

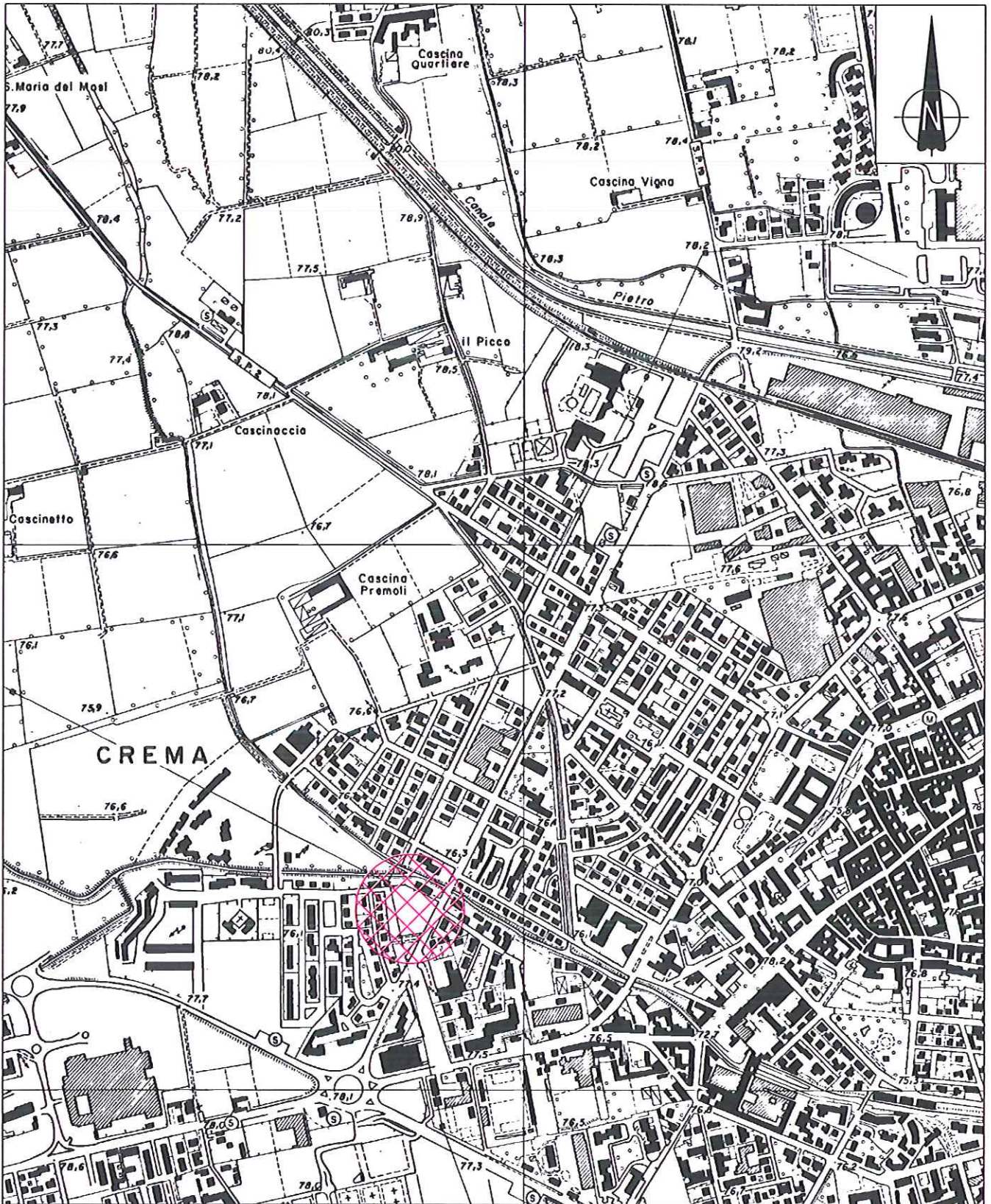
Allegato 1

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

SCALA 1:10.000

(C.T.R.,

stralcio sezione C6b5)



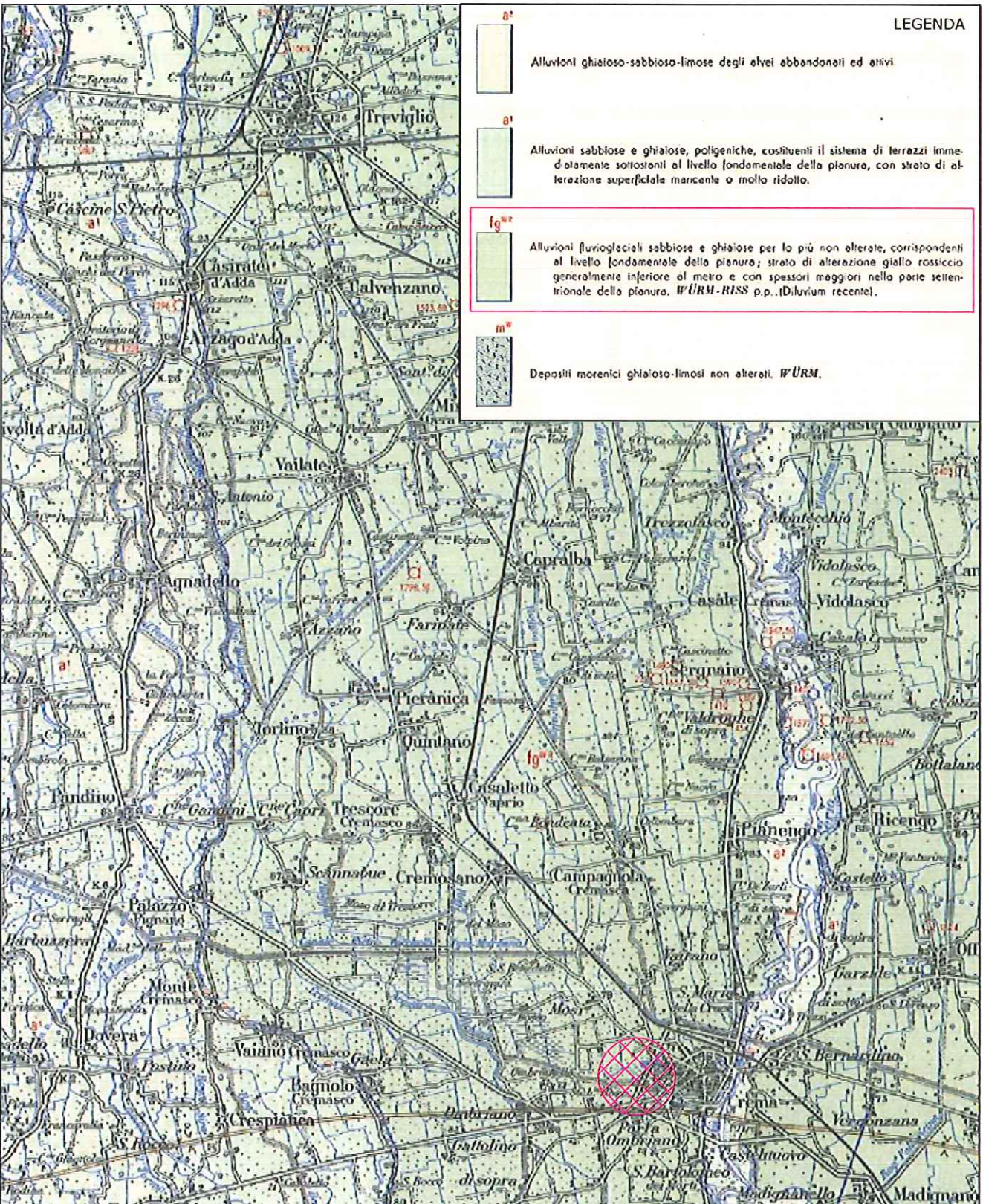
Allegato 1 - Scala 1:10.000; C.T.R. C6b5 stralcio



