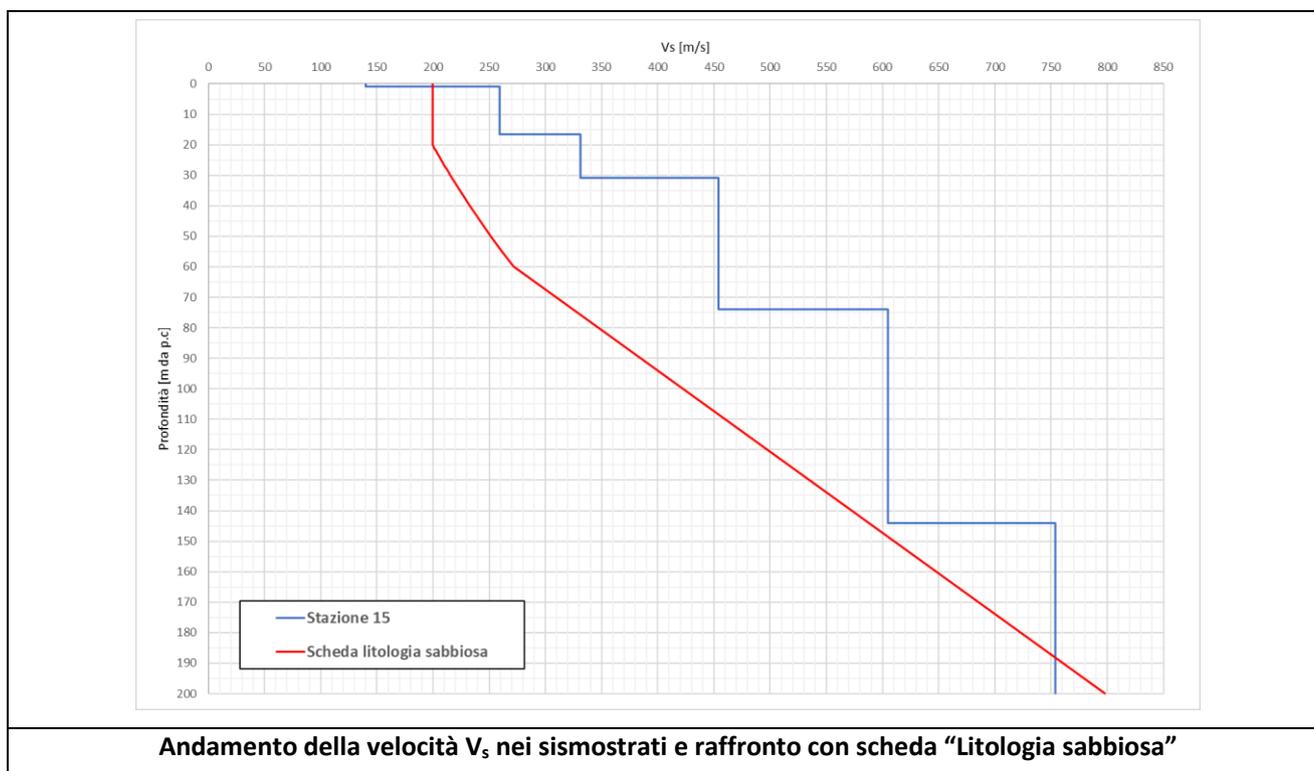


Per il valore di $T = 0.58$ si verifica che il valore di $F_{a0.5-1.5} = 1.94$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 2.3 si verifica che $1.94 < 2.3$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.

STAZIONE 15 – CAVALLARA - VIA PECORARA

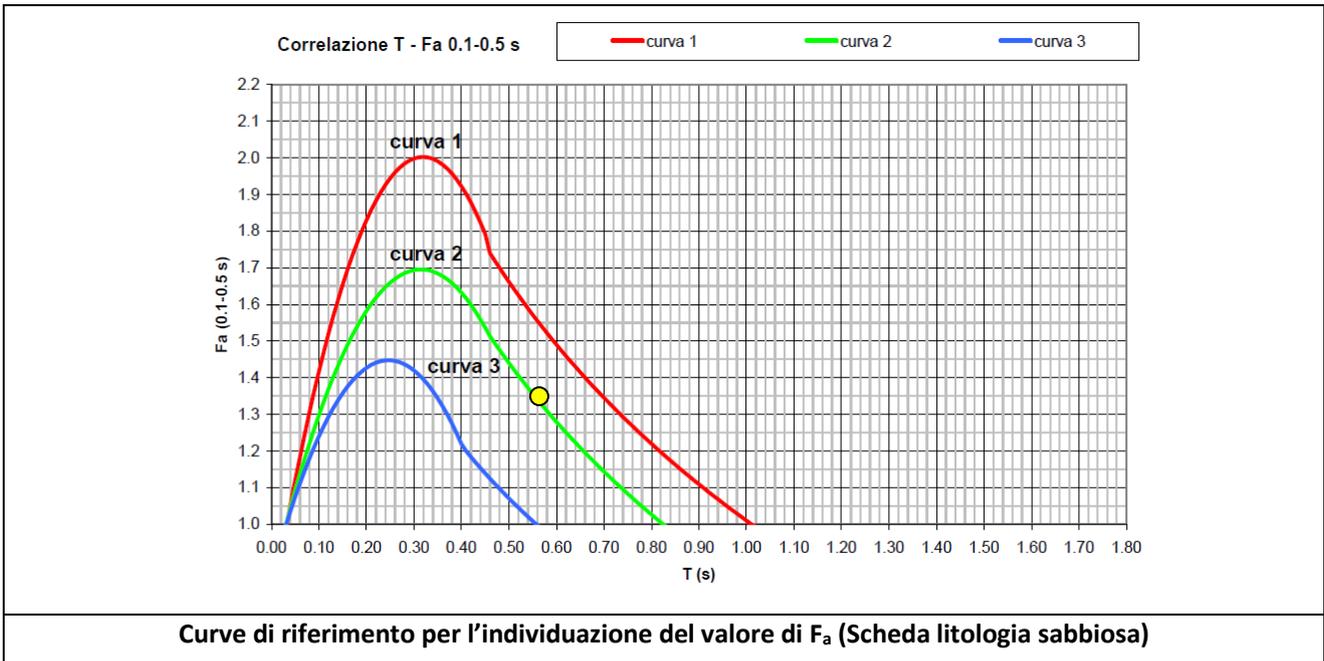
Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V _s [m/s]
1	0.90	0	0.90	140
2	15.60	0.90	16.50	259
3	14.30	16.50	30.80	331
4	43.20	30.80	74.00	454
5	70.00	74.00	144.00	605
6	56.00	144.00	200.00	754
V _{s,eq} =	279	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 15				

In funzione dei valori di velocità V_s misurati in sito ed in base alle caratteristiche litologiche dell'area, è stata selezionata la scheda litologica, il cui andamento dei valori di V_s è compatibile con quello ottenuto in fase di indagine. Dal grafico riportato è possibile osservare come la scheda utilizzata sia quella della *Litologia Sabbiosa*, dove l'andamento della velocità risulta compatibile con la scheda fino ad oltre 30 m di profondità.

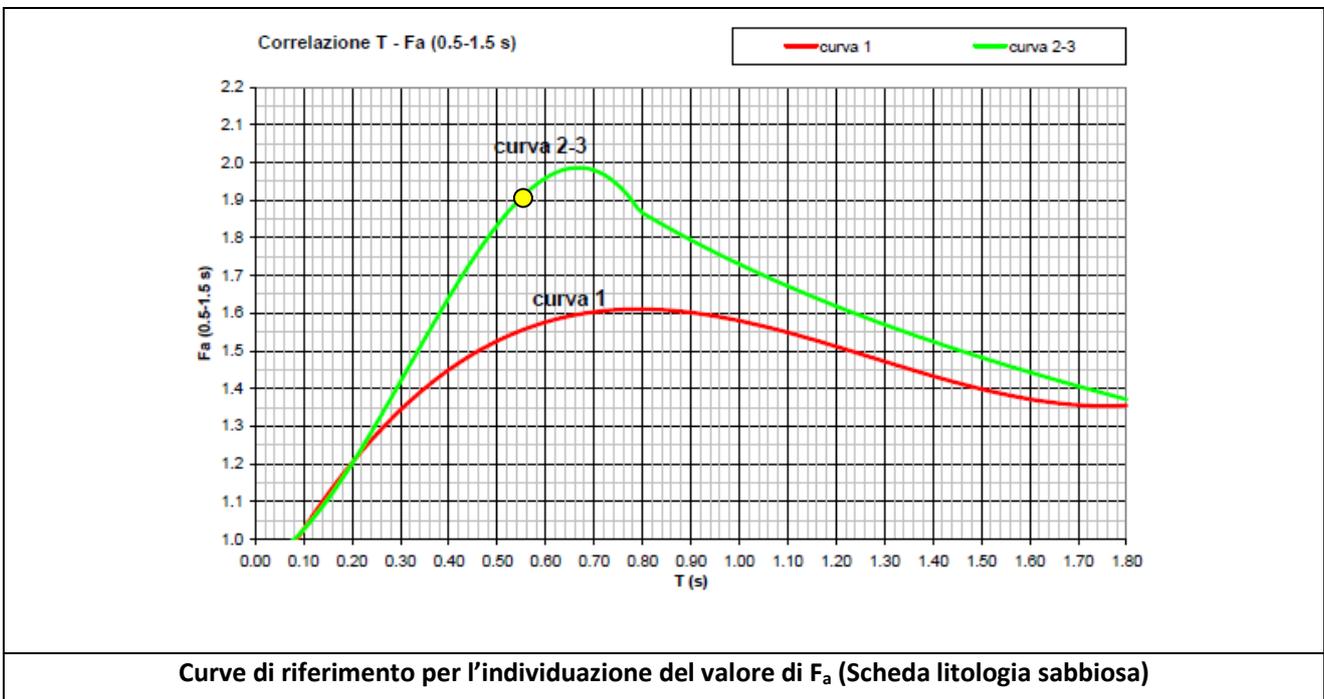


Andamento della velocità V_s nei sismostrati e raffronto con scheda "Litologia sabbiosa"

Dalla relazione per il calcolo del periodo T in funzione dell'andamento di V_s si ricava T = 0.56. Si applica poi la correlazione utilizzando la curva 2, in quanto il sismostrato con V_s ≤ 300 m/s ha uno spessore maggiore di 12 m.



Per il valore di $T = 0.56$ si verifica che il valore di $F_{a0.1-0.5} = 1.34$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 1.7 si verifica che $1.34 < 1.7$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.

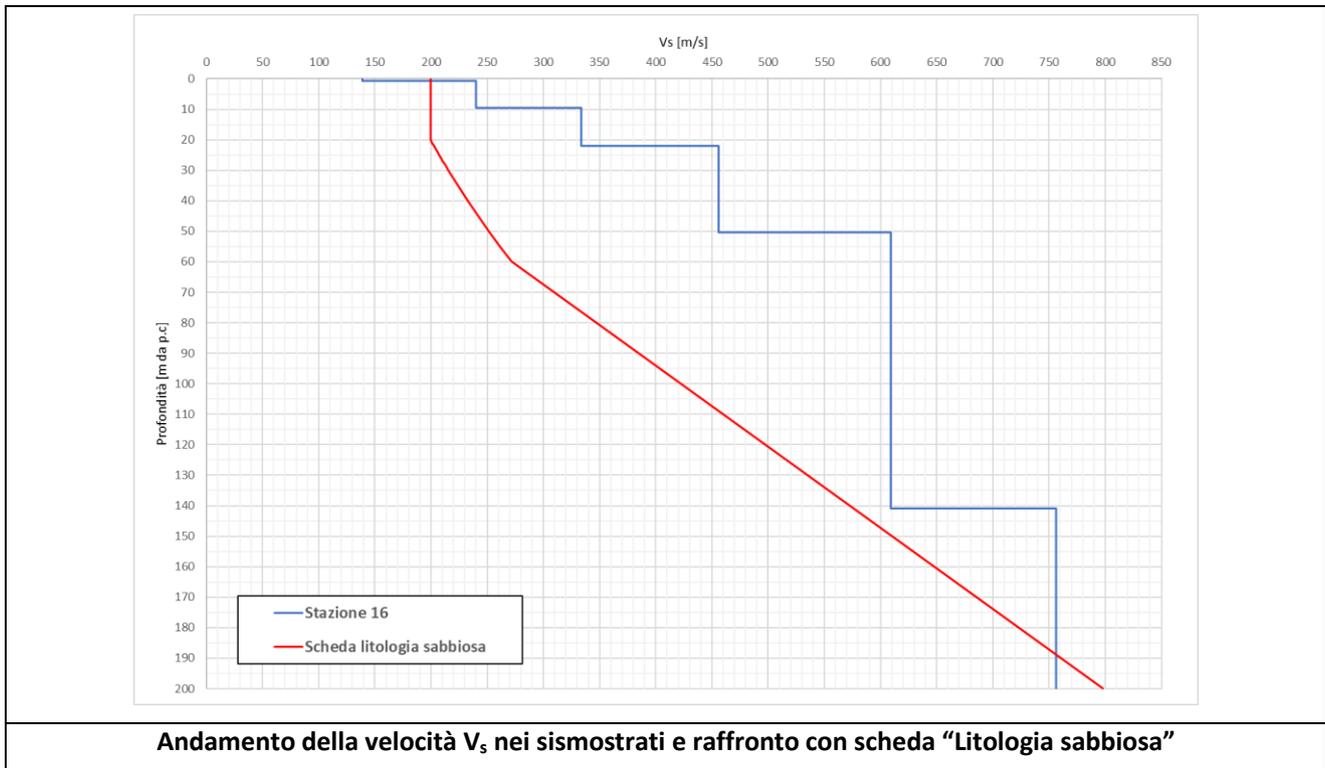


Per il valore di $T = 0.56$ si verifica che il valore di $F_{a0.5-1.5} = 1.92$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 2.3 si verifica che $1.92 < 2.3$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.

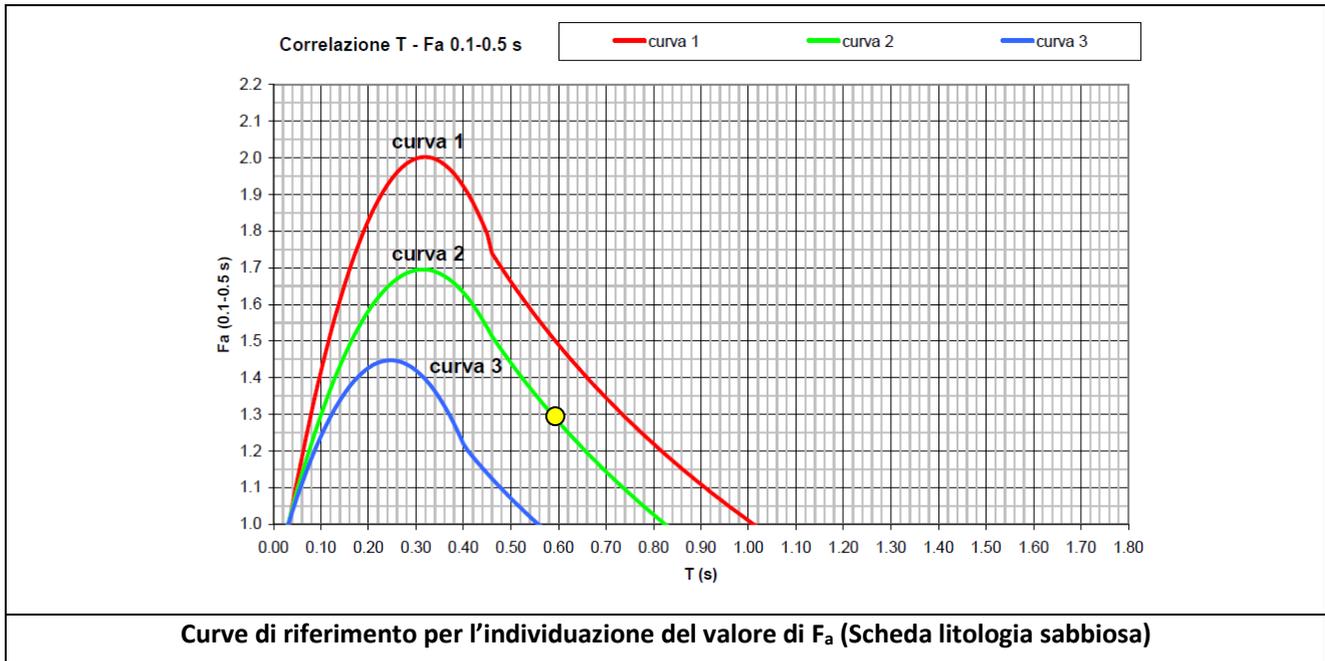
STAZIONE 16 – INCROCIO TRA VIA PIANGONA E VIA PILASTRO (AREA AGRICOLA)

Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V _s [m/s]
1	0.70	0	0.70	139
2	8.90	0.70	9.60	240
3	12.40	9.60	22.00	334
4	28.30	22.00	50.30	456
5	90.70	50.30	141.00	609
6	59.00	141.00	200.00	756
V _{s,eq} =	310	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 16				

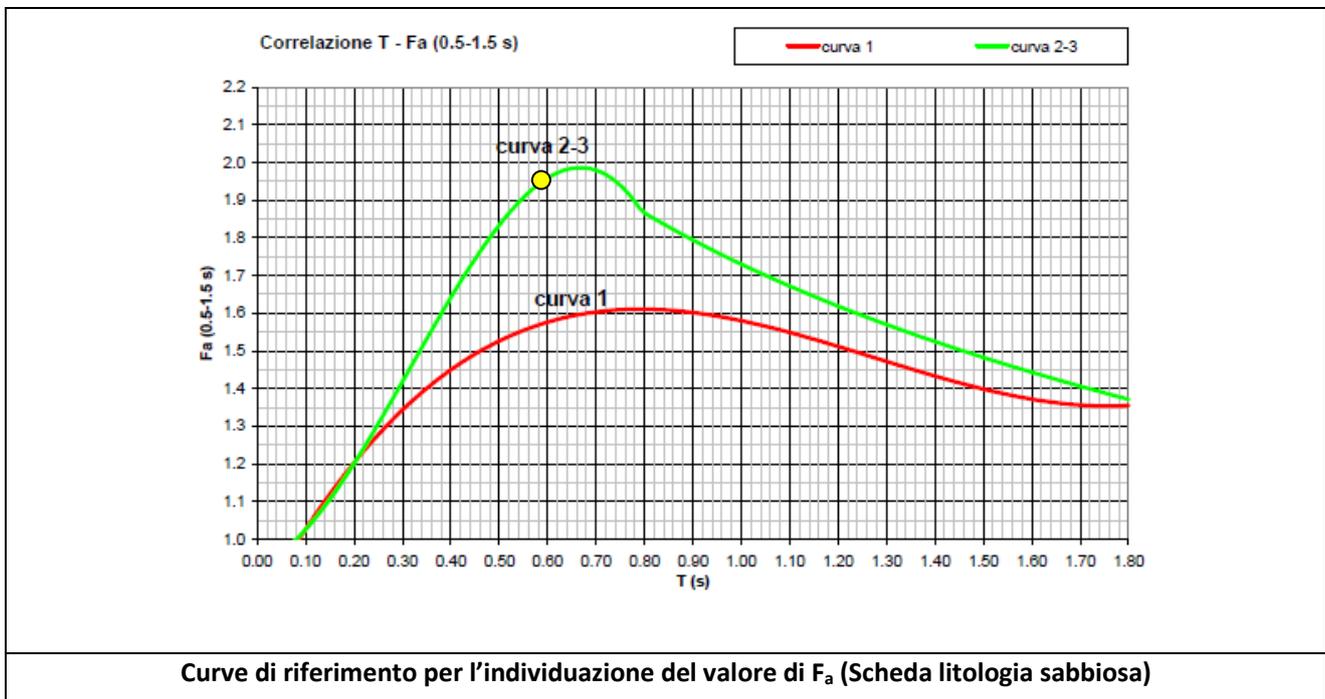
In funzione dei valori di velocità V_s misurati in sito ed in base alle caratteristiche litologiche dell'area, è stata selezionata la scheda litologica, il cui andamento dei valori di V_s è compatibile con quello ottenuto in fase di indagine. Dal grafico riportato è possibile osservare come la scheda utilizzata sia quella della *Litologia Sabbiosa*, dove l'andamento della velocità risulta compatibile con la scheda fino ad oltre 30 m di profondità.



Dalla relazione per il calcolo del periodo T in funzione dell'andamento di V_s si ricava T = 0.59. Si applica poi la correlazione utilizzando la curva 2, in quanto il sismostrato con V_s ≤ 300 m/s ha uno spessore maggiore di 12 m.



Per il valore di $T = 0.59$ si verifica che il valore di $F_{a0.1-0.5} = 1.29$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 1.7 si verifica che $1.29 < 1.7$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.



Per il valore di $T = 0.59$ si verifica che il valore di $F_{a0.5-1.5} = 1.95$ per la curva 2; poiché per la categoria di sottosuolo C (vedi tabella) il valore soglia è pari a 2.3 si verifica che $1.95 < 2.3$, pertanto la categoria di sottosuolo risulta compatibile.

8 – OSSERVAZIONI FINALI E NORME TECNICHE

Le indagini effettuate hanno evidenziato una sostanziale omogeneità del sottosuolo in termini di rumore ambientale, che in base ai dati stratigrafici, è costituito da alternanze di sabbie e limi per spessori maggiori di 100 m riconducibili ai depositi alluvionali del Fiume Po.

Per tutto il territorio di Viadana è individuata la categoria di suolo C:

Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Stazione	F ₀	V _{s, eq} [m/s]	Categoria di Sottosuolo	F _a 0.1-05	F _a soglia 01-05	F _a 0.5-1.5	F _a soglia 0.5-1.5
1	0.52746	301	C	1.36	1.7	1.90	2.3
2	0.52748	291	C	1.34	1.7	1.92	2.3
3	0.658169	307	C	1.33	1.7	1.93	2.3
4	0.673642	309	C	1.31	1.7	1.94	2.3
5	0.487379	281	C	1.33	1.7	1.93	2.3
6	0.991528	320	C	1.34	1.7	1.92	2.3
7	0.842411	296	C	1.32	1.7	1.93	2.3
8	0.753315	301	C	1.26	1.7	1.97	2.3
9	0.580363	263	C	1.33	1.7	1.92	2.3
10	0.874392	304	C	1.38	1.7	1.89	2.3
11	0.759314	293	C	1.34	1.7	1.92	2.3
12	0.602396	270	C	1.36	1.7	1.91	2.3
13	0.942044	296	C	1.31	1.7	1.94	2.3
14	0.649003	286	C	1.31	1.7	1.94	2.3
15	0.580363	279	C	1.34	1.7	1.92	2.3
16	0.753315	310	C	1.29	1.7	1.95	2.3

Tabella 8 – Sintesi delle indagini effettuate

L'applicazione dei criteri previsti dall'Allegato 5 della D.G.R. IX/2616/2011 ai fini della valutazione dell'amplificazione sismica non determina il superamento dei valori soglia previsti dalla Regione Lombardia. La categoria di suolo individuata risulta compatibile.

In accordo con le indicazioni della D.G.R IX/2616/2011, la carta di fattibilità geologica non risulta sovrassegnata, in quanto non si individuano aree soggette ad amplificazione.

La Carta di fattibilità geologica è riportata nella Tavola 3 alla scala 1: 10.000. Si precisa che lo studio sismico ai sensi dell'Allegato 5 della DGR IX/2616/2011 non determina modifiche delle classi di fattibilità geologica, ma solo l'individuazione delle aree in amplificazione.

In fase progettuale rimangono vigenti le norme previste dalle NTC2018

Nel caso di approfondimenti di indagine che determinano categorie di sottosuolo diverse da quelle individuate nel presente studio si possono presentare due situazioni:

- 1) il valore di F_a è inferiore al valore di soglia corrispondente previsto per il Comune di Viadana: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa;
- 2) il valore di F_a è superiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica e quindi è necessario, in fase di progettazione edilizia, o effettuare analisi più approfondite o utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, con il seguente schema:
 - anziché lo spettro della categoria di suolo B si utilizzerà quello della categoria di suolo C, nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro della categoria di suolo D;
 - anziché lo spettro della categoria di suolo C si utilizzerà quello della categoria di suolo D;
 - anziché lo spettro della categoria di suolo E si utilizzerà quello della categoria di suolo D.

Allegato 1

Rapporto tecnico delle indagini effettuate

INDICE

1 – DESCRIZIONE DEL METODO	1
2 – STRUMENTAZIONE E SOFTWARE UTILIZZATO	3
3 – CRITERI E MODALITÀ INTERPRETATIVE	4
4 – UBICAZIONE DEI PUNTI DI INDAGINE	6
4.1 Stazione 1	8
4.2 Stazione 2	13
4.3 Stazione 3	18
4.4 Stazione 4	23
4.5 Stazione 5	28
4.6 Stazione 6	33
4.7 Stazione 7	38
4.8 Stazione 8	43
4.9 Stazione 9	48
4.10 Stazione 10	53
4.11 Stazione 11	58
4.12 Stazione 12	63
4.13 Stazione 13	68
4.14 Stazione 14	73
4.15 Stazione 15	78
4.16 Stazione 16	83
5 – SINTESI DEI RISULTATI.....	88

1 – DESCRIZIONE DEL METODO

L'influenza della risposta sismica locale sugli effetti del terremoto, e più in generale, sul rischio sismico è interpretata e giustificata in relazione a una differenza sostanziale dello scuotimento anche fra siti molto vicini, in cui la differenza è determinata dall'amplificazione delle onde sismiche nell'attraversamento degli ultimi strati di terreno. Lo scopo della microzonazione sismica è quello di fornire gli strumenti necessari alla realizzazione di una protezione preventiva, con conseguente diminuzione del rischio sismico.

Appare evidente come la microzonazione sismica debba, al fine di valutare le situazioni più pericolose, innanzitutto basarsi sul riconoscimento delle caratteristiche geotecniche, geologiche e geomorfologiche del territorio in esame. In un contesto geologico complesso, infatti, le modalità di rilascio dell'energia, il cammino di propagazione delle onde sismiche dalla sorgente al sito e la loro interazione con la morfologia e geologia locale, possono far variare fortemente l'intensità di un terremoto entro la stessa regione geologica. La microzonazione sismica rappresenta un efficace mezzo mediante il quale caratterizzare qualitativamente e quantitativamente i terreni ove si intende edificare, in relazione alla loro potenziale o reale pericolosità sismica. Fra i vari metodi di indagine, a supporto dell'analisi sismica, si è fatto riferimento ai metodi della sismica passiva, basati sullo studio del campo d'onde associato al rumore sismico ambientale. Più precisamente, è stato utilizzato il metodo dei rapporti spettrali (H/V o HVSR o anche "*metodo di Nakamura*"). Il metodo è basato sullo studio dei rapporti di ampiezza che nelle diverse frequenze di vibrazione (rapporti spettrali) esistono fra il rumore sismico misurato sul piano orizzontale (H) e quello misurato lungo la componente verticale (V).

L'idea che sta alla base della procedura è quella secondo cui il rapporto H/V consente di eliminare il ruolo della sorgente (ipoteticamente presente nella stessa misura nelle componenti verticali e orizzontali) isolando gli effetti delle modalità di propagazione delle onde sismiche. La metodologia H/V richiede l'esecuzione di misure di rumore mediante un sistema di acquisizione tri-direzionale su un intervallo di frequenze di interesse solitamente comprese tra 0.1 e 10 Hz. Nell'esecuzione delle misure si è fatto riferimento al protocollo sperimentale SESAME (SESAME European project, 2005) e a altre indicazioni della letteratura tecnica.

In estrema sintesi, il rapporto H/V rappresenta l'ellitticità della traiettoria di una particella di terreno attraversata da un'onda. Il rapporto H/V plottato per un certo range di frequenze costituisce la cosiddetta curva di ellitticità. Il picco (il massimo valore del rapporto spettrale) viene prodotto per quella frequenza in cui lo spostamento orizzontale del terreno tende a diventare massimo e quello verticale tende a diventare minimo. Tale picco corrisponde alla frequenza fondamentale di risonanza del terreno f_0 . Alla frequenza fondamentale, dunque, viene associata la relazione chiave del metodo HVSR di Nakamura:

COMUNE DI VIADANA (MN)

**ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO**

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

$$f_0 = V_s/4H$$

Noti due dei tre parametri presenti nell'equazione, sarà possibile determinare il terzo.

2 – STRUMENTAZIONE E SOFTWARE UTILIZZATO

La configurazione della strumentazione di acquisizione viene definita a stazione singola, consistendo infatti in un unico sismografo costituito da tre geofoni che, orientati nelle tre direzioni dello spazio registrano le vibrazioni del terreno e le tramutano in segnale elettrico.

Unità di acquisizione in campagna:

L'SR04 GeoBox è un sismografo basato sul convertitore sismico SADC20, in abbinamento a sensori elettrodinamici da 4.5 Hz incorporati nello strumento prodotto da Sara Electronic Instruments s.r.l.¹ Lo strumento può essere utilizzato con l'aggiunta dell'antenna GPS per la sincronizzazione del dato tra più sistemi con GPS.

Software di acquisizione:

Codice Log-MT della Suite SeismoWIN² di Sara Electronic Instruments s.r.l.

Software di elaborazione

Per l'elaborazione del segnale acquisto in fase di terreno è stato utilizzato il codice GEOPSY³, al fine di ottenere la curva di ellitticità sito specifica (Curva H/V) con la frequenza naturale di vibrazione del sito f_0 .

Software di interpretazione

Successivamente all'elaborazione del segnale acquisto in fase di terreno con il codice GEOPSY, è stata ricavata la curva di inversione con il codice DINVER⁴. Si è operato in modo da ottenere la stratigrafia sismica più probabile del sito in funzione dei dati stratigrafici noti (vedi Paragrafo 3).

I codici GEOPSY e DINVER sono stati sviluppati nell'ambito del progetto SESAME (**S**ite **E**ffects assessment using **A**mbient **E**xcitation) e sono *Open Source*.

¹ <https://www.sara.pg.it>

² Vedi nota 1

³ <https://www.geopsy.org/>

⁴ Vedi nota 3

3 – CRITERI E MODALITÀ INTERPRETATIVE

L'analisi della dispersione delle onde di superficie è condizionata dall'interpretazione delle curve di dispersione ed è affetta come qualsiasi metodologia geofisica di superficie, da problema della non univocità della soluzione. Il metodo del rapporto spettrale H/V, essendo sensibile puramente ad eventuali contrasti di velocità delle onde di taglio, soffre in maniera ancora più pesante del problema della non univocità della soluzione e può essere soggetto a variazioni legate alle condizioni meteorologiche stagionali. L'HVSR viene tradizionalmente utilizzato per definire il periodo fondamentale del sito in studio e successivamente come strumento utile ad ottenere anche informazioni inerenti il profilo verticale di V_s . Gli approfondimenti in campo scientifico sono ancora in corso su alcuni punti particolarmente delicati del metodo quali, numero di modi coinvolti nella curva HVSR osservata, importanza relativa delle onde di superficie (Rayleigh, Love) e di volume, ruolo dell'attenuazione e variabilità del rapporto HVSR osservato in momenti diversi finalizzati all'utilizzo per indagini del sottosuolo non ambigue⁵. In funzione delle indicazioni contenute nella letteratura tecnica (Criteri SESAME ed. 2005, Indirizzi e Criteri per la microzonazione sismica a cura del Dipartimento della Protezione Civile – ed. 2008) i dati misurati sono stati preceduti dall'analisi stratigrafico-geologica del territorio di Viadana (vedi *Relazione tecnica*).

In funzione dei dati stratigrafici, si verifica che preliminarmente i valori di frequenza attesa sul territorio di Viadana devono essere inferiori a 1. L'abaco di seguito illustrato (vedi **Fig. 4**), (valido a rigore per mezzi granulari non cementati), permette di correlare le frequenze di risonanza con gli spessori del sottosuolo permettendo una identificazione preliminare delle interfacce risonanti. Tale valutazione fornisce indicazioni preliminari sulla struttura del sottosuolo in accordo con la stratigrafia del sito.

f_0 (Hz)	h (m)
< 1	> 100
1 – 2	50 – 100
2 – 3	30 – 50
3 – 5	20 – 30
5 – 8	10 – 20
8 – 20	5 – 10
> 20	< 5

Fig. 1 – Abaco per correlazione tra frequenza di risonanza e spessore dei sedimenti⁶

⁵ G. Dal Moro, M. Pipan – Alcune problematiche nell'analisi delle onde di superficie e del rapporto spettrale H/V – Rivista Italiana di Geotecnica 2/2012

⁶ D. Albarello - Sismica passiva con tecniche a stazione singola e antenna - Seminario ODG- Vicenza, 6 Novembre 2013

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

I criteri SESAME forniscono inoltre dei criteri interpretativi, nel caso di picchi a bassa frequenza, associati alle valli alluvionali profonde, con spessore dei sedimenti maggiore di 100 m (vedi Fig. 5). In questo caso non sono rispettati tutti i criteri previsti per la chiarezza del “picco”, ma la curva ottenuta è comunque rappresentativa del contesto geologico analizzato.

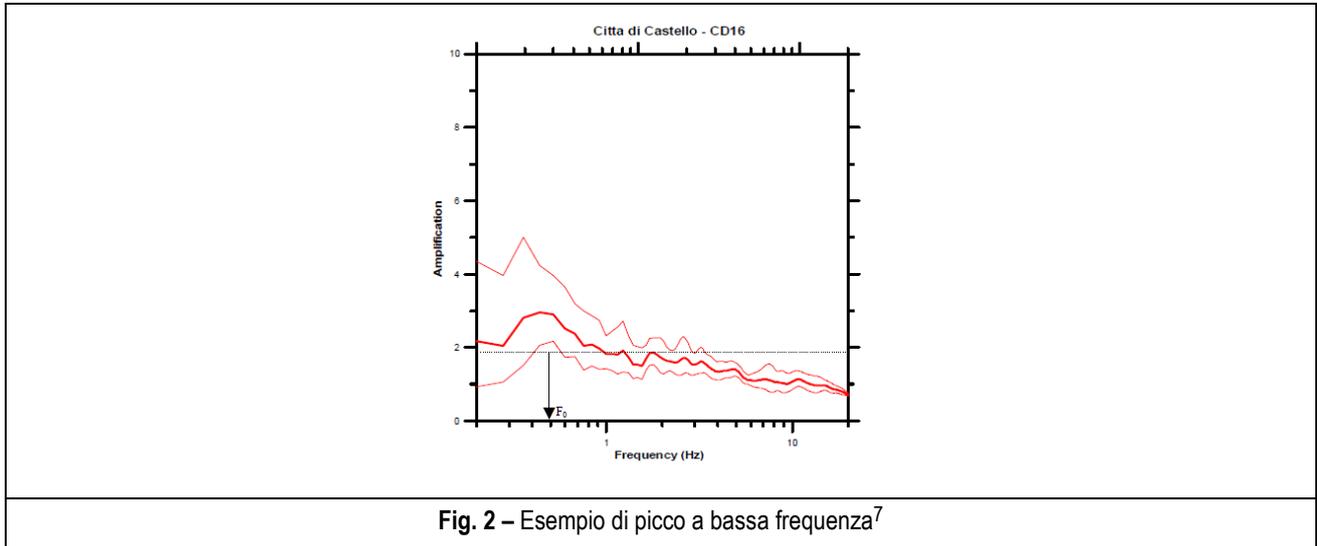


Fig. 2 – Esempio di picco a bassa frequenza⁷

I criteri vanno naturalmente considerati con buon senso e nella consapevolezza che essi rappresentano un sussidio e non un vincolo eccessivamente rigido da utilizzare senza comprenderne valore e modalità di calcolo e utilizzo⁸.

⁷ SESAME H/V User Guidelines

⁸ G. Dal Moro – Onde di superficie in geofisica applicata – Ed.Flaccovio, 2012

4 – UBICAZIONE DEI PUNTI DI INDAGINE

Le stazioni di registrazione del rumore sismico sono ubicate in **Figura 3**, le aree sono state distribuite sul territorio comunale, privilegiando l'area urbanizzata e tenuto conto di quanto emerso dall'analisi geologico-stratigrafica.

Il territorio di Viadana non è caratterizzato da elementi geologico-strutturali significativi (faglie, contatti tettonici, e/o strutture sepolte) che determinano una scelta preferenziale dei siti di indagine.

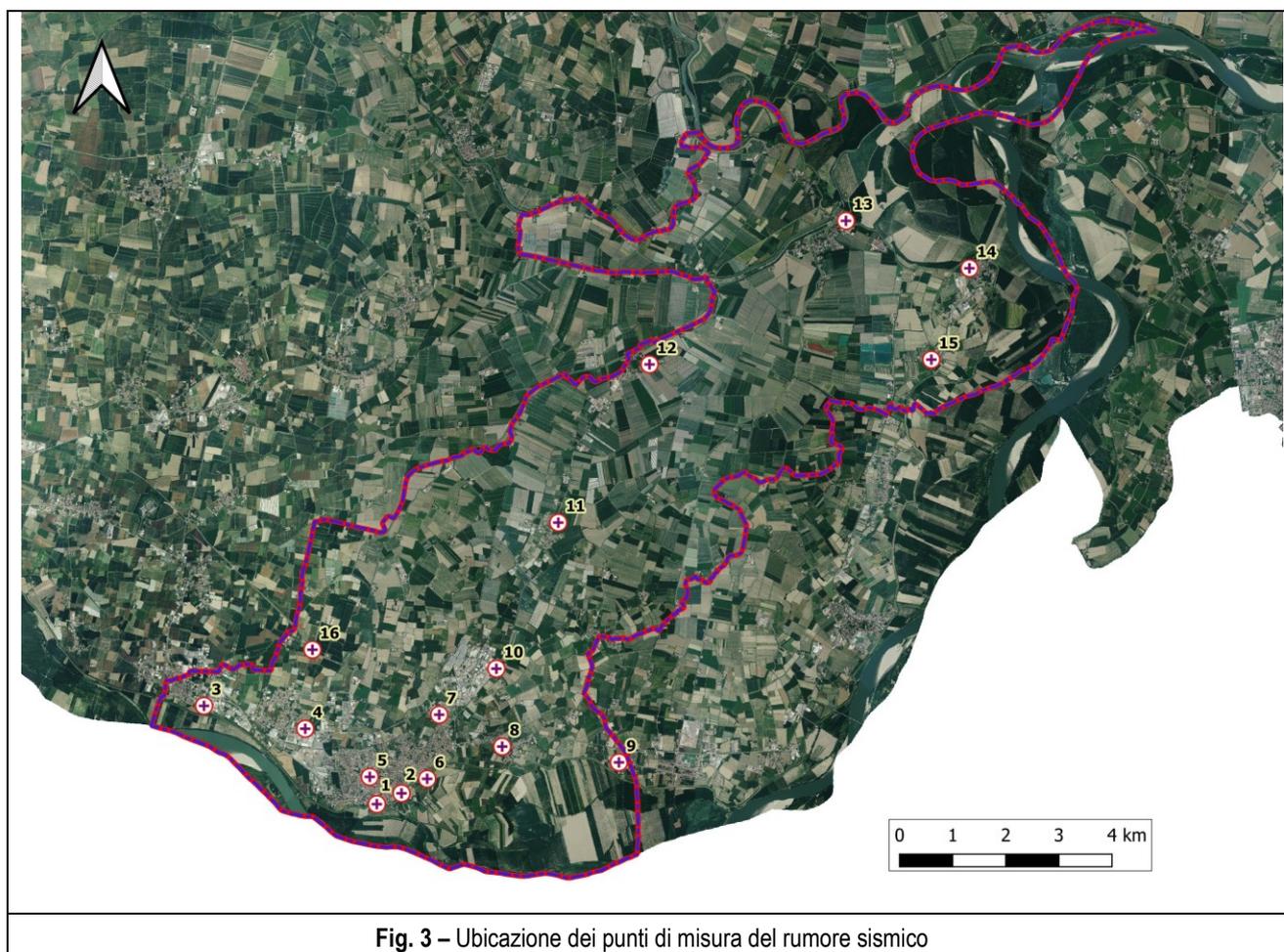


Fig. 3 – Ubicazione dei punti di misura del rumore sismico

Le stazioni di misura del rumore sismico sono state individuate tenendo conto dell'accessibilità, della presenza di scarsa urbanizzazione nell'immediato intorno e, per quanto possibile, distanti da possibili sorgenti di rumore spurio quali vie comunicazioni ad alto traffico, industrie, cavi di alta tensione.

Le stazioni di misura sono sinteticamente descritte in **Tabella 1** e illustrate singolarmente nei paragrafi successivi.

COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

Punto stazione	Descrizione sintetica della locazione
1	Viadana centro – Parcheggio di Via della Libertà
2	Via G. di Vittorio – area agricola lato strada
3	Cicognara – Parcheggio del cimitero – Via Piave
4	Cogozzo – Via Milano – area agricola adiacente il cimitero
5	Via San Rocco – Giardini pubblici
6	Vicolo Sant'Antonio.
7	Incrocio tra via Kennedy e via Viazzoli
8	Buzzoletto – via Corbari
9	Banzuolo – via San Giovanni Battista
10	Gerbolina – via Scipiona
11	Casaletto – via Antonio Rosmini Serbati
12	Bellaguardia – Incrocio tra via Silvio Pellico e via Viazza
13	San Matteo delle Chiaviche – incrocio tra via Argine Oglio e via Trieste
14	Cizzolo – via Mentana (aree agricole adiacenti il parcheggio del cimitero)
15	Cavallara - via Pecorara
16	Incrocio tra via Piangona e via Pilastro (area agricola)
Tabella 1 – Descrizione sintetica delle stazioni di misura	

4.1 Stazione 1



		PUNTO STAZIONE	1			
		DESCRIZIONE SINTETICA DELLA LOCAZIONE				
		Viadana centro – Parcheggio di Via della Libertà				
		Data attività di rilievo:	maggio 2023			
		Latitudine [EPGS 32632]	Longitudine [EPGS 32632]			
		4975583	620010			
		Quota [m s.l.m.]	23.00			
Strumentazione	sismografo Geobox SR04	Frequenza sensore	4.5 Hz			
Frequenza di campionamento	200 s	Durata campionamento	20 minuti			
Condizioni meteo	Vento	<u>assente</u>	debole	medio	forte	
	Pioggia	<u>assente</u>	debole	medio	forte	
Tipo di terreno	erba bassa	Suolo	<u>asciutto</u>	umido	bagnato	
Densità edificato	assente	Strutture interferenti	Possibili lifelines			

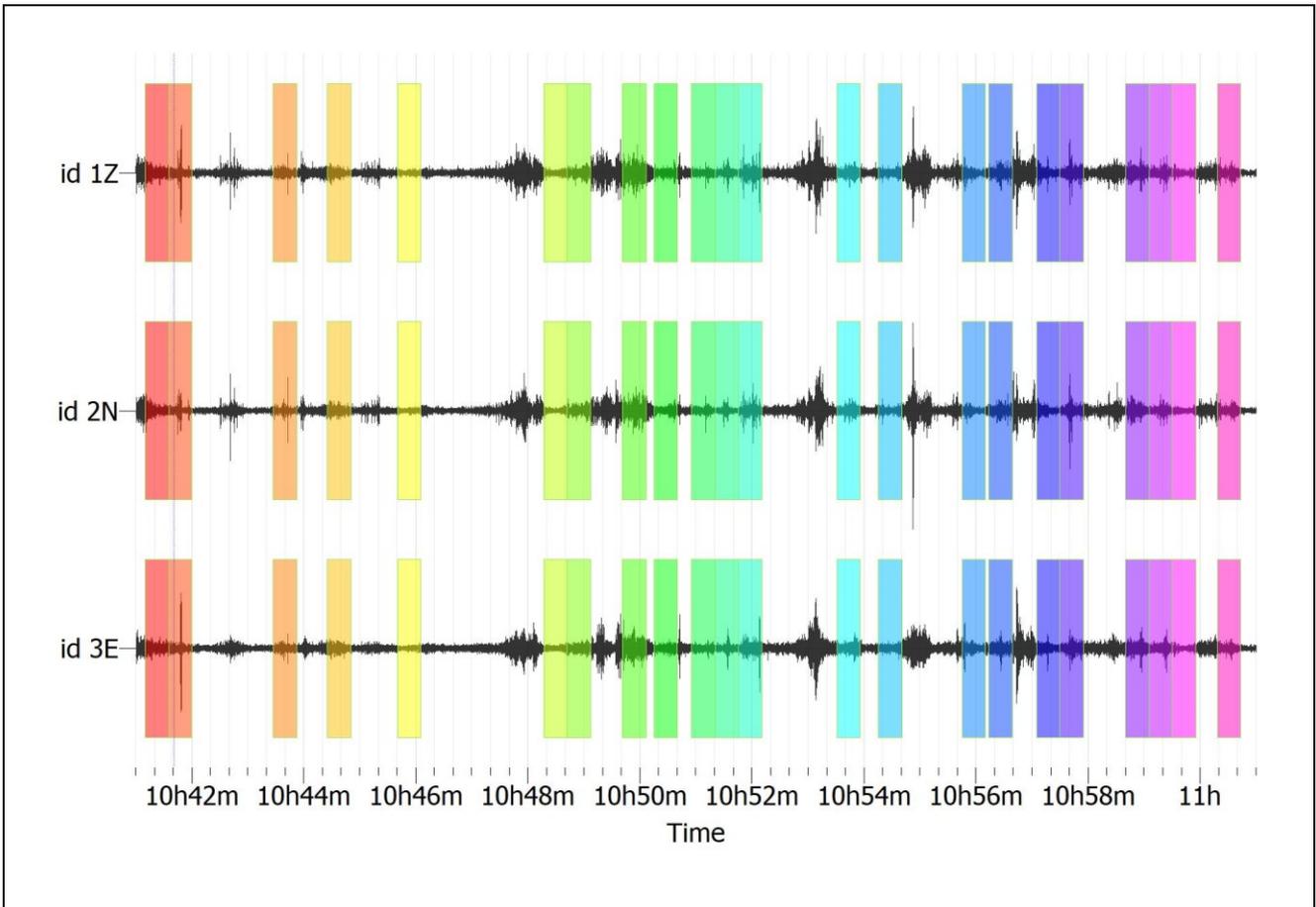
Elaborazione del segnale

Stazione	Frequenza di picco [Hz]	0.527460	A ₀ (rapporto spettrale)	3.63965
1	Lunghezza delle finestre	25	Finestre validate	22
Criteri per una curva affidabile				
$f_0 > 10/l_w$		0.527460	0.4	VERO
$n_c(f_0) > 200$		$n_c = l_w * n_w * f_0$	290.103	VERO
$\sigma A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5$ Hz		$0.5 * f_0 =$	$2.0 * f_0 =$	
$\sigma A(f_0) =$	1.275063987	0.26373	1.05492	VERO
$\sigma A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5$ Hz				
Criteri per la valutazione del picco				
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f^-) < A_0/2$		$f_0/4 =$	0.131865	
$AH/V(f^-) =$	2.99154	$A_0/2 =$	1.819825	FALSO
$\exists f^+ \in [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f^+) < A_0/2$		$f_0 * 4 =$	2.10984	
$AH/V(f^+) =$	0.911649	$A_0/2 =$	1.819825	VERO
$A_0 > 2$		3.63965	2	VERO
$f_{peak}[AH/V(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$		$f_0 + 5\%$	$f_0 - 5\%$	
3.53026	3.619370	0.553833	0.501087	VERO
$\sigma A(f_0) < \epsilon(f_0)$	$\sigma A(f_0) =$	1.27506	$\epsilon(f_0) =$	VERO
epsilon(f ₀) = 0.25f ₀ Hz if f ₀ < 0.2 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.20f ₀ Hz if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.15f ₀ Hz if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			0.079119	
epsilon(f ₀) = 0.10f ₀ Hz if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.05f ₀ Hz if f ₀ > 2.0 Hz				
$\sigma A(f_0) < \theta(f_0)$	$\sigma A(f_0) =$	1.27506	$\theta(f_0) =$	VERO
theta(f ₀) = 3.0 if f ₀ < 0.2 Hz				
theta(f ₀) = 2.5 if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
theta(f ₀) = 2.0 if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			2	
theta(f ₀) = 1.78 if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
theta(f ₀) = 1.58 Hz if f ₀ > 2.0 Hz				

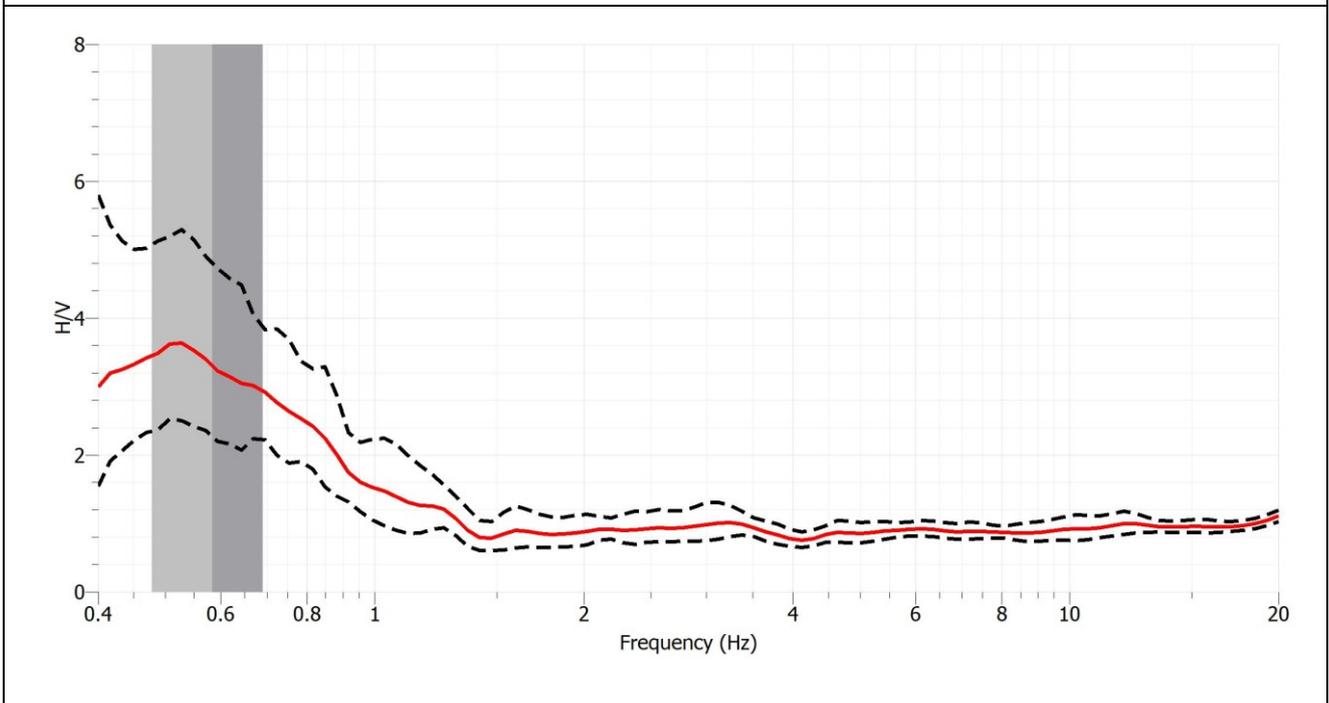
COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE



Rappresentazione delle finestre validate per la determinazione della curva H/V

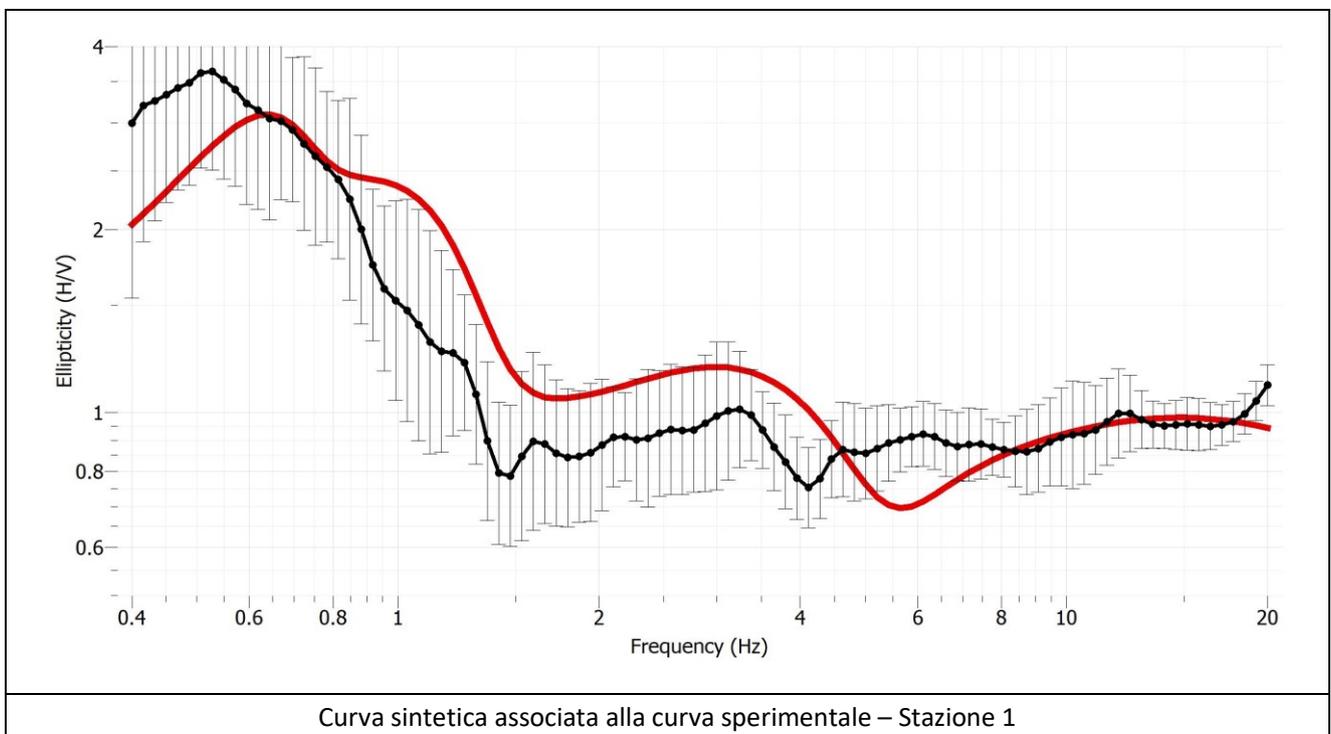
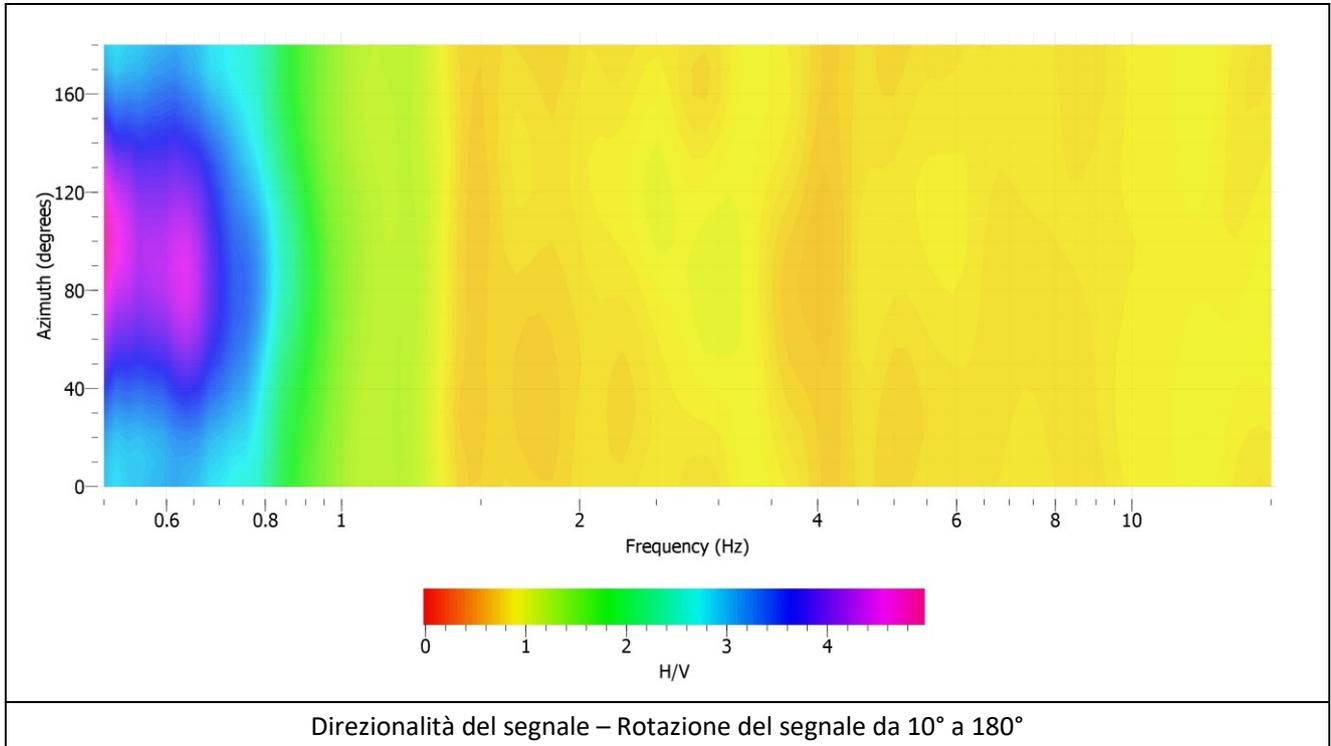


Curva H/V media	$A_0 = 3.63965$	$f_0 = 0.527460$ [Hz]	Intervallo frequenza (0.5÷20) [Hz]
-----------------	-----------------	-----------------------	---------------------------------------

COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

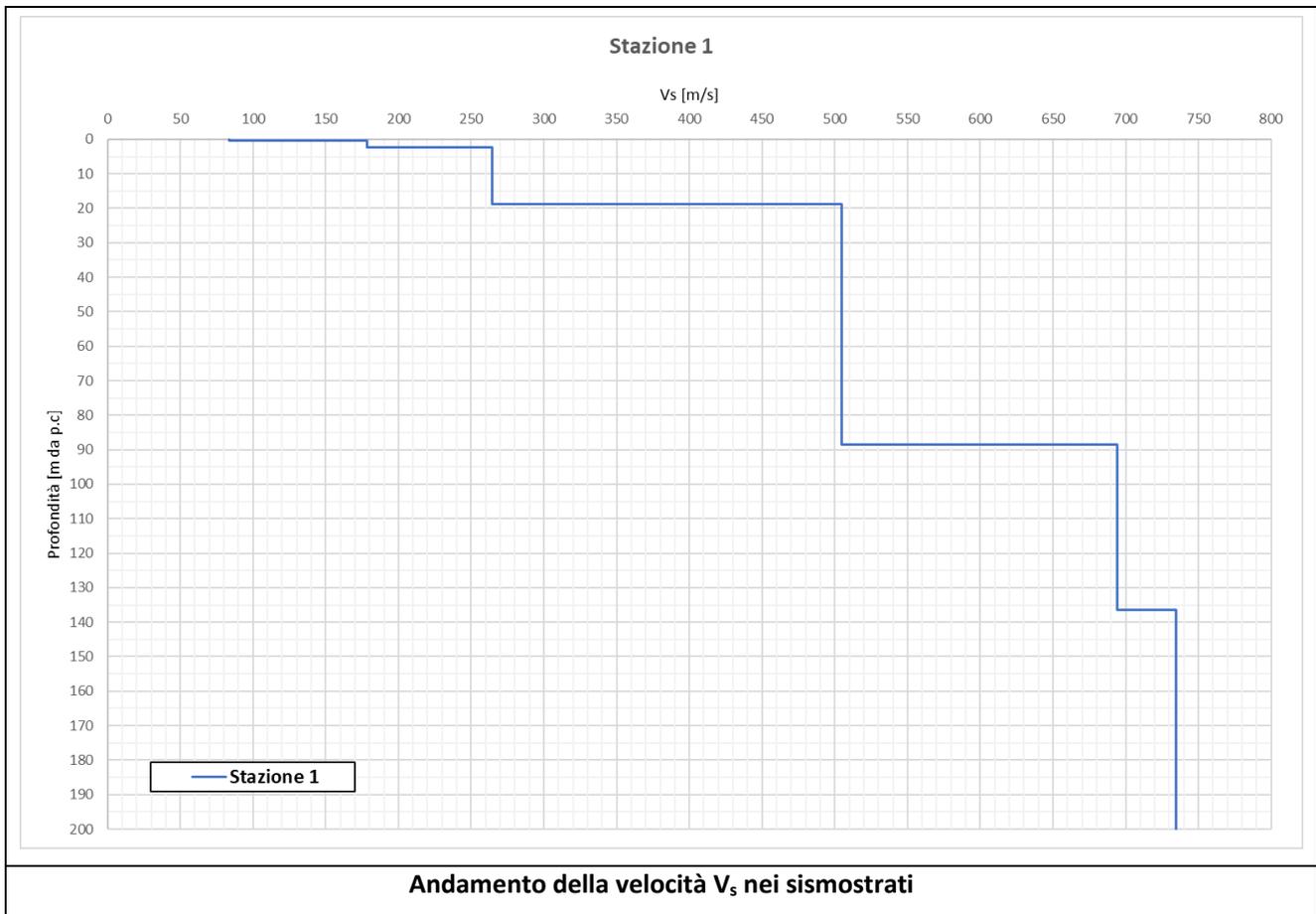


COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V_s [m/s]
1	0.30	0	0.30	84
2	2.10	0.30	2.40	178
3	16.50	2.40	18.90	265
4	69.50	18.90	88.40	505
5	48.00	88.40	136.40	694
6	63.60	136.40	200.00	735
$V_{s,eq} =$	301	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 1				



4.2 Stazione 2



		PUNTO STAZIONE	2			
		DESCRIZIONE SINTETICA DELLA LOCAZIONE				
		Via G. di Vittorio – area agricola lato strada				
		Data attività di rilievo:		maggio 2023		
		Latitudine [EPGS 32632]		Longitudine [EPGS 32632]		
		4975789		620474		
		Quota [m s.l.m.]		23.00		
Strumentazione	sismografo Geobox SR04	Frequenza sensore		4.5 Hz		
Frequenza di campionamento	400 s	Durata campionamento		20 minuti		
Condizioni meteo	Vento	<u>assente</u>	debole	medio	forte	
	Pioggia	<u>assente</u>	debole	medio	forte	
Tipo di terreno	Terreno coltivato	Suolo	<u>asciutto</u>	umido	bagnato	
Densità edificato	assente	Strutture interferenti		Non rilevate		

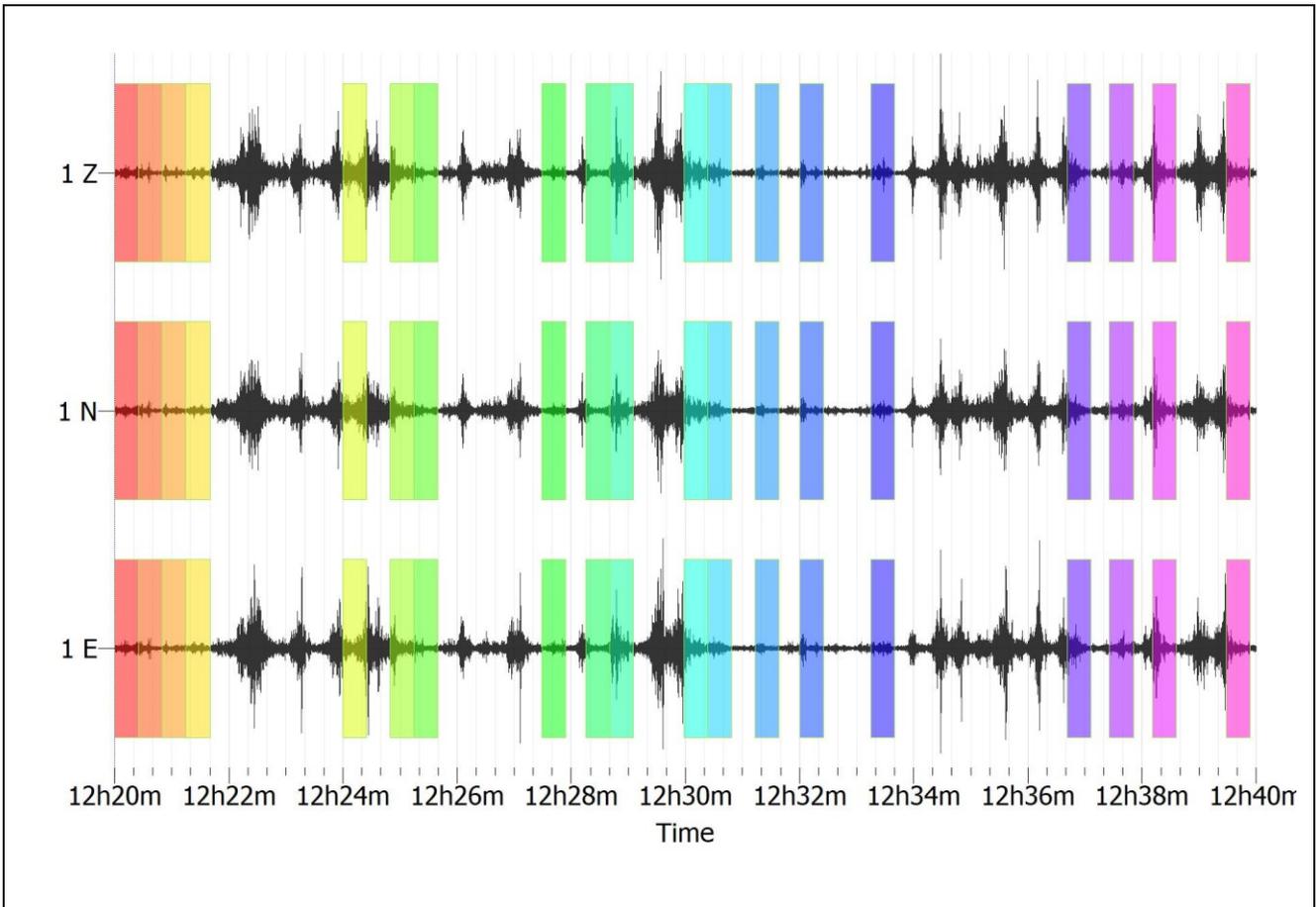
Elaborazione del segnale

Stazione	Frequenza di picco [Hz]	0.527460	A ₀ (rapporto spettrale)	2.625
2	Lunghezza delle finestre	25	Finestre validate	19
Criteria per una curva affidabile				
$f_0 > 10/l_w$		0.527460	0.4	VERO
$n_c(f_0) > 200$		$n_c = l_w * n_w * f_0$	250.5435	VERO
$\sigma A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5$ Hz		$0.5 * f_0 =$	$2.0 * f_0 =$	
$\sigma A(f_0) =$	1.292526409	0.26373	1.05492	VERO
$\sigma A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5$ Hz				
Criteria per la valutazione del picco				
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f^-) < A_0/2$		$f_0/4 =$	0.131865	
$AH/V(f^-) =$	1.58318	$A_0/2 =$	1.3125	FALSO
$\exists f^+ \in [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f^+) < A_0/2$		$f_0 * 4 =$	2.10984	
$AH/V(f^+) =$	0.880306	$A_0/2 =$	1.3125	VERO
$A_0 > 2$		2.625	2	VERO
$f_{peak} [AH/V(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$		$f_0 + 5\%$	$f_0 - 5\%$	
2.48101	2.461630	0.553833	0.501087	VERO
$\sigma A(f_0) < \epsilon(f_0)$	$\sigma A(f_0) =$	1.29253	$\epsilon(f_0) =$	VERO
epsilon(f ₀) = 0.25f ₀ Hz if f ₀ < 0.2 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.20f ₀ Hz if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.15f ₀ Hz if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			0.079119	
epsilon(f ₀) = 0.10f ₀ Hz if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.05f ₀ Hz if f ₀ > 2.0 Hz				
$\sigma A(f_0) < \theta(f_0)$	$\sigma A(f_0) =$	1.29253	$\theta(f_0) =$	VERO
theta(f ₀) = 3.0 if f ₀ < 0.2 Hz				
theta(f ₀) = 2.5 if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
theta(f ₀) = 2.0 if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			2	
theta(f ₀) = 1.78 if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
theta(f ₀) = 1.58 Hz if f ₀ > 2.0 Hz				

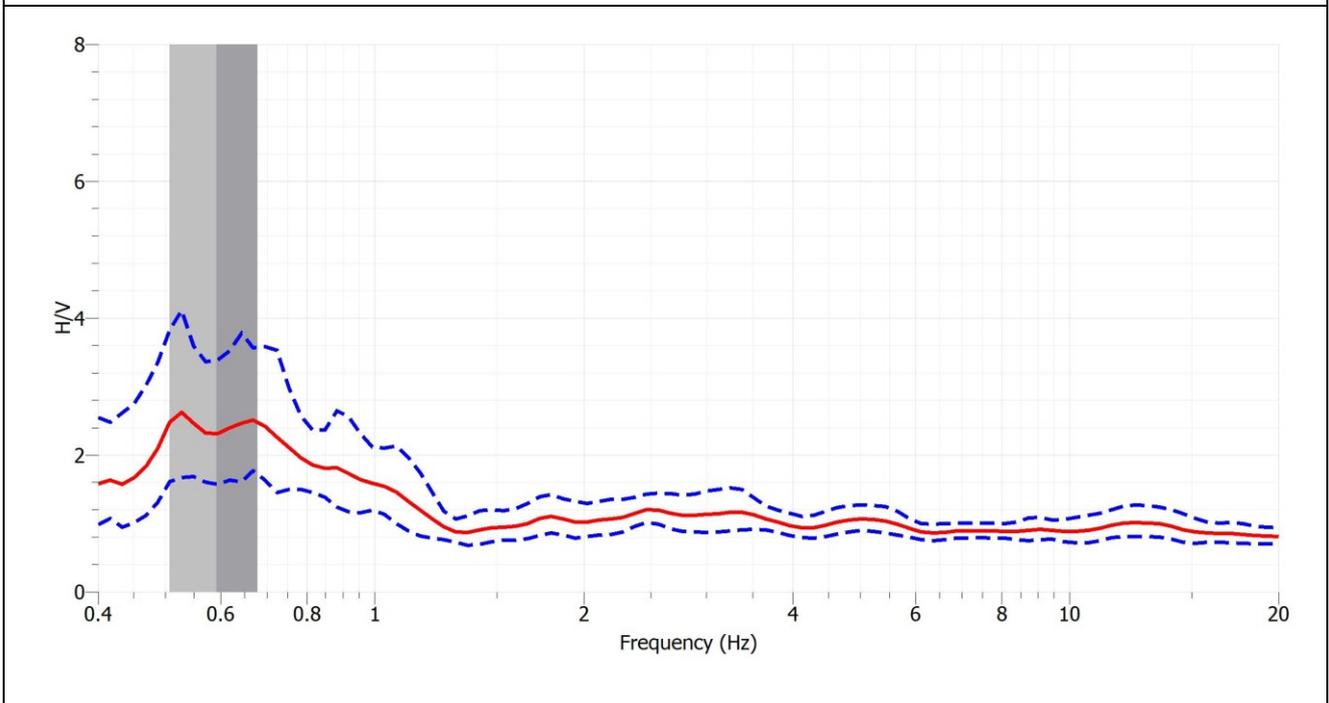
COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE



Rappresentazione delle finestre validate per la determinazione della curva H/V

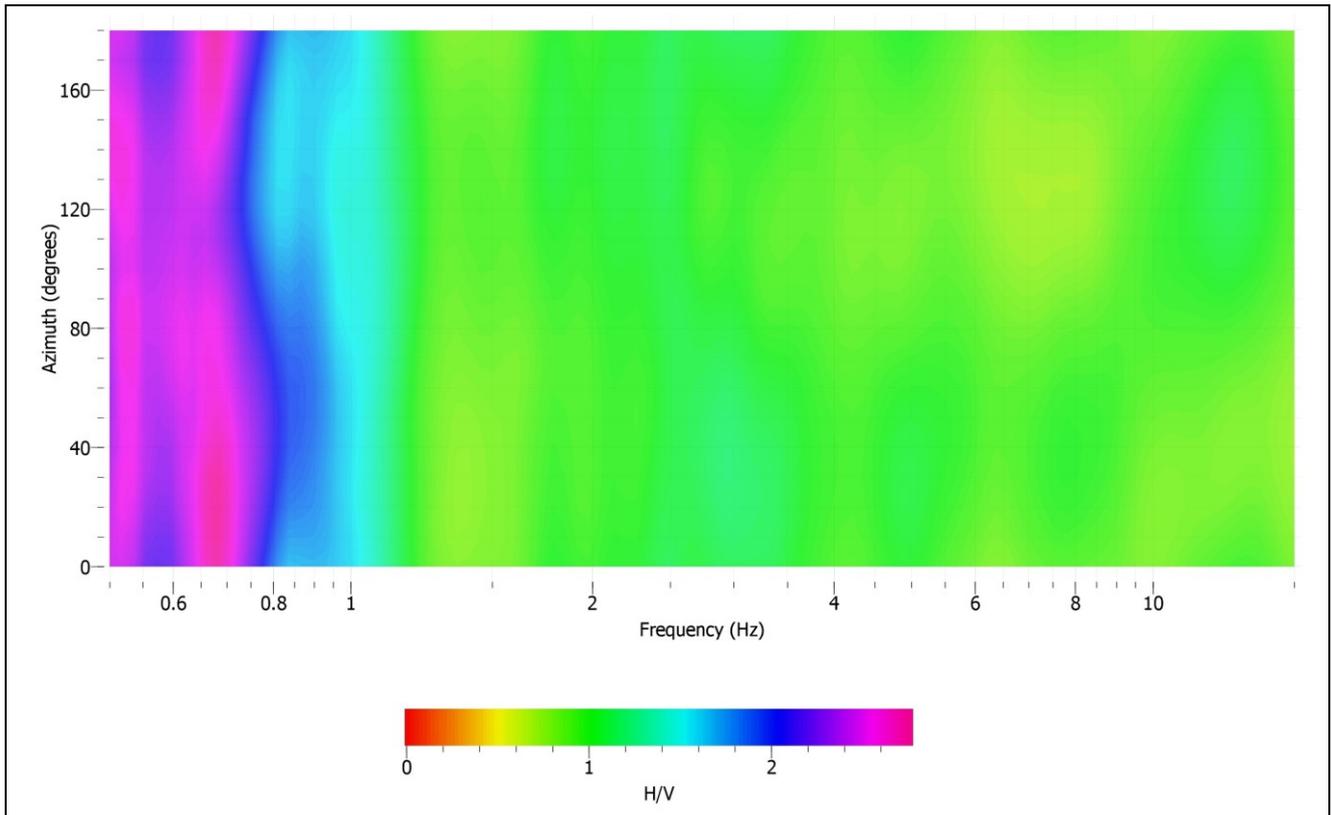


Curva H/V media	$A_0 = 2.83097$	$f_0 = 0.862297$ [Hz]	Intervallo frequenza (0.5÷20) [Hz]
-----------------	-----------------	-----------------------	---------------------------------------

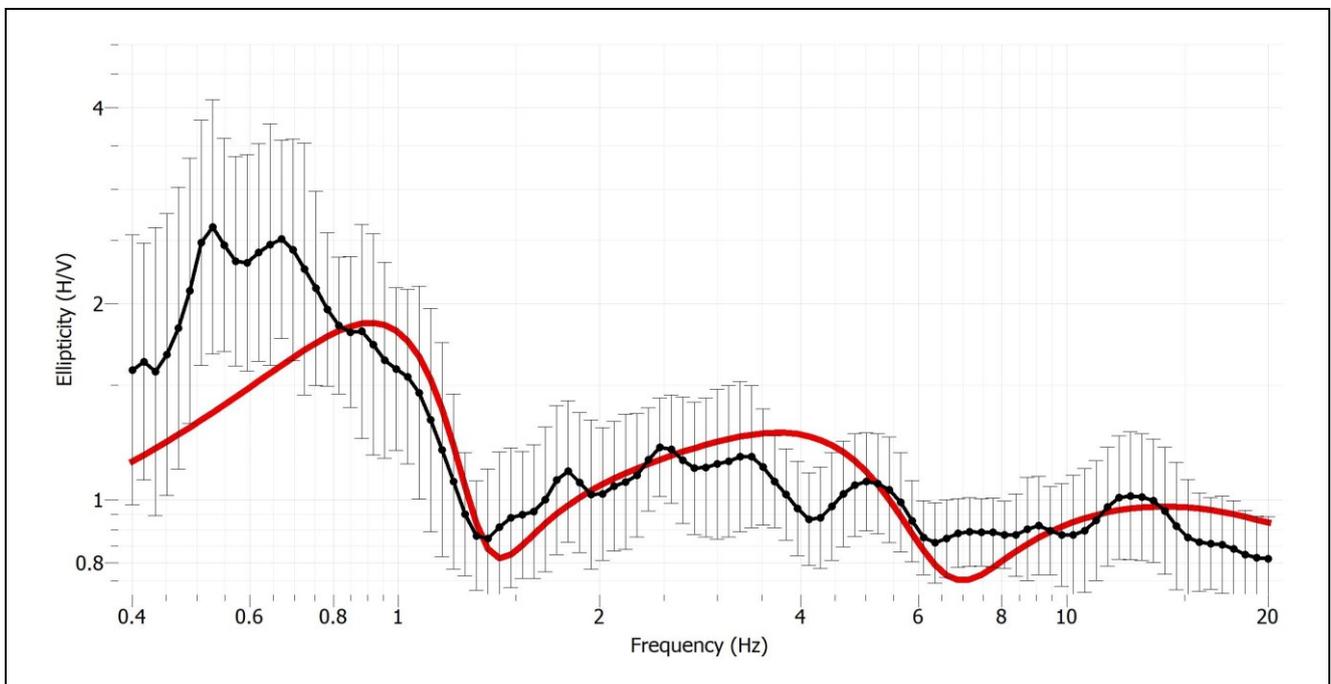
COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE



Direzionalità del segnale – Rotazione del segnale da 10° a 180°



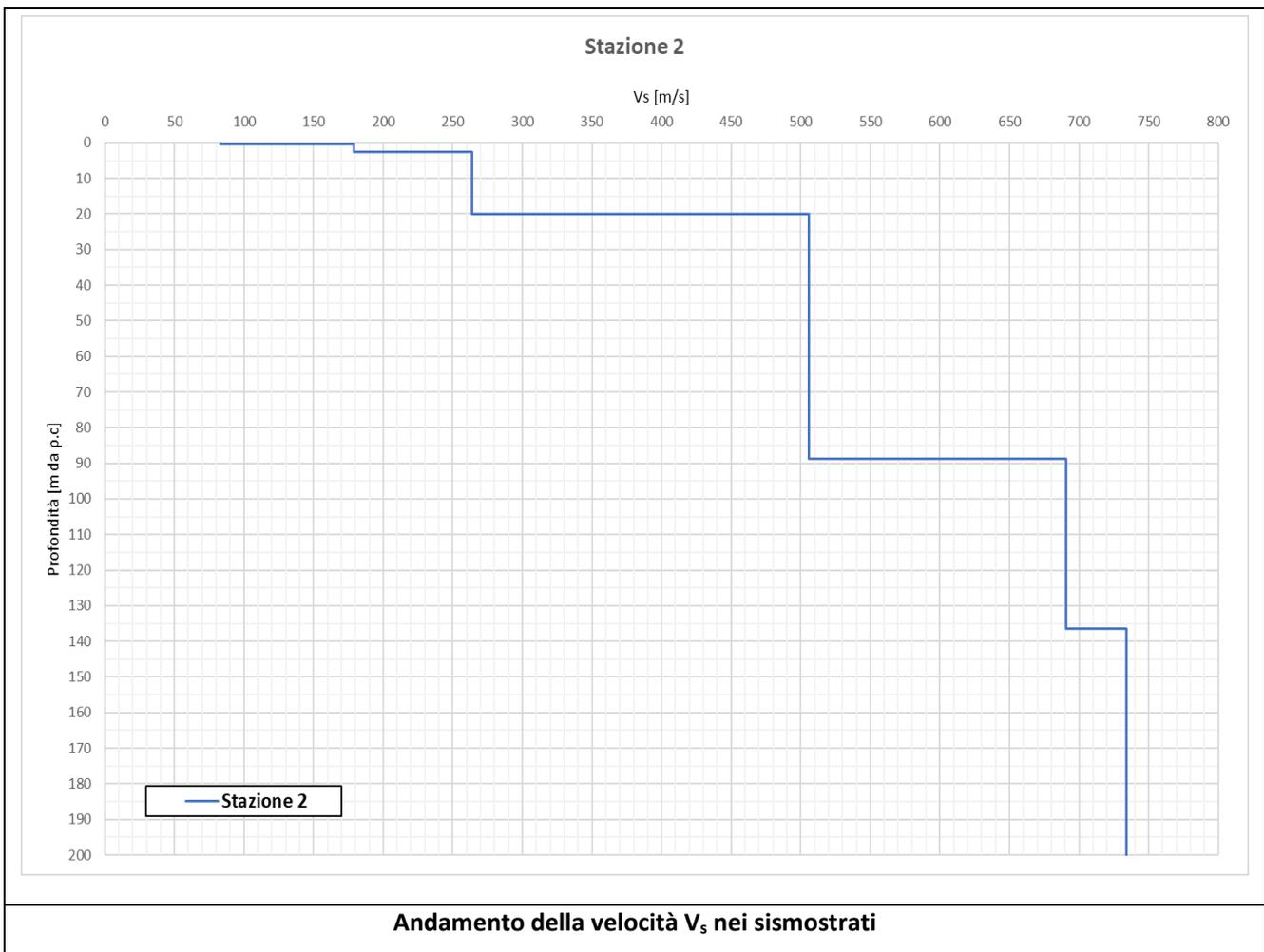
Curva sintetica associata alla curva sperimentale – Stazione 2

COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V_s [m/s]
1	0.40	0	0.40	83
2	2.20	0.40	2.60	179
3	17.50	2.60	20.10	264
4	68.70	20.10	88.80	506
5	47.60	88.80	136.40	691
6	63.60	136.40	200.00	734
$V_{s,eq} =$	291	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 2				



4.3 Stazione 3



		PUNTO STAZIONE	3			
		DESCRIZIONE SINTETICA DELLA LOCAZIONE				
		Cicognara – Parcheggio del cimitero – Via Piave				
		Data attività di rilievo:	maggio 2023			
		Latitudine [EPGS 32632]	Longitudine [EPGS 32632]			
		4977448	616756			
		Quota [m s.l.m.]	22.00			
Strumentazione	sismografo Geobox SR04	Frequenza sensore	4.5 Hz			
Frequenza di campionamento	200 s	Durata campionamento	20 minuti			
Condizioni meteo	Vento	<u>assente</u>	debole	medio	forte	
	Pioggia	<u>assente</u>	debole	medio	forte	
Tipo di terreno	Terreno agricolo	Suolo	<u>asciutto</u>	umido	bagnato	
Densità edificato	Assente	Strutture interferenti	Non rilevate			

COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

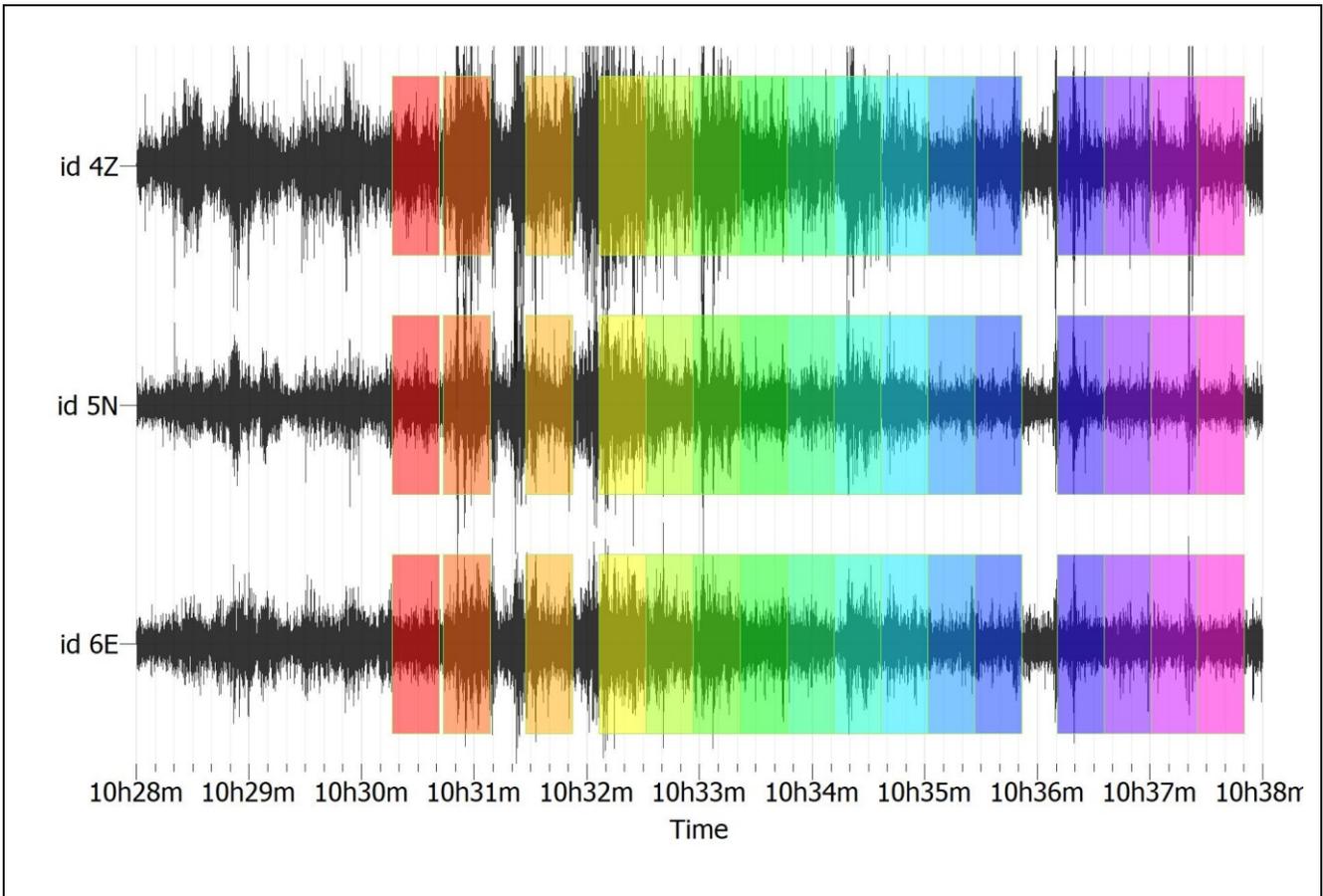
Elaborazione del segnale

Stazione	Frequenza di picco [Hz]	0.658163	A ₀ (rapporto spettrale)	3.06037
3	Lunghezza delle finestre	25	Finestre validate	16
Criteria per una curva affidabile				
$f_0 > 10/l_w$		0.658163	0.4	VERO
$n_c(f_0) > 200$		$n_c = l_w * n_w * f_0$	263.2652	VERO
$\sigma A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5$ Hz		$0.5 * f_0 =$	$2.0 * f_0 =$	
$\sigma A(f_0) =$	1.272493619	0.3290815	1.316326	VERO
$\sigma A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5$ Hz				
Criteria per la valutazione del picco				
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f^-) < A_0/2$		$f_0/4 =$	0.16454075	
$AH/V(f^-) =$	2.68999	$A_0/2 =$	1.530185	FALSO
$\exists f^+ \in [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f^+) < A_0/2$		$f_0 * 4 =$	2.632652	
$AH/V(f^+) =$	1.12021	$A_0/2 =$	1.530185	VERO
$A_0 > 2$		3.06037	2	VERO
$f_{peak}[AH/V(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$		$f_0 + 5\%$	$f_0 - 5\%$	
3.06037	2.962810	0.69107115	0.62525485	FALSO
$\sigma A(f_0) < \epsilon(f_0)$	$\sigma A(f_0) =$	1.27249	$\epsilon(f_0) =$	FALSO
epsilon(f ₀) = 0.25f ₀ Hz if f ₀ < 0.2 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.20f ₀ Hz if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.15f ₀ Hz if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			0.09872445	
epsilon(f ₀) = 0.10f ₀ Hz if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.05f ₀ Hz if f ₀ > 2.0 Hz				
$\sigma A(f_0) < \theta(f_0)$	$\sigma A(f_0) =$	1.27249	$\theta(f_0) =$	VERO
theta(f ₀) = 3.0 if f ₀ < 0.2 Hz				
theta(f ₀) = 2.5 if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
theta(f ₀) = 2.0 if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			2	
theta(f ₀) = 1.78 if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
theta(f ₀) = 1.58 Hz if f ₀ > 2.0 Hz				

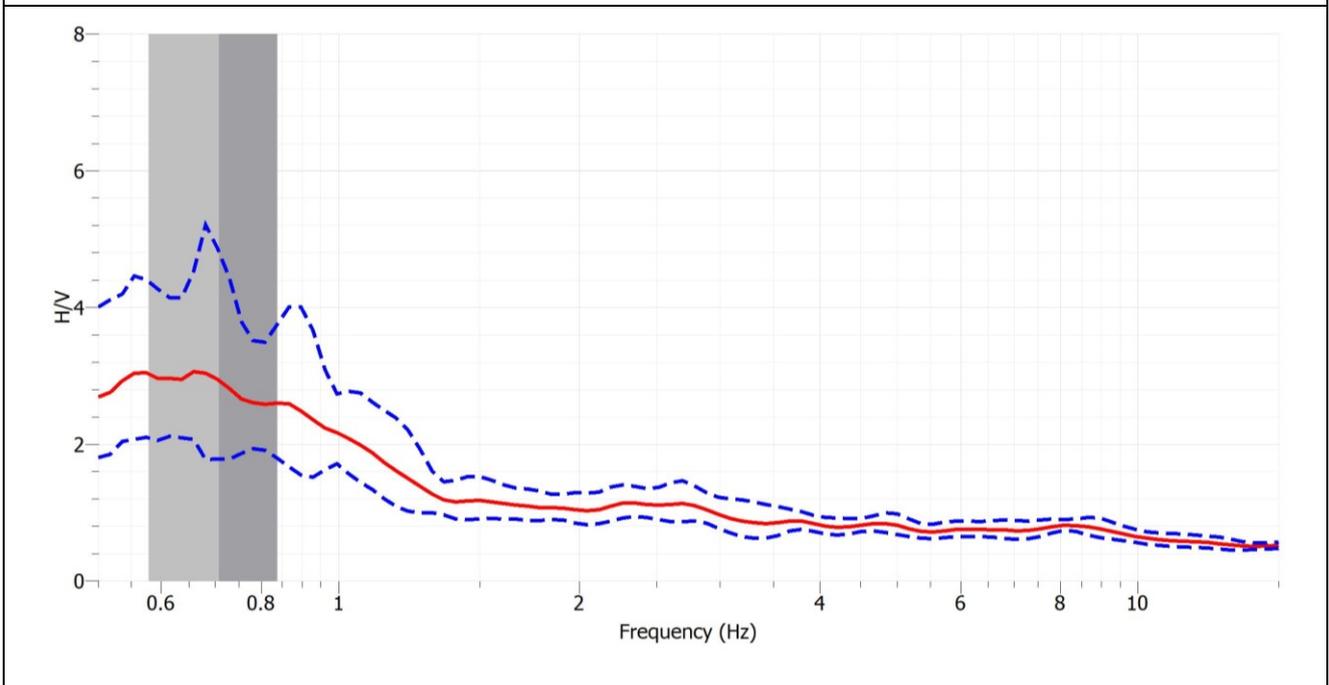
COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE



Rappresentazione delle finestre validate per la determinazione della curva H/V

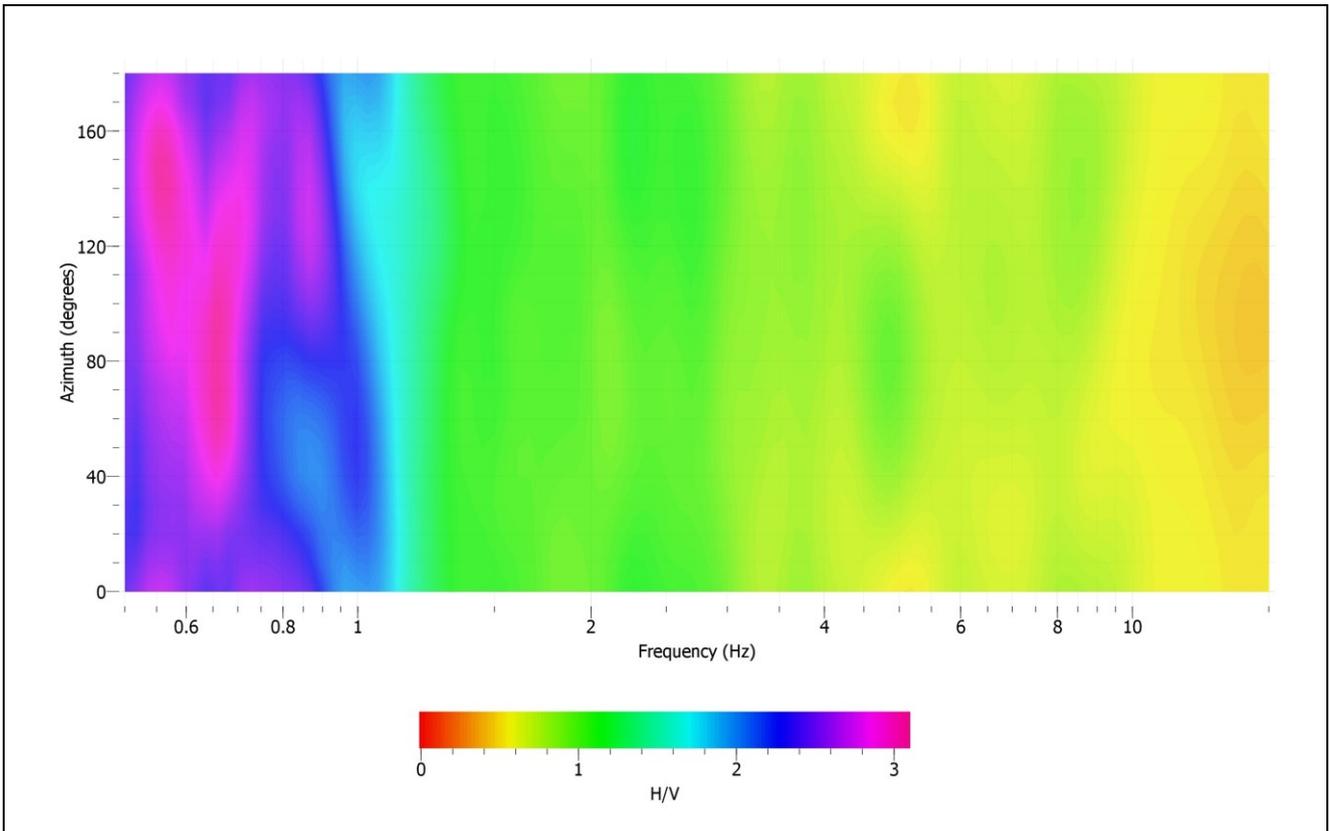


Curva H/V media	$A_0 = 3.06037$	$f_0 = 0.658163$ [Hz]	Intervallo frequenza (0.5÷20) [Hz]
-----------------	-----------------	-----------------------	---------------------------------------