Ubicazione area di indagine

Allegato 2

INQUADRAMENTO GEOLOGICO  
SCALA 1:100.000



CARTA GEOLOGICA D'ITALIA, FOGLIO 46 "TREVIGLIO", stralcio in scala 1:100.000

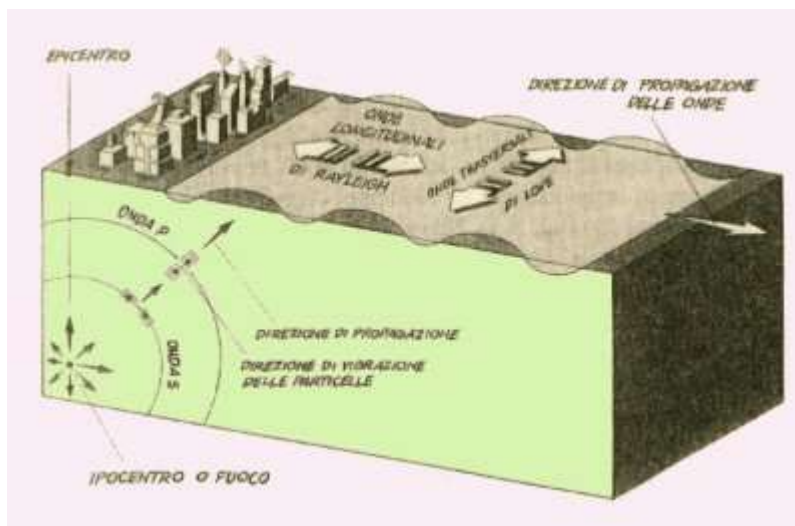
- Ubicazione area indagata
- Unità geologica d'interesse



Allegato 3

REPORT TECNICO  
INDAGINE GEOFISICA –  
MASW+HVSr

ESECUZIONE DI UNA PROSPEZIONE SISMICA M.A.S.W.  
E DI UNA MISURA DI MICROTREMORE SISMICO H.V.S.R.,  
IN VIA INDIPENDENZA / VIA LAGO GERUNDO, NEL COMUNE DI CREMA (CR)



Committente: *Gerundo Center S.r.l.*

RAPPORTO TECNICO

Data  
Dicembre 2017



## INDICE

1 - PREMESSA.....	3
2 - ANALISI HVSR .....	3
2.1 - Cenni sulla metodologia HVSR .....	3
2.2 - Acquisizione dei dati.....	4
2.3 - Analisi ed elaborazione dei segnali acquisiti.....	4
2.4 - Descrizione dei risultati.....	6
3 - INDAGINE SISMICA MASW .....	7
3.1 - Cenni sulla metodologia MASW .....	7
3.2 - Acquisizione dei dati.....	8
3.3 - Analisi ed elaborazione dei segnali acquisiti.....	8
4 - PROFILO SISMOSTRATIGRAFICO.....	11



## 1 - PREMESSA

Per conto della Committente Gerundo Center S.r.l., sono state eseguite, in data 07 dicembre 2017, un'indagine geotecnica ed una prospezione geofisica finalizzate alla ricostruzione stratigrafica e sismica dei terreni, nell'ambito di un Studio Geologico eseguito in Via Lago Gerundo, nel Comune di Crema (CR).

Le indagini in sito per quanto concerne la componente geofisica, oggetto di questo report, sono consistite nell'esecuzione di **n° 1 profilo di sismica multicanale** con acquisizione delle onde di superficie ed elaborazione dati **mediante metodologia MASW**, e **n° 1 indagine sismica passiva con metodo HVSR**.

Mediante tali metodologie è stato possibile ricostruire l'**andamento medio delle onde Vs** in profondità ed eseguire la valutazione del parametro **Vs<sub>30</sub>** di sito, al fine di classificare il terreno di fondazione (tabelle allegate al D.M. 14/01/08) e misurare eventualmente il periodo proprio di vibrazione di sito.

## 2 - ANALISI HVSR

Allo scopo di migliorare la definizione del profilo verticale Vs nelle porzioni più profonde e di calcolare la possibile frequenza di risonanza di sito, si è scelto di eseguire una misurazione dei microtremori sismici ambientali per la definizione e l'analisi del rapporto spettrale H/V.

### 2.1 - Cenni sulla metodologia HVSR

La tecnica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è basata sulla misura dei rapporti medi fra le ampiezze spettrali delle componenti orizzontali e verticale del rumore sismico ambientale. La prova a stazione singola, consiste nella valutazione sperimentale dei rapporti di ampiezza spettrale fra le componenti orizzontali (H) e la componente verticale (V) delle vibrazioni ambientali sulla superficie del terreno misurati in un punto con un apposito sismometro a tre componenti. Il risultato di questa prova è una curva sperimentale, che rappresenta il valore del rapporto fra le ampiezze spettrali medie delle vibrazioni in funzione della frequenza di vibrazione. Le frequenze alla quali la curva H/V mostra dei massimi, sono legate alle frequenze di risonanza del terreno al di sotto del punto di misura. L'ampiezza di questi massimi è proporzionale (anche se non linearmente) all'entità del contrasto di impedenza sismica esistente alla base della copertura.

In particolare, in presenza di forti variazioni nel profilo di velocità delle onde S nel sottosuolo (legate per esempio alla transizione fra sedimenti soffici e basamento rigido), la funzione H/V mostra dei massimi marcati in corrispondenza della frequenza di risonanza *fr* relativa alla configurazione stratigrafica del sito (con *fr* circa uguale al rapporto fra la velocità media delle onde S fino alla profondità del salto di velocità e il quadruplo di questa profondità). Pertanto, questa prova ha lo scopo principale di mettere in luce la presenza di fenomeni di risonanza sismica e consentire una stima delle frequenze alle quali il moto del terreno può risultare amplificato a causa di questi fenomeni.





## 2.2 - **Acquisizione dei dati**

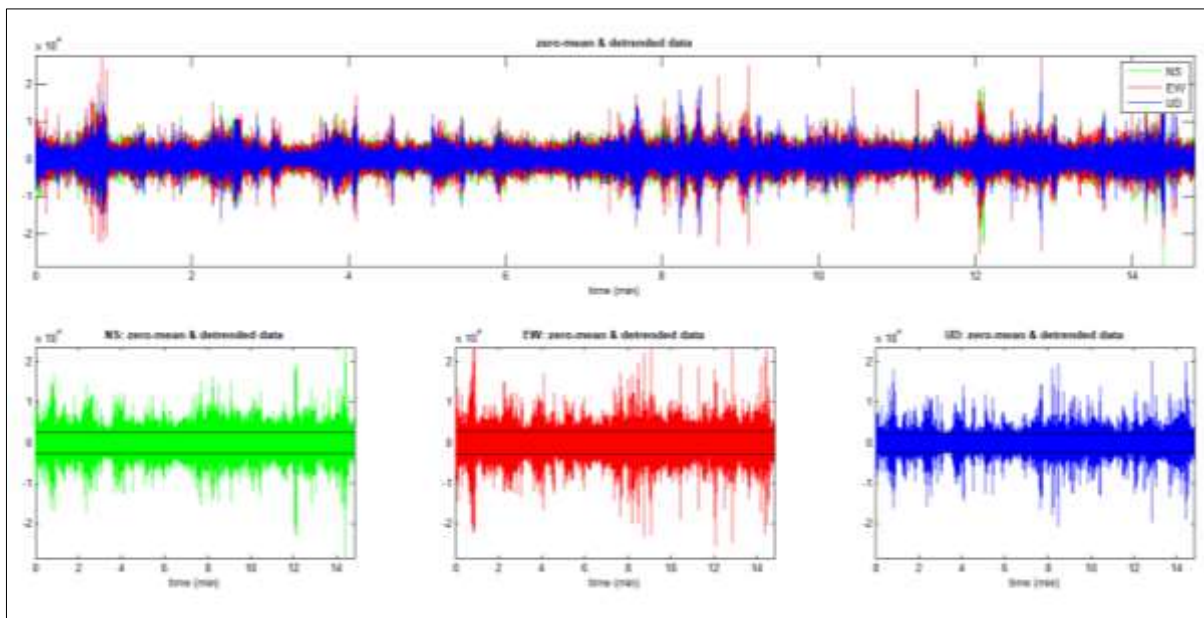
Nell'area d'indagine è stata eseguita, mediante stazione singola o tromometro, una misura di rumore sismico ambientale per un tempo di registrazione massimo di 15 minuti.

La strumentazione utilizzata si compone nello specifico di:

- un sistema di ricezione costituito da un tromometro CGE a 3 componenti geofoniche con frequenza propria di 2 Hz per acquisizioni del microtremore lungo la direzione verticale e le due direzioni orizzontali ortogonali.
- un sistema di acquisizione e memorizzazione costituito da un sismografo modulare in grado di registrare in modo digitale le forme d'onda generate (*Geode Geometrics Mod. 3-1000*); il sismografo A/D è in grado di campionare segnali tra 0.025 ms e 16 ms (campionamento eseguito a 4 ms). Il sistema di acquisizione è completato da un computer per l'analisi e la memorizzazione del segnale e appositi cavi di collegamento.