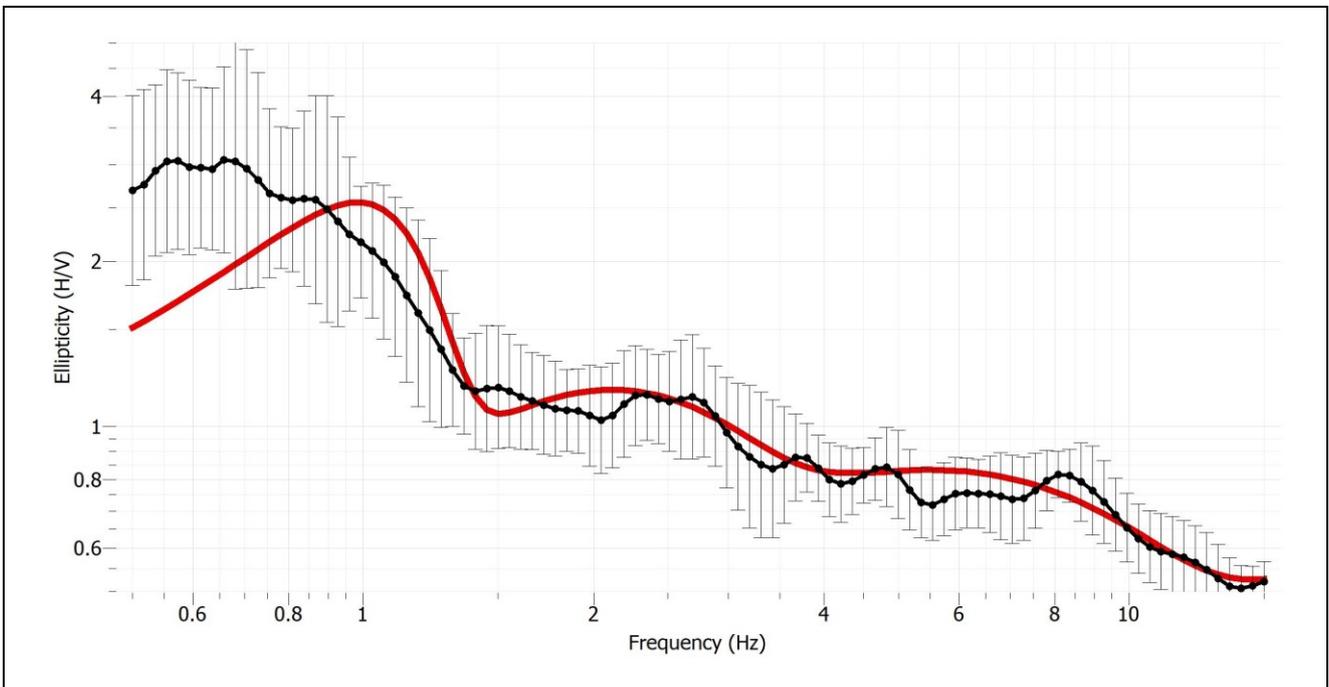
COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE



Direzionalità del segnale – Rotazione del segnale da 10° a 180°



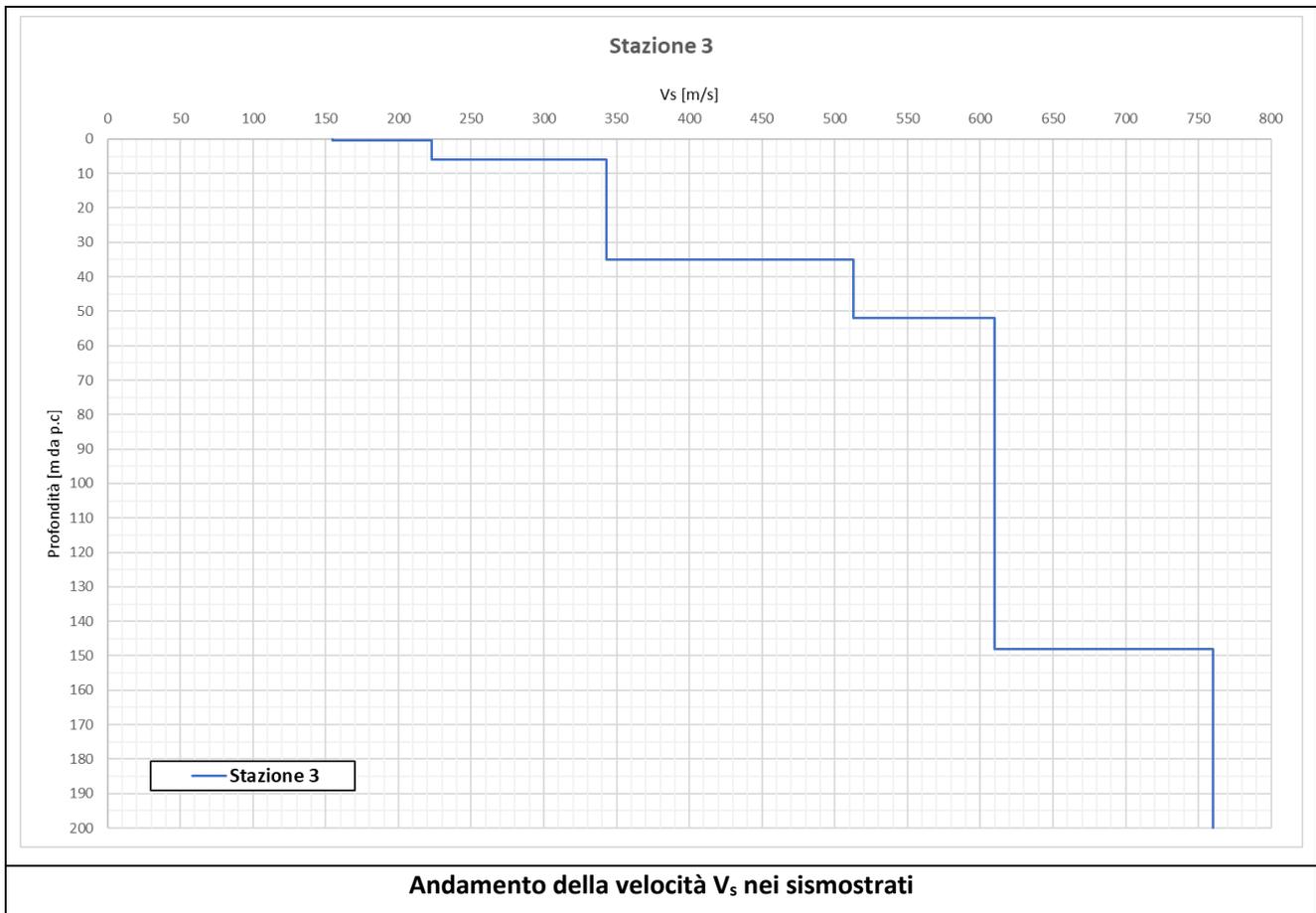
Curva sintetica associata alla curva sperimentale – Stazione 3

COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V _s [m/s]
1	0.35	0	0.35	155
2	5.65	0.35	6.00	223
3	29.00	6.00	35.00	343
4	17.00	35.00	52.00	513
5	96.00	52.00	148.00	610
6	52.00	148.00	200.00	760
V _{S,eq} =	307	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 3				



4.4 Stazione 4



	PUNTO STAZIONE		4			
	DESCRIZIONE SINTETICA DELLA LOCAZIONE					
	Cogozzo – Via Milano – area agricola adiacente il cimitero					
	Data attività di rilievo:			maggio 2023		
	Latitudine [EPGS 32632]			Longitudine [EPGS 32632]		
	4977014			618661		
Quota [m s.l.m.]			24.00			
Strumentazione	sismografo Geobox SR04		Frequenza sensore		4.5 Hz	
Frequenza di campionamento	200 s		Durata campionamento		20 minuti	
Condizioni meteo	Vento		<u>assente</u>	debole	medio	forte
	Pioggia		<u>assente</u>	debole	medio	forte
Tipo di terreno	Terreno agricolo		Suolo	<u>asciutto</u>	umido	bagnato
Densità edificato	Area verde		Strutture interferenti		Non rilevate	

COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

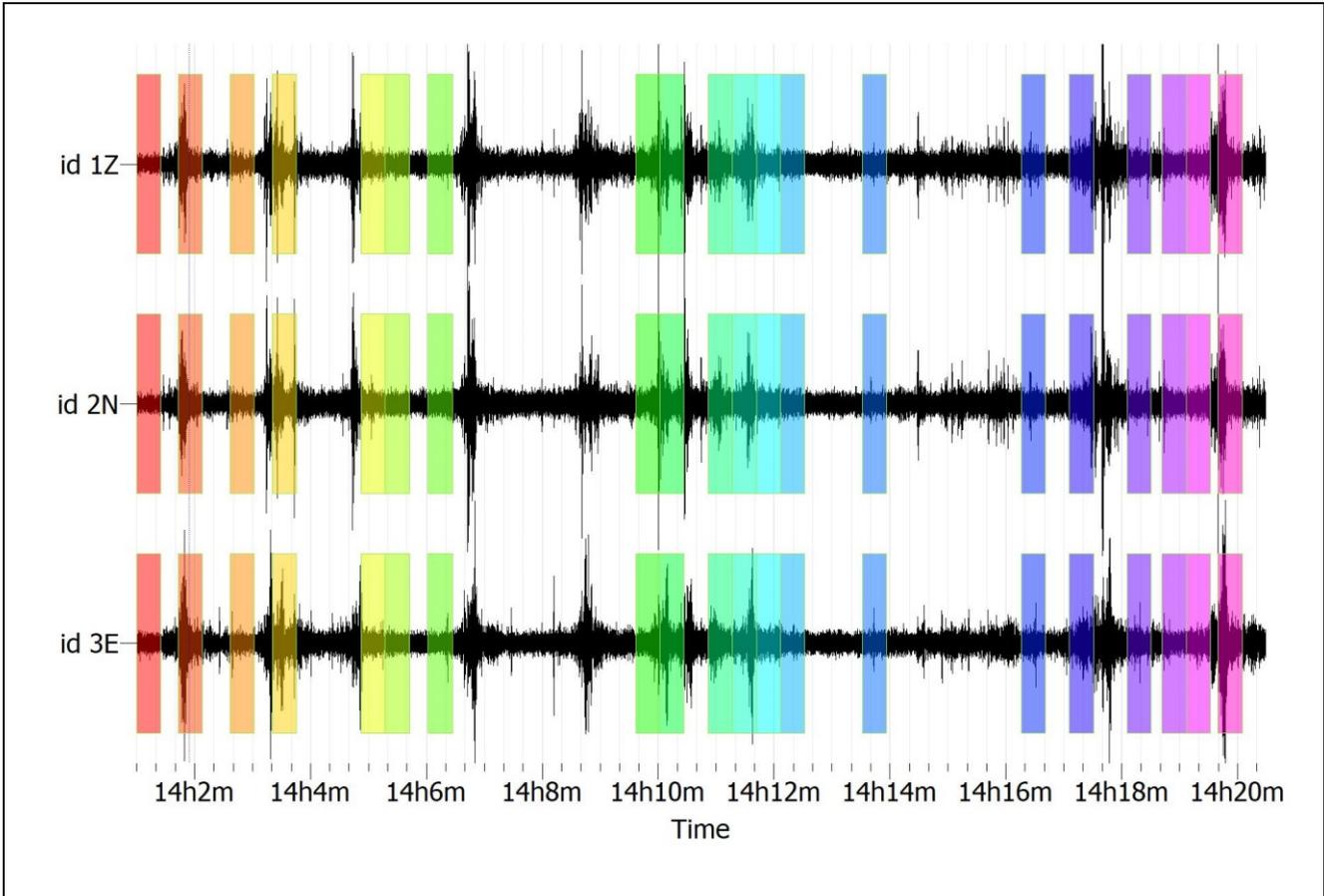
Elaborazione del segnale

Stazione	Frequenza di picco [Hz]	0.657195	A ₀ (rapporto spettrale)	3.3686
4	Lunghezza delle finestre	50	Finestre validate	9
Criteri per una curva affidabile				
$f_0 > 10/l_w$		0.657195	0.2	verificato
$n_c(f_0) > 200$		$n_c = l_w * n_w * f_0$	295.734	verificato
$\sigma A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$		$0.5 * f_0 =$	$2.0 * f_0 =$	
$\sigma A(f) =$	1.35773871	0.3285975	1.31439	verificato
$\sigma A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$				
Criteri per la valutazione del picco				
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f^-) < A_0/2$		$f_0/4 =$	0.16429875	
$AH/V(f^-) =$	2.41499	$A_0/2 =$	1.6843	non verificato
$\exists f^+ \in [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f^+) < A_0/2$		$f_0 * 4 =$	2.62878	
$AH/V(f^+) =$	1.03695	$A_0/2 =$	1.6843	verificato
$A_0 > 2$		3.3686	2	verificato
$f_{peak}[AH/V(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$		$f_0 + 5\%$	$f_0 - 5\%$	
1.02514	0.686373	0.69005475	0.62433525	non verificato
$\sigma f < \epsilon(f_0)$	$\sigma f =$	1.22211	$\epsilon(f_0) =$	non verificato
epsilon(f ₀) = 0.25f ₀ Hz if f ₀ < 0.2 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.20f ₀ Hz if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.15f ₀ Hz if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			0.1171797	
epsilon(f ₀) = 0.10f ₀ Hz if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.05f ₀ Hz if f ₀ > 2.0 Hz				
$\sigma A(f_0) < \theta(f_0)$	$\sigma A(f_0)$	1.343105246	$\theta(f_0) =$	verificato
theta(f ₀) = 3.0 if f ₀ < 0.2 Hz				
theta(f ₀) = 2.5 if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
theta(f ₀) = 2.0 if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			2	
theta(f ₀) = 1.78 if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
theta(f ₀) = 1.58 Hz if f ₀ > 2.0 Hz				
Osservazioni: la curva rispetta i criteri di affidabilità, mentre il picco non risulta chiaramente definito; Si ritiene tuttavia che abbia significato fisico in quanto in accordo con le successive registrazioni.				

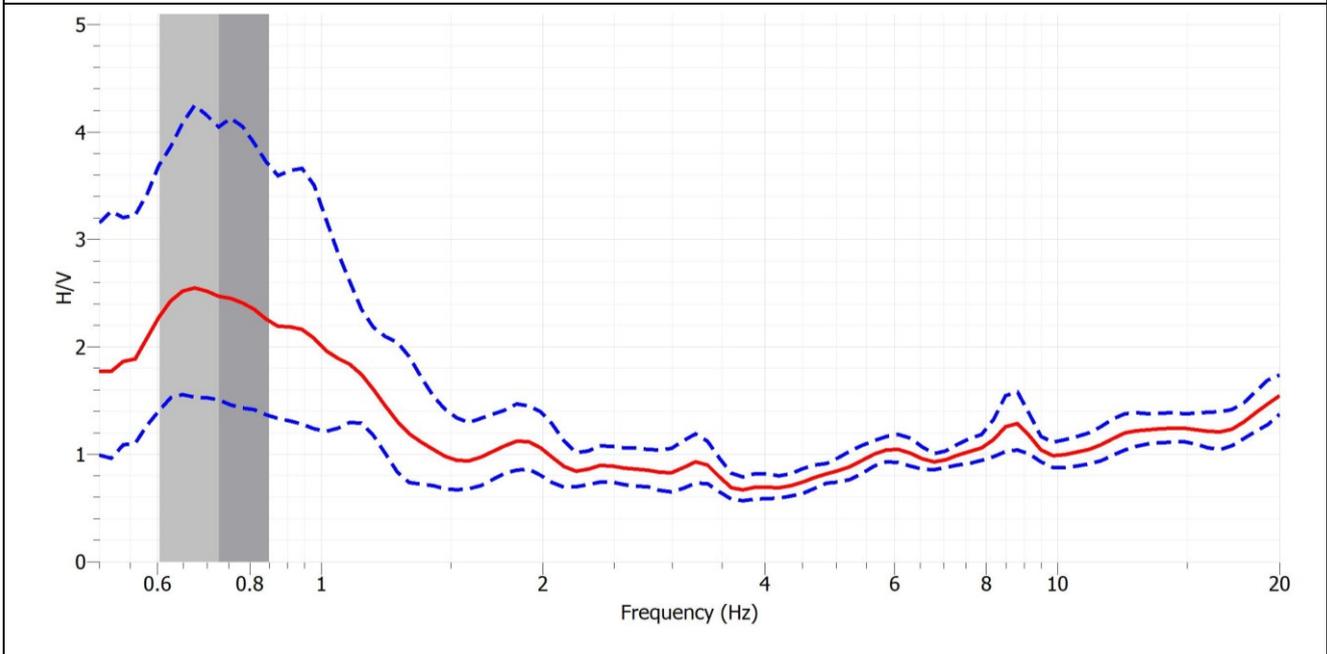
COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE



Rappresentazione delle finestre validate per la determinazione della curva H/V

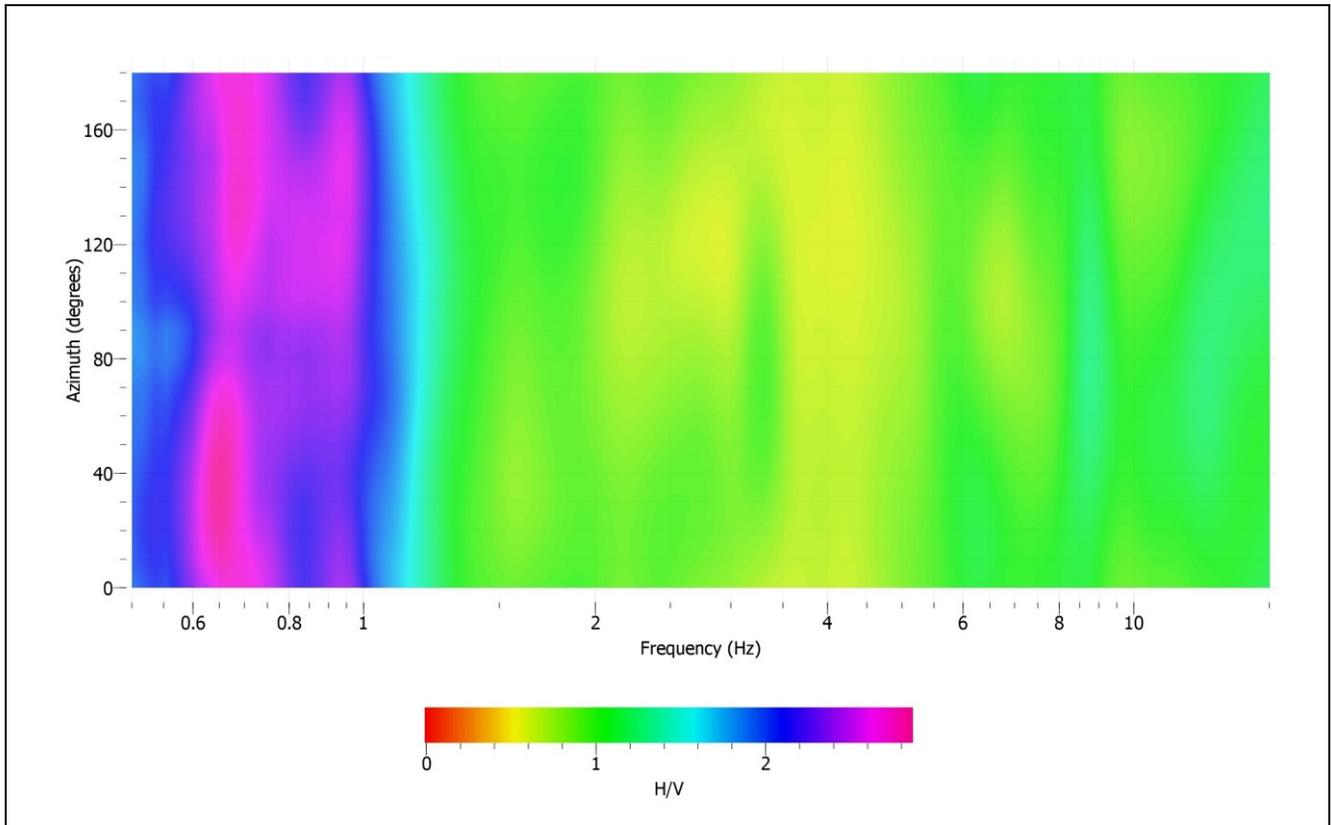


Curva H/V media	$A_0 = 3.3686$	$f_0 = 0.657195$ [Hz]	Intervallo frequenza (0.5÷20) [Hz]
-----------------	----------------	-----------------------	---------------------------------------

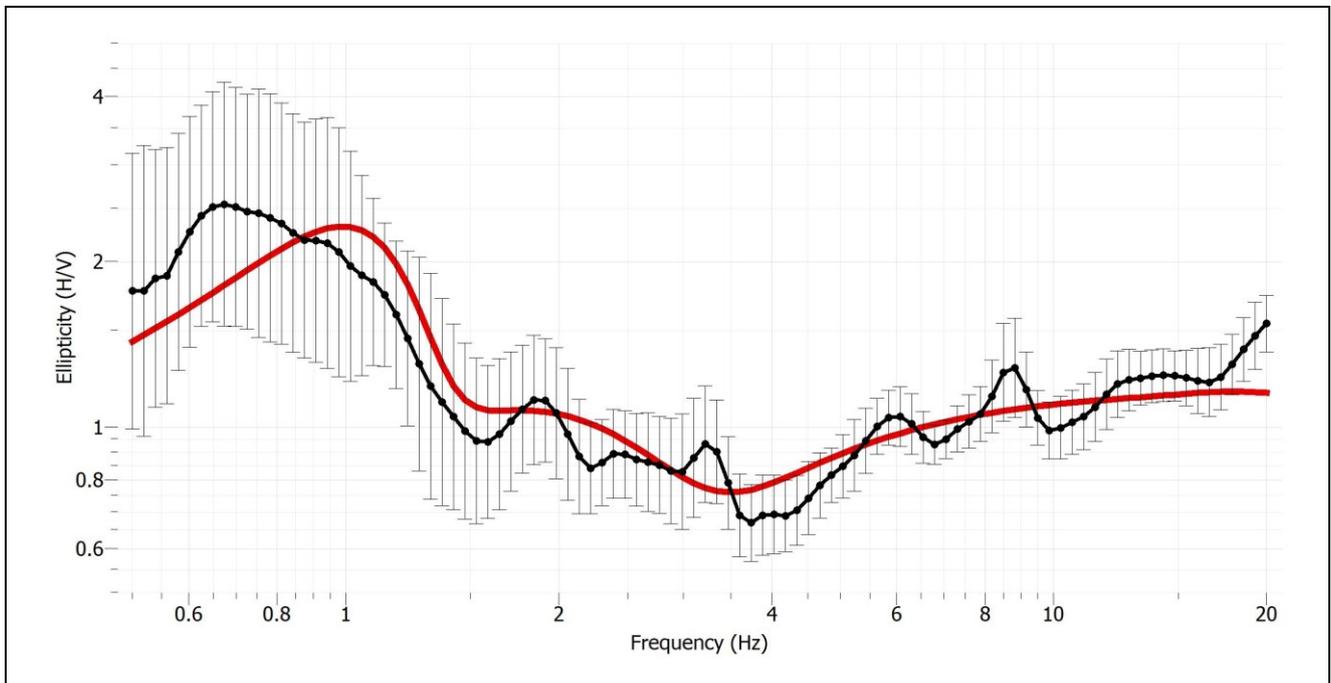
COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE



Direzionalità del segnale – Rotazione del segnale da 10° a 180°



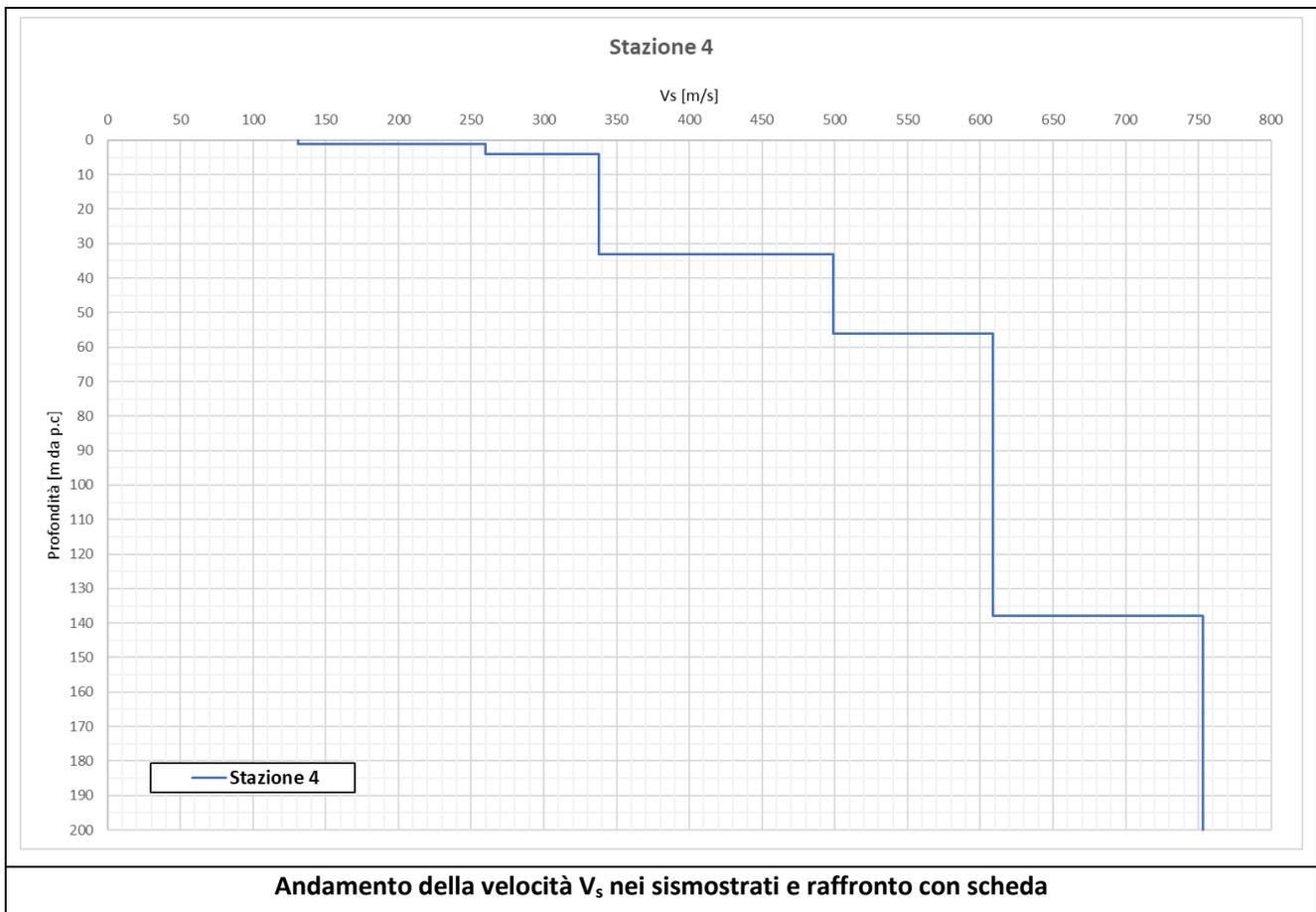
Curva sintetica associata alla curva sperimentale – Stazione 4

COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V _s [m/s]
1	1.20	0	1.20	131
2	2.90	1.20	4.10	260
3	28.90	4.10	33.00	338
4	23.00	33.00	56.00	499
5	82.00	56.00	138.00	609
6	62.00	138.00	200.00	753
V _{S,eq} =	309	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 4				



4.5 Stazione 5



	PUNTO STAZIONE		5			
	DESCRIZIONE SINTETICA DELLA LOCAZIONE					
	Via San Rocco – giardini pubblici					
	Data attività di rilievo:			maggio 2023		
	Latitudine [EPGS 32632]			Longitudine [EPGS 32632]		
	4976101			619877		
	Quota [m s.l.m.]			27.00		
Strumentazione	sismografo Geobox SR04		Frequenza sensore		4.5 Hz	
Frequenza di campionamento	200 s		Durata campionamento		20 minuti	
Condizioni meteo	Vento		<u>assente</u>	debole	medio	forte
	Pioggia		<u>assente</u>	debole	medio	forte
Tipo di terreno	Area verde		Suolo	<u>asciutto</u>	umido	bagnato
Densità edificato	Area circondata da edifici		Strutture interferenti		Non rilevate	

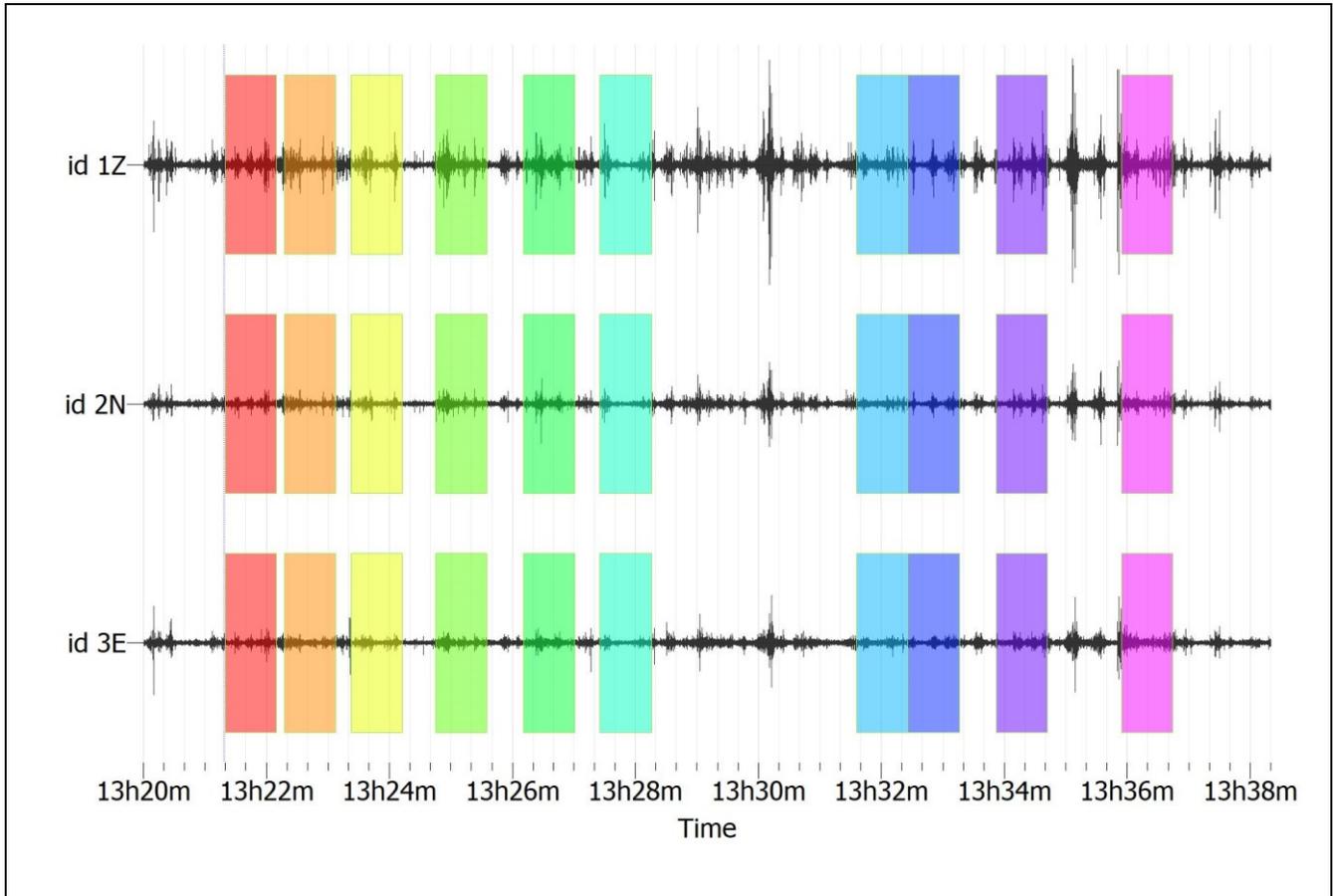
Elaborazione del segnale

Stazione	Frequenza di picco [Hz]	0.625528	A ₀ (rapporto spettrale)	5.87847
5	Lunghezza delle finestre	50	Finestre validate	13
Criteri per una curva affidabile				
$f_0 > 10/l_w$		0.625528	0.2	verificato
$n_c(f_0) > 200$		$n_c = l_w * n_w * f_0$	406.5932	verificato
$\sigma A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$		$0.5 * f_0 =$	$2.0 * f_0 =$	
$\sigma A(f) =$	1.35773871	0.312764	1.251056	verificato
$\sigma A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$				
Criteri per la valutazione del picco				
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f^-) < A_0/2$		$f_0/4 =$	0.156382	
$AH/V(f^-) =$	2.41499	$A_0/2 =$	2.939235	non verificato
$\exists f^+ \in [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f^+) < A_0/2$		$f_0 * 4 =$	2.502112	
$AH/V(f^+) =$	1.03695	$A_0/2 =$	2.939235	verificato
$A_0 > 2$		5.87847	2	verificato
$f_{\text{peak}}[AH/V(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$		$f_0 + 5\%$	$f_0 - 5\%$	
1.02514	0.686373	0.8202579	0.7421381	non verificato
$\sigma f < \epsilon(f_0)$	$\sigma f =$	1.22211	$\epsilon(f_0) =$	non verificato
epsilon(f ₀) = 0.25f ₀ Hz if f ₀ < 0.2 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.20f ₀ Hz if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.15f ₀ Hz if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			0.1171797	
epsilon(f ₀) = 0.10f ₀ Hz if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.05f ₀ Hz if f ₀ > 2.0 Hz				
$\sigma A(f_0) < \theta(f_0)$	$\sigma A(f_0)$	1.343105246	$\theta(f_0) =$	verificato
theta(f ₀) = 3.0 if f ₀ < 0.2 Hz				
theta(f ₀) = 2.5 if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
theta(f ₀) = 2.0 if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			2	
theta(f ₀) = 1.78 if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
theta(f ₀) = 1.58 Hz if f ₀ > 2.0 Hz				
Osservazioni: la curva rispetta i criteri di affidabilità, mentre il picco non risulta chiaramente definito; Si ritiene tuttavia che abbia significato fisico in quanto in accordo con le successive registrazioni.				

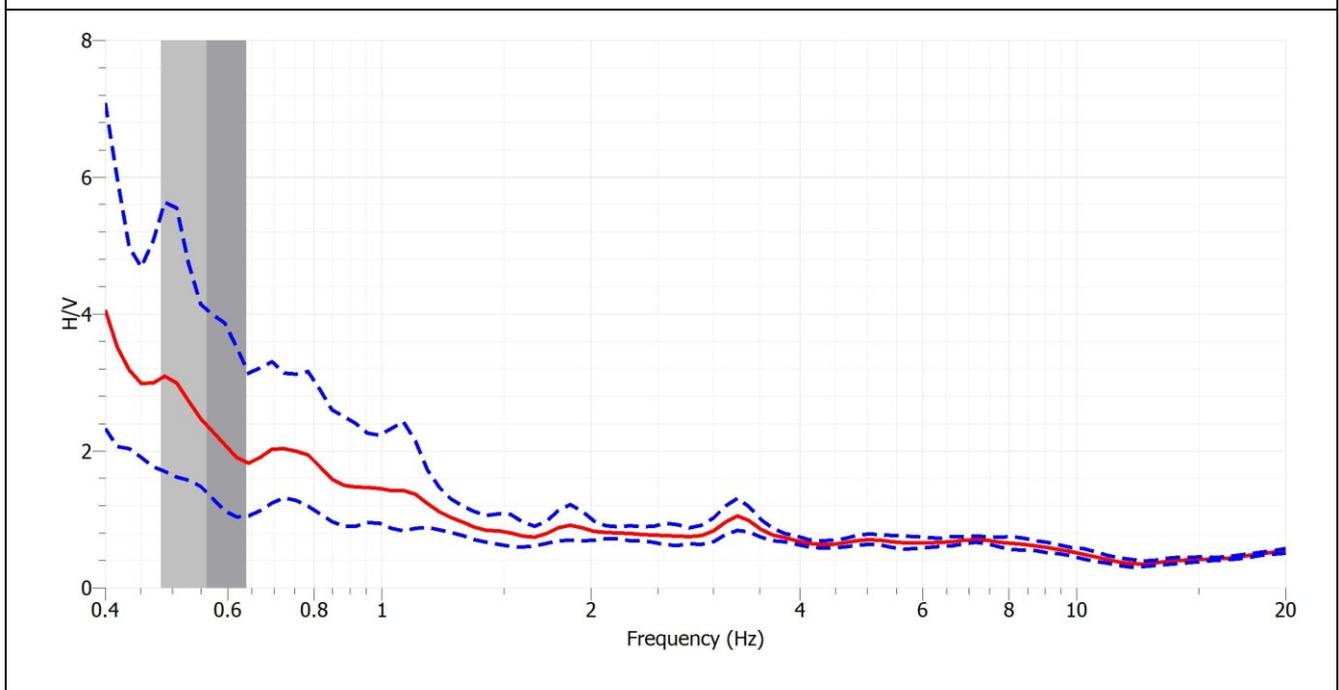
COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE



Rappresentazione delle finestre validate per la determinazione della curva H/V

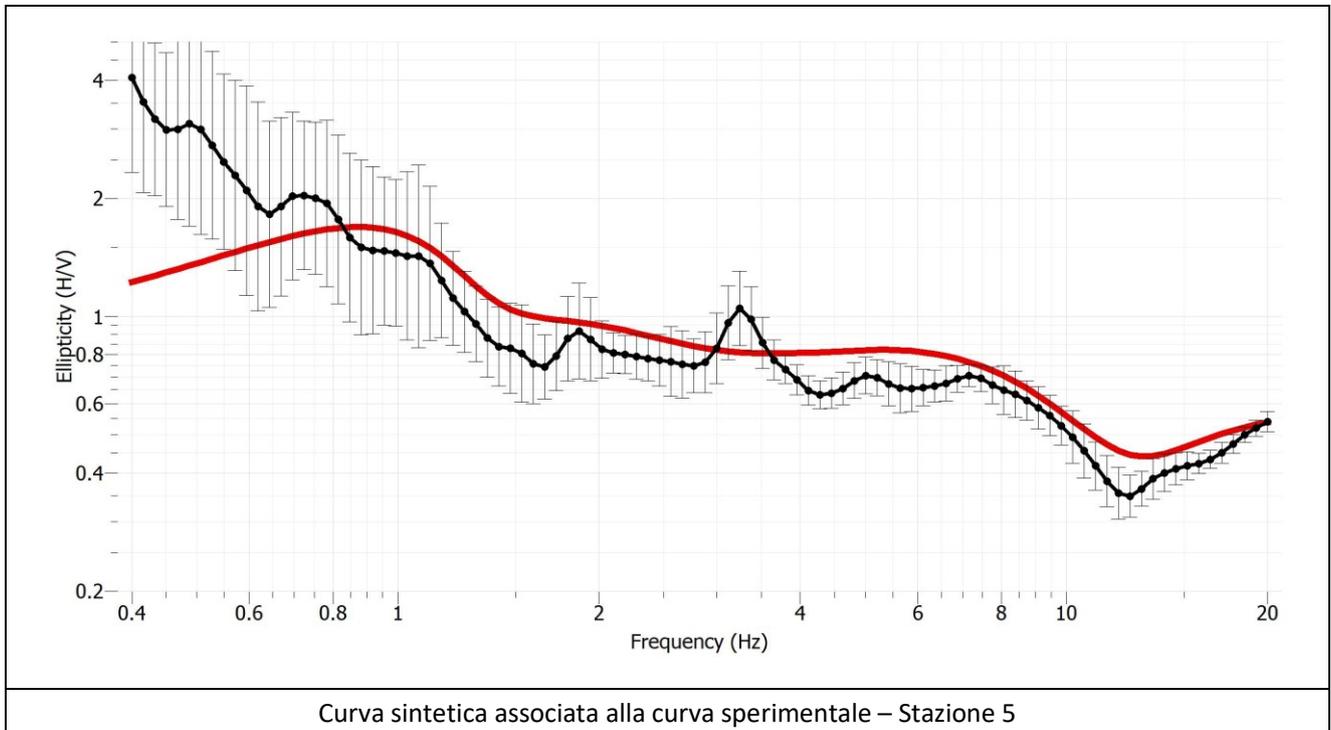
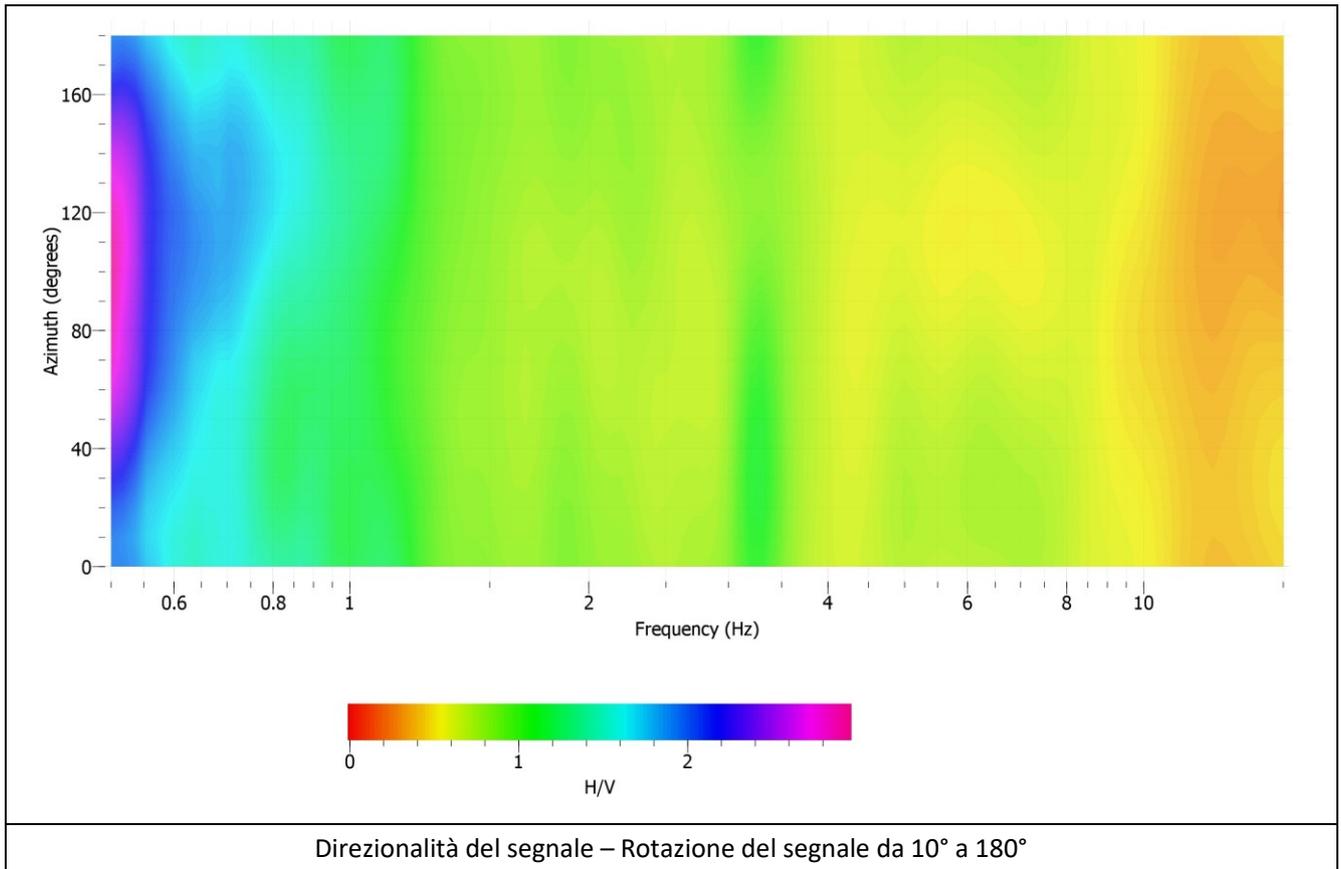


Curva H/V media	$A_0 = 5.87847$	$f_0 = 0.625528$ [Hz]	Intervallo frequenza (0.5÷20) [Hz]
-----------------	-----------------	-----------------------	---------------------------------------

COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

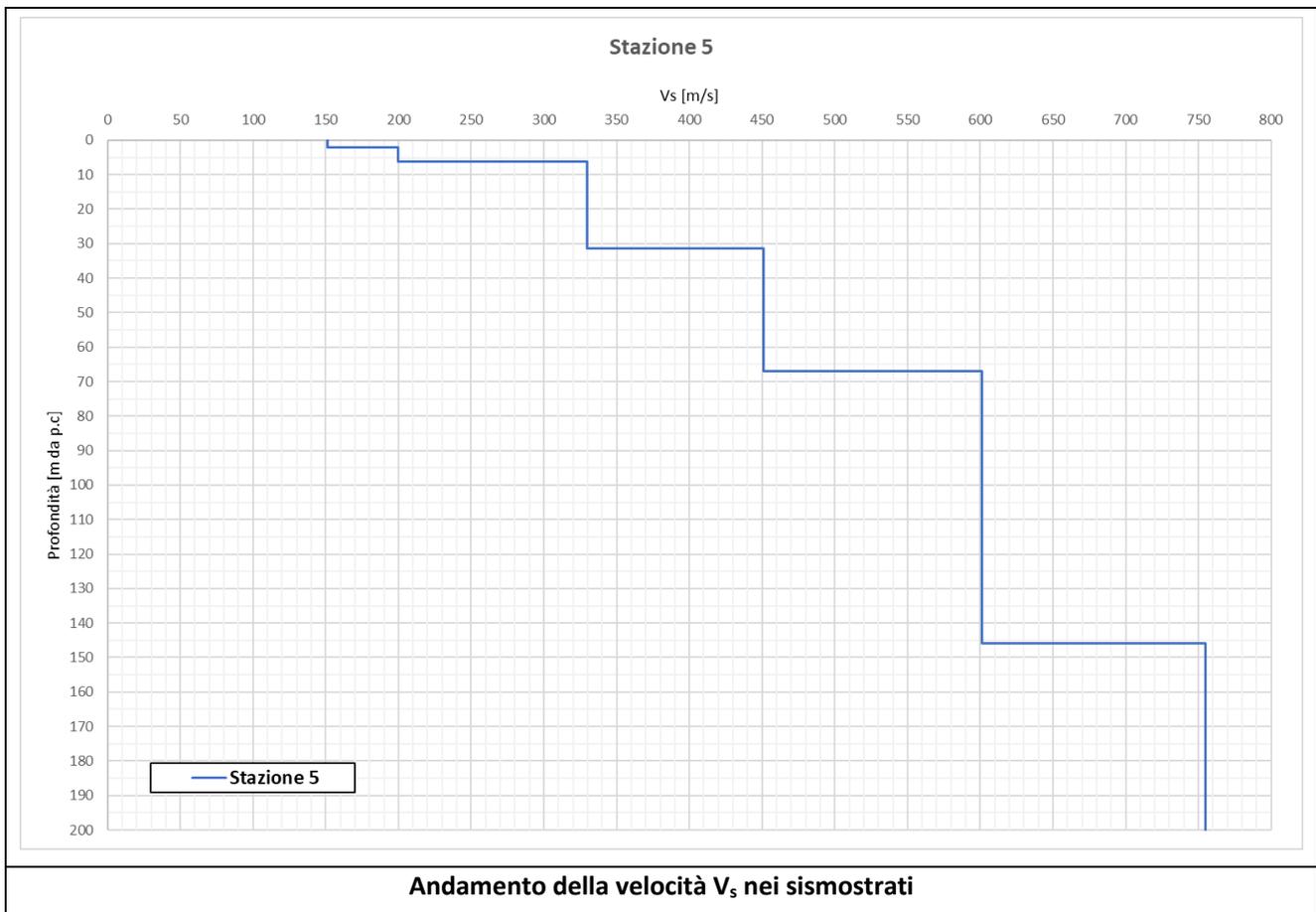


COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V_s [m/s]
1	2.10	0	2.10	151
2	4.18	2.10	6.28	200
3	25.13	6.28	31.41	330
4	35.59	31.41	67.00	451
5	79.00	67.00	146.00	601
6	54.00	146.00	200.00	755
$V_{s,eq} =$	281	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 5				