## 2.3 - **Analisi ed elaborazione dei segnali acquisiti**

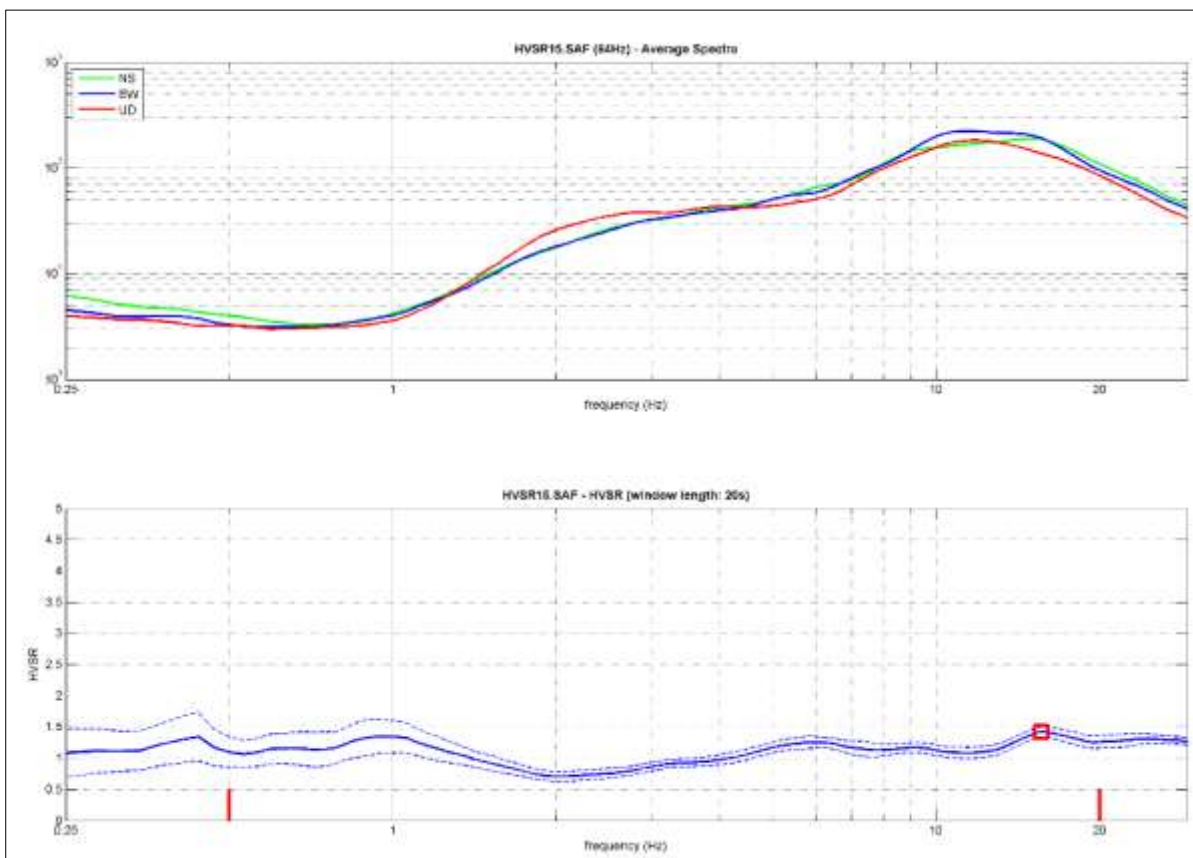
I risultati delle analisi presentati in questo lavoro sono stati ottenuti con il software *winMASW* versione *Acd 7.1*, che permette di determinare i rapporti medi fra le componenti spettrali del rumore, misurate sul piano orizzontale e verticale. A questo scopo, l'acquisizione del rumore ambientale è stata suddivisa in una serie di finestre temporali di uguale durata (finestre di 20 ms), per ciascuna delle quali è stato determinato lo spettro del moto.



**Fig. 1** -Visualizzazione dei dati dopo la rimozione di eventi transienti.

La determinazione della curva HVSR ha previsto in sintesi i seguenti steps:

- 1) Eliminazione manuale da parte dell'utente delle parti di segnale costituite dal disturbo arrecato da eventi non conformi al rumore ambientale (transienti). Questa operazione produce una diminuzione della lunghezza del segnale analizzato (vedi figura precedente).
- 2) Definizione della lunghezza degli intervalli entro cui calcolare le curve HVSR (20 ms).
- 3) Calcolo delle trasformate di Fourier delle tre componenti  $x$ ,  $y$ ,  $z$  del moto.
- 4) Operazione di smoothing degli spettri di Fourier.
- 5) Somma delle due componenti orizzontali  $x$  e  $y$ .
- 6) Calcolo delle curve HVSR come rapporto spettrale tra la componente orizzontale  $H$  e la componente verticale  $V$  negli  $N$  intervalli temporali stazionari.
- 7) Calcolo della curva HVSR media tra le  $n$  curve HVSR.



**Fig. 2** -Visualizzazione HVSR e spettro medio di ampiezza del sito indagato.

I risultati parziali ottenuti, durante le fasi di elaborazione delle curve H/V, sono stati iterativamente controllati andando a valutare la direttività e la stabilità nel tempo della curva HVSR.



La curva HVSR calcolata, indica un picco principale a circa 15,6 Hz; la sua validità viene verificata, mediante software *winMASW*, secondo i criteri di ammissibilità del progetto *SESAME* (che definiscono la robustezza statistica della curva HVSR e degli eventuali picchi presenti).

---

#### **Criteria for a reliable H/V curve** (Criteri per una curva affidabile)

- #1.  $[f_0 > 10/Lw]$ :  $15.609 > 0.5$  (OK)
- #2.  $[nc > 200]$ :  $24974 > 200$  (OK)
- #3.  $[f_0 > 0.5\text{Hz}; \sigma_A(f) < 2 \text{ for } 0.5f_0 < f < 2f_0]$  (OK)

---

#### **Criteria for a clear H/V peak** (Criteri per un picco H/V chiaro)

- #1.  $[\text{exists } f^- \text{ in the range } [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f^-) < A_0/2]$ : (NO)
- #2.  $[\text{exists } f^+ \text{ in the range } [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f^+) < A_0/2]$ : (NO)
- #3.  $[A_0 > 2]$ :  $1.4 < 2$  (NO)
- #4.  $[f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%]$ : (NO)
- #5.  $[\sigma_A < \epsilon(f_0)]$ :  $6.777 > 0.780$  (NO)
- #6.  $[\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)]$ :  $0.081 < 1.58$  (OK)

### **2.4 - Descrizione dei risultati**

Il picco a 15,6 Hz con ampiezza pari 1,4 rispetta tutti i criteri *SESAME* per una curva affidabile; tuttavia non è rispettata la condizione che prevede la verifica di un minimo di 5 criteri su 6 per un picco significativo, nonostante siano stati modificati, in diverso modo, i parametri di elaborazione affinché i criteri fossero tutti verificati.