4.6 Stazione 6



		PUNTO STAZIONE	6			
		DESCRIZIONE SINTETICA DELLA LOCAZIONE				
		Vicolo Sant'Antonio				
		Data attività di rilievo:	maggio 2023			
		Latitudine [EPGS 32632]	Longitudine [EPGS 32632]			
		4976064	620957			
		Quota [m s.l.m.]	31			
Strumentazione	sismografo Geobox SR04	Frequenza sensore	4.5 Hz			
Frequenza di campionamento	200 s	Durata campionamento	20 minuti			
Condizioni meteo	Vento	<u>assente</u>	debole	medio	forte	
	Pioggia	<u>assente</u>	debole	medio	forte	
Tipo di terreno	Terreno agricolo	Suolo	<u>asciutto</u>	umido	bagnato	
Densità edificato	Assente	Strutture interferenti	Non rilevate			

COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

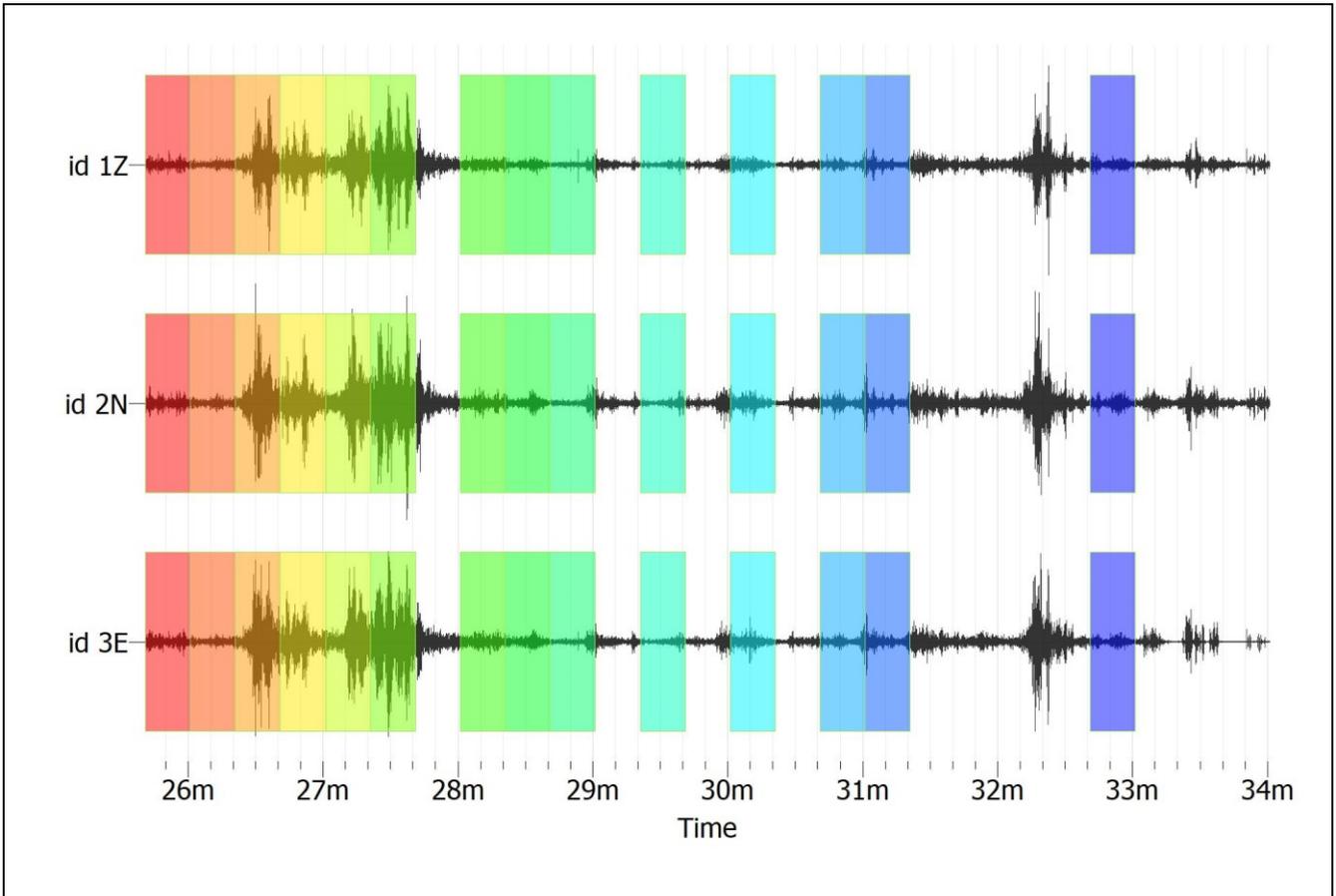
Elaborazione del segnale

Stazione	Frequenza di picco [Hz]	0.862297	A ₀ (rapporto spettrale)	2.76585
6	Lunghezza delle finestre	25	Finestre validate	22
Criteria per una curva affidabile				
$f_0 > 10/l_w$		0.862297	0.4	verificato
$n_c(f_0) > 200$		$n_c = l_w * n_w * f_0$	474.26335	verificato
$\sigma A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5$ Hz		$0.5 * f_0 =$	$2.0 * f_0 =$	
$\sigma A(f) =$	1.575913807	0.4311485	1.724594	verificato
$\sigma A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5$ Hz				
Criteria per la valutazione del picco				
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f^-) < A_0/2$		$f_0/4 =$	0.21557425	
$AH/V(f^-) =$	2.41499	$A_0/2 =$	1.382925	non verificato
$\exists f^+ \in [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f^+) < A_0/2$		$f_0 * 4 =$	3.449188	
$AH/V(f^+) =$	1.03695	$A_0/2 =$	1.382925	verificato
$A_0 > 2$		2.76585	2	verificato
$f_{peak}[AH/V(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$		$f_0 + 5\%$	$f_0 - 5\%$	
1.02514	0.686373	0.8202579	0.7421381	non verificato
$\sigma f < \epsilon(f_0)$	$\sigma f =$	1.22211	$\epsilon(f_0) =$	non verificato
epsilon(f ₀) = 0.25f ₀ Hz if f ₀ < 0.2 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.20f ₀ Hz if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.15f ₀ Hz if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			0.1171797	
epsilon(f ₀) = 0.10f ₀ Hz if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.05f ₀ Hz if f ₀ > 2.0 Hz				
$\sigma A(f_0) < \theta(f_0)$	$\sigma A(f_0)$	1.343105246	$\theta(f_0) =$	verificato
theta(f ₀) = 3.0 if f ₀ < 0.2 Hz				
theta(f ₀) = 2.5 if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
theta(f ₀) = 2.0 if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			2	
theta(f ₀) = 1.78 if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
theta(f ₀) = 1.58 Hz if f ₀ > 2.0 Hz				
Osservazioni: la curva rispetta i criteri di affidabilità, mentre il picco non risulta chiaramente definito; Si ritiene tuttavia che abbia significato fisico in quanto in accordo con le successive registrazioni.				

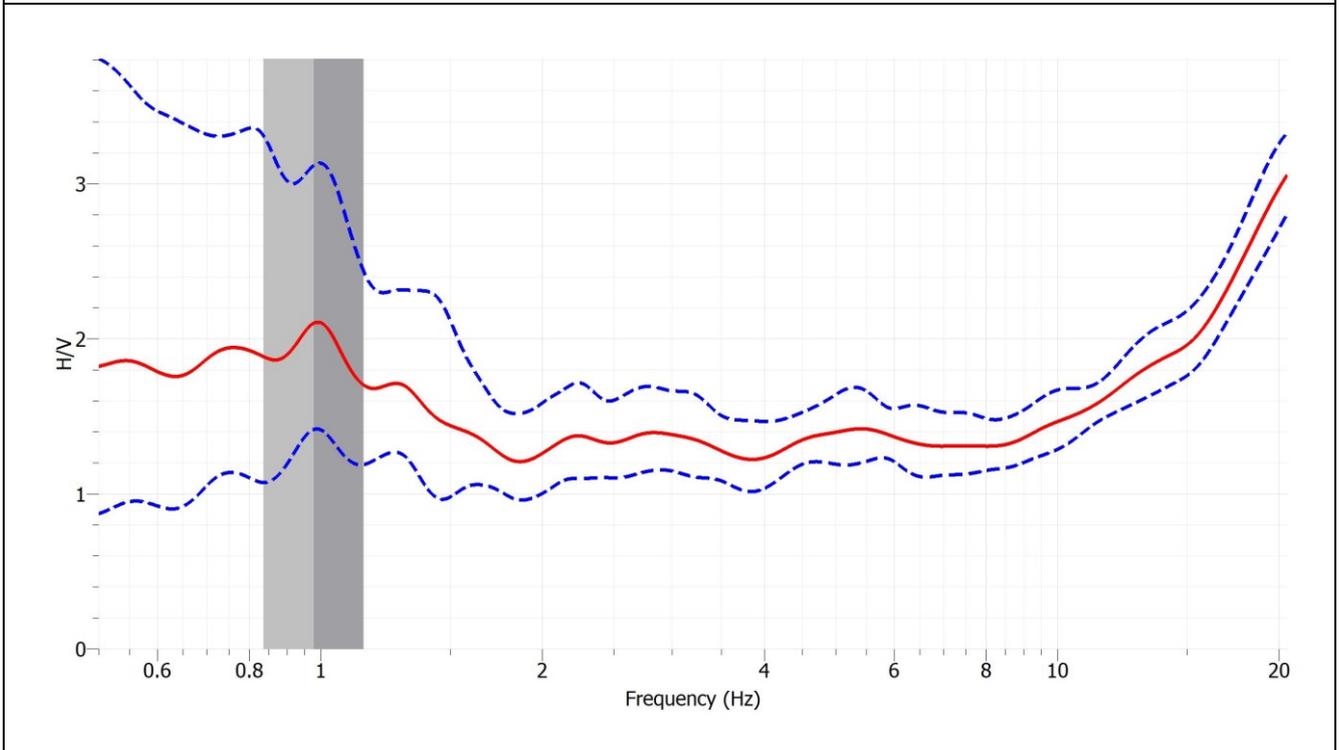
COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE



Rappresentazione delle finestre validate per la determinazione della curva H/V

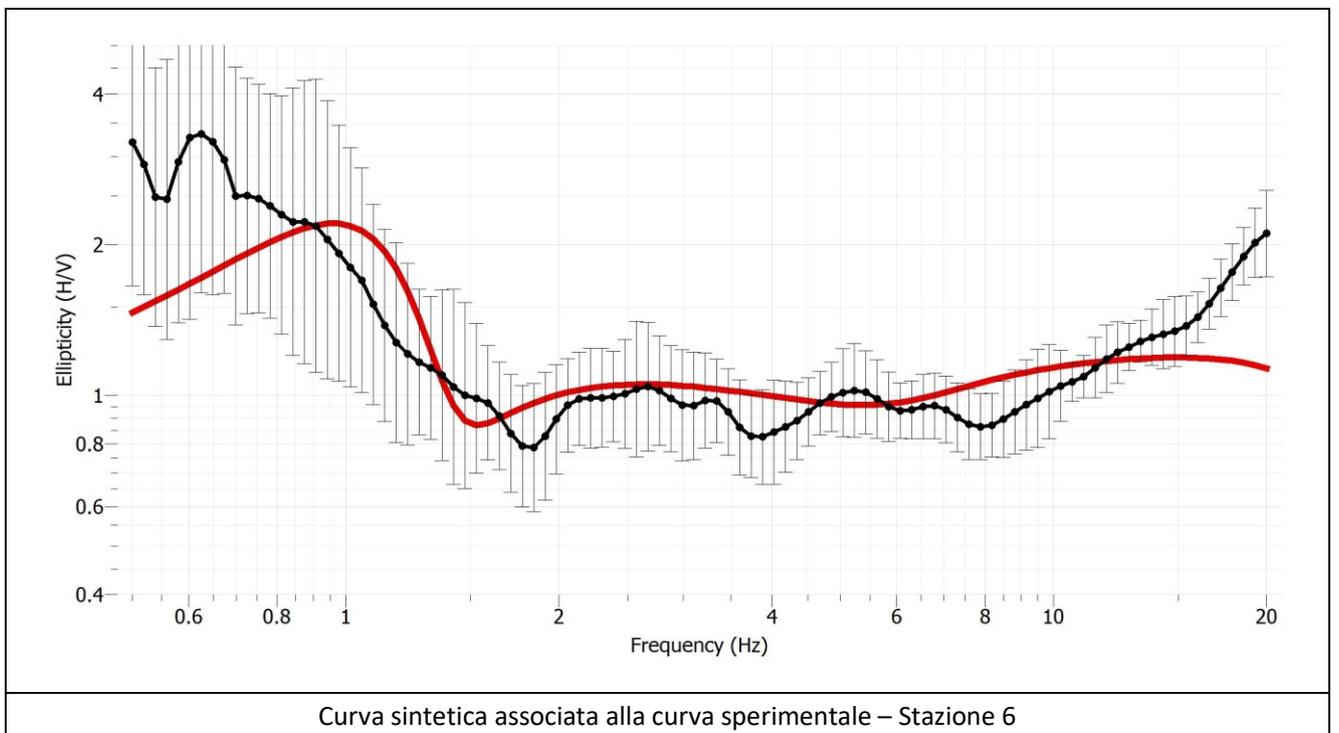
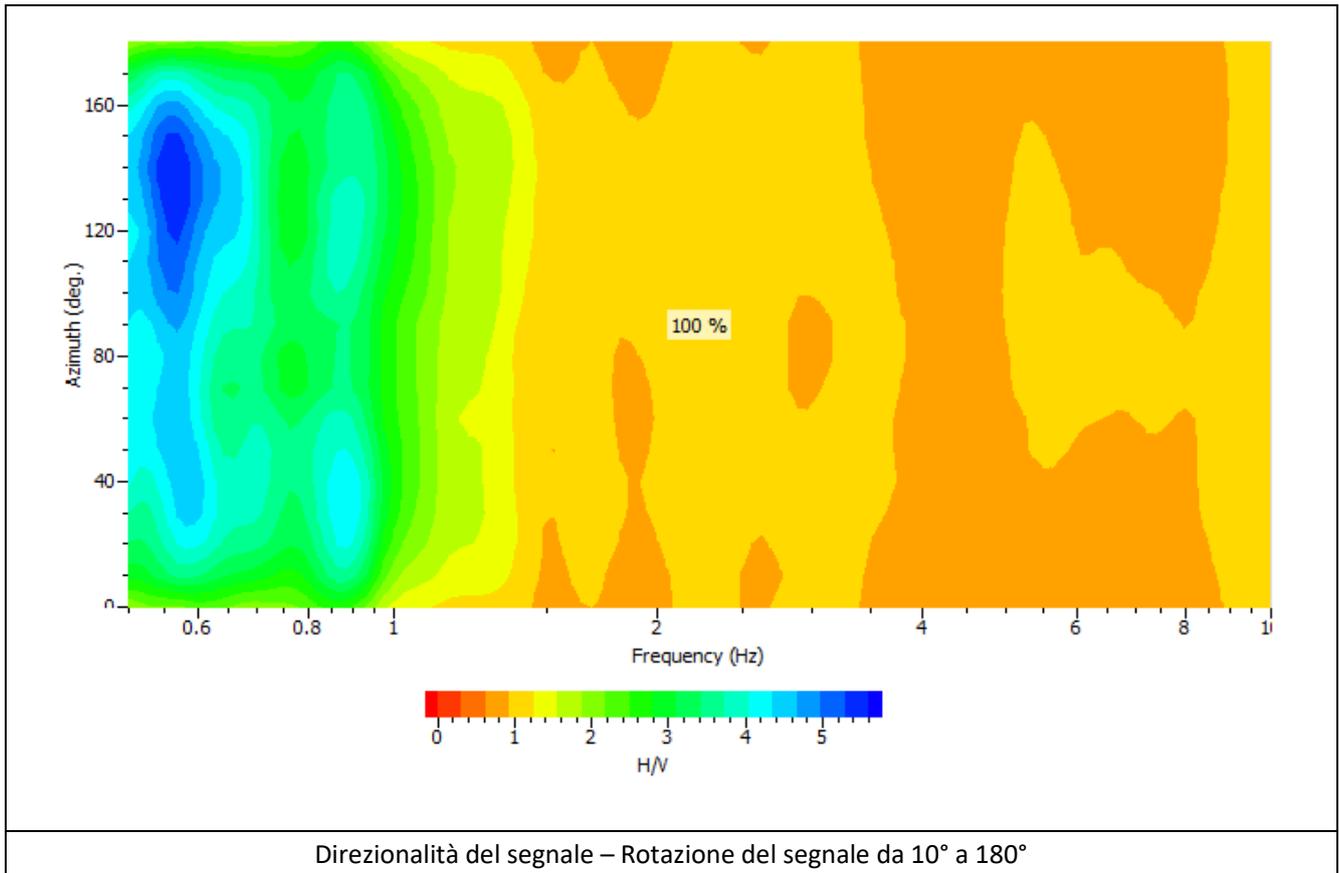


Curva H/V media	$A_0 = 2.76585$	$f_0 = 0.862297$ [Hz]	Intervallo frequenza (0.5÷20) [Hz]
-----------------	-----------------	-----------------------	------------------------------------

COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

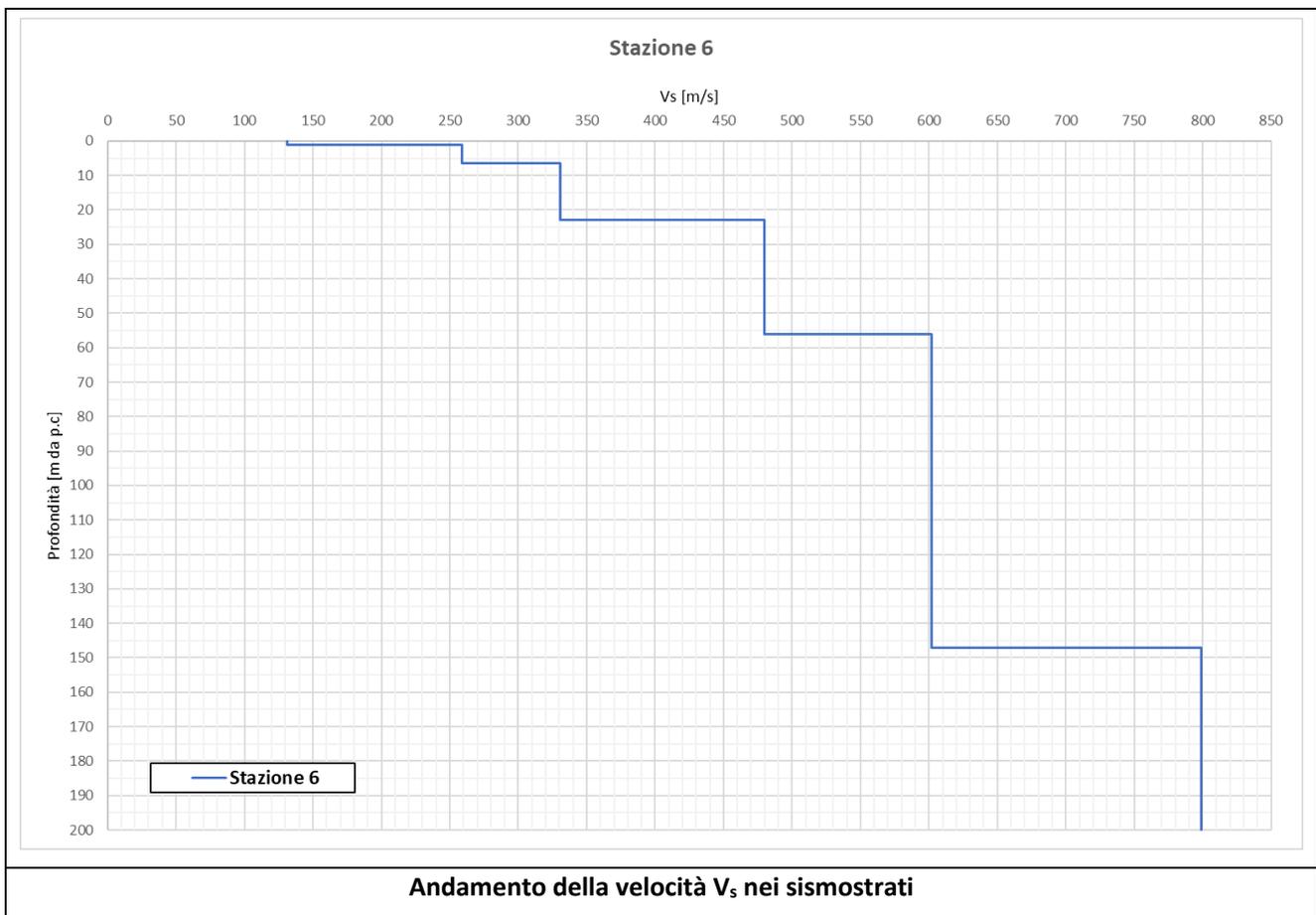


COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V_s [m/s]
1	1.20	0	1.20	131
2	5.30	1.20	6.50	259
3	16.30	6.50	22.80	331
4	33.20	22.80	56.00	480
5	91.00	56.00	147.00	602
6	53.00	147.00	200.00	799
$V_{s,eq} =$	320	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 6				



4.7 Stazione 7



	PUNTO STAZIONE		7			
	DESCRIZIONE SINTETICA DELLA LOCAZIONE					
	Incrocio tra via Kennedy e via Viazzoli					
	Data attività di rilievo:			maggio 2023		
	Latitudine [WGS84]			Longitudine [WGS84]		
	4977279			621184		
	Quota [m s.l.m.]			24		
Strumentazione	sismografo Geobox SR04		Frequenza sensore		4.5 Hz	
Frequenza di campionamento	200 s		Durata campionamento		20 minuti	
Condizioni meteo	Vento		<u>assente</u>	debole	medio	forte
	Pioggia		<u>assente</u>	debole	medio	forte
Tipo di terreno	Terreno agricolo		Suolo	<u>asciutto</u>	umido	bagnato
Densità edificato	Assente		Strutture interferenti		Non rilevate	

COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

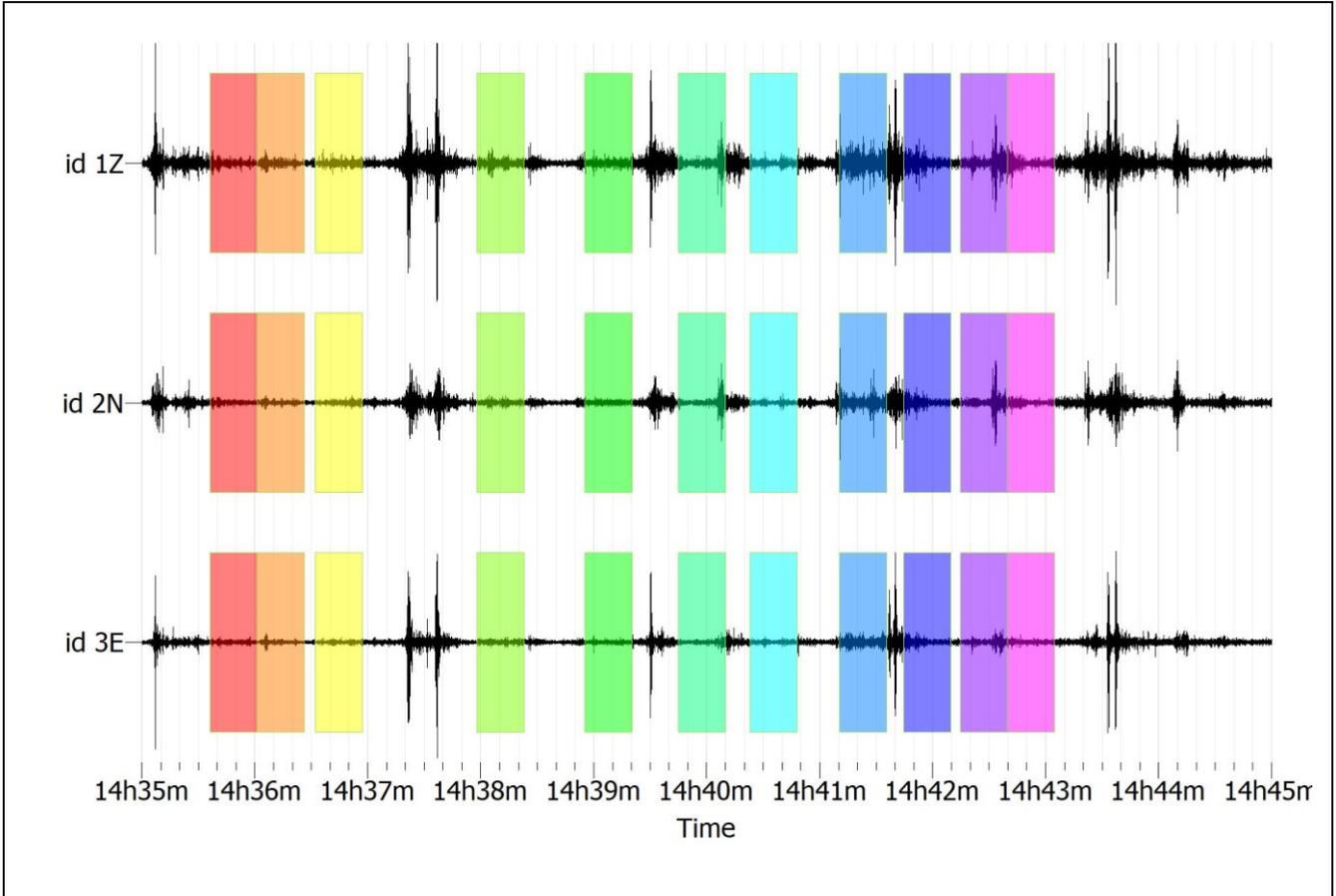
Elaborazione del segnale

Stazione	Frequenza di picco [Hz]	0.862297	A ₀ (rapporto spettrale)	2.76708
7	Lunghezza delle finestre	50	Finestre validate	10
Criteri per una curva affidabile				
$f_0 > 10/l_w$		0.862297	0.2	verificato
$n_c(f_0) > 200$		$n_c = l_w * n_w * f_0$	431.1485	verificato
$\sigma A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$		$0.5 * f_0 =$	$2.0 * f_0 =$	
$\sigma A(f) =$	1.575913807	0.4311485	1.724594	verificato
$\sigma A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$				
Criteri per la valutazione del picco				
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f^-) < A_0/2$		$f_0/4 =$	0.21557425	
$AH/V(f^-) =$	2.41499	$A_0/2 =$	1.38354	non verificato
$\exists f^+ \in [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f^+) < A_0/2$		$f_0 * 4 =$	3.449188	
$AH/V(f^+) =$	1.03695	$A_0/2 =$	1.38354	verificato
$A_0 > 2$		2.7315	2	verificato
$f_{peak}[AH/V(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$		$f_0 + 5\%$	$f_0 - 5\%$	
1.02514	0.686373	0.8202579	0.7421381	non verificato
$\sigma f < \epsilon(f_0)$	$\sigma f =$	1.22211	$\epsilon(f_0) =$	non verificato
epsilon(f ₀) = 0.25f ₀ Hz if f ₀ < 0.2 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.20f ₀ Hz if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.15f ₀ Hz if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			0.1171797	
epsilon(f ₀) = 0.10f ₀ Hz if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.05f ₀ Hz if f ₀ > 2.0 Hz				
$\sigma A(f_0) < \theta(f_0)$	$\sigma A(f_0)$	1.343105246	$\theta(f_0) =$	verificato
theta(f ₀) = 3.0 if f ₀ < 0.2 Hz				
theta(f ₀) = 2.5 if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
theta(f ₀) = 2.0 if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			2	
theta(f ₀) = 1.78 if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
theta(f ₀) = 1.58 Hz if f ₀ > 2.0 Hz				
Osservazioni: la curva rispetta i criteri di affidabilità, mentre il picco non risulta chiaramente definito; Si ritiene tuttavia che abbia significato fisico in quanto in accordo con le successive registrazioni.				

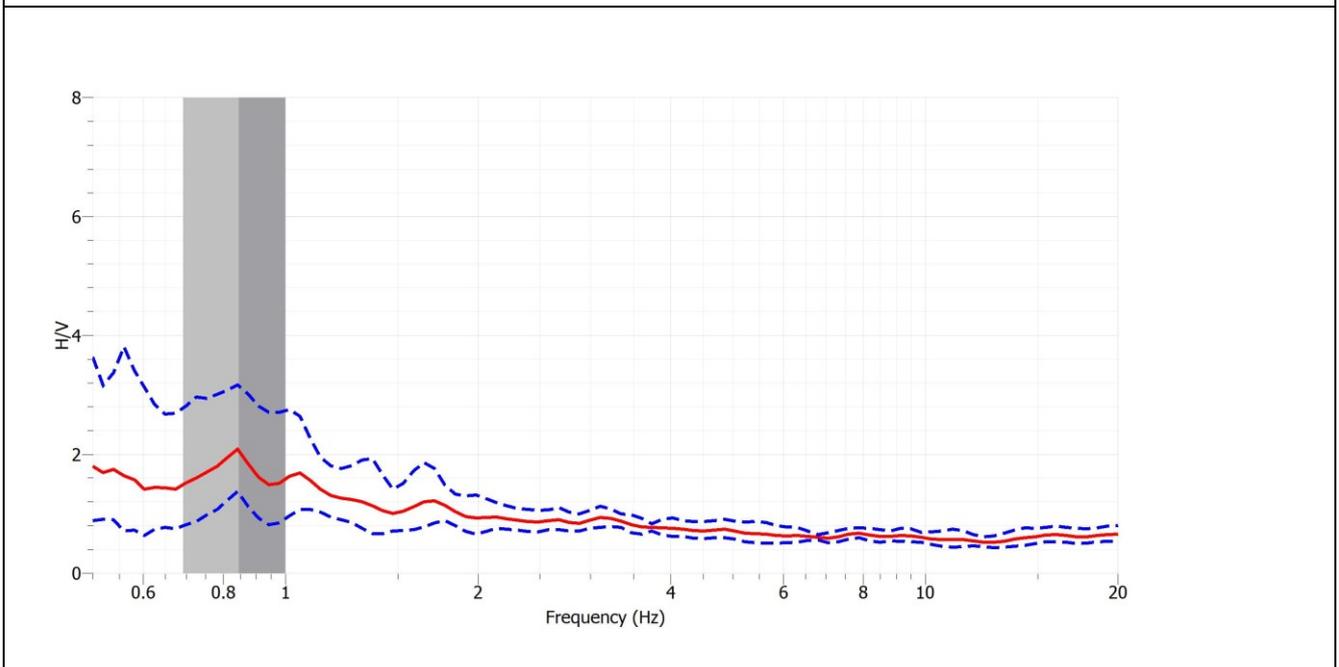
COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE



Rappresentazione delle finestre validate per la determinazione della curva H/V

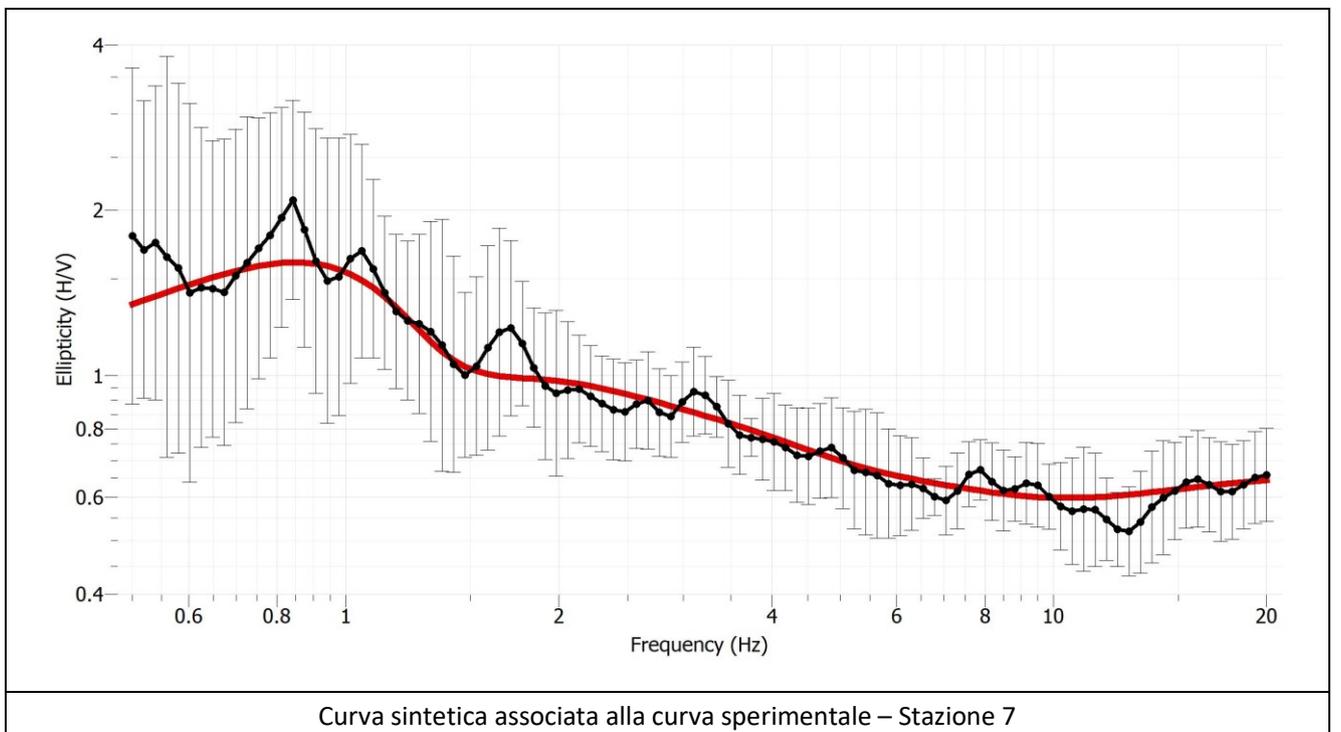
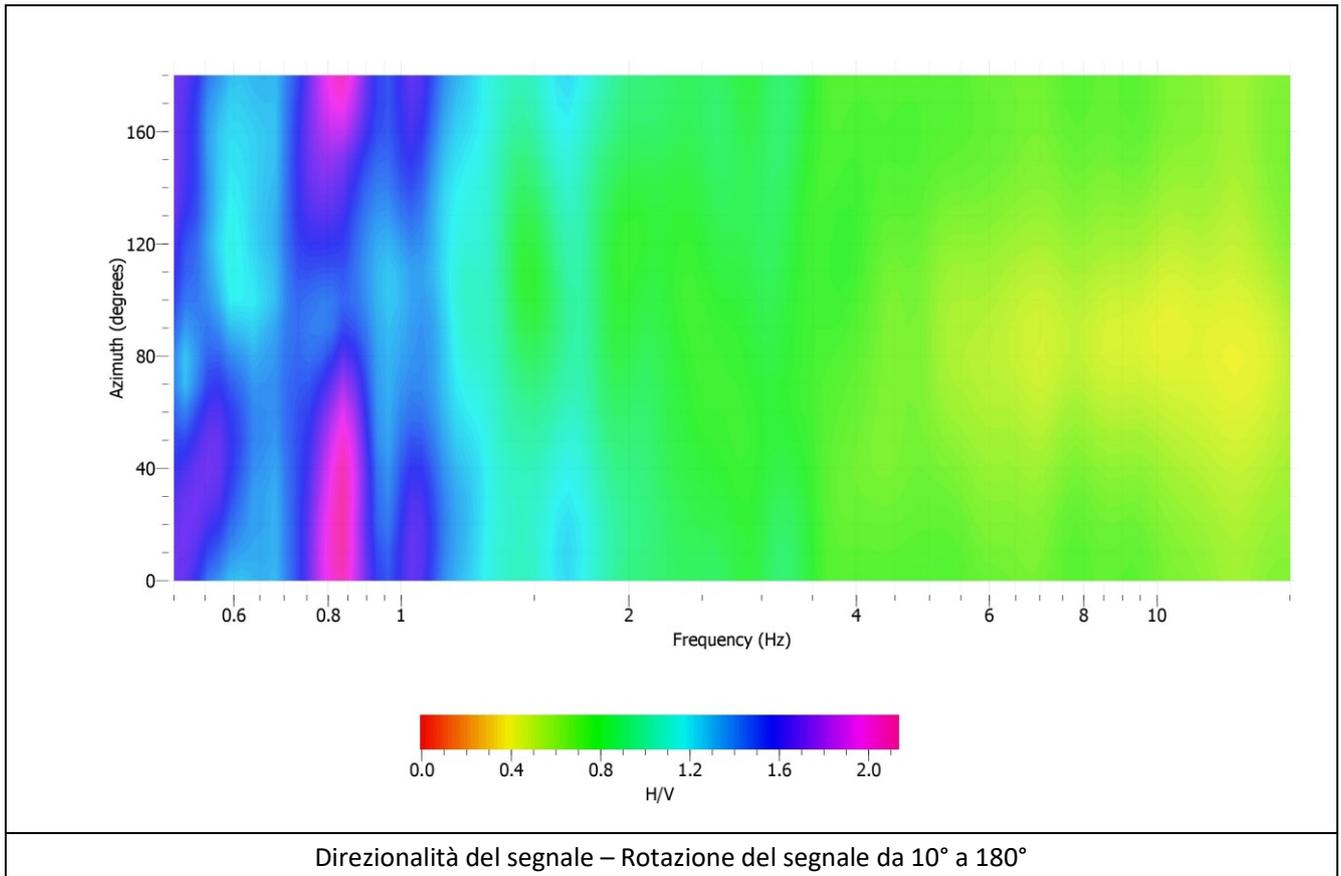


Curva H/V media	$A_0 = 2.76708$	$f_0 = 0.862297$ [Hz]	Intervallo frequenza (0.5÷20) [Hz]
-----------------	-----------------	-----------------------	---------------------------------------

COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

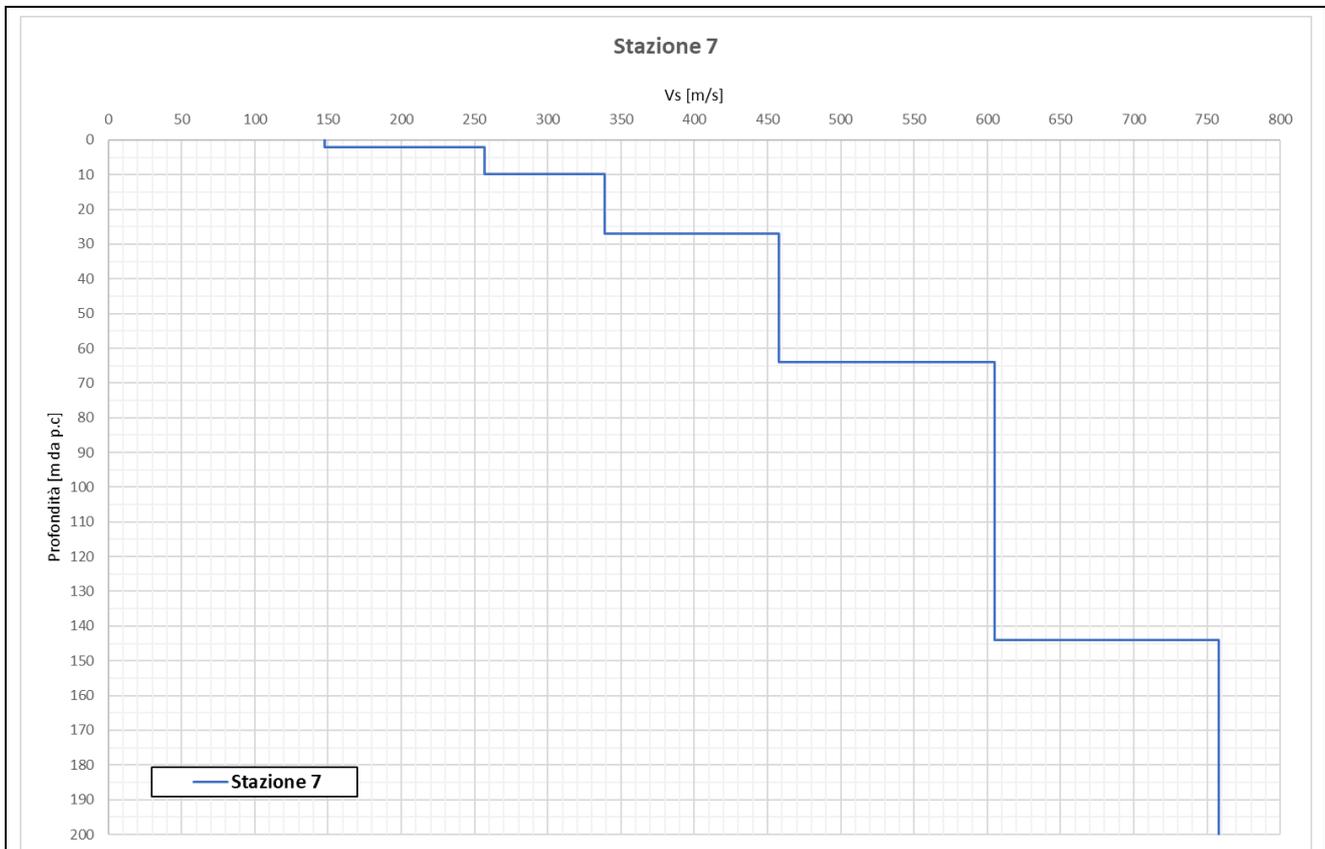


COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V_s [m/s]
1	2.00	0	2.00	148
2	7.90	2.00	9.90	257
3	17.10	9.90	27.00	339
4	37.00	27.00	64.00	458
5	80.00	64.00	144.00	605
6	56.00	144.00	200.00	758
$V_{s,eq} =$	296	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 7				



Andamento della velocità V_s nei sismostrati

4.8 Stazione 8



	PUNTO STAZIONE		8			
	DESCRIZIONE SINTETICA DELLA LOCAZIONE					
	Buzzoletto – via Corbari					
	Data attività di rilievo:			maggio 2023		
	Latitudine [EPGS 32632]			Longitudine [EPGS 32632]		
	4976675			622370		
Quota [m s.l.m.]			24.00			
Strumentazione	sismografo Geobox SR04		Frequenza sensore		4.5 Hz	
Frequenza di campionamento	200 s		Durata campionamento		20 minuti	
Condizioni meteo	Vento		<u>assente</u>	debole	medio	forte
	Pioggia		<u>assente</u>	debole	medio	forte
Tipo di terreno	Verde pubblico		Suolo	<u>asciutto</u>	umido	bagnato
Densità edificato	Assente		Strutture interferenti		Non rilevate	

COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

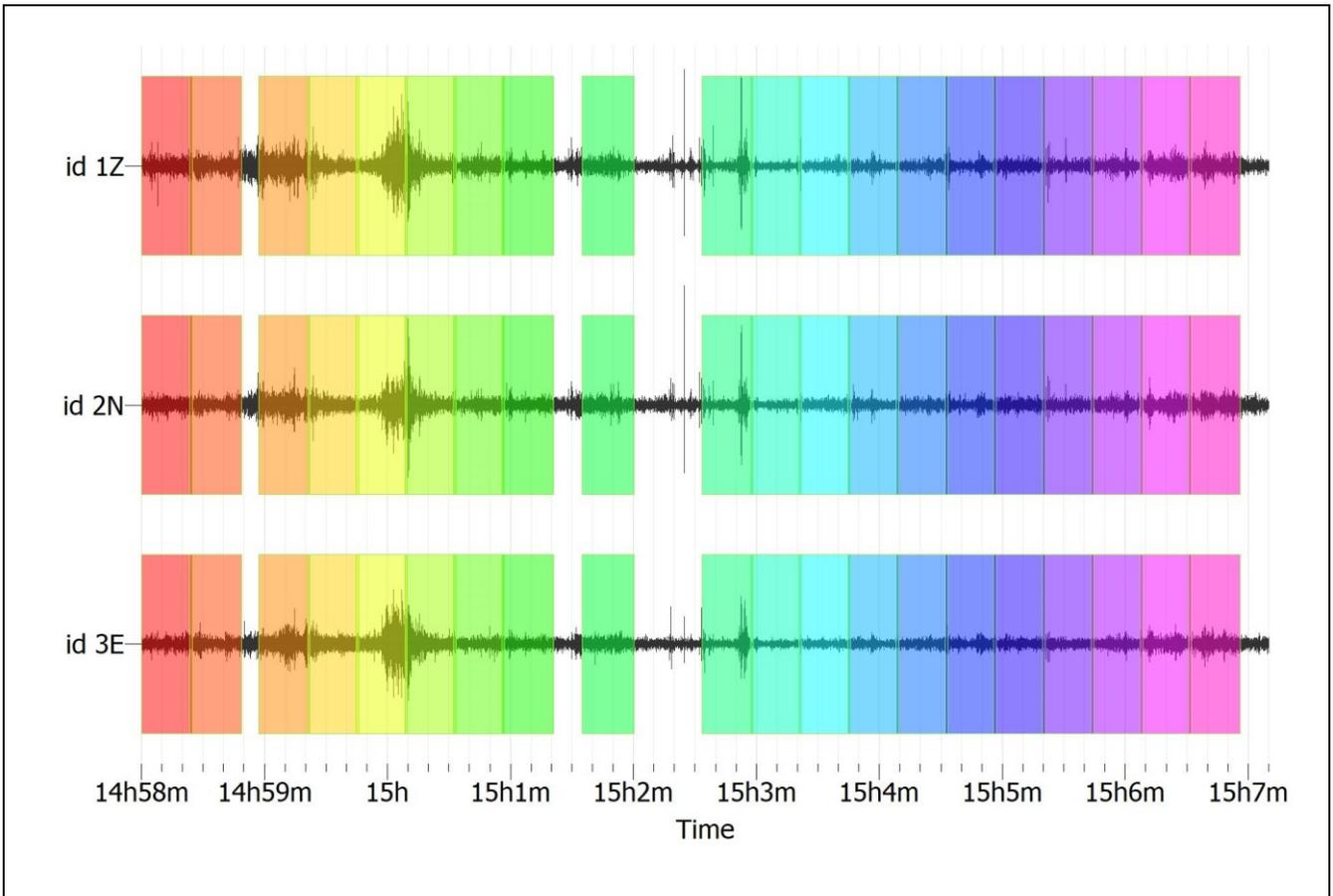
Elaborazione del segnale

Stazione	Frequenza di picco [Hz]	0.625528	A ₀ (rapporto spettrale)	3.06514
8	Lunghezza delle finestre	50	Finestre validate	11
Criteri per una curva affidabile				
$f_0 > 10/l_w$		3.06514	0.2	verificato
$n_c(f_0) > 200$		$n_c = l_w * n_w * f_0$	344.0404	verificato
$\sigma A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5$ Hz		$0.5 * f_0 =$	$2.0 * f_0 =$	
$\sigma A(f) =$	1.110958	0.312764	1.251056	verificato
$\sigma A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5$ Hz				
Criteri per la valutazione del picco				
$\exists f - \in [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f-) < A_0/2$		$f_0/4 =$	0.156382	
$AH/V(f-) =$	2.41499	$A_0/2 =$	1.53257	non verificato
$\exists f + \in [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f+) < A_0/2$		$f_0 * 4 =$	2.502112	
$AH/V(f+) =$	1.03695	$A_0/2 =$	1.53257	verificato
$A_0 > 2$		3.06514	2	verificato
$f_{peak}[AH/V(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$		$f_0 + 5\%$	$f_0 - 5\%$	
7.54773	7.854910	0.6568044	0.5942516	non verificato
$\sigma f < \epsilon(f_0)$	$\sigma f =$	1.22211	$\epsilon(f_0) =$	non verificato
epsilon(f ₀) = 0.25f ₀ Hz if f ₀ < 0.2 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.20f ₀ Hz if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.15f ₀ Hz if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			0.1171797	
epsilon(f ₀) = 0.10f ₀ Hz if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.05f ₀ Hz if f ₀ > 2.0 Hz				
$\sigma A(f_0) < \theta(f_0)$	$\sigma A(f_0)$	1.343105246	$\theta(f_0) =$	verificato
theta(f ₀) = 3.0 if f ₀ < 0.2 Hz				
theta(f ₀) = 2.5 if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
theta(f ₀) = 2.0 if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			2	
theta(f ₀) = 1.78 if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
theta(f ₀) = 1.58 Hz if f ₀ > 2.0 Hz				
Osservazioni: la curva rispetta i criteri di affidabilità, mentre il picco non risulta chiaramente definito; Si ritiene tuttavia che abbia significato fisico in quanto in accordo con le successive registrazioni.				

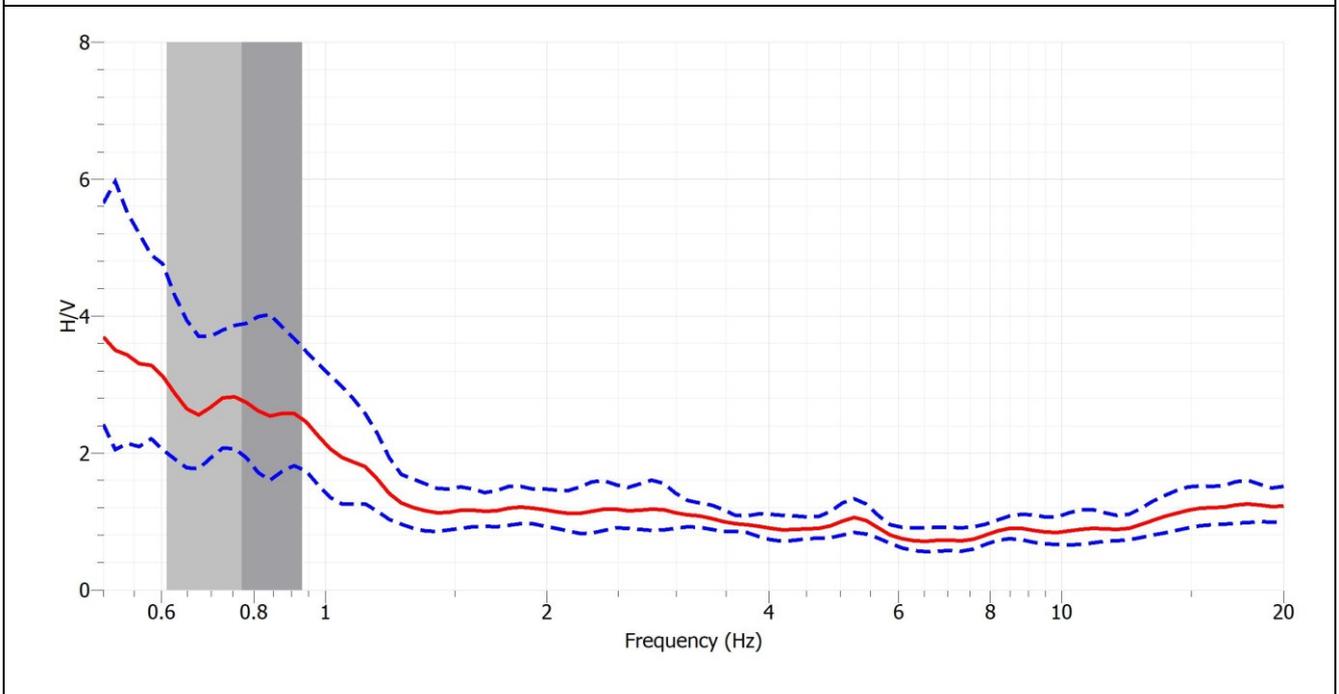
COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE



Rappresentazione delle finestre validate per la determinazione della curva H/V

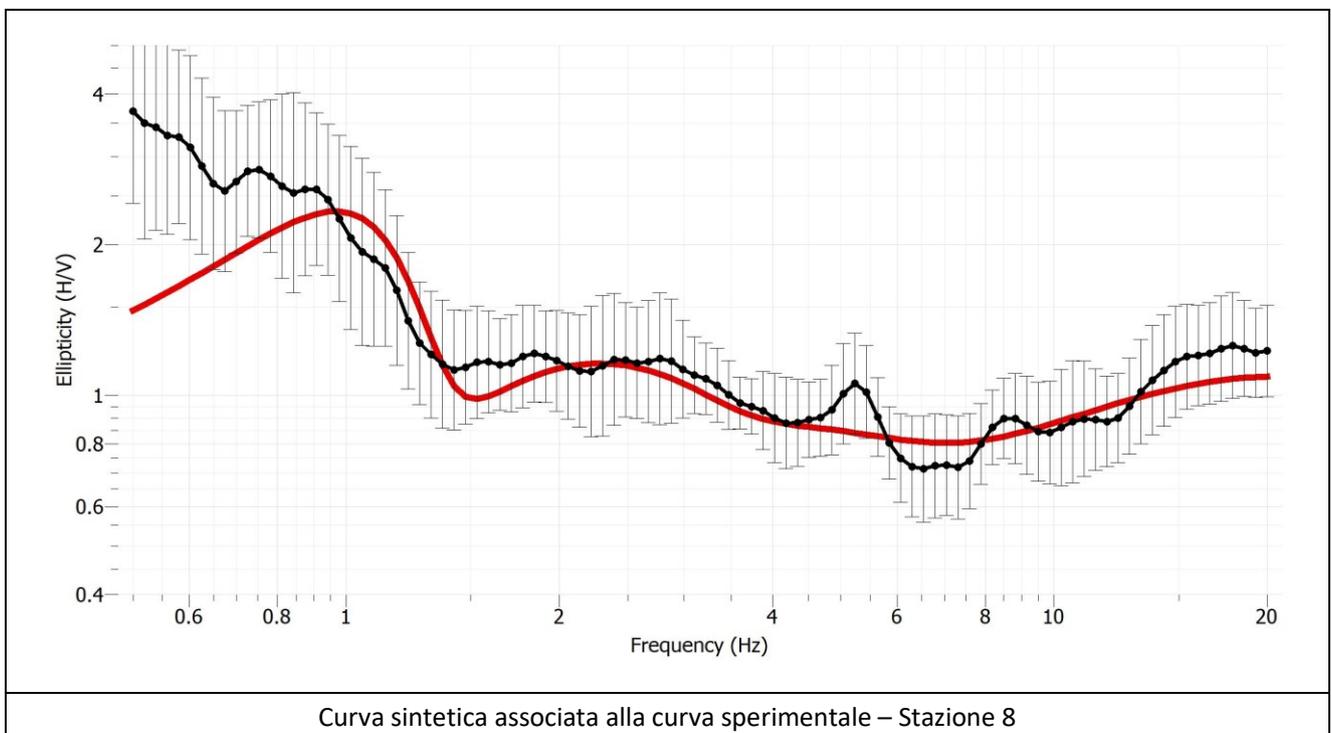
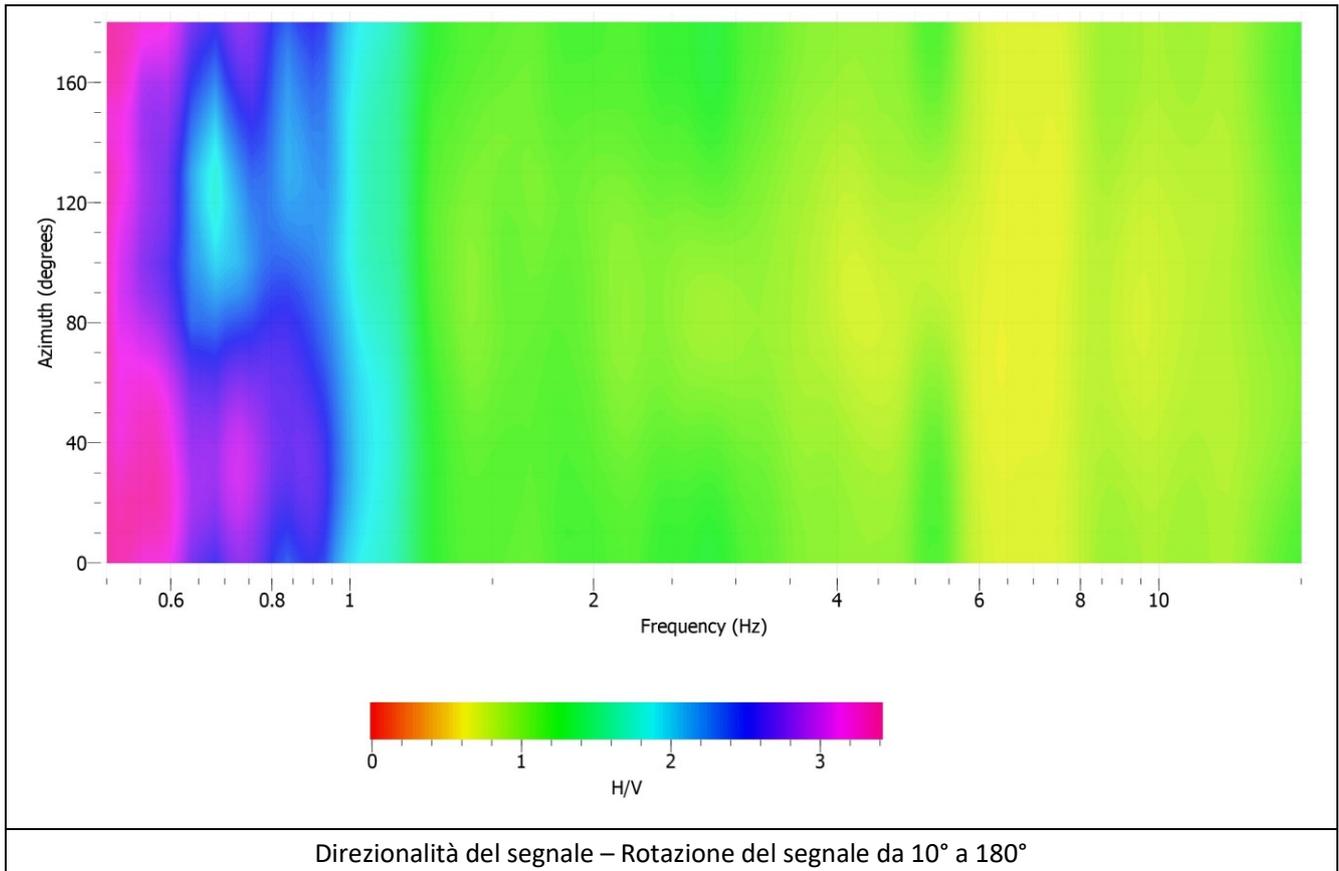


Curva H/V media	$A_0 = 3.06514$	$f_0 = 0.625528$ [Hz]	Intervallo frequenza (0.5÷20) [Hz]
-----------------	-----------------	-----------------------	------------------------------------

COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

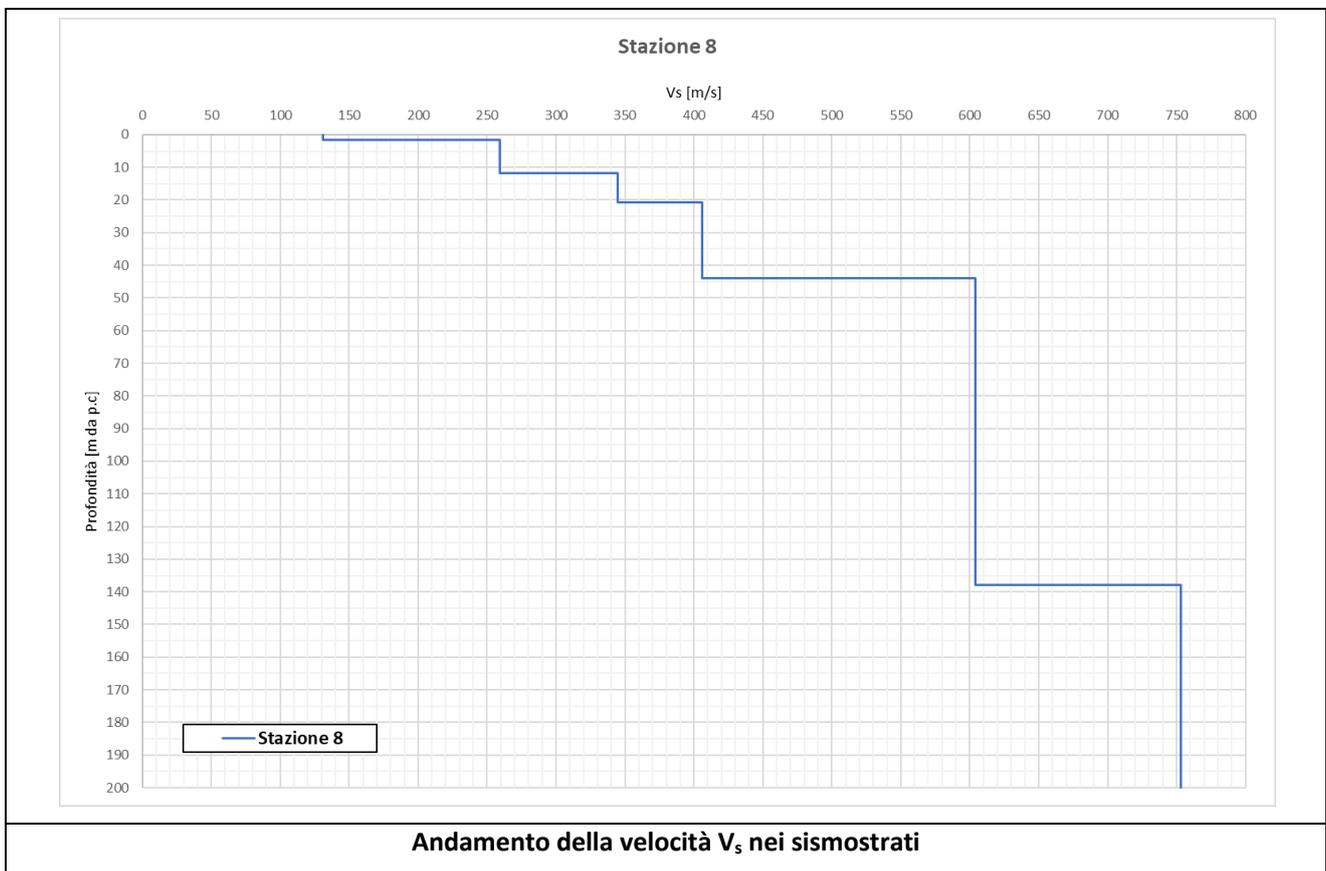


COMUNE DI VIADANA (MN)

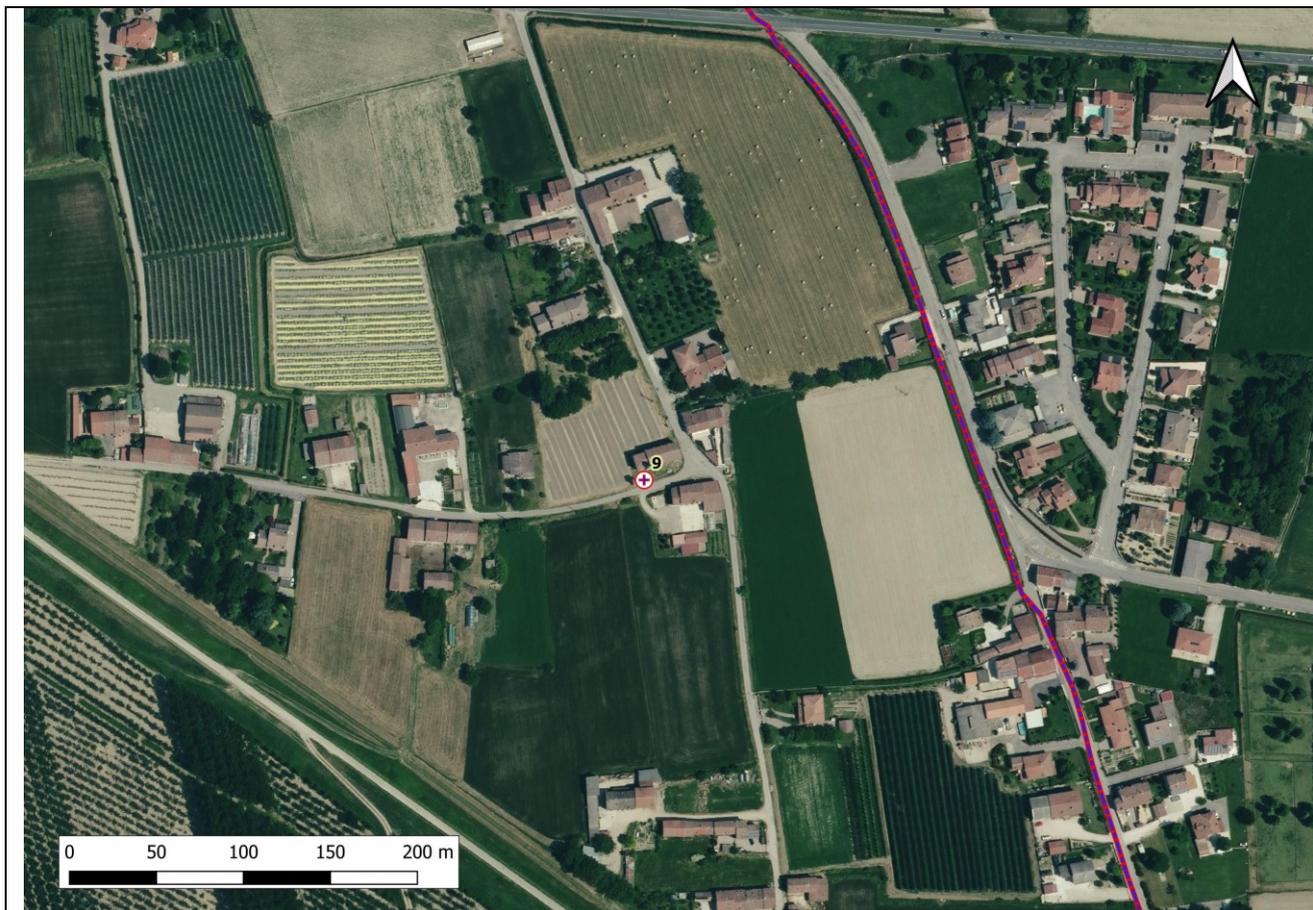
ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V _s [m/s]
1	1.50	0	1.50	131
2	10.20	1.50	11.70	259
3	9.00	11.70	20.70	345
4	23.30	20.70	44.00	406
5	94.00	44.00	138.00	604
6	62.00	138.00	200.00	753
V _{s,eq} =	301	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 8				



4.9 Stazione 9



	PUNTO STAZIONE		9			
	DESCRIZIONE SINTETICA DELLA LOCAZIONE					
	Banzuolo – via San Giovanni Battista					
	Data attività di rilievo:			maggio 2023		
	Latitudine [EPGS 32632]			Longitudine [EPGS 32632]		
	4976376			624568		
Quota [m s.l.m.]			26.00			
Strumentazione	sismografo Geobox SR04		Frequenza sensore		4.5 Hz	
Frequenza di campionamento	200 s		Durata campionamento		20 minuti	
Condizioni meteo	Vento		<u>assente</u>	debole	medio	forte
	Pioggia		<u>assente</u>	debole	medio	forte
Tipo di terreno	Terreno agricolo		Suolo	<u>asciutto</u>	umido	bagnato
Densità edificato	rado		Strutture interferenti		Non rilevate	

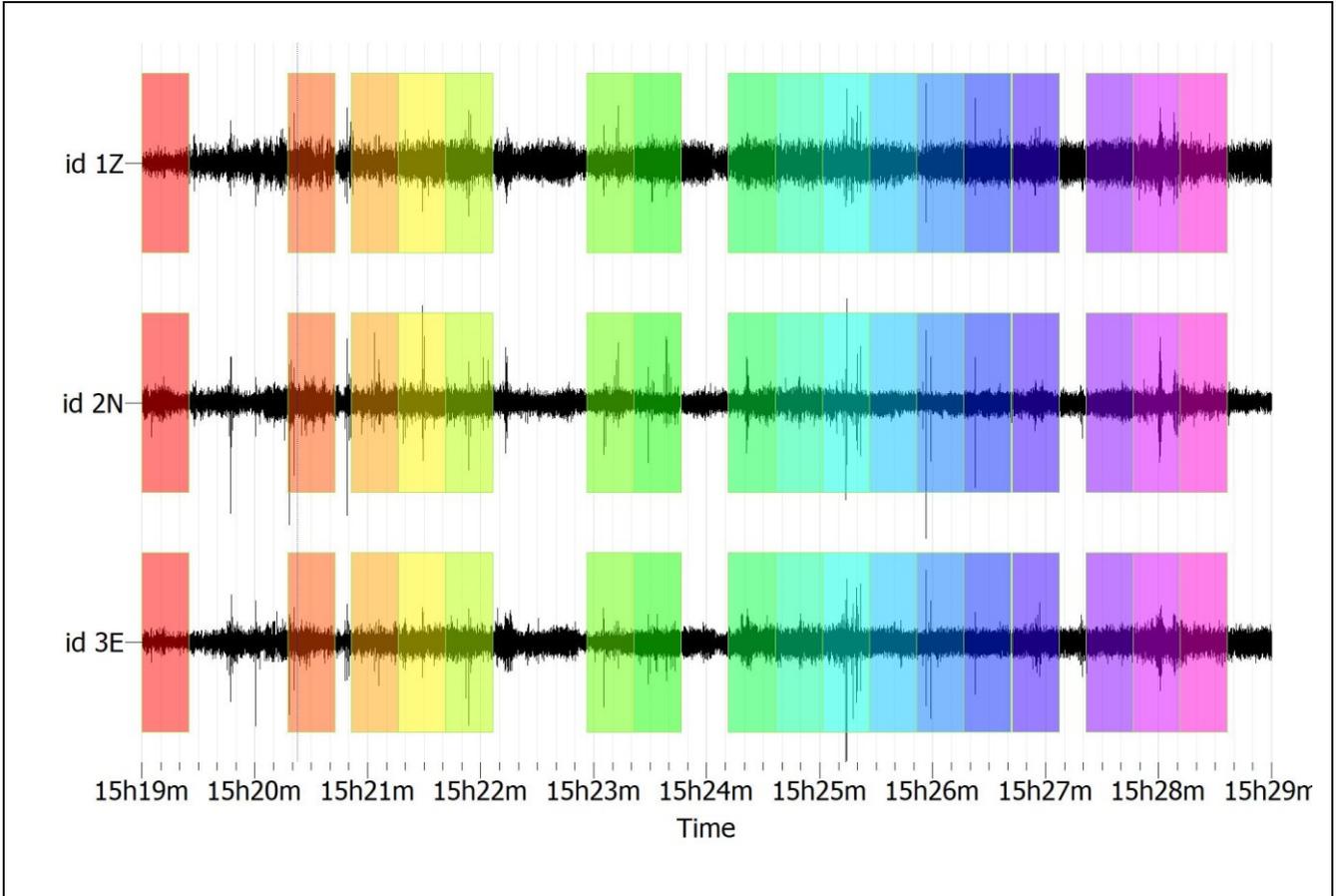
Elaborazione del segnale

Stazione	Frequenza di picco [Hz]	0.928599	A ₀ (rapporto spettrale)	2.51245
9	Lunghezza delle finestre	50	Finestre validate	11
Criteria per una curva affidabile				
$f_0 > 10/l_w$		0.928599	0.2	verificato
$n_c(f_0) > 200$		$n_c = l_w * n_w * f_0$	510.7294	verificato
$\sigma A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5$ Hz		$0.5 * f_0 =$	$2.0 * f_0 =$	
$\sigma A(f) =$	1.35773871	0.4642995	1.857198	verificato
$\sigma A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5$ Hz				
Criteria per la valutazione del picco				
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f^-) < A_0/2$		$f_0/4 =$	0.23214975	
$AH/V(f^-) =$	2.41499	$A_0/2 =$	1.256225	non verificato
$\exists f^+ \in [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f^+) < A_0/2$		$f_0 * 4 =$	3.714396	
$AH/V(f^+) =$	1.03695	$A_0/2 =$	1.256225	verificato
$A_0 > 2$		2.51245	2	verificato
$f_{peak}[AH/V(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$		$f_0 + 5\%$	$f_0 - 5\%$	
1.02514	0.686373	0.97502895	0.88216905	non verificato
$\sigma f < \epsilon(f_0)$	$\sigma f =$	1.22211	$\epsilon(f_0) =$	non verificato
epsilon(f ₀) = 0.25f ₀ Hz if f ₀ < 0.2 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.20f ₀ Hz if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.15f ₀ Hz if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			0.1171797	
epsilon(f ₀) = 0.10f ₀ Hz if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.05f ₀ Hz if f ₀ > 2.0 Hz				
$\sigma A(f_0) < \theta(f_0)$	$\sigma A(f_0)$	1.343105246	$\theta(f_0) =$	verificato
theta(f ₀) = 3.0 if f ₀ < 0.2 Hz				
theta(f ₀) = 2.5 if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
theta(f ₀) = 2.0 if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			2	
theta(f ₀) = 1.78 if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
theta(f ₀) = 1.58 Hz if f ₀ > 2.0 Hz				
Osservazioni: la curva rispetta i criteri di affidabilità, mentre il picco non risulta chiaramente definito; Si ritiene tuttavia che abbia significato fisico in quanto in accordo con le successive registrazioni.				

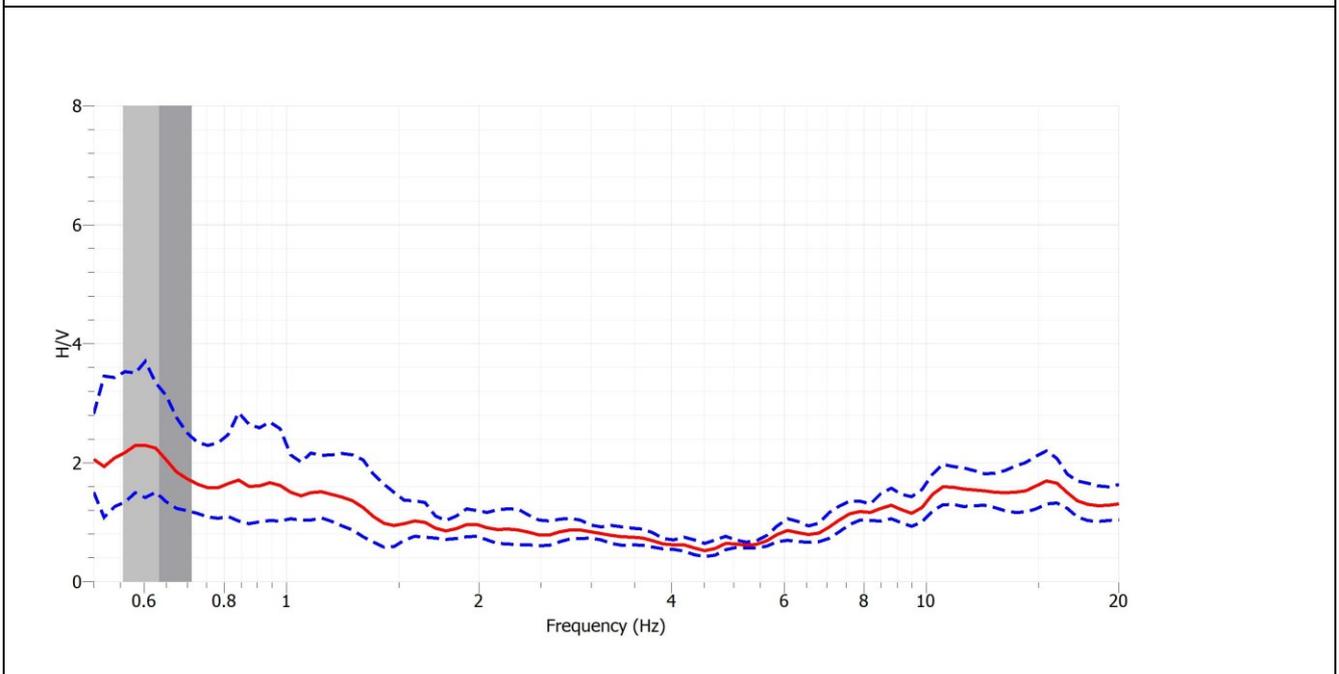
COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE



Rappresentazione delle finestre validate per la determinazione della curva H/V



Curva H/V media

$A_0 = 2.51245$

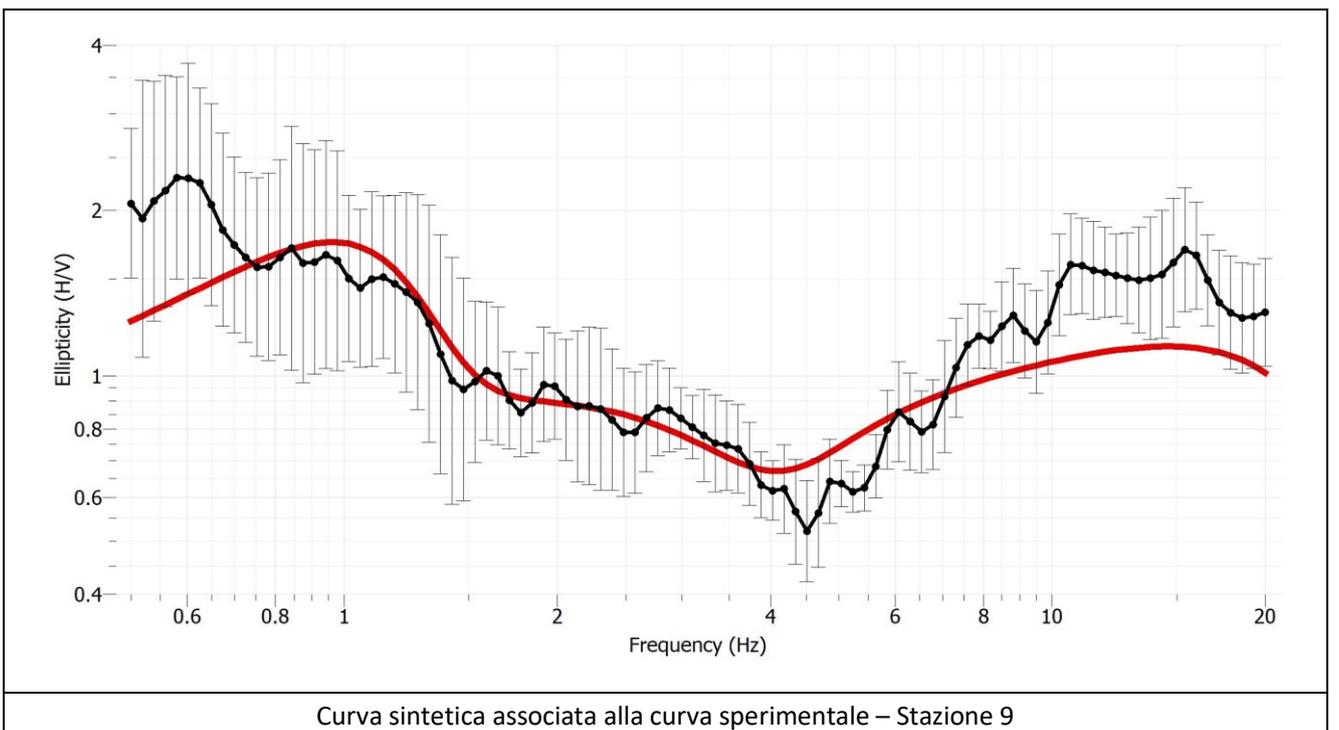
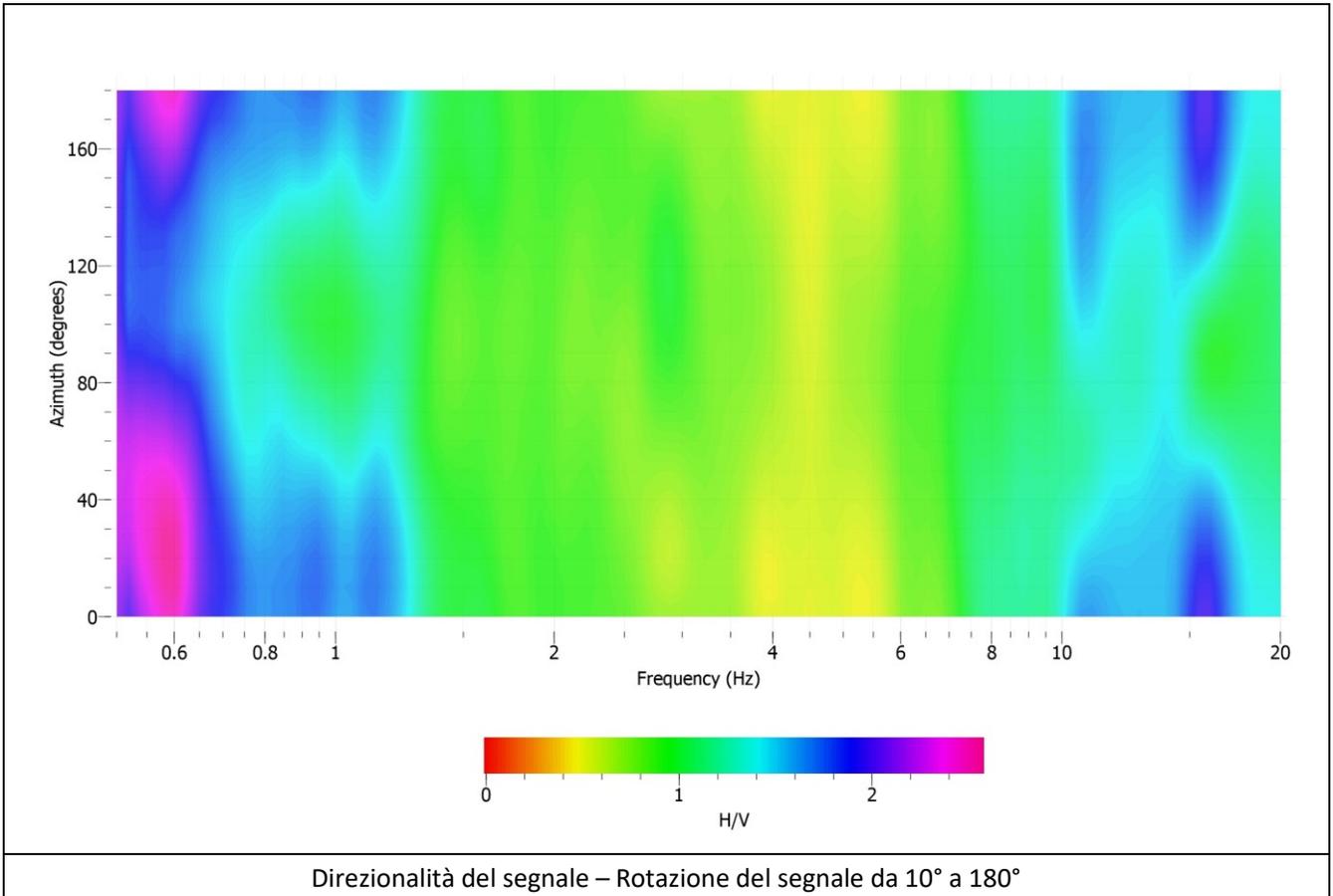
$f_0 = 0.928599$ [Hz]

Intervallo frequenza
(0.5÷20) [Hz]

COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

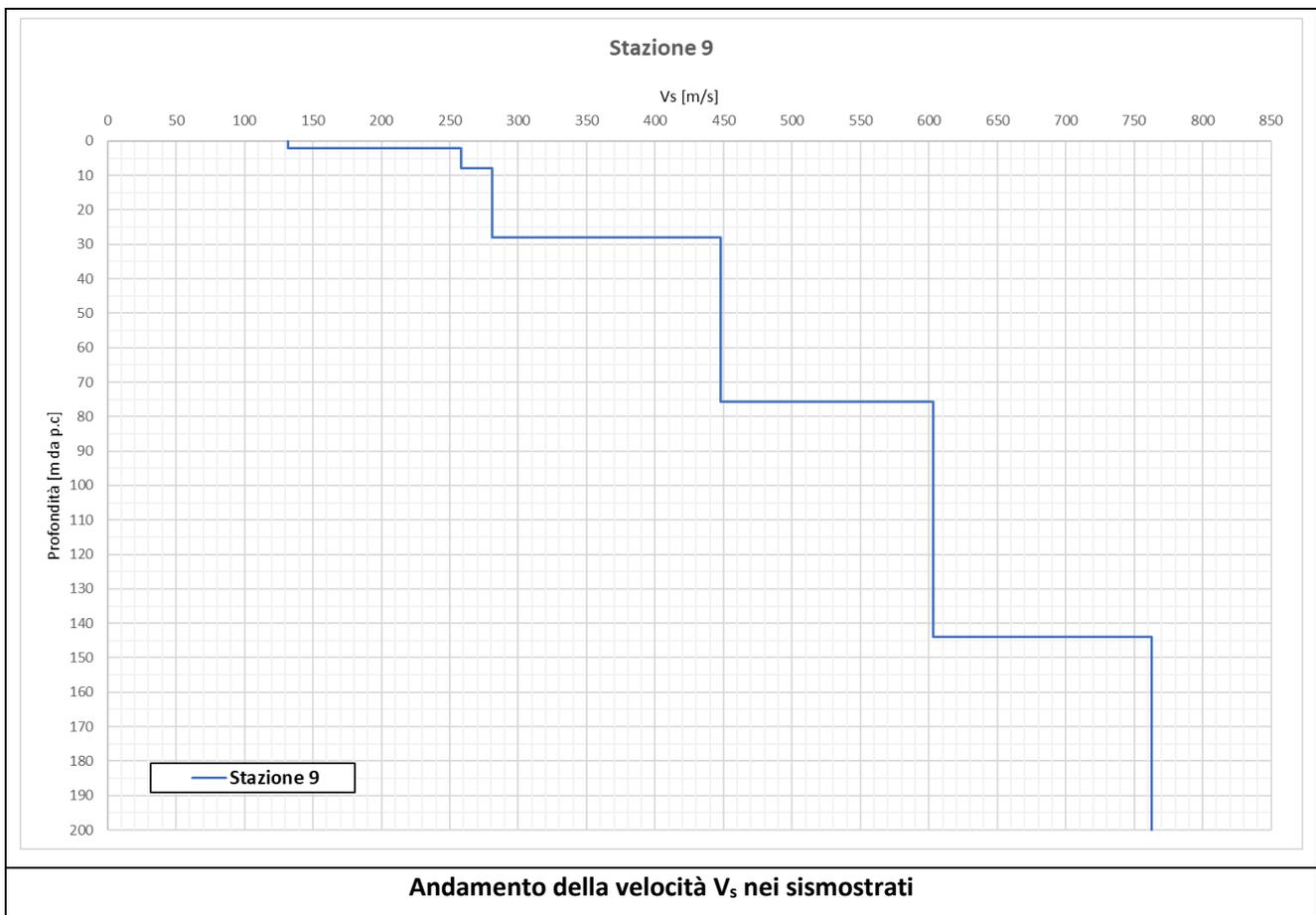


COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V_s [m/s]
1	2.00	0	2.00	132
2	5.90	2.00	7.90	258
3	20.00	7.90	27.90	281
4	47.80	27.90	75.70	448
5	68.30	75.70	144.00	603
6	56.00	144.00	200.00	763
$V_{s,eq} =$	263	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 9				



4.10 Stazione 10



	PUNTO STAZIONE		10			
	DESCRIZIONE SINTETICA DELLA LOCAZIONE					
	Gerbolina – via Scipiona					
	Data attività di rilievo:			maggio 2023		
	Latitudine [EPGS 32632]			Longitudine [EPGS 32632]		
	4978152			622261		
	Quota [m s.l.m.]			24.00		
Strumentazione	sismografo Geobox SR04		Frequenza sensore		4.5 Hz	
Frequenza di campionamento	200 s		Durata campionamento		20 minuti	
Condizioni meteo	Vento		<u>assente</u>	debole	medio	forte
	Pioggia		<u>Assente</u>	debole	medio	forte
Tipo di terreno	Terreno agricolo		Suolo	<u>asciutto</u>	umido	bagnato
Densità edificato	zona industriale		Strutture interferenti		Non rilevate	

COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

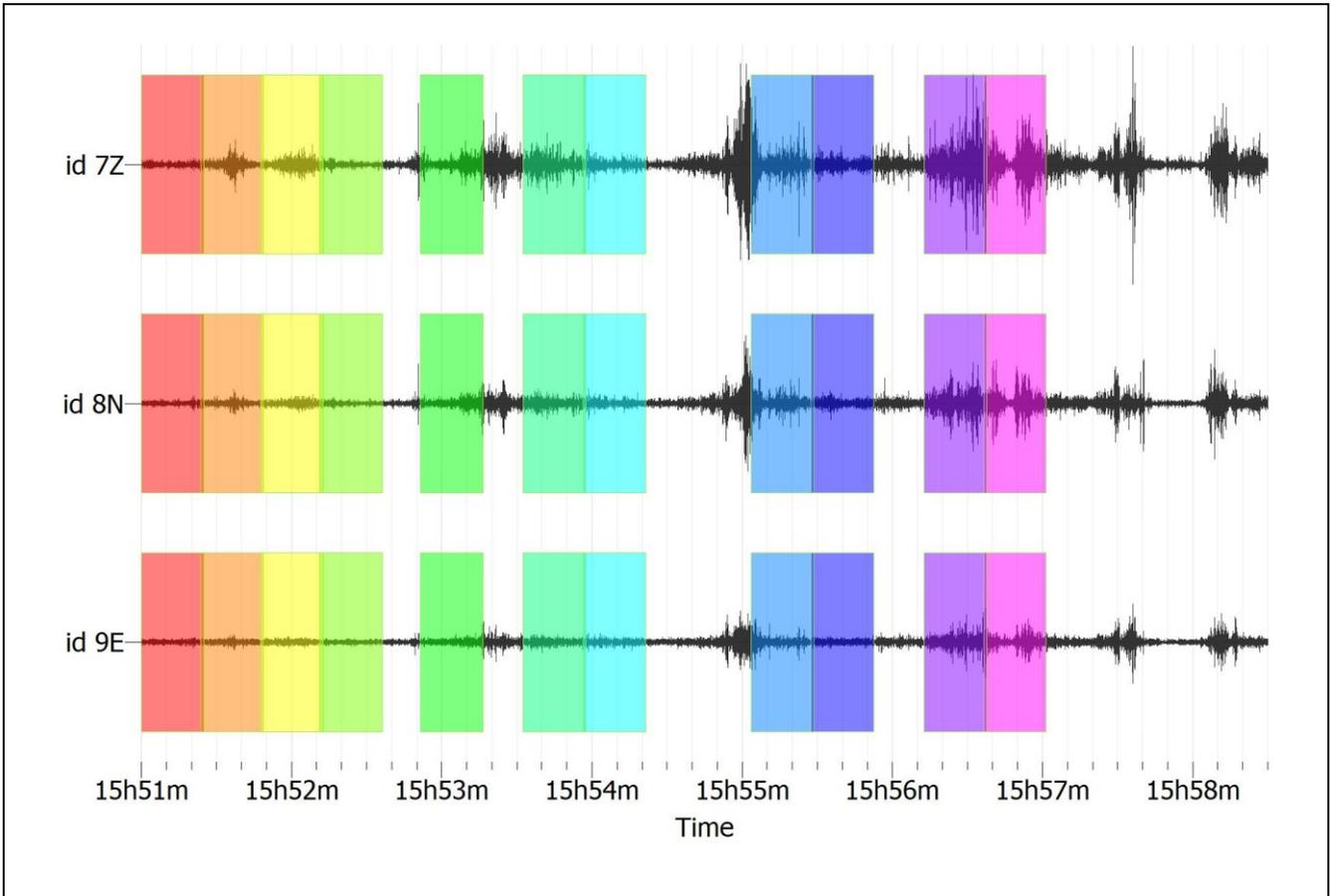
Elaborazione del segnale

Stazione	Frequenza di picco [Hz]	0.72542	A ₀ (rapporto spettrale)	3.18393
10	Lunghezza delle finestre	50	Finestre validate	10
Criteria per una curva affidabile				
$f_0 > 10/l_w$		0.72542	0.2	verificato
$n_c(f_0) > 200$		$n_c = l_w * n_w * f_0$	362.71	verificato
$\sigma A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$		$0.5 * f_0 =$	$2.0 * f_0 =$	
$\sigma A(f) =$	1.35773871	0.36271	1.45084	verificato
$\sigma A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$				
Criteria per la valutazione del picco				
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f^-) < A_0/2$		$f_0/4 =$	0.181355	
$AH/V(f^-) =$	2.41499	$A_0/2 =$	1.591965	non verificato
$\exists f^+ \in [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f^+) < A_0/2$		$f_0 * 4 =$	2.90168	
$AH/V(f^+) =$	1.03695	$A_0/2 =$	1.591965	verificato
$A_0 > 2$		3.18393	2	verificato
$f_{peak}[AH/V(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$		$f_0 + 5\%$	$f_0 - 5\%$	
1.02514	0.686373	0.761691	0.689149	non verificato
$\sigma f < \epsilon(f_0)$	$\sigma f =$	1.22211	$\epsilon(f_0) =$	non verificato
epsilon(f ₀) = 0.25f ₀ Hz if f ₀ < 0.2 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.20f ₀ Hz if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.15f ₀ Hz if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			0.1171797	
epsilon(f ₀) = 0.10f ₀ Hz if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.05f ₀ Hz if f ₀ > 2.0 Hz				
$\sigma A(f_0) < \theta(f_0)$	$\sigma A(f_0)$	1.343105246	$\theta(f_0) =$	verificato
theta(f ₀) = 3.0 if f ₀ < 0.2 Hz				
theta(f ₀) = 2.5 if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
theta(f ₀) = 2.0 if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			2	
theta(f ₀) = 1.78 if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
theta(f ₀) = 1.58 Hz if f ₀ > 2.0 Hz				
Osservazioni: la curva rispetta i criteri di affidabilità, mentre il picco non risulta chiaramente definito; Si ritiene tuttavia che abbia significato fisico in quanto in accordo con le successive registrazioni.				