Dall'analisi della curva HVSR, eseguita tra 0,5 Hz e 20,0 Hz (frequenze di interesse ingegneristico tali da includere anche il picco principale), è quindi risultata una possibile frequenza principale di risonanza attorno a 15,6 Hz.

Questa non può essere definita come certamente significativa ai fini dell'individuazione di una possibile frequenza di risonanza di sito. L'assenza di picchi di frequenza significativi è correlabile alla mancanza di forti contrasti di impedenza sismica all'interno della sequenza deposizionale indagata e/o all'aumento graduale, con la profondità, delle caratteristiche di addensamento dei terreni stessi, come per altro testimoniato dalle stratigrafie di alcuni pozzi terebrati in contesti omologhi a quello in cui ricade l'area oggetto di indagine.

Alla luce dei risultati ottenuti si è pertanto opportunamente scelto di non modellare la curva HVSR per trarre informazioni di tipo sismostratigrafico.



### 3 - INDAGINE SISMICA MASW

#### 3.1 - Cenni sulla metodologia MASW

Con una prospezione sismica *MASW* (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*) si analizza il fenomeno della dispersione che le onde di superficie subiscono in un mezzo stratificato. La velocità di propagazione per una certa lunghezza d'onda ( $\lambda$ ), quindi frequenza è, infatti, influenzata dalle proprietà che il sottosuolo attraversato possiede ed è detta *velocità di fase*.

Le *MASW* attive sono realizzate tramite analisi delle onde di Rayleigh o di Love oppure, congiuntamente Rayleigh + Love. Queste rappresentano le onde di superficie prodotte dall'interazione delle onde di corpo (P e S) con una superficie di discontinuità fisica. Le onde di Rayleigh, e più precisamente le loro componenti verticali, vengono registrate tramite i comuni geofoni verticali a bassa frequenza e generate da una sorgente ad impatto verticale, la classica martellata. Le onde di Love invece vengono acquisite mediante geofoni a componente orizzontale e generate applicando una sorgente di taglio al terreno, questo perché le loro componenti si muovono solamente sul piano orizzontale, con oscillazione perpendicolare rispetto alla direzione di propagazione dell'onda. Durante l'indagine in oggetto sono state registrate sia la componente verticale delle onde di Rayleigh sia le onde di Love.

Il principio della tecnica *MASW* prevede che, poiché la dispersione delle onde di superficie dipende dalle caratteristiche del sottosuolo e dalle sue variazioni verticali, dalla determinazione delle curve di dispersione del segnale è possibile ricavare le caratteristiche fondamentali del mezzo quali ad esempio la velocità delle onde di taglio  $V_s$  e lo spessore degli strati. La velocità delle onde di Rayleigh ( $V_R$ ) infatti è correlabile alla  $V_s$ , essendo pari a circa il 90% della velocità delle onde di taglio. L'analisi del fenomeno della dispersione, che avviene attraverso la *curva di dispersione*, permette quindi di determinare le caratteristiche del sottosuolo. La curva di dispersione del *dataset* è ottenuta mediante il passaggio dal dominio *spazio-tempo* (sismogramma) al dominio *velocità di fase/frequenza* (spettro di velocità) effettuato mediante specifica operazione con software dedicato.

Tenuto conto di quanto richiesto per l'applicazione della normativa relativa alla progettazione geotecnica, si ritiene che la metodologia di analisi *MASW*, risulti idonea alla definizione dei dati richiesti. Tale scelta risulta avvalorata dalle seguenti considerazioni:

1. La percentuale di energia convertita in onde Rayleigh o di Love è di gran lunga predominante (67%) rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P (7%) ed S (26%).
2. La propagazione e dispersione delle onde di Rayleigh o di Love si verifica senza problemi anche in caso di inversioni di velocità. Rispetto alla sismica a rifrazione, infatti, il metodo *MASW* non presenta problemi legati alla presenza di strati soffici compresi tra strati più rigidi.
3. La propagazione delle onde di Rayleigh, anche se influenzata dalla  $V_p$  e dalla densità, è funzione innanzitutto della  $V_s$ , parametro di fondamentale importanza nella caratterizzazione geotecnica di un sito (categoria di suolo in base al Testo Unico).



### **3.2 - Acquisizione dei dati**

L'ubicazione e la lunghezza degli stendimenti sono state scelte in funzione della logistica dei luoghi e dell'ingombro dell'edificio di progetto. L'allineamento sismico per l'acquisizione delle onde di Rayleigh ha previsto una distanza tra i geofoni pari a 1,0 m ed una serie di scoppi esterni e coniugati rispetto all'ultimo geofono con offset variabili (1-3-5-7-10 m) a diversa intensità di energizzazione. Per l'acquisizione delle onde di Love lo stendimento sismico ha previsto invece una distanza intergeofonica pari a 1,0 m ed una serie di scoppi esterni con offset di 3 m dall'ultimo geofono.

L'acquisizione della componente verticale delle onde di Rayleigh, di cui non sono state riportate le risultanze delle elaborazioni, è avvenuta mediante registrazione della propagazione del segnale sismico generato da una sorgente ad impatto verticale (martellata), tramite uno stendimento sismico di 24 geofoni a componente verticale.

L'acquisizione delle onde di Love è avvenuta invece mediante uno stendimento sismico di 24 geofoni a componente orizzontale posti trasversalmente all'allungamento dello stendimento, generando un'onda sismica di taglio mediante martellata orizzontale su piastra posta verticalmente nel terreno.

La strumentazione utilizzata si compone nello specifico di:

- una sorgente meccanica in grado di generare onde elastiche direzionali e ricche di energia realizzata mediante la battuta verticale e orizzontale di una mazza battente di 10 kg su piastra;
- un sistema di ricezione costituito alternativamente da uno stendimento di 24 geofoni (onde di Rayleigh) a movimento verticale (*Geospace GS11D*) e da uno stendimento di 24 geofoni (onde di Love) a movimento orizzontale (*Senshe* con livello a bolla), entrambi a frequenza di 4,5 Hz e puntale da 3", collegati mediante un cavo multielettrodo;
- un sistema di acquisizione e memorizzazione costituito da un sismografo modulare in grado di registrare in modo digitale le forme d'onda generate (*Geode Geometrics Mod. 3-1000*); il sismografo A/D è in grado di campionare segnali tra 0.025 ms e 16 ms. Il sistema di acquisizione è completato da dispositivo di *trigger*, computer per l'analisi e la memorizzazione del segnale e appositi cavi di collegamento.

### **3.3 - Analisi ed elaborazione dei segnali acquisiti**

#### **Determinazione degli spettri di velocità ed individuazione delle curve di dispersione**

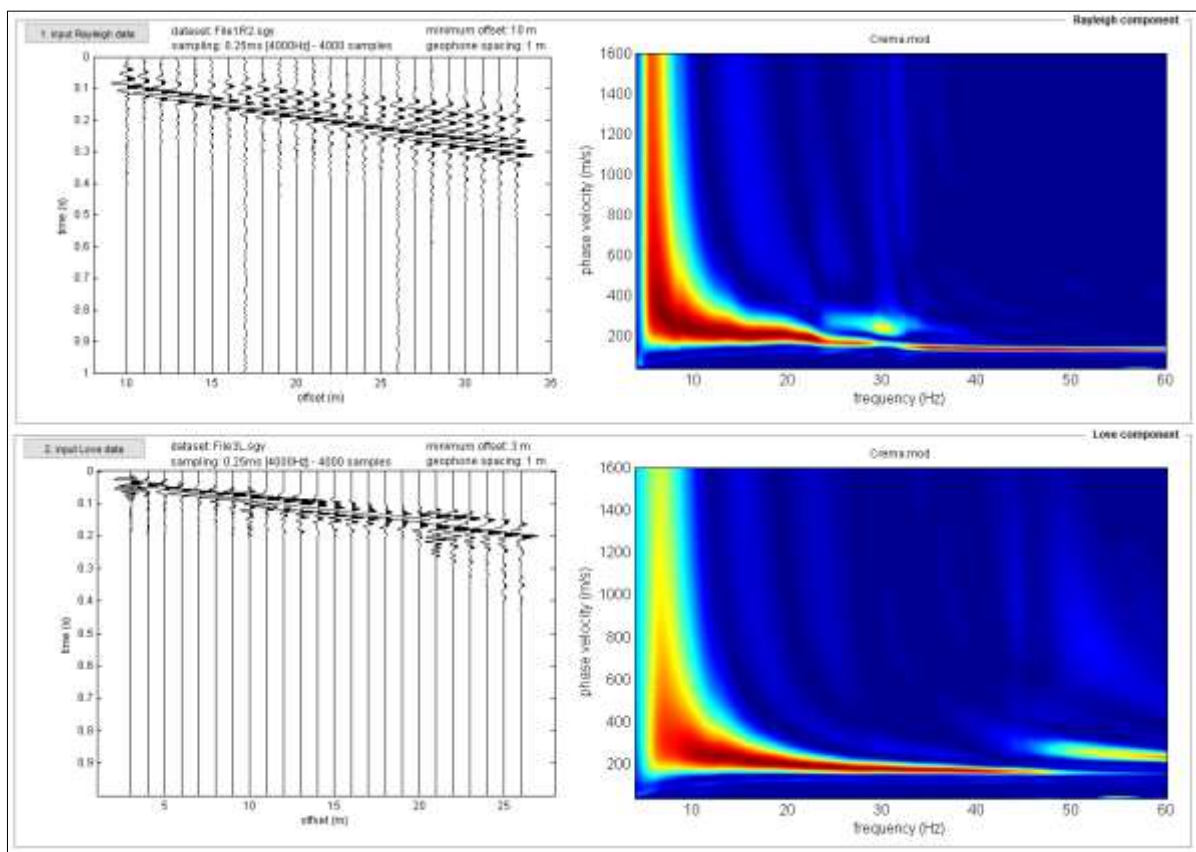
La stima dell'andamento in profondità delle velocità  $V_s$ , mediante acquisizione sismica multicanale è ottenuta tramite l'analisi del segnale nel dominio frequenza/velocità di fase.

Viene utilizzato lo spettro di velocità in quanto è il dominio dove è chiaramente più immediato e naturale comprendere le proprietà dispersive del mezzo attraversato, determinando con precisione la velocità di ciascuna componente del segnale registrato.

Dopo aver scelto quindi i sismogrammi più idonei, quelli solitamente con il miglior rapporto *segnale/rumore*, si esegue una trasformata dal dominio *spazio/tempo* al dominio *frequenza/velocità* (**Fig. 3**).

Particolare attenzione nell'interpretazione delle curve di dispersione è posta in considerazione del fatto che le vibrazioni indotte dalle onde di superficie sono correlabili a diversi *modi*, che possono sovrapporsi all'interno degli spettri di velocità.

Se tale sovrapposizione avviene, può generarsi una curva di dispersione apparente, che può risultare fuorviante in fase di interpretazione. Al fine di individuare i *modi* corretti e correlabili alla reale successione stratigrafica è stato scelto di eseguire un'**analisi congiunta delle onde di Rayleigh e delle onde Love**. L'interpretazione dello spettro è consistita quindi nel confrontare le distribuzioni di energia tra i vari modi. Dato che la distribuzione dell'energia nelle due componenti Love e Rayleigh è risultata a tratti molto differente, l'analisi congiunta è risultata indispensabile al riconoscimento del reale andamento dei modi e portando all'elaborazione di un modello maggiormente vincolato e preciso.