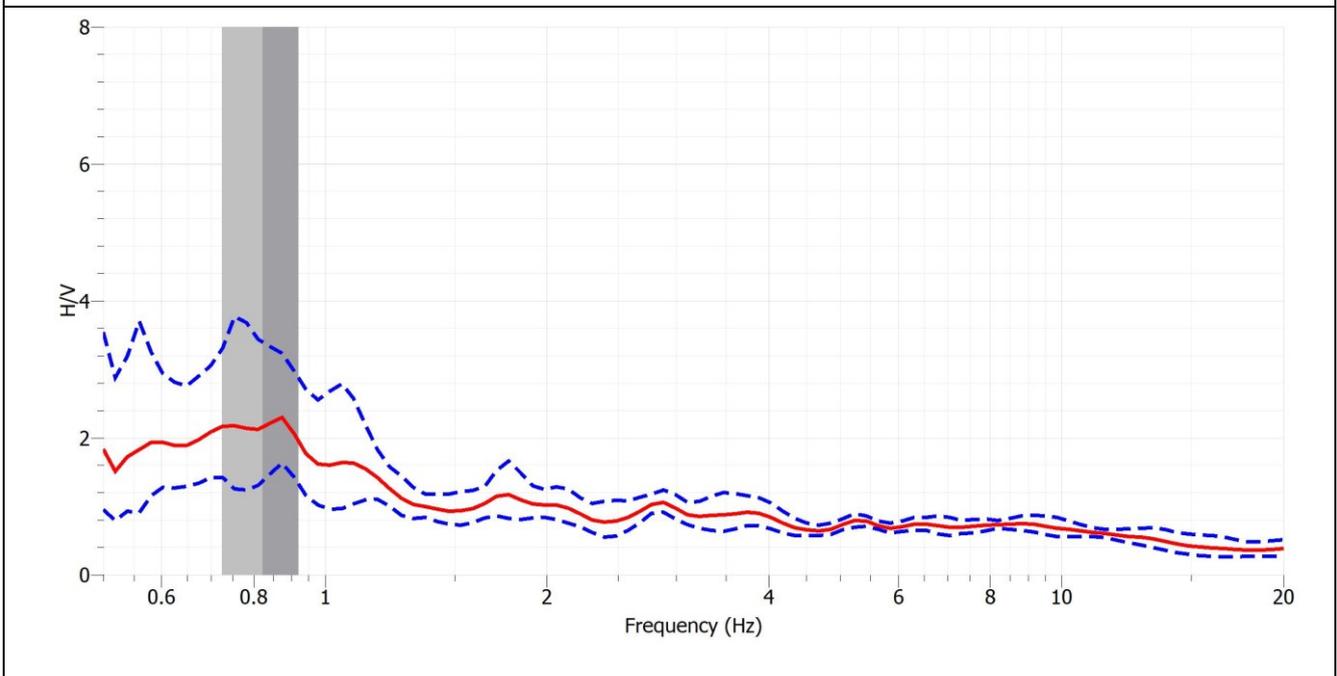
COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE



Rappresentazione delle finestre validate per la determinazione della curva H/V

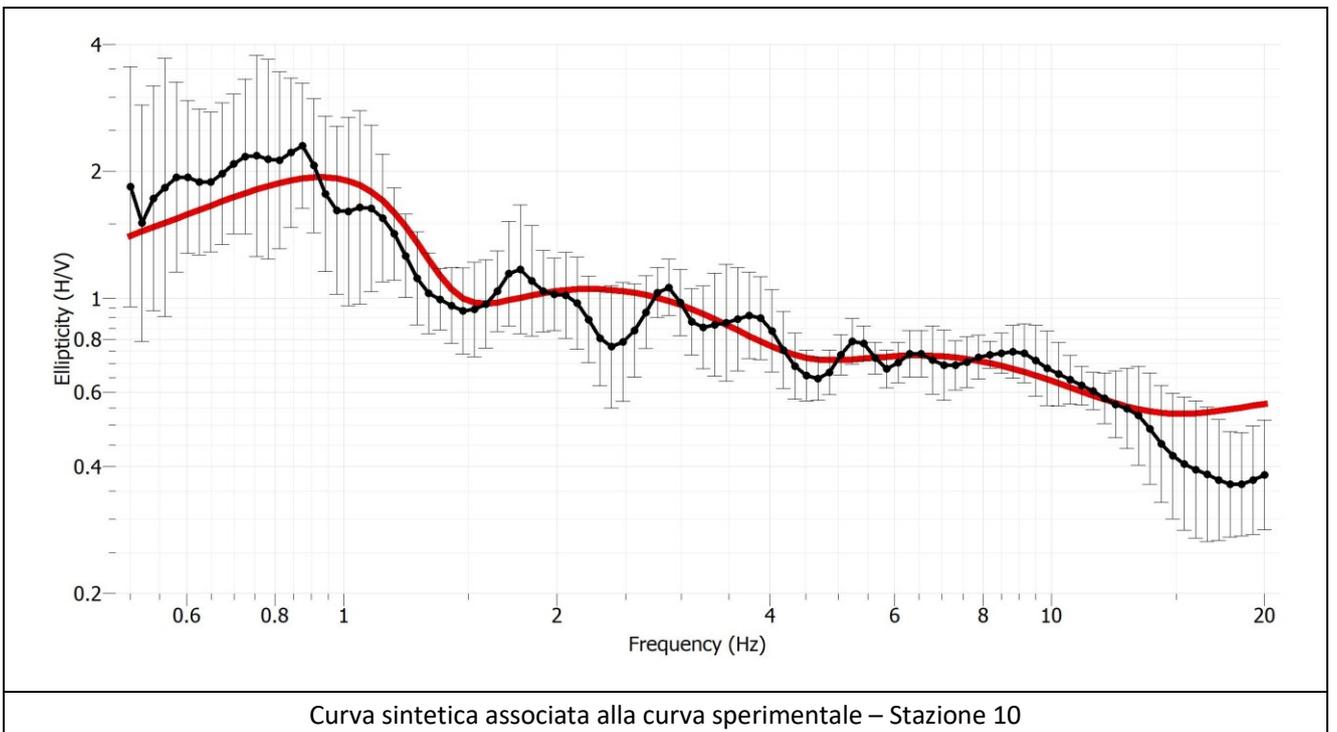
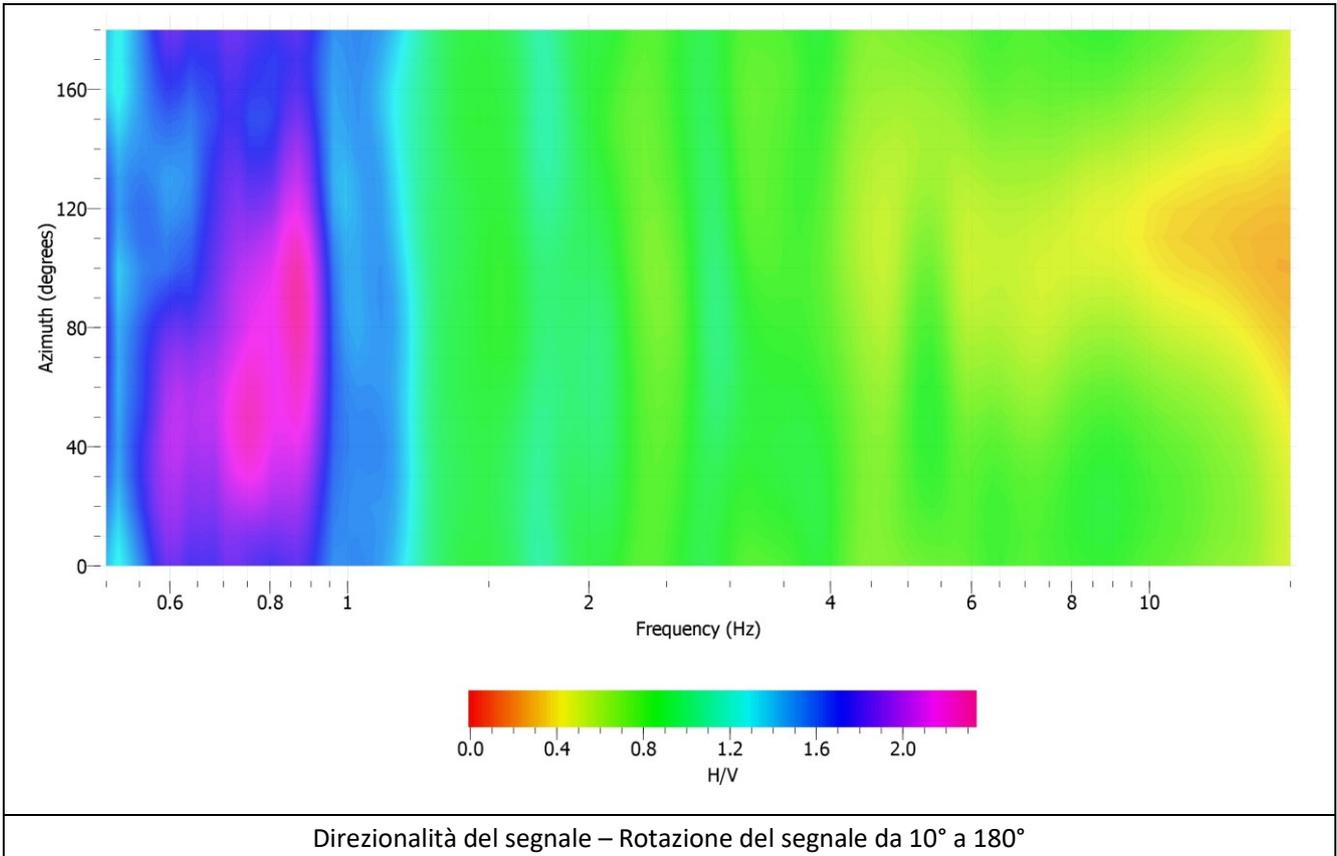


Curva H/V media	$A_0 = 3.18393$	$f_0 = 0.72542$ [Hz]	Intervallo frequenza (0.5÷20) [Hz]
-----------------	-----------------	----------------------	------------------------------------

COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

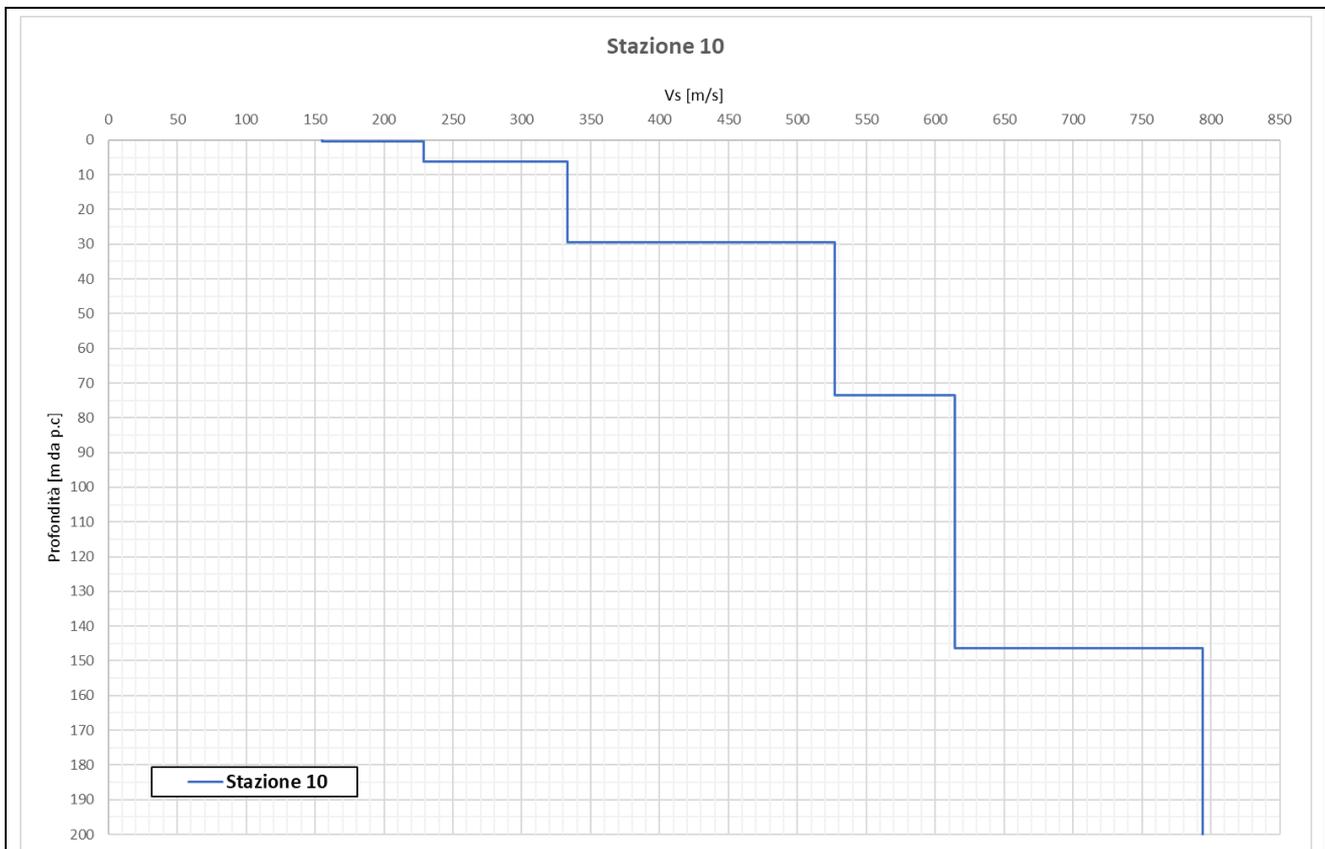


COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V_s [m/s]
1	0.30	0	0.30	155
2	6.00	0.30	6.30	229
3	23.20	6.30	29.50	333
4	43.90	29.50	73.40	527
5	72.90	73.40	146.30	614
6	53.70	146.30	200.00	794
$V_{s,eq} =$	304	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 10				



Andamento della velocità V_s nei sismostrati

4.11 Stazione 11



	PUNTO STAZIONE		11			
	DESCRIZIONE SINTETICA DELLA LOCAZIONE					
	Casaletto – via Antonio Rosmini Serbati					
	Data attività di rilievo:		29/03/2023			
	Latitudine [EPGS 32632]		Longitudine [EPGS 32632]			
	4980922		623426			
	Quota [m s.l.m.]		25.00			
Strumentazione	sismografo Geobox SR04	Frequenza sensore		4.5 Hz		
Frequenza di campionamento	200 s	Durata campionamento		20 minuti		
Condizioni meteo	Vento	<u>assente</u>	debole	medio	forte	
	Pioggia	<u>assente</u>	debole	medio	forte	
Tipo di terreno	Piazzale	Suolo	<u>asciutto</u>	umido	bagnato	
Densità edificato	Rada	Strutture interferenti		Non rilevate		

COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

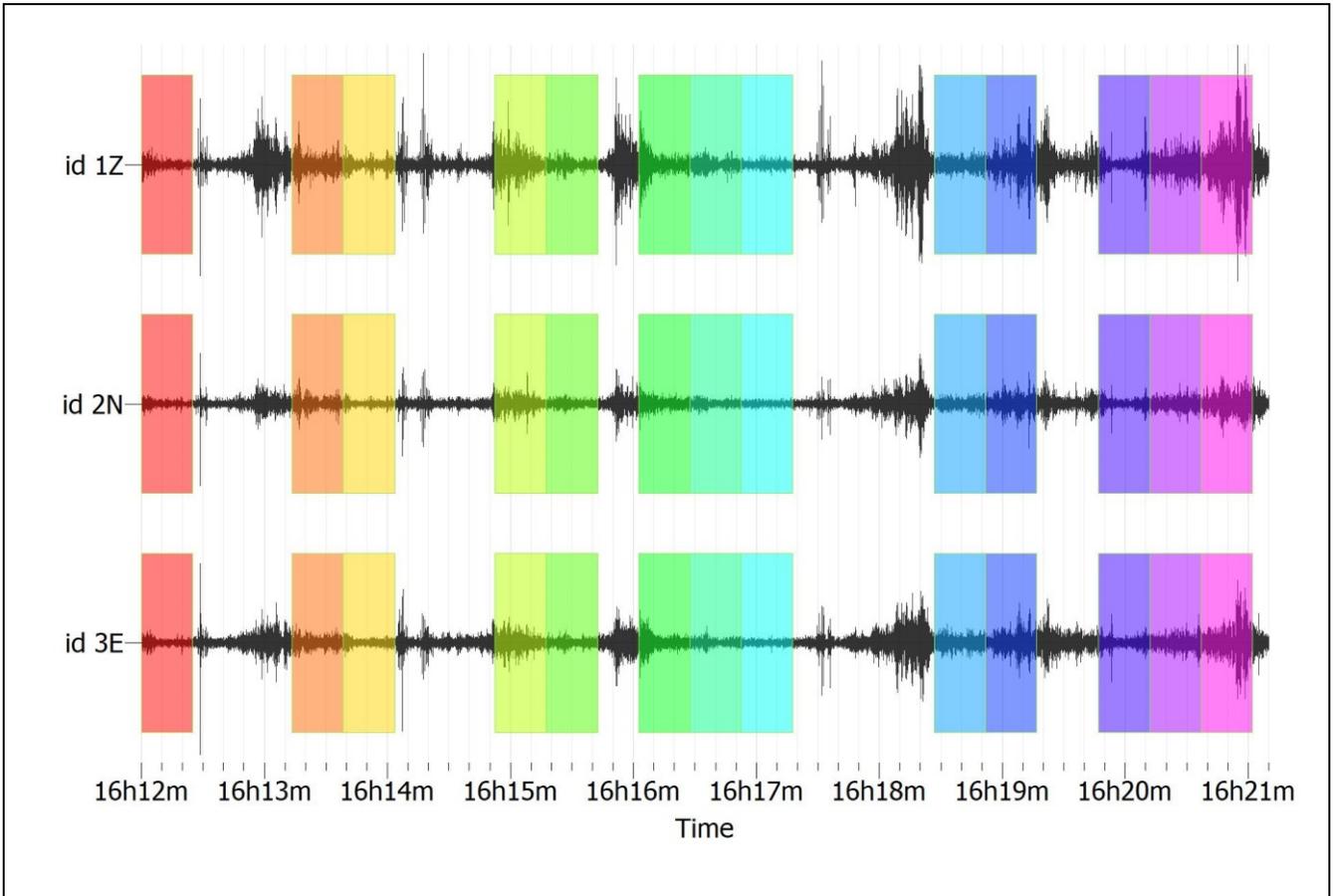
Elaborazione del segnale

Stazione	Frequenza di picco [Hz]	0.657195	A ₀ (rapporto spettrale)	3.45886
11	Lunghezza delle finestre	25	Finestre validate	40
Criteria per una curva affidabile				
$f_0 > 10/l_w$		0.657195	0.2	verificato
$n_c(f_0) > 200$		$n_c = l_w * n_w * f_0$	657.195	verificato
$\sigma A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$		$0.5 * f_0 =$	$2.0 * f_0 =$	
$\sigma A(f) =$	1.22773871	0.3285975	1.31439	verificato
$\sigma A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$				
Criteria per la valutazione del picco				
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f^-) < A_0/2$		$f_0/4 =$	0.1952995	
$AH/V(f^-) =$	2.41499	$A_0/2 =$	1.36575	non verificato
$\exists f^+ \in [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f^+) < A_0/2$		$f_0 * 4 =$	3.124792	
$AH/V(f^+) =$	1.03695	$A_0/2 =$	1.36575	verificato
$A_0 > 2$		3.45886	2	verificato
$f_{peak}[AH/V(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$		$f_0 + 5\%$	$f_0 - 5\%$	
1.02514	0.686373	0.69005475	0.62433525	non verificato
$\sigma f < \epsilon(f_0)$	$\sigma f =$	1.22211	$\epsilon(f_0) =$	non verificato
epsilon(f ₀) = 0.25f ₀ Hz if f ₀ < 0.2 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.20f ₀ Hz if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.15f ₀ Hz if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			0.1171797	
epsilon(f ₀) = 0.10f ₀ Hz if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.05f ₀ Hz if f ₀ > 2.0 Hz				
$\sigma A(f_0) < \theta(f_0)$	$\sigma A(f_0)$	1.343105246	$\theta(f_0) =$	verificato
theta(f ₀) = 3.0 if f ₀ < 0.2 Hz				
theta(f ₀) = 2.5 if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
theta(f ₀) = 2.0 if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			2	
theta(f ₀) = 1.78 if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
theta(f ₀) = 1.58 Hz if f ₀ > 2.0 Hz				
Osservazioni: la curva rispetta i criteri di affidabilità, mentre il picco non risulta chiaramente definito; Si ritiene tuttavia che abbia significato fisico in quanto in accordo con le successive registrazioni.				

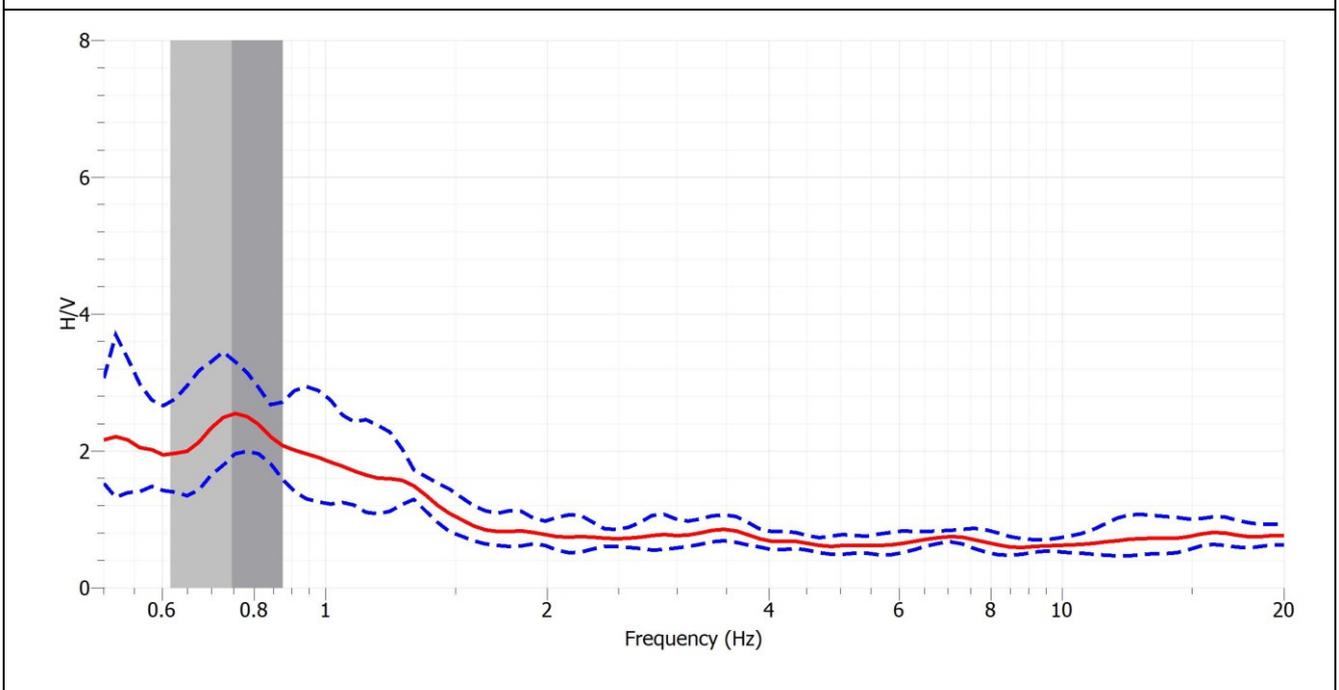
COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE



Rappresentazione delle finestre validate per la determinazione della curva H/V

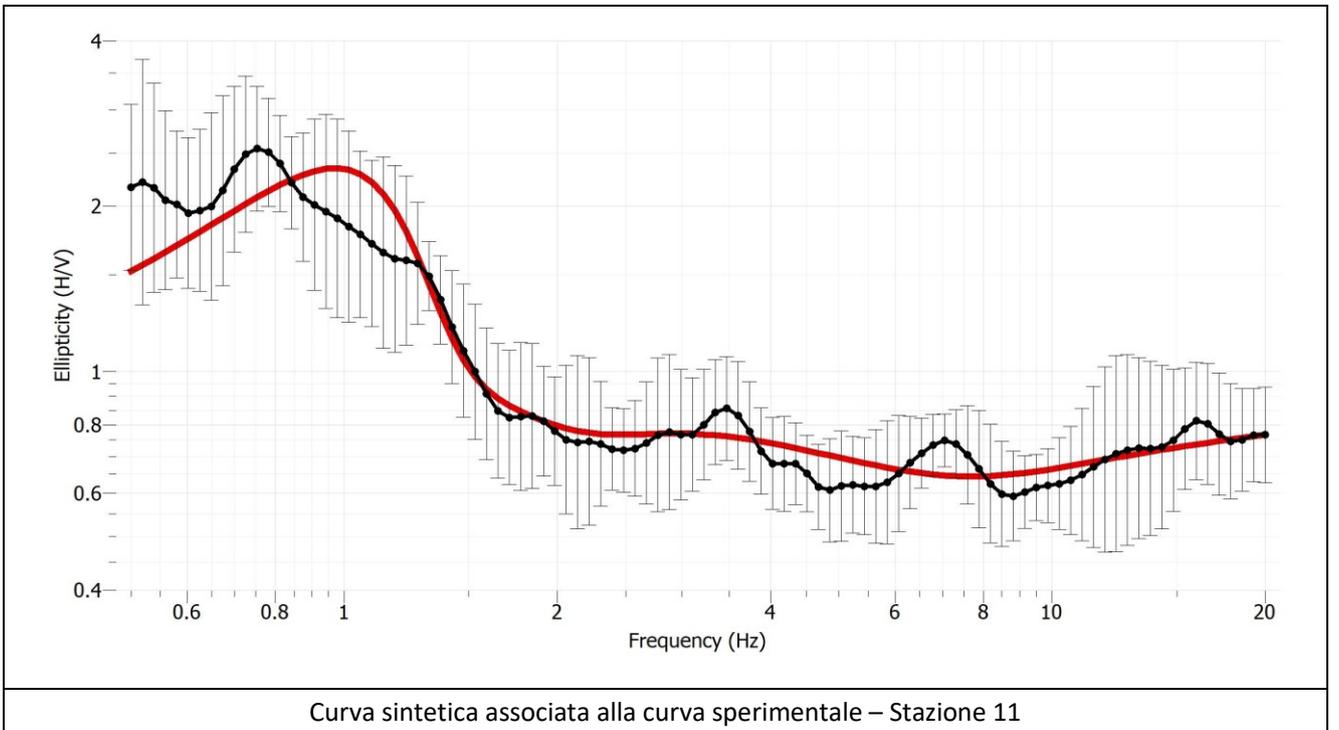
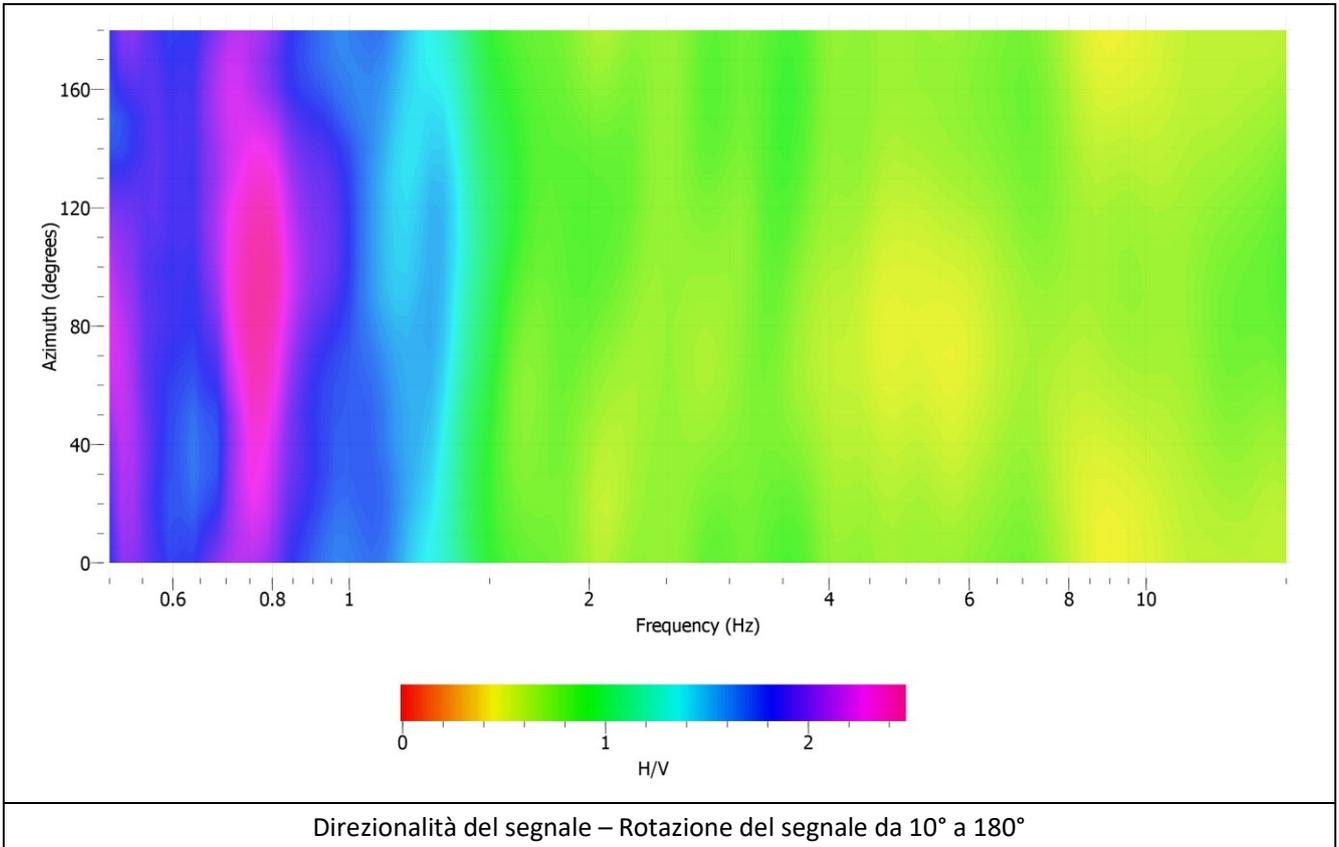


Curva H/V media	$A_0 = 3.45886$	$f_0 = 0.657195$ [Hz]	Intervallo frequenza (0.5÷20) [Hz]
-----------------	-----------------	-----------------------	------------------------------------

COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

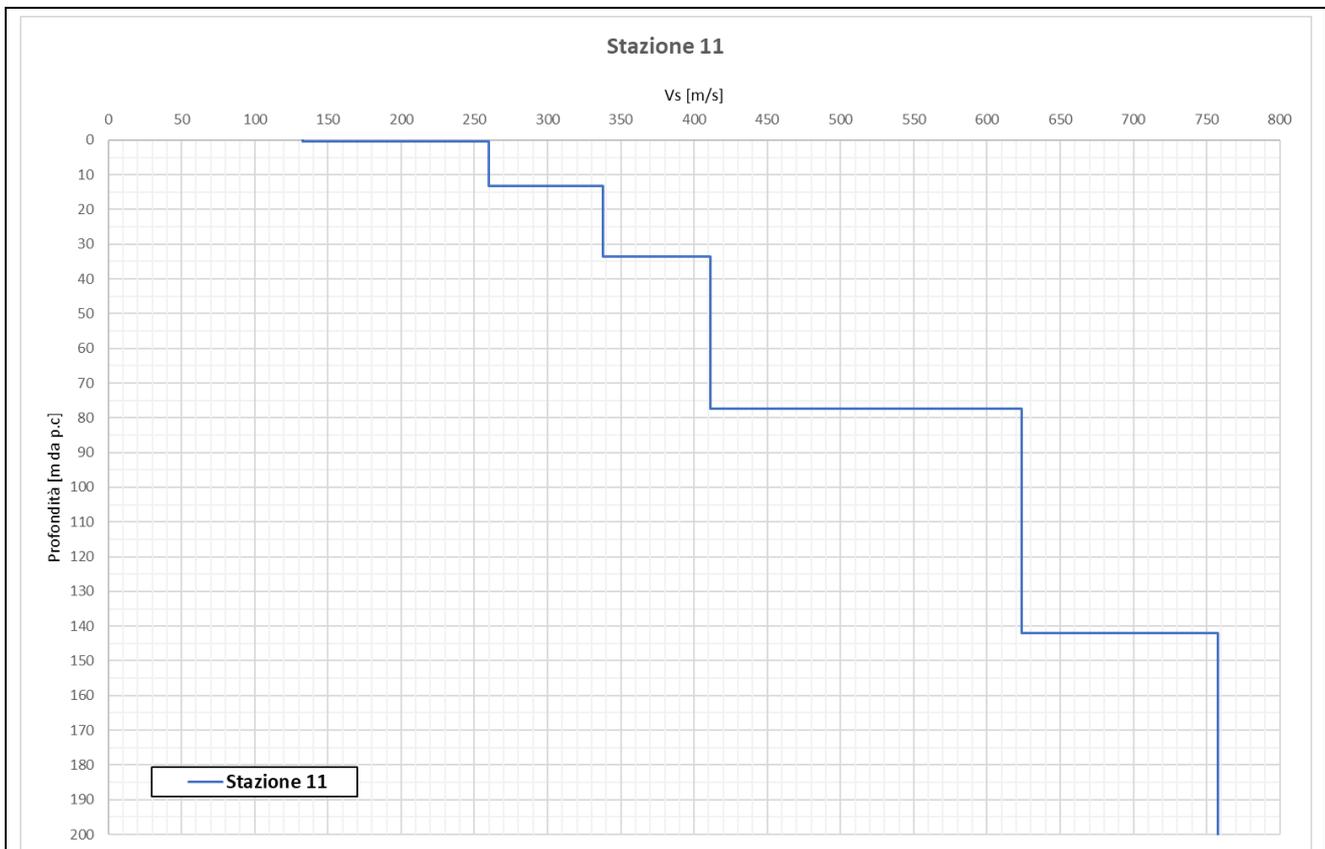


COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V_s [m/s]
1	0.50	0	0.50	133
2	12.70	0.50	13.20	260
3	20.30	13.20	33.50	338
4	44.00	33.50	77.50	411
5	64.50	77.50	142.00	624
6	58.00	142.00	200.00	758
$V_{s,eq} =$	293	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 11				



Andamento della velocità V_s nei sismostrati e raffronto con scheda "Litologia sabbiosa"

4.12 Stazione 12



		PUNTO STAZIONE	12			
		DESCRIZIONE SINTETICA DELLA LOCAZIONE				
		Bellaguardia – Incrocio tra via Silvio Pellico e via Viazza				
		Data attività di rilievo:	maggio 2023			
		Latitudine [EPGS 32632]	Longitudine [EPGS 32632]			
		4983923	625144			
		Quota [m s.l.m.]	19.00			
Strumentazione	sismografo Geobox SR04	Frequenza sensore	4.5 Hz			
Frequenza di campionamento	200 s	Durata campionamento	20 minuti			
Condizioni meteo	Vento	<u>assente</u>	debole	medio	forte	
	Pioggia	<u>assente</u>	debole	medio	forte	
Tipo di terreno	Piazzale	Suolo	<u>asciutto</u>	umido	bagnato	
Densità edificato	Rado	Strutture interferenti	Non rilevate			

COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

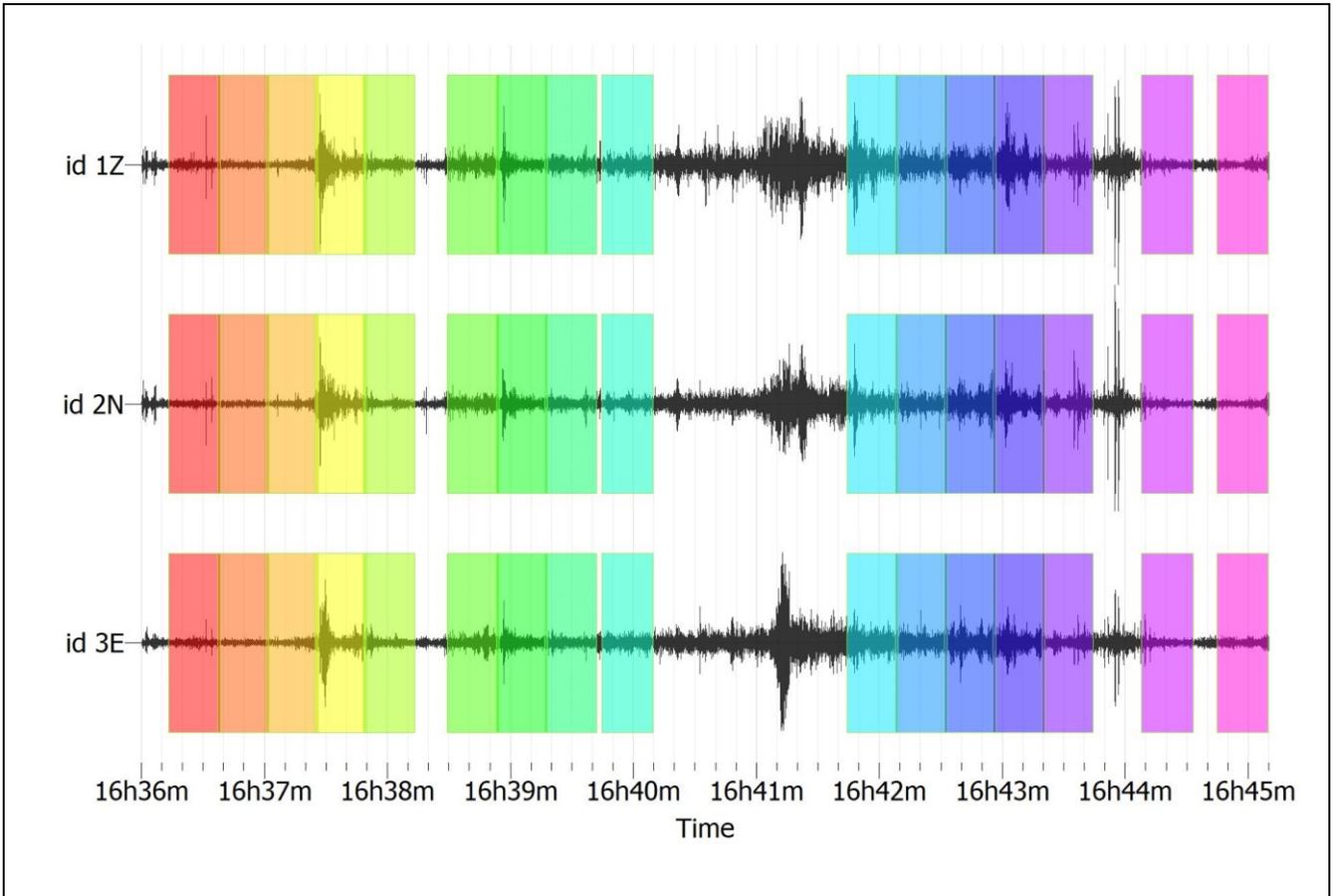
Elaborazione del segnale

Stazione	Frequenza di picco [Hz]	0.690466	A ₀ (rapporto spettrale)	3.91821
12	Lunghezza delle finestre	50	Finestre validate	11
Criteri per una curva affidabile				
$f_0 > 10/l_w$		0.781198	0.2	verificato
$n_c(f_0) > 200$		$n_c = l_w * n_w * f_0$	379.7563	verificato
$\sigma A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$		$0.5 * f_0 =$	$2.0 * f_0 =$	
$\sigma A(f) =$	1.35773871	0.345233	1.380932	verificato
$\sigma A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$				
Criteri per la valutazione del picco				
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f^-) < A_0/2$		$f_0/4 =$	0.1726165	
$AH/V(f^-) =$	2.41499	$A_0/2 =$	1.959105	non verificato
$\exists f^+ \in [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f^+) < A_0/2$		$f_0 * 4 =$	2.761864	
$AH/V(f^+) =$	1.03695	$A_0/2 =$	1.959105	verificato
$A_0 > 2$		3.91821	2	verificato
$f_{peak}[AH/V(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$		$f_0 + 5\%$	$f_0 - 5\%$	
1.02514	0.686373	0.8202579	0.7421381	non verificato
$\sigma f < \epsilon(f_0)$	$\sigma f =$	1.22211	$\epsilon(f_0) =$	non verificato
epsilon(f ₀) = 0.25f ₀ Hz if f ₀ < 0.2 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.20f ₀ Hz if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.15f ₀ Hz if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			0.1171797	
epsilon(f ₀) = 0.10f ₀ Hz if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.05f ₀ Hz if f ₀ > 2.0 Hz				
$\sigma A(f_0) < \theta(f_0)$	$\sigma A(f_0)$	1.343105246	$\theta(f_0) =$	verificato
theta(f ₀) = 3.0 if f ₀ < 0.2 Hz				
theta(f ₀) = 2.5 if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
theta(f ₀) = 2.0 if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			2	
theta(f ₀) = 1.78 if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
theta(f ₀) = 1.58 Hz if f ₀ > 2.0 Hz				
Osservazioni: la curva rispetta i criteri di affidabilità, mentre il picco non risulta chiaramente definito; Si ritiene tuttavia che abbia significato fisico in quanto in accordo con le successive registrazioni.				