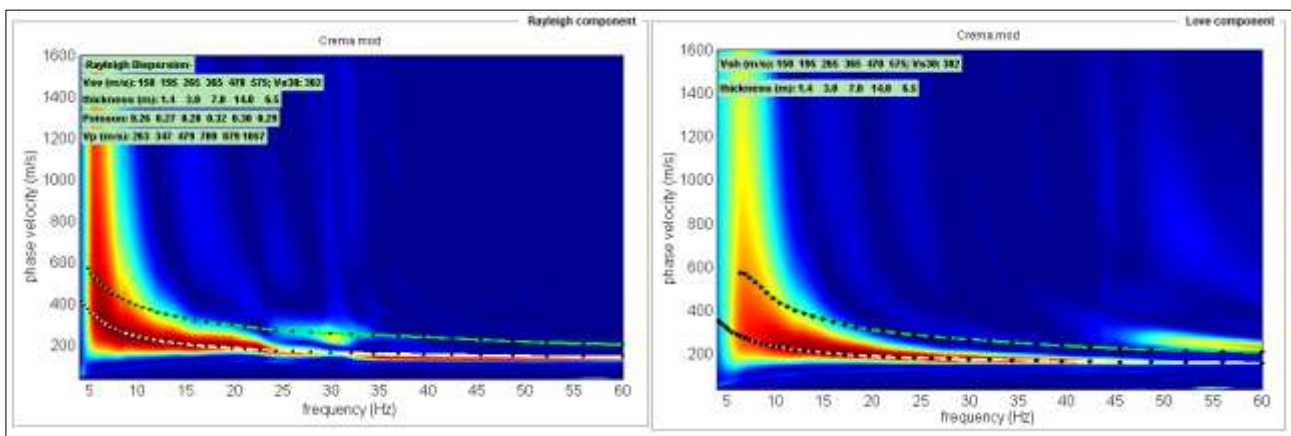
**Fig. 3** -Sismogrammi acquisiti (*sx*) e relativi spettri di dispersione (*dx*) della componente verticale delle onde di Rayleigh (in alto) e delle onde di Love (in basso).

Si riassumono di seguito i dati relativi ai parametri di acquisizione utilizzati per i dataset prescelti per l'elaborazione:

ONDE DI RAYLEIGH	ONDE DI LOVE
Dati relativi allo shot 1 - file1R2.sgy	Dati relativi allo shot 1 - file3L.sgy
offset minimo: 10 m	offset minimo: 3 m
distanza intergeofonica: 1,0 m	distanza intergeofonica: 1,0 m
Intervallo di campionamento: 0,25 ms	Intervallo di campionamento: 0,25 ms
Tempo di acquisizione: 1 s	Tempo di acquisizione: 1 s

### **Procedure di modellazione diretta e analisi congiunta Rayleigh+Love**

Analizzati i sismogrammi e i rispettivi spettri di velocità si è proceduto alla ricostruzione della distribuzione verticale delle Vs. Partendo dalle curve di dispersione delle onde di Rayleigh e di Love è stato ricostruito il modello che è responsabile di quelle curve, effettuando quindi un'inversione, vale a dire che si è ricavato il modello di sottosuolo che ha determinato il dato di campagna. Gli spettri di velocità di fase sono stati interpretati identificando le curve modali, mediante modellazione diretta, studiando l'andamento dei vari modi in funzione del modello atteso (**Fig. 4**). Questo è stato iterativamente modificato fino ad ottenere una buona sovrapposizione degli andamenti delle curve di dispersione sui vari modi riconosciuti, contemporaneamente in entrambi gli spettri, al fine di ottenere un solo modello di velocità.



**Fig. 4** -Risultati dell'analisi congiunta Rayleigh+Love: modellazione diretta mediante individuazione del modo fondamentale e del primo modo superiore che compongono lo spettro di velocità delle onde di Rayleigh (sx) e congiuntamente quello delle onde di Love (dx).



#### 4 - PROFILO SISMOSTRATIGRAFICO

Per l'elaborazione e l'interpretazione dei dati, si è tenuto conto delle evidenze del segnale acquisito, dei risultati delle prove penetrometriche eseguite nella medesima area d'indagine e delle conoscenze stratigrafiche del territorio in esame. Nella seguente tabella sono riportati i valori delle velocità medie e gli spessori di ciascun sismostrato, in modo da definire un **modello geofisico medio**, ottenuto mediante analisi congiunta delle onde di Rayleigh e delle onde di Love, con la curva HVSr.

Si riportano anche, in maniera indicativa, le stime dei valori di  $V_p$ , densità e modulo di Poisson eseguite dal software di elaborazione. Poiché la dispersione delle onde di superficie dipende essenzialmente dalla  $V_s$  e degli spessori degli strati (cioè dalla geometria), tali valori di densità e  $V_p$  devono essere considerati solamente come stime largamente approssimative. Viene riportato, inoltre, il valore del modulo di taglio che tra i moduli elastici è l'unico che non dipende da  $V_p$ , ma solamente da  $V_s$  e densità e quindi la sua stima risulta più attendibile.

MODELLO GEOFISICO MEDIO - Via Lago Gerundo/Indipendenza - Crema (CR)								
Sismostrato	$V_s$ (m/s)	Spessore (m)	Profondità da p.c. (m)	Stima della $V_p$ (m/s)	$V_p/V_s$	Stima densità (g/cm <sup>3</sup> )	Modulo di Poisson	Modulo di Taglio (MPa)
1	150	1,4	-1,4	263	1,75	1,73	0,26	39
2	195	3,0	-4,4	347	1,78	1,80	0,27	68
3	265	7,0	-11,4	479	1,81	1,88	0,28	132
4	365	14,0	-25,4	709	1,94	1,97	0,32	263
5	470	6,5	-31,9	879	1,87	2,02	0,30	447
6	575	3,1	-35,0	1057	1,84	2,07	0,29	684

Il valore del modulo dinamico di taglio, dipendente da  $V_s$  e densità si riferisce a condizioni di bassa deformazione. Per deformazioni significativamente superiori, come di norma nei calcoli geotecnici, i valori dovranno essere idoneamente corretti e utilizzati solo nei modi e nei casi appropriati.