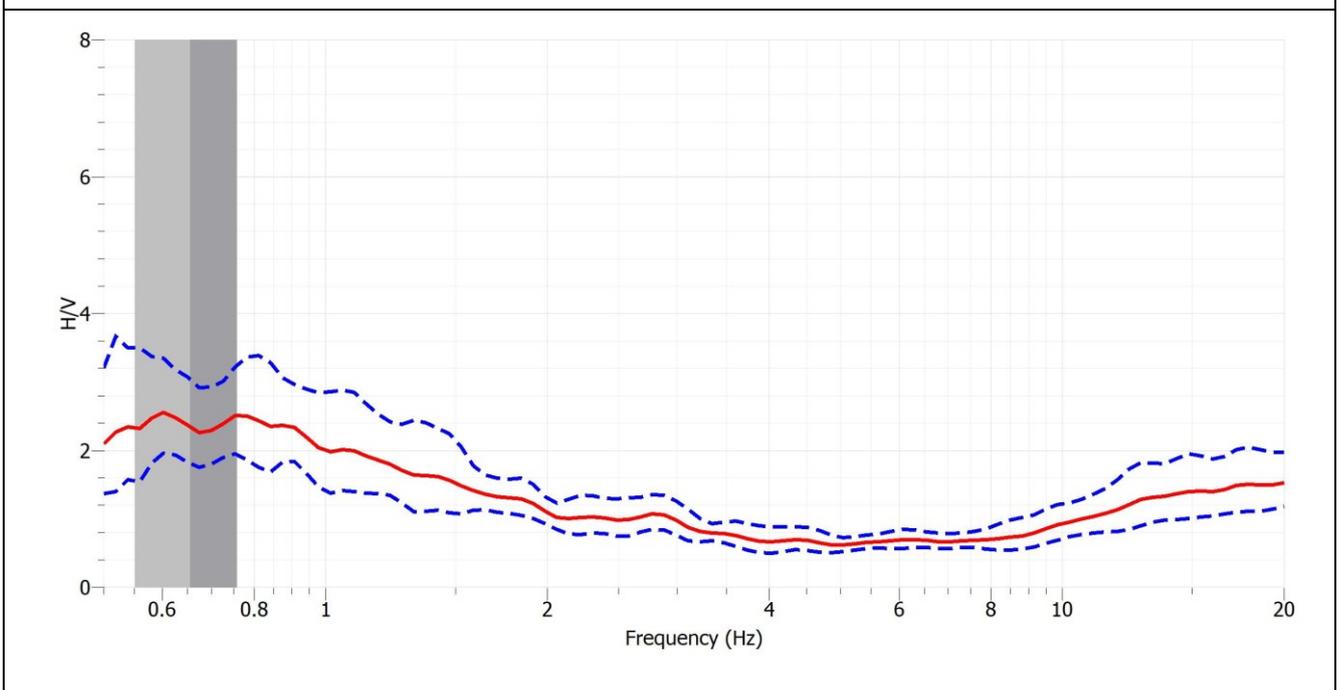
COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE



Rappresentazione delle finestre validate per la determinazione della curva H/V

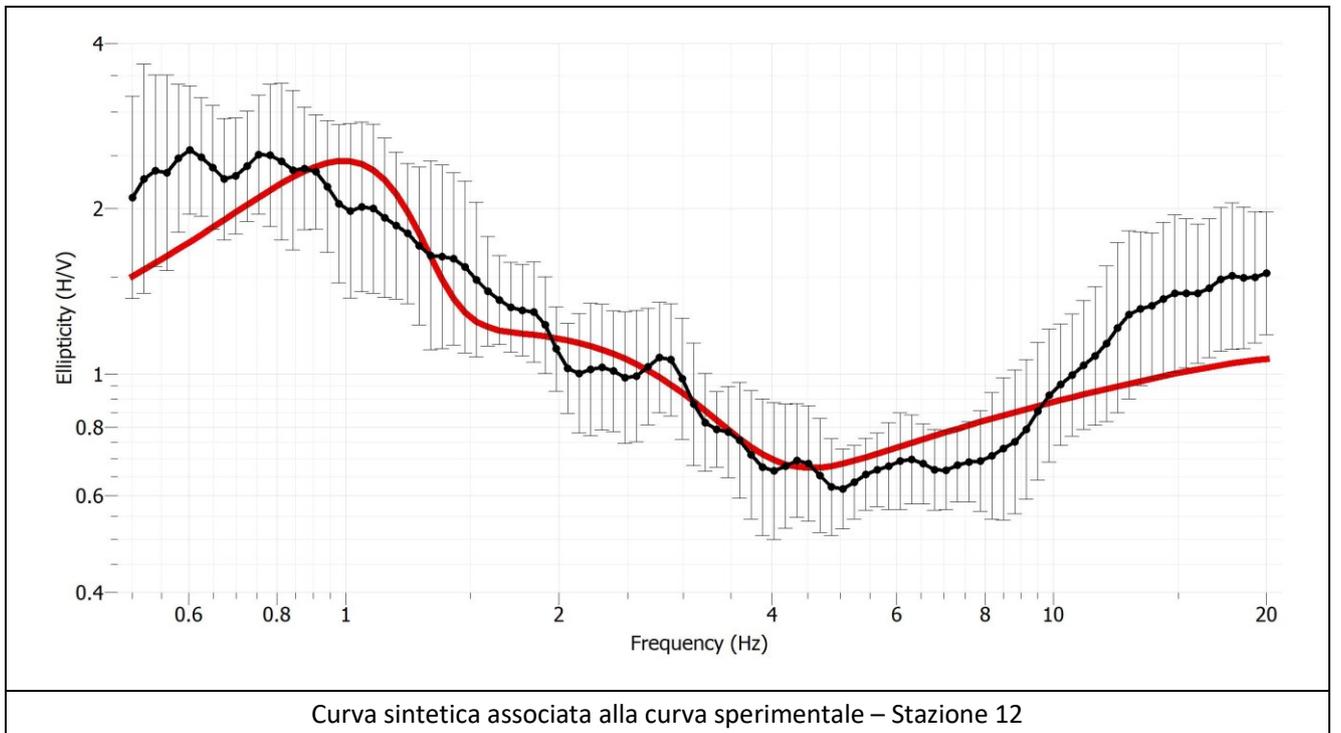
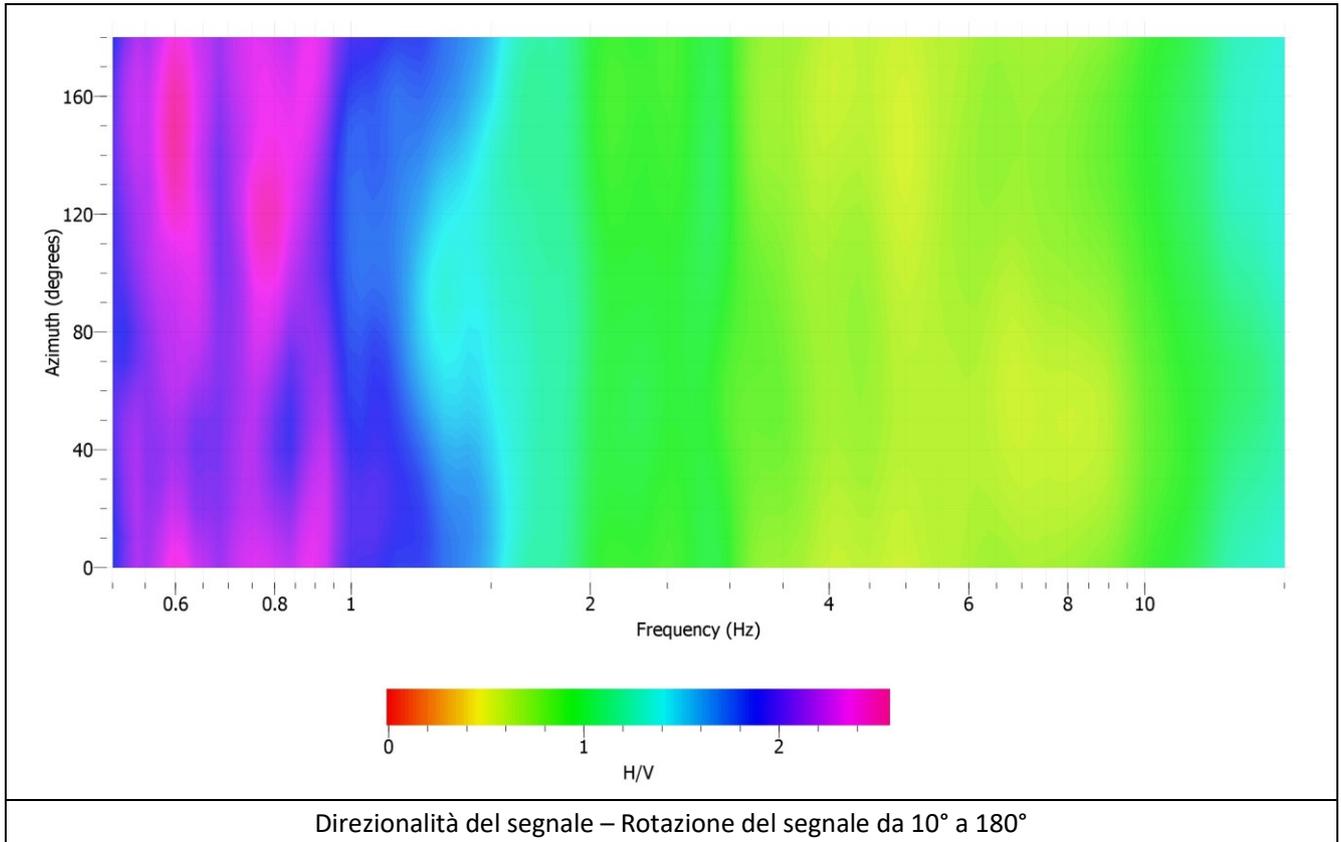


Curva H/V media	$A_0 = 3.91821$	$f_0 = 0.690466$ [Hz]	Intervallo frequenza (0.5÷20) [Hz]
-----------------	-----------------	-----------------------	---------------------------------------

COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

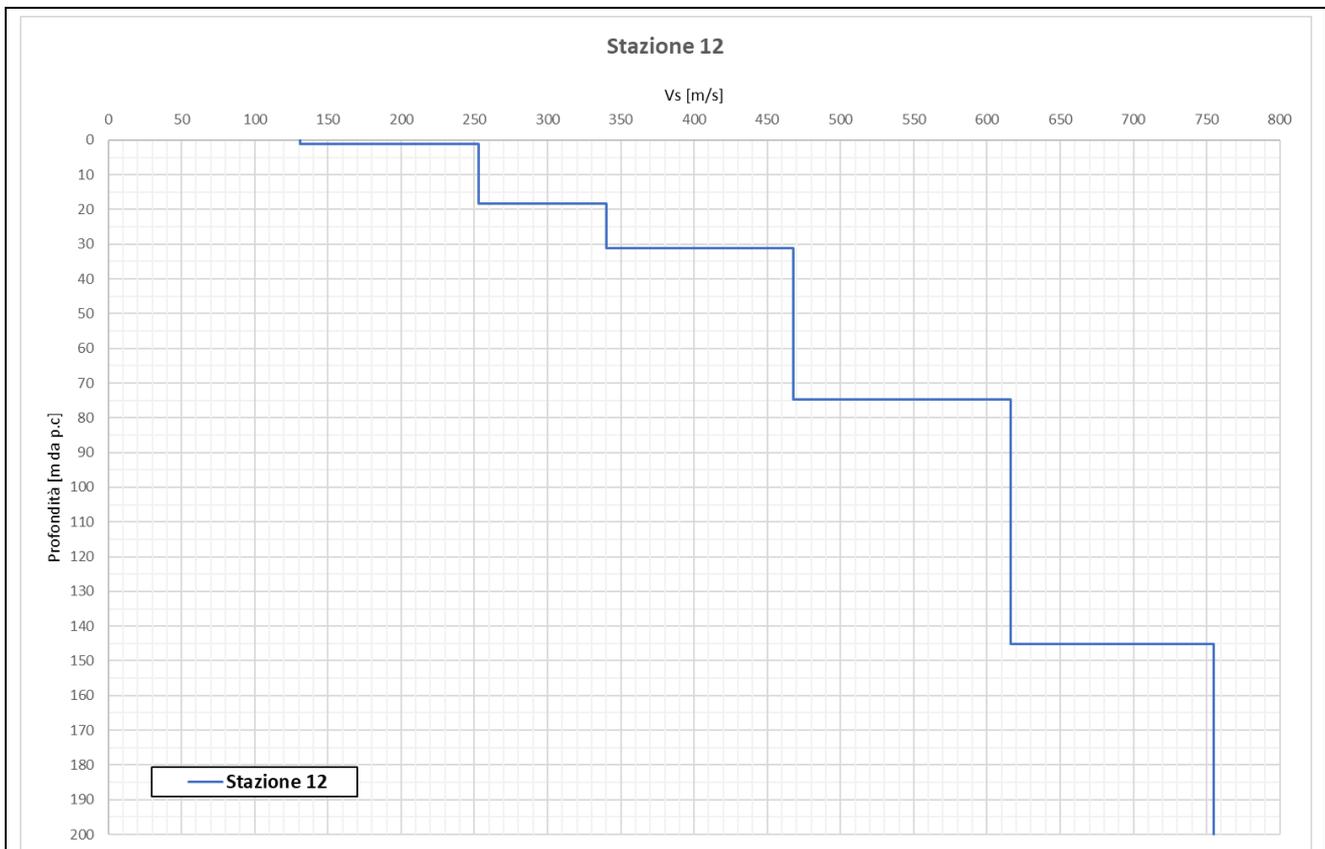


COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V_s [m/s]
1	1.20	0	1.20	131
2	17.10	1.20	18.30	253
3	12.80	18.30	31.10	340
4	43.50	31.10	74.60	468
5	70.60	74.60	145.20	616
6	54.80	145.20	200.00	755
$V_{S,eq} =$	270	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 12				



Andamento della velocità V_s nei sismostrati

4.13 Stazione 13



	PUNTO STAZIONE		13			
	DESCRIZIONE SINTETICA DELLA LOCAZIONE					
	San Matteo delle Chiaviche – incrocio tra via Argine Oglio e via Trieste					
	Data attività di rilievo:			maggio 2023		
	Latitudine [EPGS 32632]			Longitudine [EPGS 32632]		
	4986645			628843		
	Quota [m s.l.m.]			21.00		
Strumentazione	sismografo Geobox SR04		Frequenza sensore		4.5 Hz	
Frequenza di campionamento	200 s		Durata campionamento		20 minuti	
Condizioni meteo	Vento		<u>assente</u>	debole	medio	forte
	Pioggia		<u>assente</u>	debole	medio	forte
Tipo di terreno	Terreno agricolo		Suolo	<u>asciutto</u>	umido	bagnato
Densità edificato	Rado		Strutture interferenti		Non rilevate	

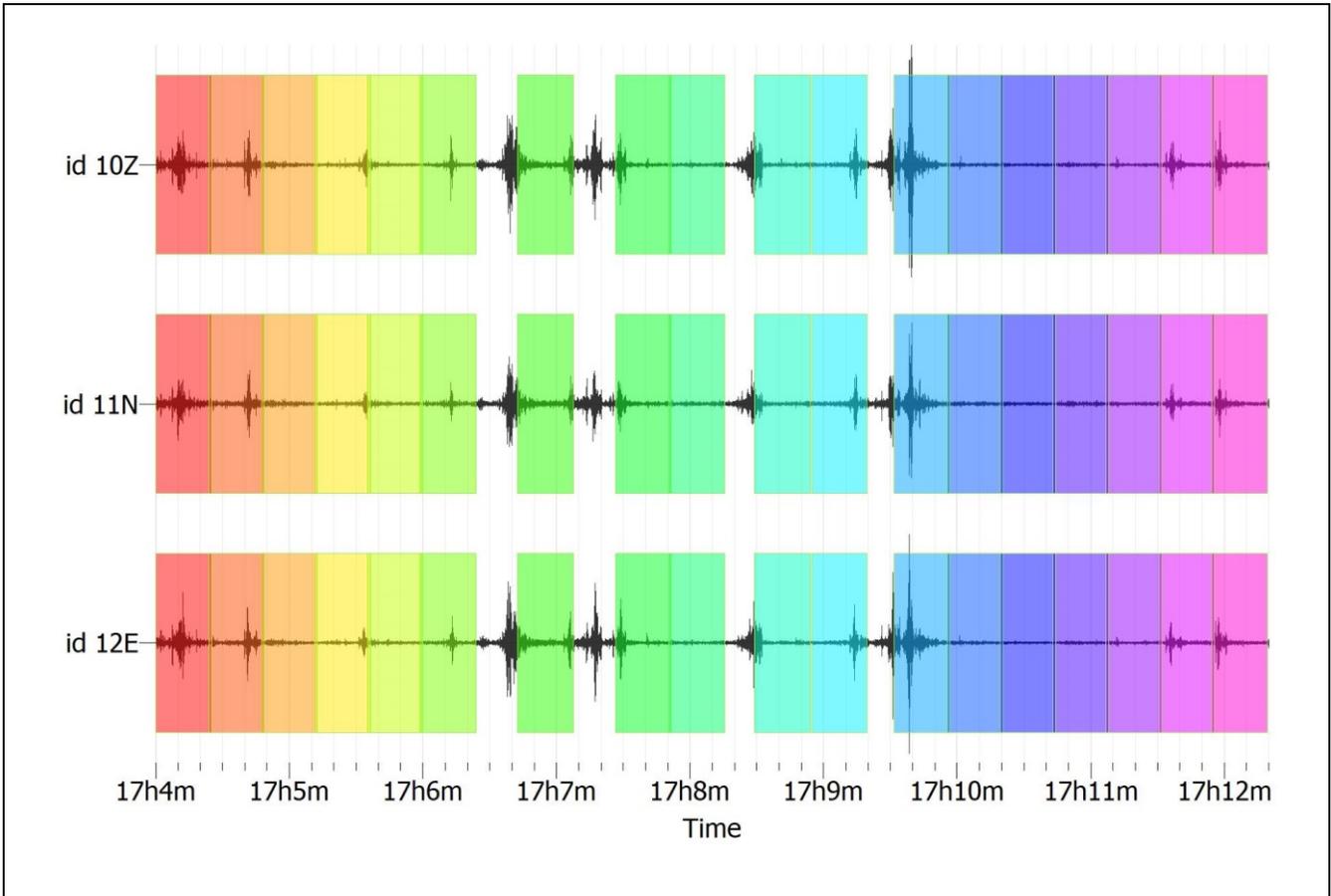
Elaborazione del segnale

Stazione	Frequenza di picco [Hz]	0.690466	A ₀ (rapporto spettrale)	3.91821
12	Lunghezza delle finestre	50	Finestre validate	11
Criteria per una curva affidabile				
$f_0 > 10/l_w$		0.781198	0.2	verificato
$n_c(f_0) > 200$		$n_c = l_w * n_w * f_0$	379.7563	verificato
$\sigma A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$		$0.5 * f_0 =$	$2.0 * f_0 =$	
$\sigma A(f) =$	1.35773871	0.345233	1.380932	verificato
$\sigma A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$				
Criteria per la valutazione del picco				
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f^-) < A_0/2$		$f_0/4 =$	0.1726165	
$AH/V(f^-) =$	2.41499	$A_0/2 =$	1.959105	non verificato
$\exists f^+ \in [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f^+) < A_0/2$		$f_0 * 4 =$	2.761864	
$AH/V(f^+) =$	1.03695	$A_0/2 =$	1.959105	verificato
$A_0 > 2$		3.91821	2	verificato
$f_{peak}[AH/V(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$		$f_0 + 5\%$	$f_0 - 5\%$	
1.02514	0.686373	0.8202579	0.7421381	non verificato
$\sigma f < \epsilon(f_0)$	$\sigma f =$	1.22211	$\epsilon(f_0) =$	non verificato
epsilon(f ₀) = 0.25f ₀ Hz if f ₀ < 0.2 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.20f ₀ Hz if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.15f ₀ Hz if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			0.1171797	
epsilon(f ₀) = 0.10f ₀ Hz if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.05f ₀ Hz if f ₀ > 2.0 Hz				
$\sigma A(f_0) < \theta(f_0)$	$\sigma A(f_0)$	1.343105246	$\theta(f_0) =$	verificato
theta(f ₀) = 3.0 if f ₀ < 0.2 Hz				
theta(f ₀) = 2.5 if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
theta(f ₀) = 2.0 if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			2	
theta(f ₀) = 1.78 if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
theta(f ₀) = 1.58 Hz if f ₀ > 2.0 Hz				
Osservazioni: la curva rispetta i criteri di affidabilità, mentre il picco non risulta chiaramente definito; Si ritiene tuttavia che abbia significato fisico in quanto in accordo con le successive registrazioni.				

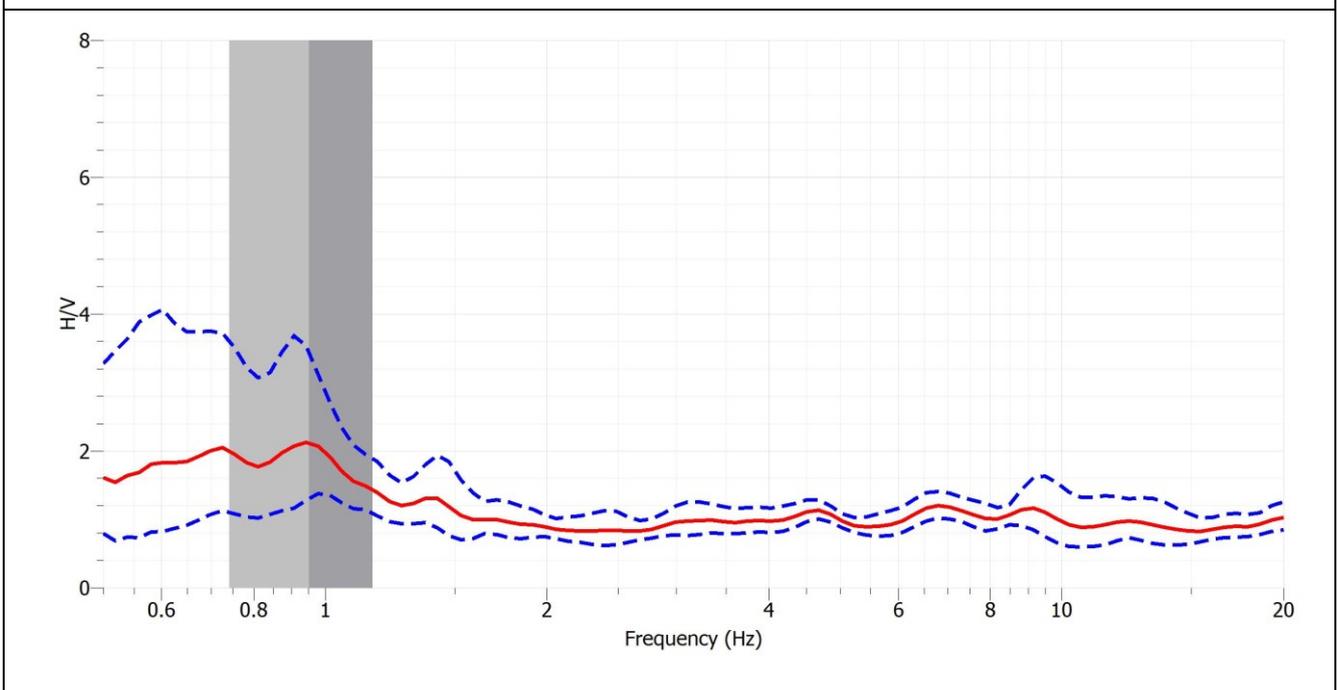
COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE



Rappresentazione delle finestre validate per la determinazione della curva H/V

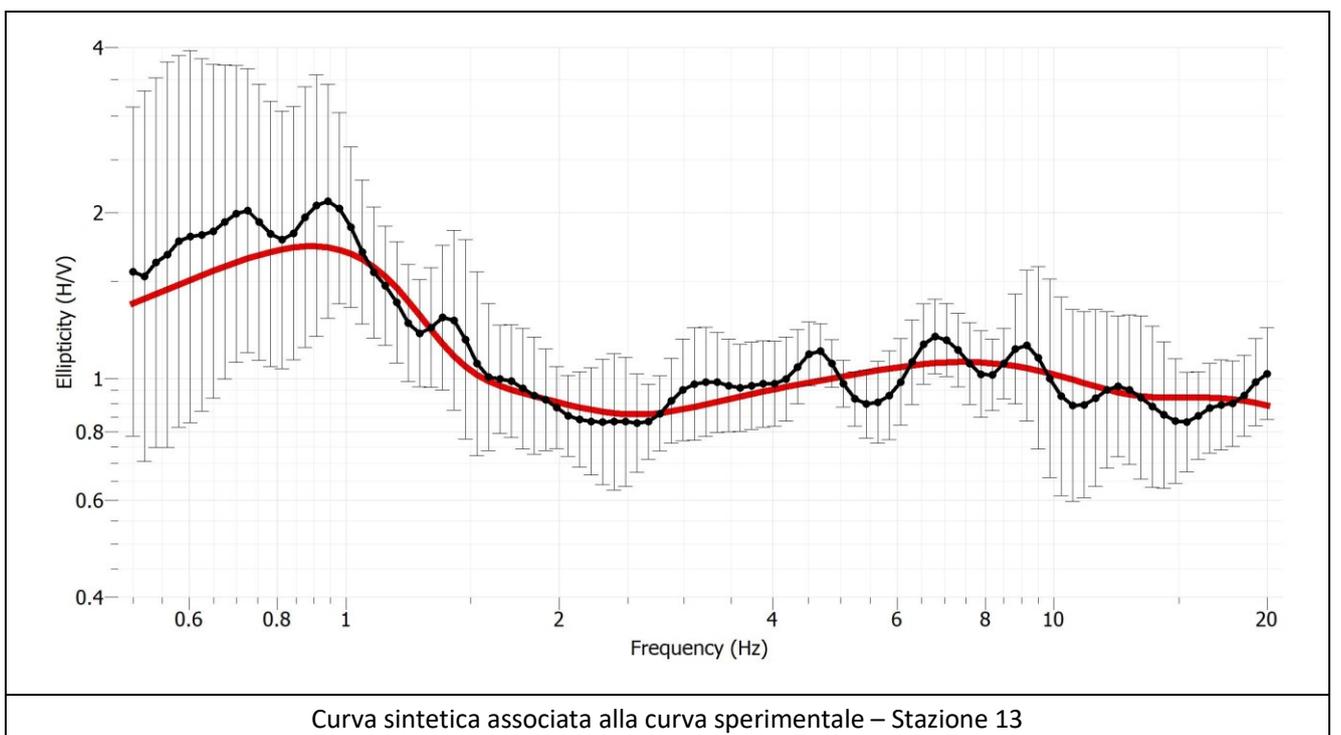
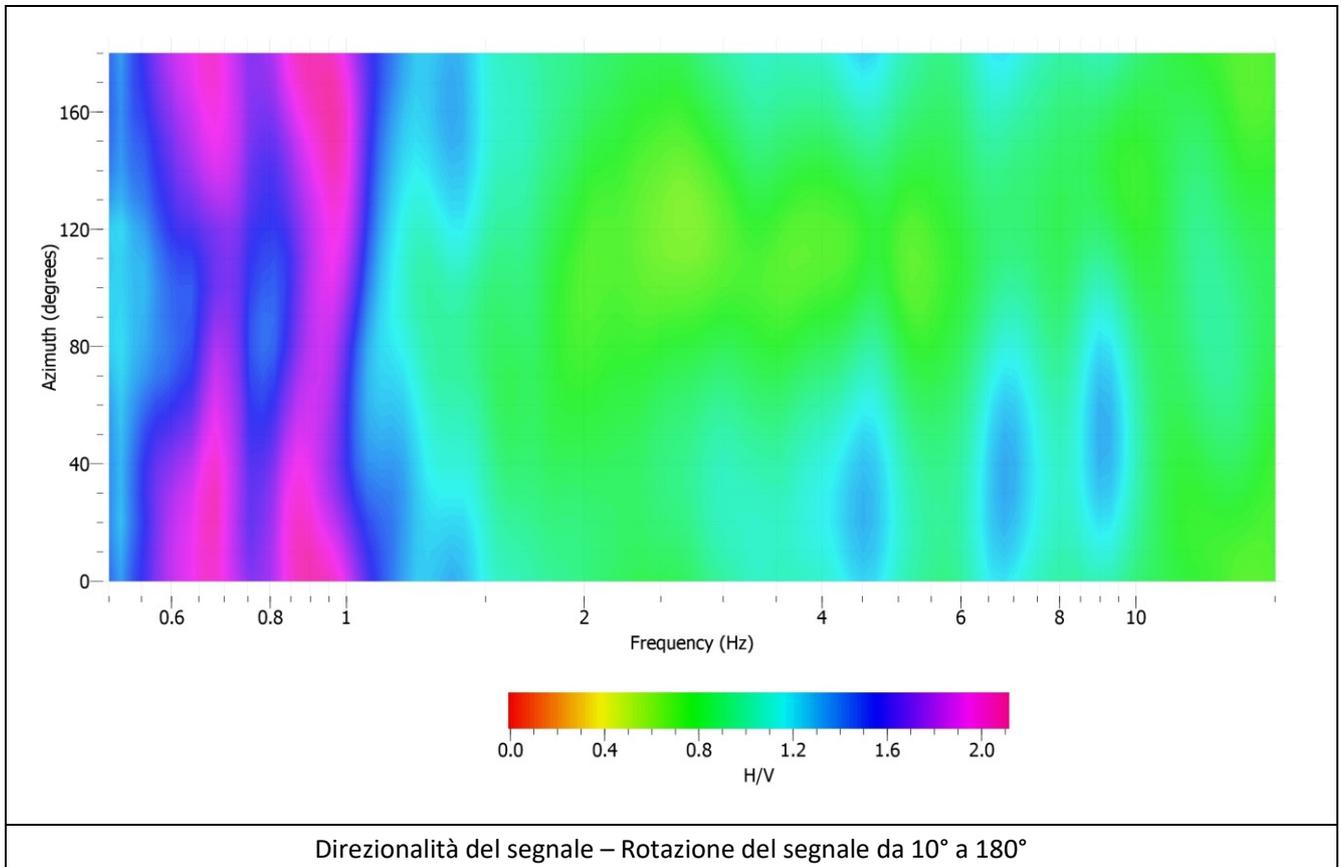


Curva H/V media	$A_0 = 3.91821$	$f_0 = 0.690466$ [Hz]	Intervallo frequenza (0.5÷20) [Hz]
-----------------	-----------------	-----------------------	------------------------------------

COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

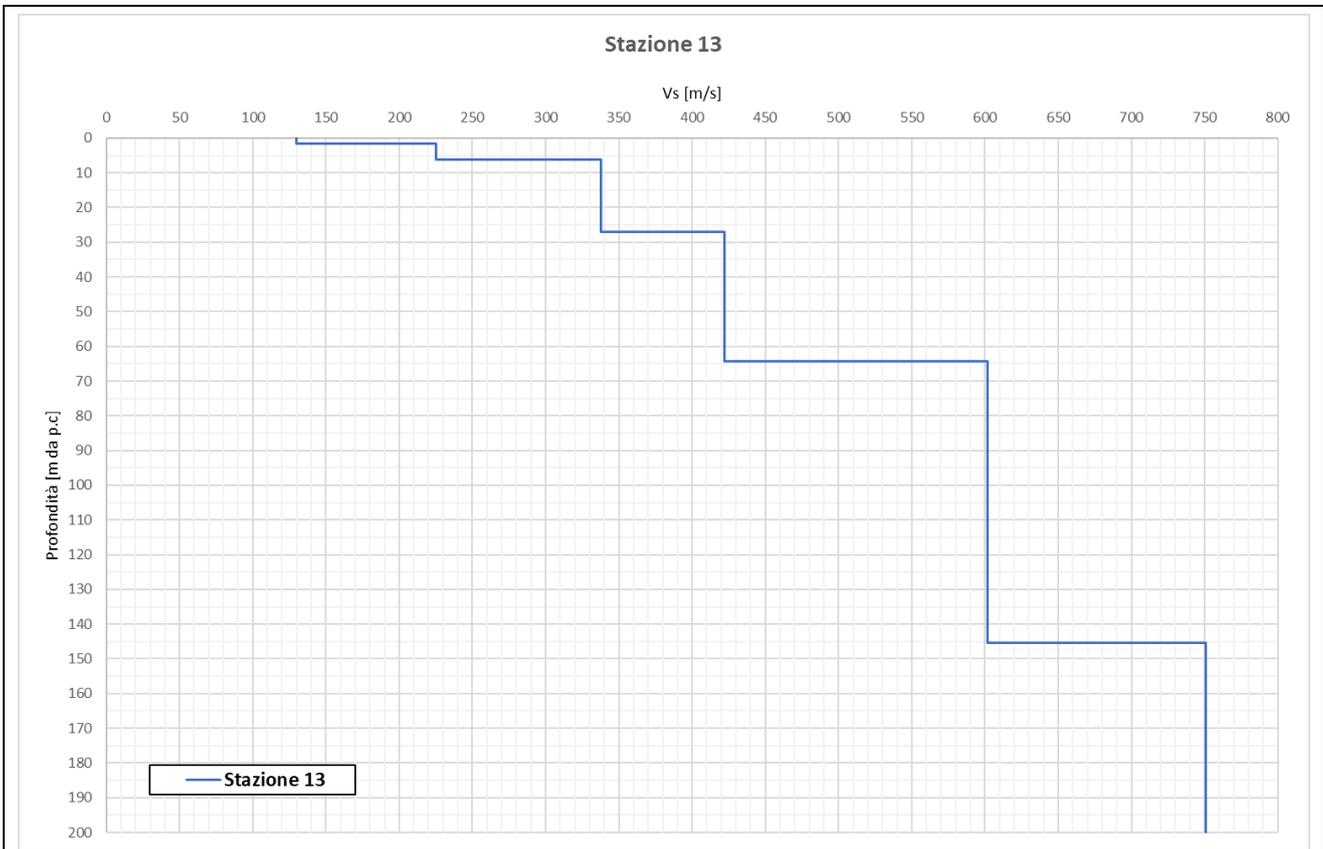


COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V_s [m/s]
1	1.50	0	1.50	130
2	4.80	1.50	6.30	225
3	20.70	6.30	27.00	338
4	37.30	27.00	64.30	422
5	81.10	64.30	145.40	602
6	54.60	145.40	200.00	751
$V_{s,eq} =$	296	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 13				



Andamento della velocità V_s nei sismostrati

4.14 Stazione 14



		PUNTO STAZIONE		14	
		DESCRIZIONE SINTETICA DELLA LOCAZIONE			
		Cizzolo – via Mentana (aree agricole adiacenti il parcheggio del cimitero)			
		Data attività di rilievo:		maggio 2023	
		Latitudine [EPGS 32632]		Longitudine [EPGS 32632]	
		4985746		631168	
		Quota [m s.l.m.]		22.00	
Strumentazione	sismografo Geobox SR04	Frequenza sensore		4.5 Hz	
Frequenza di campionamento	200 s	Durata campionamento		20 minuti	
Condizioni meteo	Vento	<u>assente</u>	debole	medio	forte
	Pioggia	<u>assente</u>	debole	medio	forte
Tipo di terreno	Verde pubblico	Suolo	<u>asciutto</u>	umido	bagnato
Densità edificato	Rado	Strutture interferenti		Non rilevate	

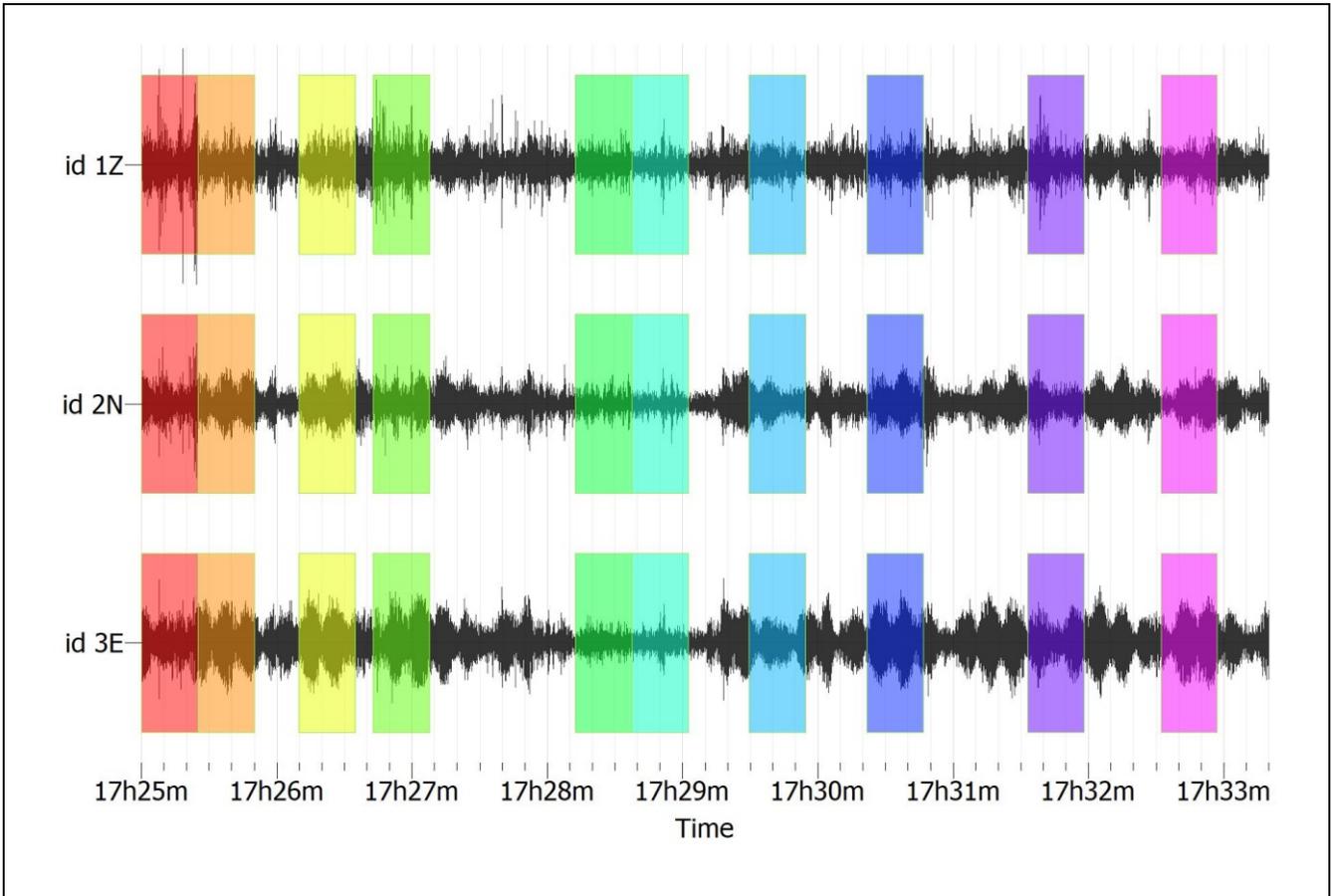
Elaborazione del segnale

Stazione	Frequenza di picco [Hz]	0.690466	A ₀ (rapporto spettrale)	3.91821
14	Lunghezza delle finestre	50	Finestre validate	11
Criteria per una curva affidabile				
$f_0 > 10/l_w$		0.781198	0.2	verificato
$n_c(f_0) > 200$		$n_c = l_w * n_w * f_0$	379.7563	verificato
$\sigma A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$		$0.5 * f_0 =$	$2.0 * f_0 =$	
$\sigma A(f) =$	1.35773871	0.345233	1.380932	verificato
$\sigma A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$				
Criteria per la valutazione del picco				
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f^-) < A_0/2$		$f_0/4 =$	0.1726165	
$AH/V(f^-) =$	2.41499	$A_0/2 =$	1.959105	non verificato
$\exists f^+ \in [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f^+) < A_0/2$		$f_0 * 4 =$	2.761864	
$AH/V(f^+) =$	1.03695	$A_0/2 =$	1.959105	verificato
$A_0 > 2$		3.91821	2	verificato
$f_{peak}[AH/V(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$		$f_0 + 5\%$	$f_0 - 5\%$	
1.02514	0.686373	0.8202579	0.7421381	non verificato
$\sigma f < \epsilon(f_0)$	$\sigma f =$	1.22211	$\epsilon(f_0) =$	non verificato
epsilon(f ₀) = 0.25f ₀ Hz if f ₀ < 0.2 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.20f ₀ Hz if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.15f ₀ Hz if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			0.1171797	
epsilon(f ₀) = 0.10f ₀ Hz if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.05f ₀ Hz if f ₀ > 2.0 Hz				
$\sigma A(f_0) < \theta(f_0)$	$\sigma A(f_0)$	1.343105246	$\theta(f_0) =$	verificato
theta(f ₀) = 3.0 if f ₀ < 0.2 Hz				
theta(f ₀) = 2.5 if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
theta(f ₀) = 2.0 if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			2	
theta(f ₀) = 1.78 if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
theta(f ₀) = 1.58 Hz if f ₀ > 2.0 Hz				
Osservazioni: la curva rispetta i criteri di affidabilità, mentre il picco non risulta chiaramente definito; Si ritiene tuttavia che abbia significato fisico in quanto in accordo con le successive registrazioni.				

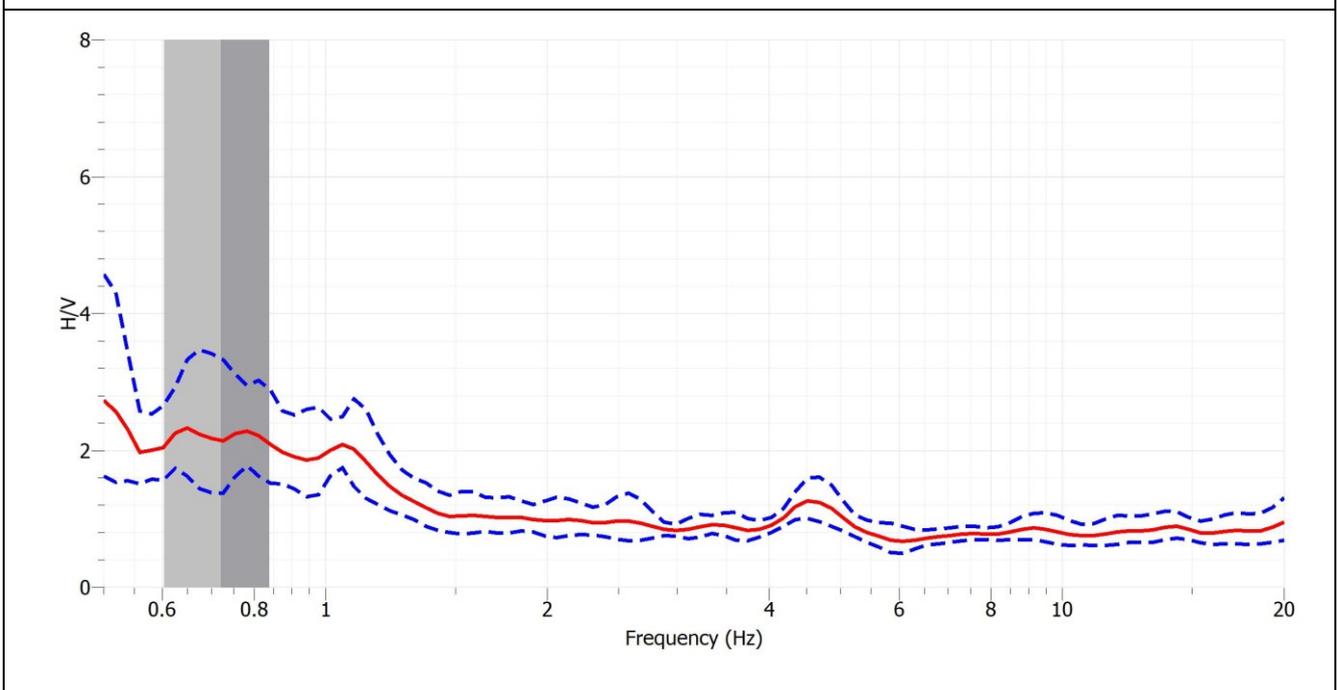
COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE



Rappresentazione delle finestre validate per la determinazione della curva H/V

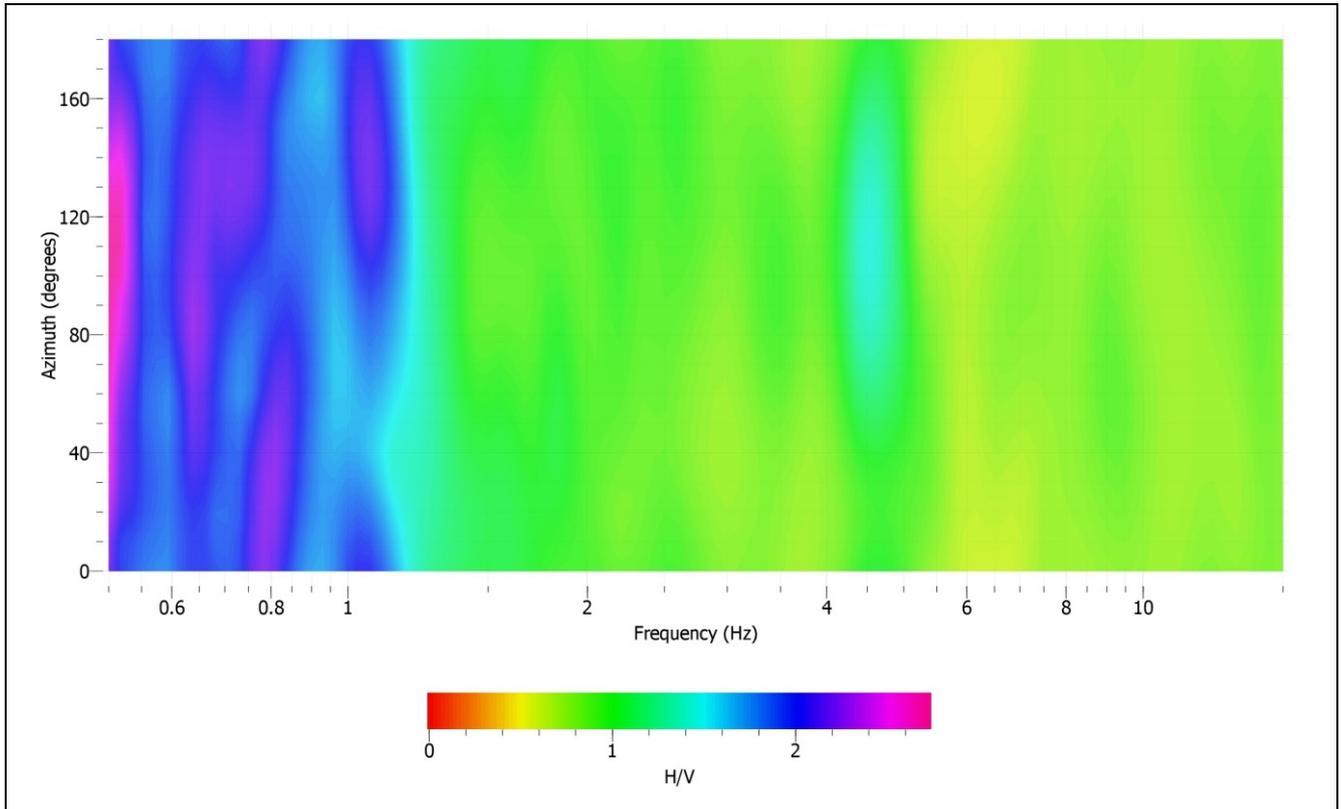


Curva H/V media	$A_0 = 3.91821$	$f_0 = 0.690466$ [Hz]	Intervallo frequenza (0.5÷20) [Hz]
-----------------	-----------------	-----------------------	------------------------------------

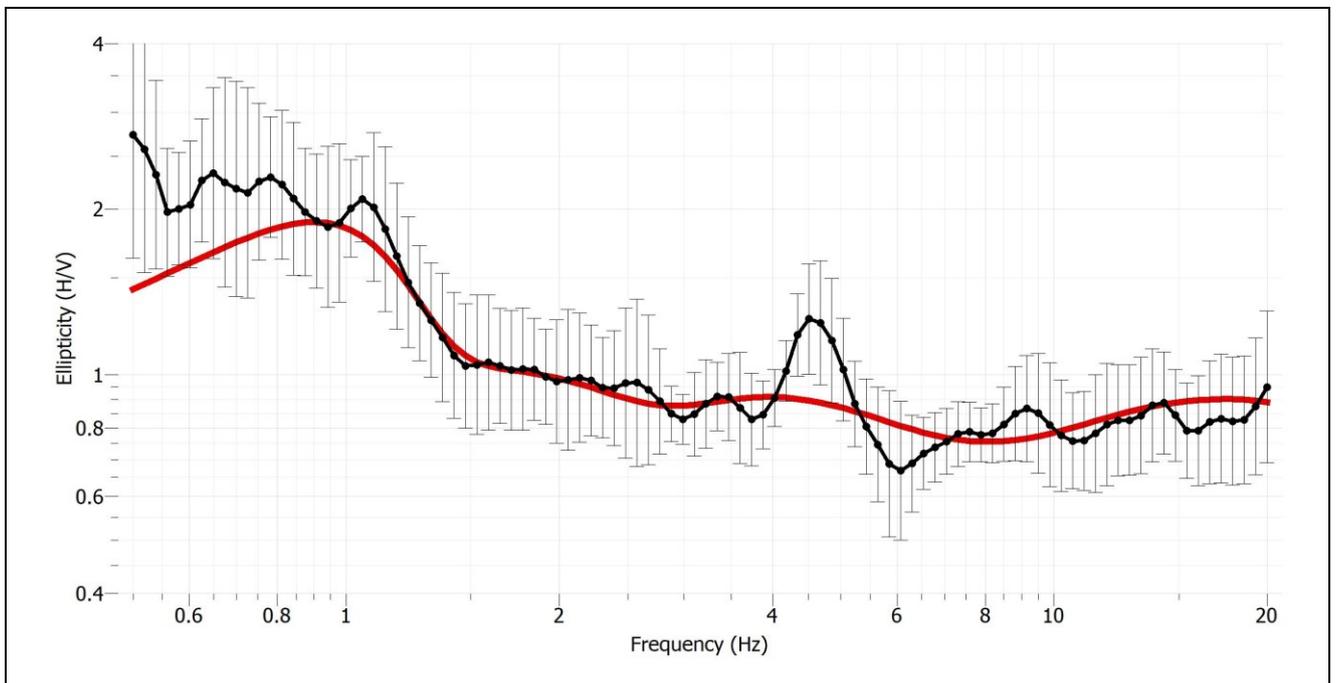
COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE



Direzionalità del segnale – Rotazione del segnale da 10° a 180°



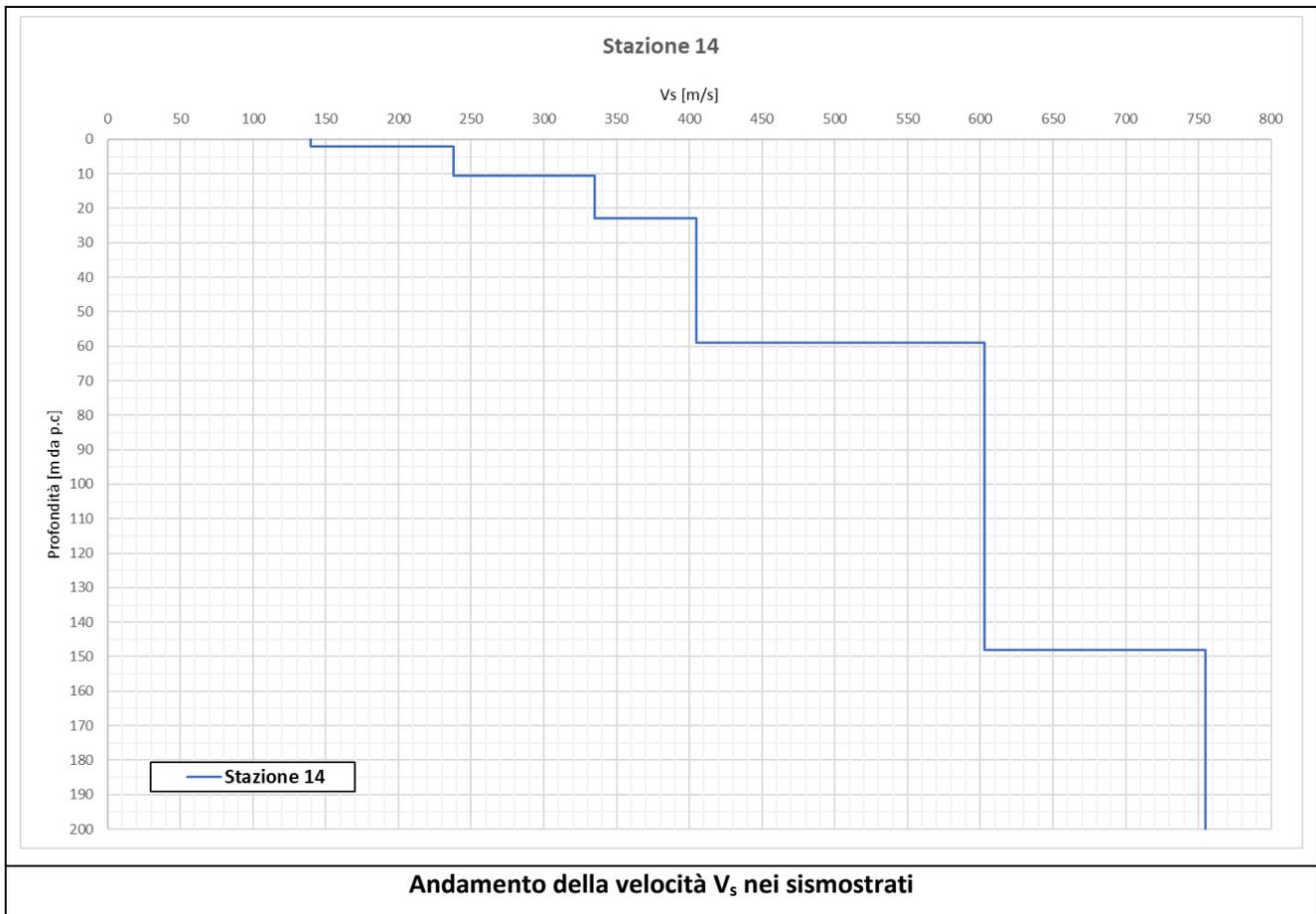
Curva sintetica associata alla curva sperimentale – Stazione 12

COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V _s [m/s]
1	2.10	0	2.10	140
2	8.40	2.10	10.50	238
3	12.50	10.50	23.00	335
4	36.00	23.00	59.00	405
5	89.00	59.00	148.00	603
6	52.00	148.00	200.00	755
V _{s,eq} =	286	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 14				



4.15 Stazione 15



	PUNTO STAZIONE		15			
	DESCRIZIONE SINTETICA DELLA LOCAZIONE					
	Cavallara - via Pecorara					
	Data attività di rilievo:			maggio 2023		
	Latitudine [EPGS 32632]			Longitudine [EPGS 32632]		
	4984014			630451		
	Quota [m s.l.m.]			25.00		
Strumentazione	sismografo Geobox SR04		Frequenza sensore		4.5 Hz	
Frequenza di campionamento	200 s		Durata campionamento		20 minuti	
Condizioni meteo	Vento		<u>assente</u>	debole	medio	forte
	Pioggia		<u>assente</u>	debole	medio	forte
Tipo di terreno	Piazzale stabilizzato		Suolo	<u>asciutto</u>	umido	bagnato
Densità edificato	Presenza di edifici		Strutture interferenti		Non rilevate	

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

Elaborazione del segnale

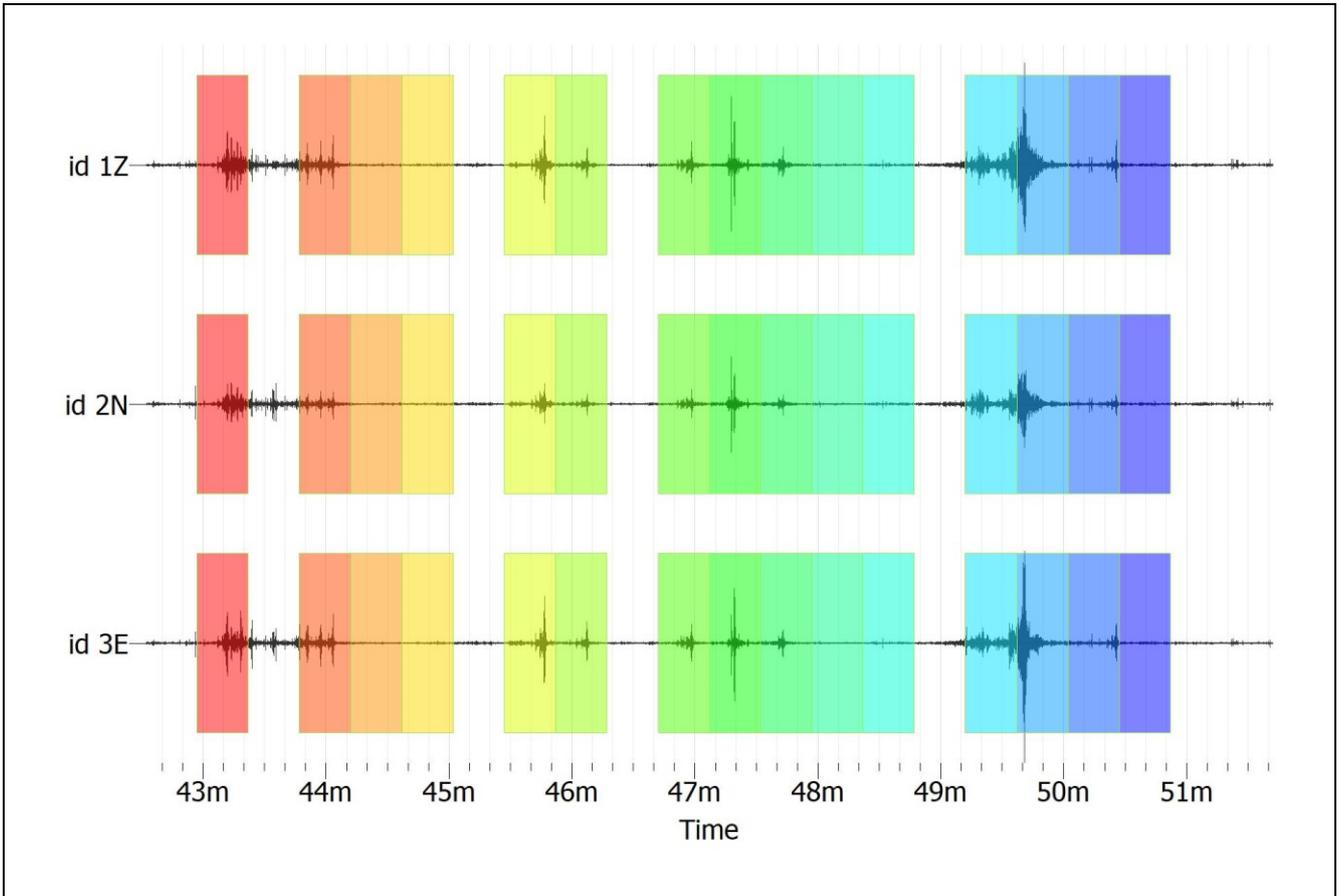
Stazione	Frequenza di picco [Hz]	0.580363	A ₀ (rapporto spettrale)	2.39019
15	Lunghezza delle finestre	25	Finestre validate	15
Criteri per una curva affidabile				
$f_0 > 10/l_w$		0.580363	0.4	VERO
$n_c(f_0) > 200$		$n_c = l_w * n_w * f_0$	217.636125	VERO
$\sigma A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$		$0.5 * f_0 =$	$2.0 * f_0 =$	
$\sigma A(f_0) =$	1.275063987	0.2901815	1.160726	VERO
$\sigma A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$				
Criteri per la valutazione del picco				
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f^-) < A_0/2$		$f_0/4 =$	0.14509075	
$AH/V(f^-) =$	2.04876	$A_0/2 =$	1.195095	FALSO
$\exists f^+ \in [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f^+) < A_0/2$		$f_0 * 4 =$	2.321452	
$AH/V(f^+) =$	0.957441	$A_0/2 =$	1.195095	VERO
$A_0 > 2$		2.39019	2	VERO
$f_{\text{peak}}[AH/V(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$		$f_0 + 5\%$	$f_0 - 5\%$	
2.33201	2.343370	0.60938115	0.55134485	VERO
$\sigma A(f_0) < \epsilon(f_0)$	$\sigma A(f_0) =$	1.27506	$\epsilon(f_0) =$	VERO
epsilon(f ₀) = 0.25f ₀ Hz if f ₀ < 0.2 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.20f ₀ Hz if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.15f ₀ Hz if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			0.08705445	
epsilon(f ₀) = 0.10f ₀ Hz if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.05f ₀ Hz if f ₀ > 2.0 Hz				
$\sigma A(f_0) < \theta(f_0)$	$\sigma A(f_0) =$	1.27506	$\theta(f_0) =$	VERO
theta(f ₀) = 3.0 if f ₀ < 0.2 Hz				
theta(f ₀) = 2.5 if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
theta(f ₀) = 2.0 if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			2	
theta(f ₀) = 1.78 if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
theta(f ₀) = 1.58 Hz if f ₀ > 2.0 Hz				

Osservazioni: la curva rispetta i criteri di affidabilità, mentre il picco non risulta chiaramente definito; Si ritiene tuttavia che abbia significato fisico in quanto in accordo con le successive registrazioni.

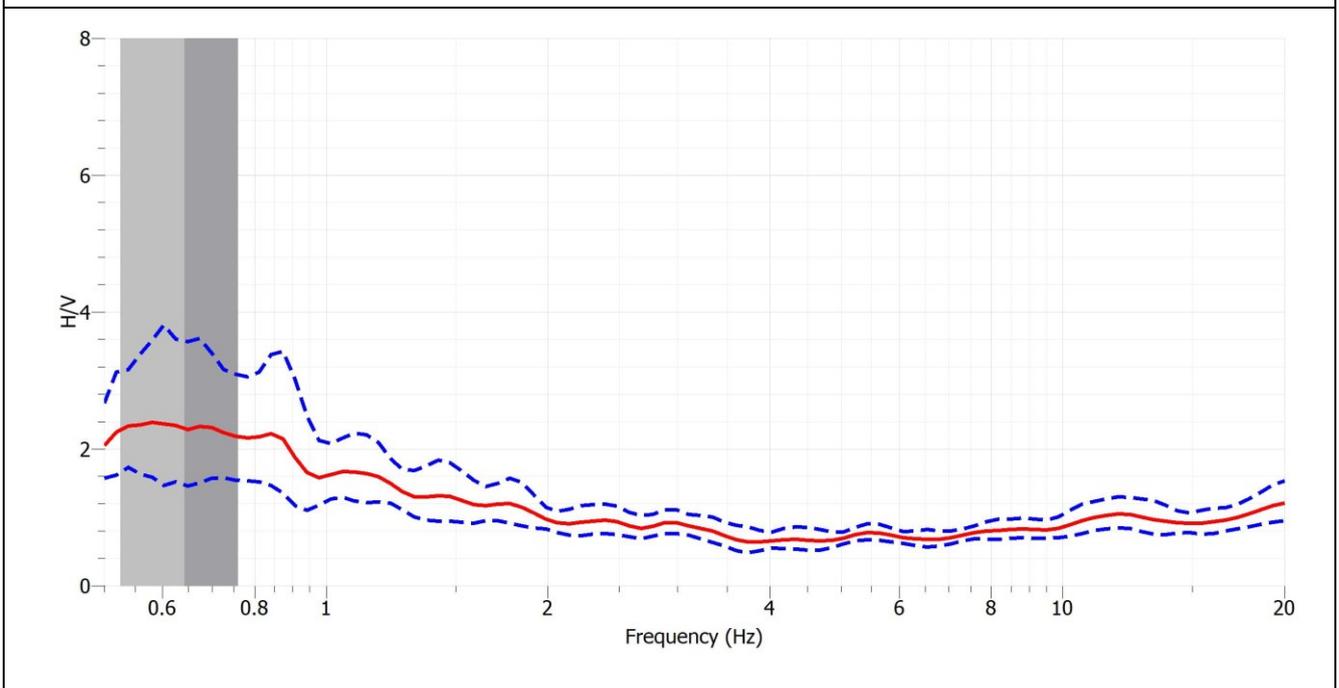
COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE



Rappresentazione delle finestre validate per la determinazione della curva H/V

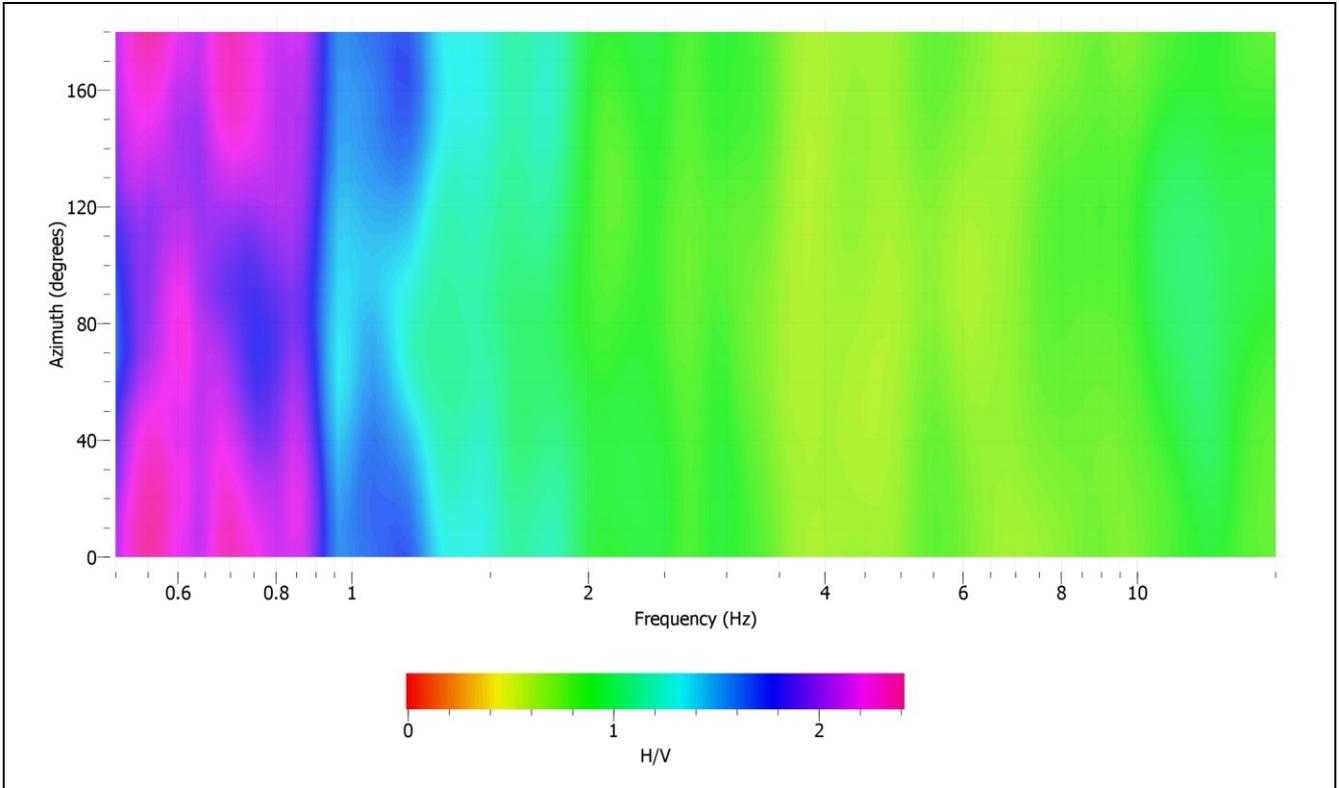


Curva H/V media	$A_0 = 2.39019$	$f_0 = 0.580363$ [Hz]	Intervallo frequenza (0.5÷20) [Hz]
-----------------	-----------------	-----------------------	------------------------------------

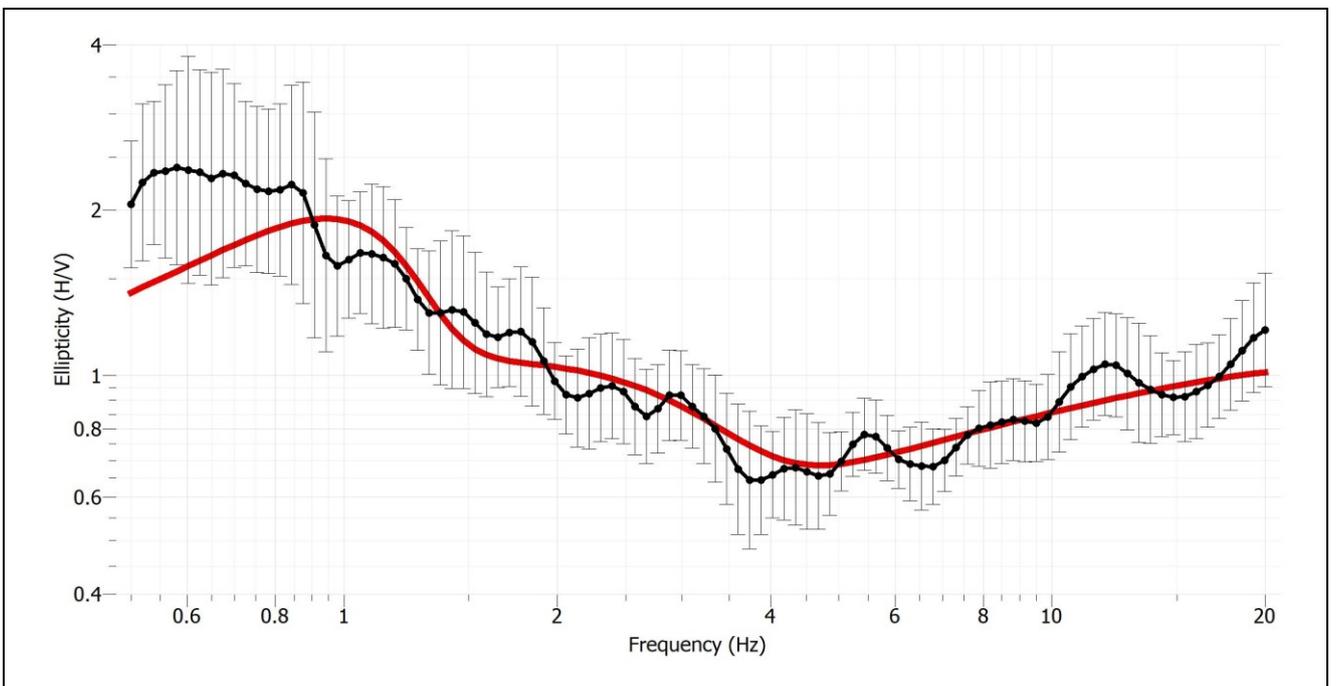
COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE



Direzionalità del segnale – Rotazione del segnale da 10° a 180°



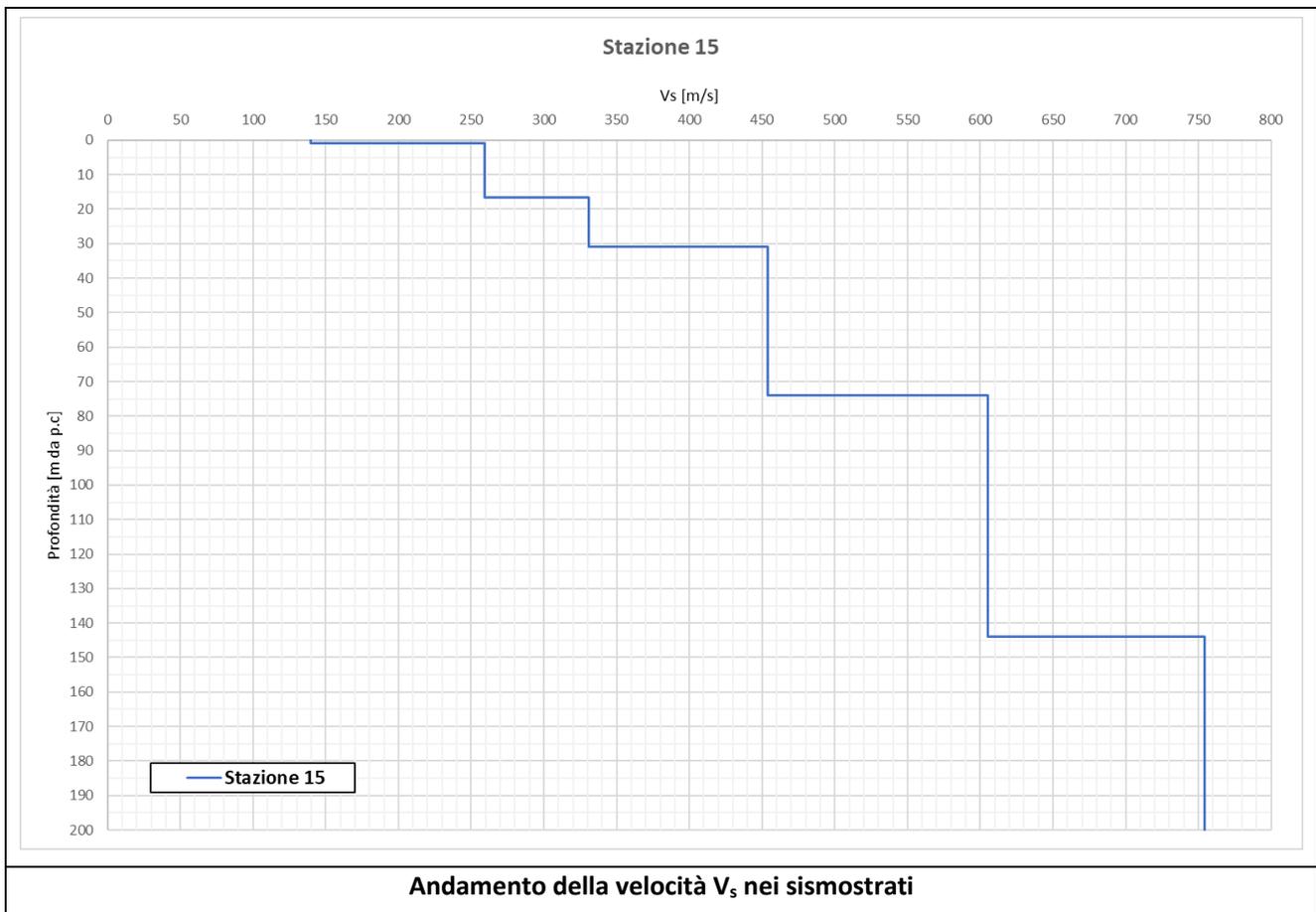
Curva sintetica associata alla curva sperimentale – Stazione 15

COMUNE DI VIADANA (MN)

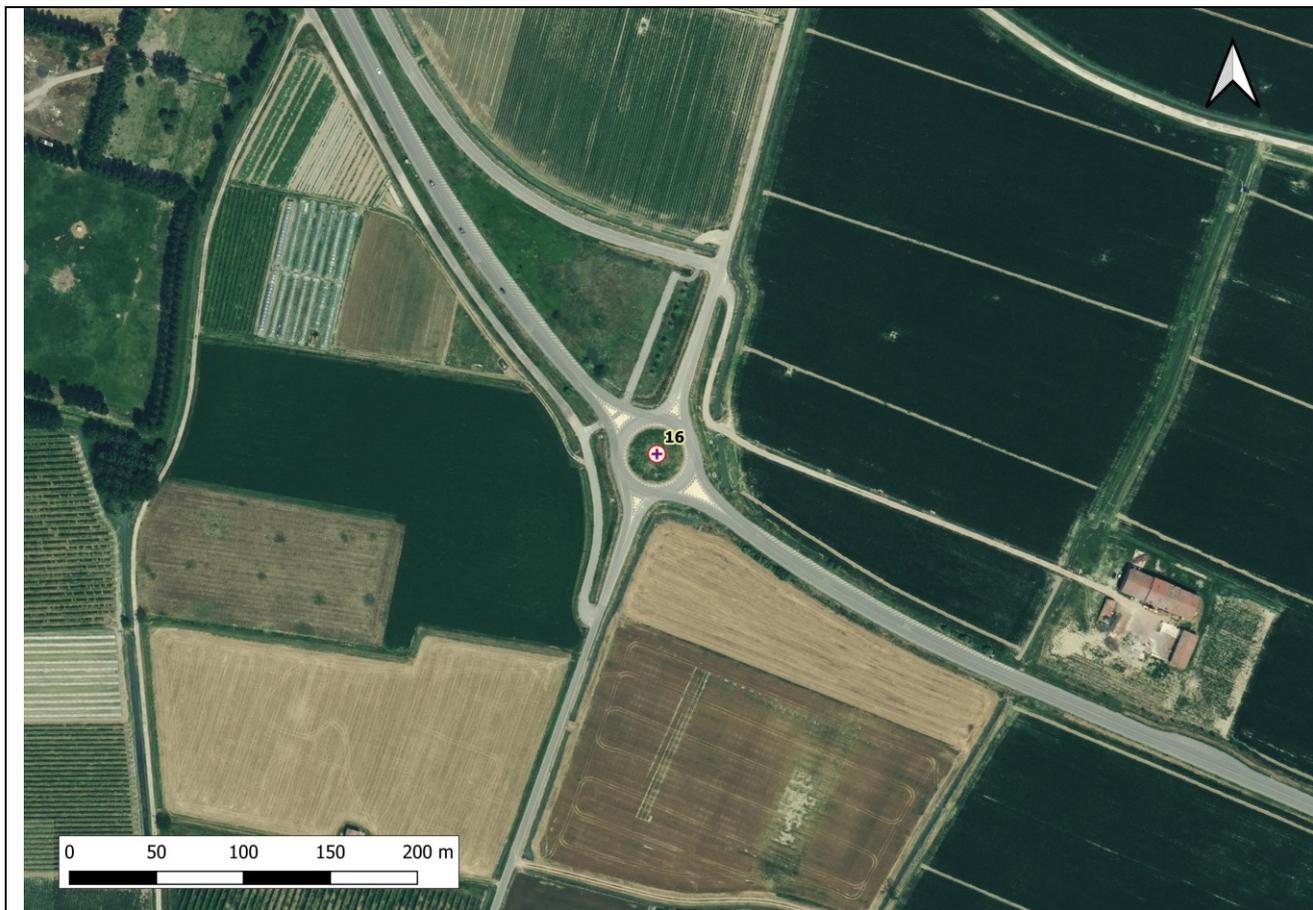
ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V _s [m/s]
1	0.90	0	0.90	140
2	15.60	0.90	16.50	259
3	14.30	16.50	30.80	331
4	43.20	30.80	74.00	454
5	70.00	74.00	144.00	605
6	56.00	144.00	200.00	754
V _{S,eq} =	279	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 15				



4.16 Stazione 16



		PUNTO STAZIONE	16			
		DESCRIZIONE SINTETICA DELLA LOCAZIONE				
		Incrocio tra via Piangona e via Pilastro (area agricola)				
		Data attività di rilievo:		maggio 2023		
		Latitudine [EPGS 32632]		Longitudine [EPGS 32632]		
		4978512		618797		
		Quota [m s.l.m.]		24		
Strumentazione	sismografo Geobox SR04	Frequenza sensore		4.5 Hz		
Frequenza di campionamento	200 s	Durata campionamento		20 minuti		
Condizioni meteo	Vento	<u>assente</u>	debole	medio	forte	
	Pioggia	<u>assente</u>	debole	medio	forte	
Tipo di terreno	Area agricola	Suolo	<u>asciutto</u>	umido	bagnato	
Densità edificato	Assente	Strutture interferenti		Non rilevate		

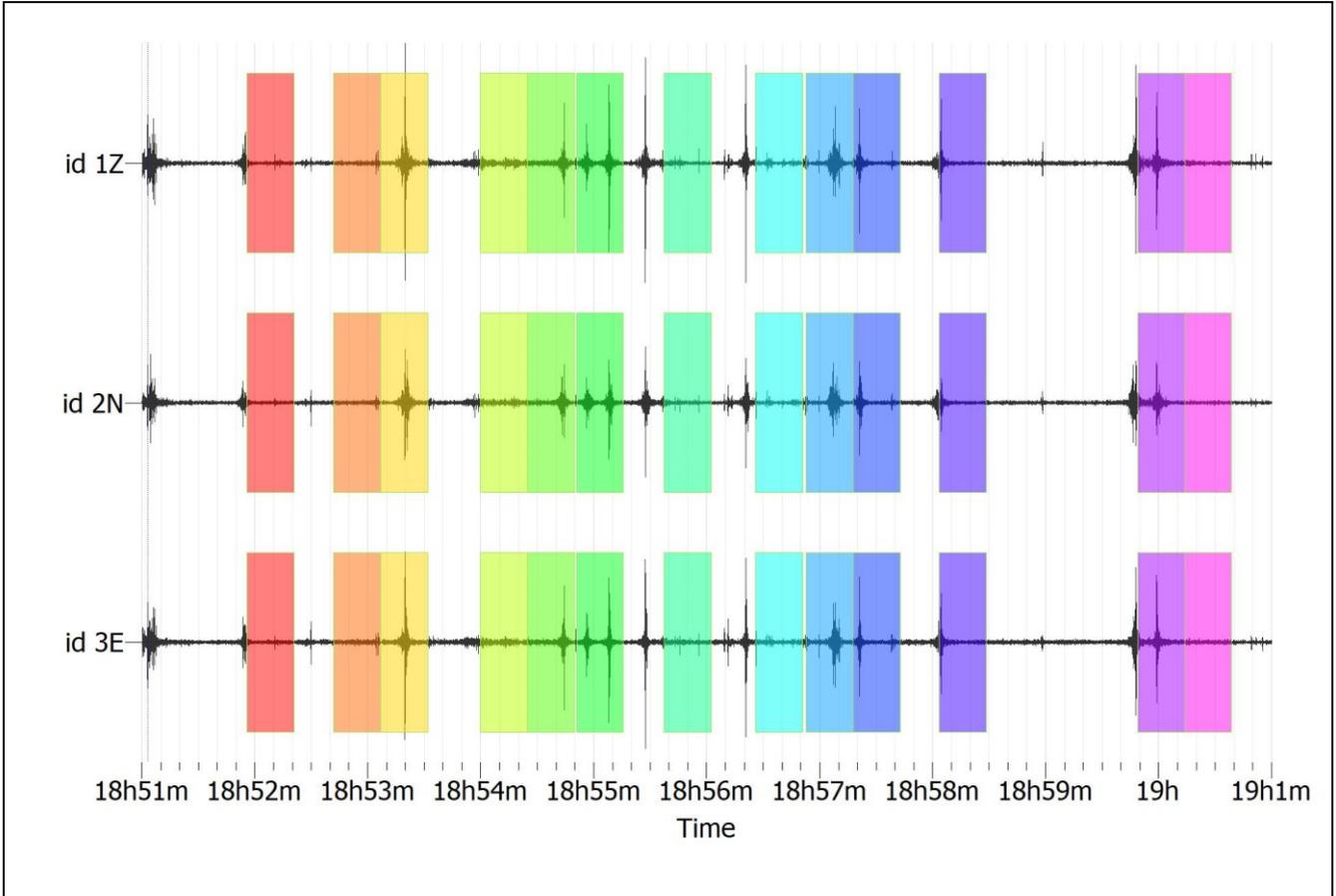
Elaborazione del segnale

Stazione	Frequenza di picco [Hz]	0.753315	A ₀ (rapporto spettrale)	3.91821
16	Lunghezza delle finestre	50	Finestre validate	11
Criteria per una curva affidabile				
$f_0 > 10/l_w$		0.781198	0.2	verificato
$n_c(f_0) > 200$		$n_c = l_w * n_w * f_0$	379.7563	verificato
$\sigma A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$		$0.5 * f_0 =$	$2.0 * f_0 =$	
$\sigma A(f) =$	1.35773871	0.345233	1.380932	verificato
$\sigma A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$				
Criteria per la valutazione del picco				
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f^-) < A_0/2$		$f_0/4 =$	0.1726165	
$AH/V(f^-) =$	2.41499	$A_0/2 =$	1.959105	non verificato
$\exists f^+ \in [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f^+) < A_0/2$		$f_0 * 4 =$	2.761864	
$AH/V(f^+) =$	1.03695	$A_0/2 =$	1.959105	verificato
$A_0 > 2$		3.91821	2	verificato
$f_{peak}[AH/V(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$		$f_0 + 5\%$	$f_0 - 5\%$	
1.02514	0.686373	0.8202579	0.7421381	non verificato
$\sigma f < \epsilon(f_0)$	$\sigma f =$	1.22211	$\epsilon(f_0) =$	non verificato
epsilon(f ₀) = 0.25f ₀ Hz if f ₀ < 0.2 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.20f ₀ Hz if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.15f ₀ Hz if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			0.1171797	
epsilon(f ₀) = 0.10f ₀ Hz if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
epsilon(f ₀) = 0.05f ₀ Hz if f ₀ > 2.0 Hz				
$\sigma A(f_0) < \theta(f_0)$	$\sigma A(f_0)$	1.343105246	$\theta(f_0) =$	verificato
theta(f ₀) = 3.0 if f ₀ < 0.2 Hz				
theta(f ₀) = 2.5 if 0.2 Hz < f ₀ < 0.5 Hz				
theta(f ₀) = 2.0 if 0.5 Hz < f ₀ < 1.0 Hz			2	
theta(f ₀) = 1.78 if 1.0 Hz < f ₀ < 2.0 Hz				
theta(f ₀) = 1.58 Hz if f ₀ > 2.0 Hz				
Osservazioni: la curva rispetta i criteri di affidabilità, mentre il picco non risulta chiaramente definito; Si ritiene tuttavia che abbia significato fisico in quanto in accordo con le successive registrazioni.				

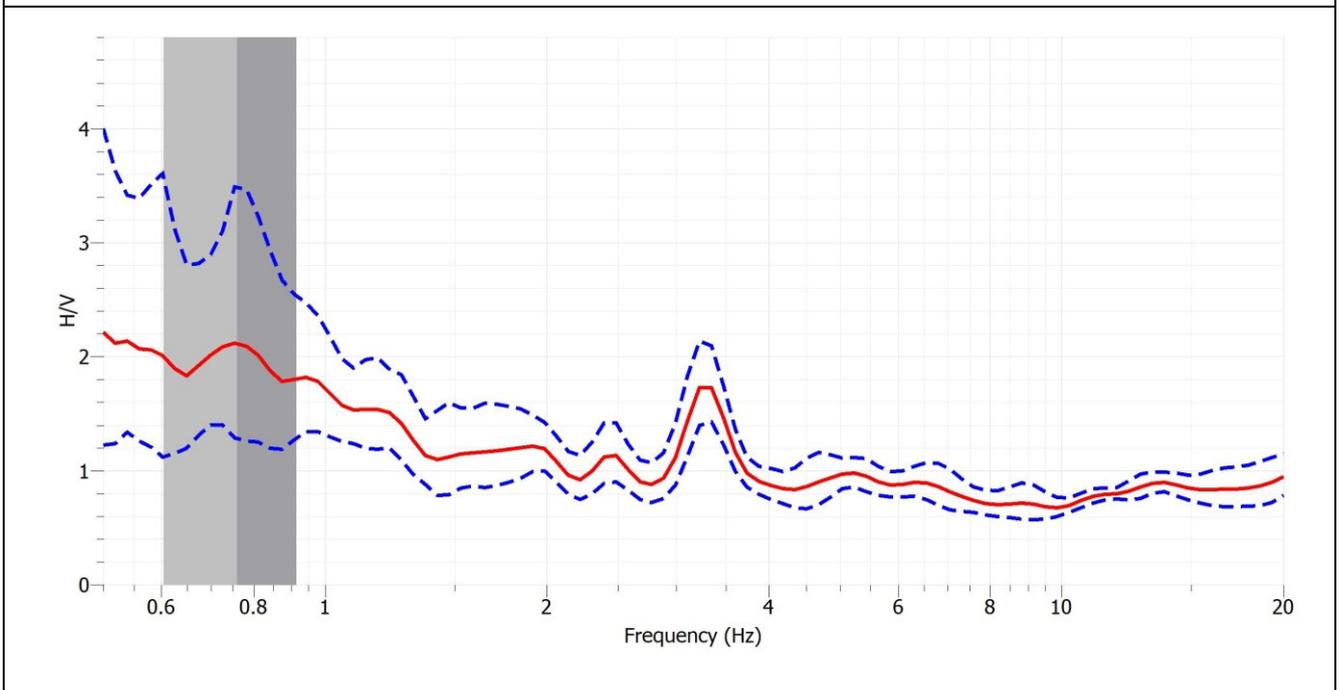
COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE



Rappresentazione delle finestre validate per la determinazione della curva H/V

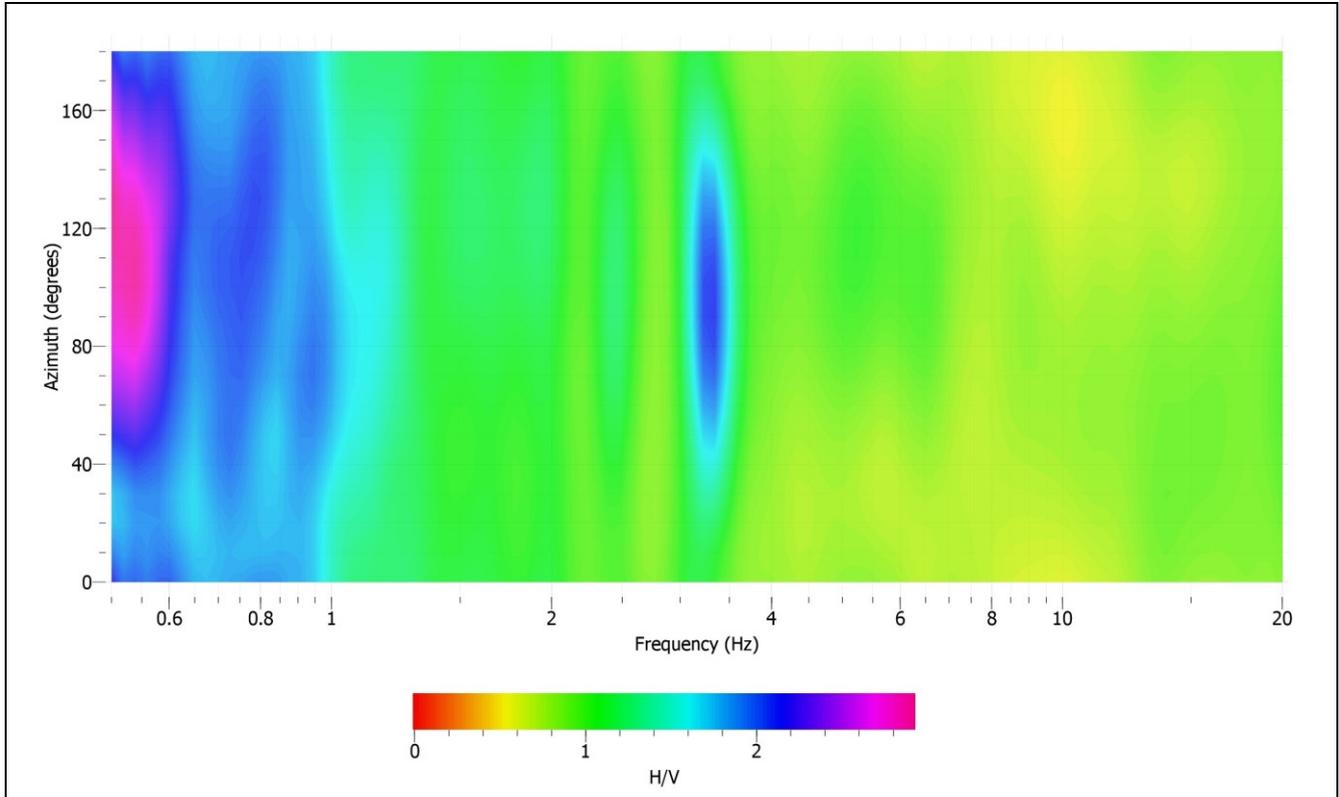


Curva H/V media	$A_0 = 3.91821$	$f_0 = 0.753315$ [Hz]	Intervallo frequenza (0.5÷20) [Hz]
-----------------	-----------------	-----------------------	---------------------------------------

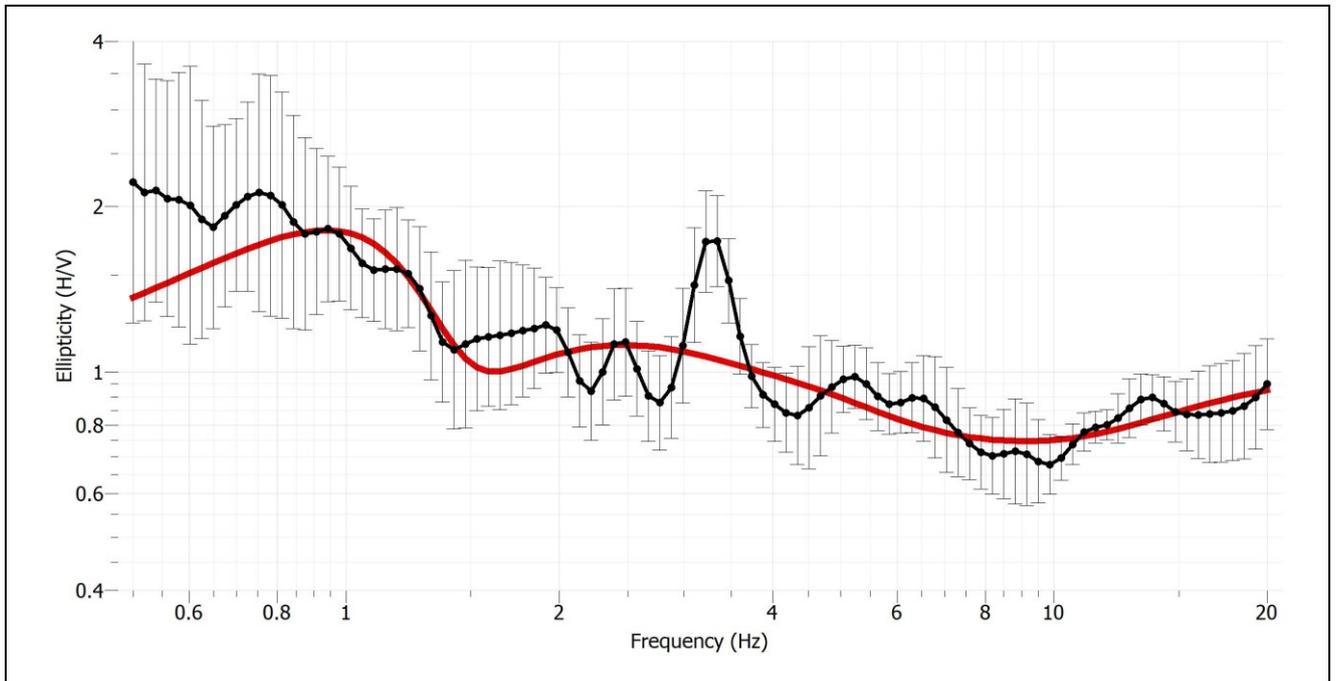
COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE



Direzionalità del segnale – Rotazione del segnale da 10° a 180°



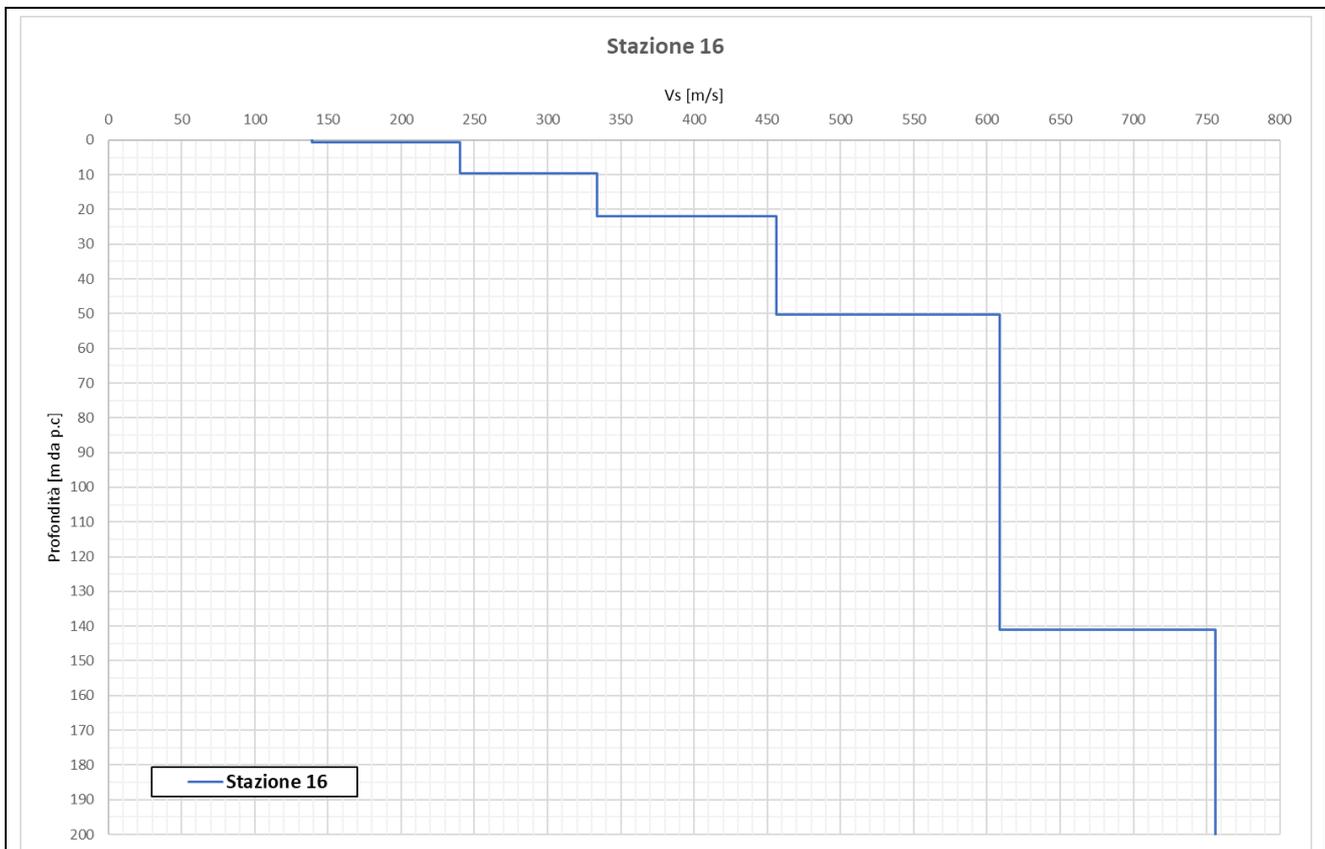
Curva sintetica associata alla curva sperimentale – Stazione 16

COMUNE DI VIADANA (MN)

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO FINALIZZATE
 ALLA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI EFFETTUATE

Strato	Spessore [m]	Quota tetto [m da p.c.]	Quota base [m da p.c.]	V_s [m/s]
1	0.70	0	0.70	139
2	8.90	0.70	9.60	240
3	12.40	9.60	22.00	334
4	28.30	22.00	50.30	456
5	90.70	50.30	141.00	609
6	59.00	141.00	200.00	756
$V_{S,eq} =$	310	Categoria di sottosuolo C		
Velocità dei sismostrati in corrispondenza della Stazione 16				



Andamento della velocità V_s nei sismostrati

5 – SINTESI DEI RISULTATI

Le indagini effettuate hanno evidenziato una sostanziale omogeneità del sottosuolo in termini di rumore ambientale, che in base ai dati stratigrafici, è costituito da alternanze di sabbie e argilla per spessori maggiori di 100 m riconducibili ai depositi alluvionali del Fiume Po.

Per tutto il territorio di Viadana è individuata la categoria di suolo C:

Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Stazione	F ₀	V _{s, eq} [m/s]	Categoria di Sottosuolo
1	0.52746	301	C
2	0.52748	291	C
3	0.658169	307	C
4	0.673642	309	C
5	0.487379	281	C
6	0.991528	320	C
7	0.842411	296	C
8	0.753315	301	C
9	0.580363	263	C
10	0.874392	304	C
11	0.759314	293	C
12	0.602396	270	C
13	0.942044	296	C
14	0.649003	286	C
15	0.580363	279	C
16	0.753315	310	C
Tabella 2 – Sintesi delle indagini effettuate			