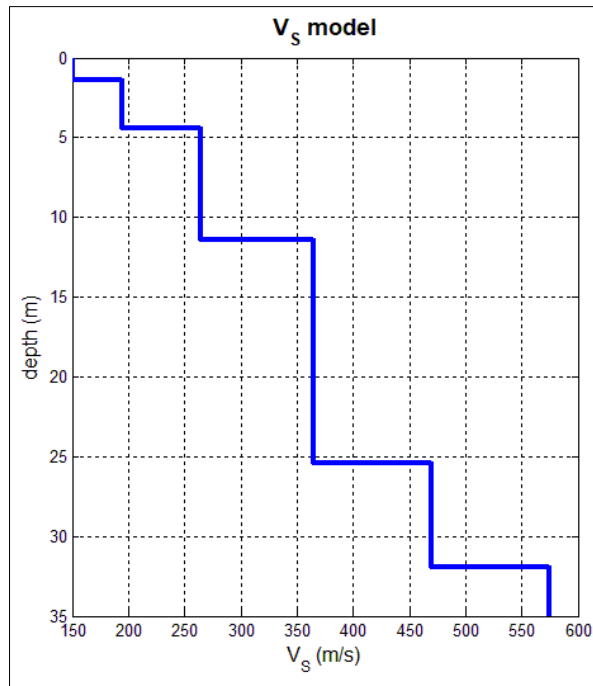
	$V_{s30}$ (m/s)	Categoria di sottosuolo	Valore di $V_{s30}$ calcolato mediante l'espressione 3.2.1 del D.M. 14/01/2008
Calcolo a partire dal ripiano di esecuzione MASW	<b>302</b>	<b>C</b>	$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}} \text{ [m/s]}$ Categoria di sottosuolo assegnata in base a quanto indicato nelle Tabelle 3.2 II e 3.2 III

Si sottolinea come la Categoria di Sottosuolo di Progetto, stimata in base alle Tabelle 3.2 II e 3.2 III del D.M. 14/01/08, sarà definita dal Geologo in base ai dati sismostratigrafici, alle indagini geotecniche nonché ai dati progettuali integrati





Si riporta inoltre la stratigrafia schematica del modello medio ottenuto, mediante analisi MASW in onde di Rayleigh e di Love, fino a -35,0 m dal p.c., utilizzato per il calcolo del parametro Vs30 (**Fig. 5**).



**Fig. 5** - Profilo sismostratigrafico.

In base ai dati sismostratigrafici ottenuti, si rileva inizialmente un primo strato di terreno vegetale/rimaneggiato di spessore pari a 1,4 m, con velocità di propagazione delle onde di taglio (*onde S*) pari a 150 m/s.

Da -1,4 m a -25,4 m dal p.c., si riscontrano valori di velocità delle onde S in graduale aumento con la profondità e compresi tra 195 e 365 m/s, propri di terreni da moderatamente addensati ad addensati, appartenenti alla sequenza alluvionale di riferimento.

Oltre -25,4 m circa dal p.c. si rilevano valori di compresi tra 470 a 575 m/s, correlabili ad orizzonti stratigrafici molto addensati.

Il profilo sismostratigrafico ottenuto risulta correlabile con il quadro geologico dell'area oggetto di indagine e i valori di velocità delle onde S risultano compatibili con l'andamento della prova SCPT eseguita nel medesimo sito di progetto.



## UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOFISICHE

(Via Lago Gerundo/Indipendenza – Crema - CR)



Legenda:



Stendimento sismico con acquisizione ed elaborazione dei dati mediante metodologia MASW (con analisi delle onde di Rayleigh e di Love)



Misura di microtremore sismico, con stazione singola, mediante tecnica HVSr

**ALLEGATO FOTOGRAFICO**



*Misura del microtremore sismico  
mediante tecnica HVSR*



*Stendimento sismico M.A.S.W.*



*Shot sismico orizzontale per la  
generazione delle onde di Love  
(offset 3 metri)*



*Acquisizione del segnale sismico  
con Sismografo Geometrics  
Mod. Geode 3-1000*

Allegato 4

PARAMETRI SISMICI DI  
SITO E DI PROGETTO

## Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii  
Muro rigido: 0

## Sito in esame.

latitudine: 45,362165  
longitudine: 9,675012  
Classe: 3  
Vita nominale: 50

## Siti di riferimento

Sito 1	ID: 12711	Lat: 45,3737	Lon: 9,6504	Distanza: 2313,497
Sito 2	ID: 12712	Lat: 45,3760	Lon: 9,7214	Distanza: 3933,758
Sito 3	ID: 12934	Lat: 45,3260	Lon: 9,7246	Distanza: 5580,589
Sito 4	ID: 12933	Lat: 45,3238	Lon: 9,6536	Distanza: 4584,779

## Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C  
Categoria topografica: T1  
Periodo di riferimento: 75anni  
Coefficiente cu: 1,5

## Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
Tr: 45 [anni]  
ag: 0,035 g  
Fo: 2,524  
Tc\*: 0,213 [s]

## Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
Tr: 75 [anni]  
ag: 0,043 g  
Fo: 2,523  
Tc\*: 0,236 [s]

## Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
Tr: 712 [anni]  
ag: 0,102 g  
Fo: 2,523  
Tc\*: 0,291 [s]

## Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
Tr: 1462 [anni]  
ag: 0,130 g  
Fo: 2,535  
Tc\*: 0,298 [s]

## Coefficienti sismici

SLO:  
Ss: 1,500  
Cc: 1,750  
St: 1,000  
Kh: 0,011  
Kv: 0,005  
Amax: 0,517  
Beta: 0,200

SLD:  
Ss: 1,500  
Cc: 1,690  
St: 1,000  
Kh: 0,013  
Kv: 0,007  
Amax: 0,638  
Beta: 0,200

allegato\_4\_GeostruPS\_report\_20-12-2017\_12-30

SLV:

Ss:	1,500
Cc:	1,580
St:	1,000
Kh:	0,037
Kv:	0,018
Amax:	1,496
Beta:	0,240

SLC:

Ss:	1,500
Cc:	1,570
St:	1,000
Kh:	0,047
Kv:	0,023
Amax:	1,908
Beta:	0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50  
Coordinate WGS84  
latitudine: 45.361232  
longitudine: 9.673966