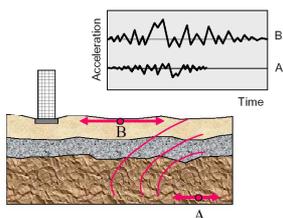


**STUDIO GEOLOGICO PROPEDEUTICO ALLE RITIPIZZAZIONI
URBANISTICHE DI CUI ALLA SENTENZA TAR PALERMO,
SEZ. III, N. 1267/2021 RELATIVAMENTE ALL'APPEZZAMENTO DI SITO NEL
COMUNE DI CINISI - FG. 11 – P.LLA 1698 DI PROPRIETA'
SIG. VITO CUCINELLA.**

Studio di Geologia

Studi di Geologia Ambientale e Tecnica
Indagini penetrometriche e sismiche
Via Roma n° 60 – 90040 Montelepre (PA)

Dott. Geol. Francesco Sapienza
Tel.e Fax +39/091.898.43.25 - Cell. 360.29.27.69
e-mail: sapienzafr@libero.it
pec: geosapienza@pec.epap.it



REPORT INDAGINI GEOFISICHE

DATA: Gennaio 2023

- Prove di Sismica Attiva (MASW)
- Prove di Sismica Passiva (HV/SR)

- All. 1

COMMITTENTE: COMUNE DI CINISI

	(COMMITTENTE)		IL GEOLOGO DOTT. Francesco Sapienza

1. NOTE INTRODUTTIVE

Nell'ambito dei lavori propedeutici alla Ritipizzazione Urbanistica di cui alla sentenza TAR Palermo, sez. III, n.1267/2021 relativamente all'appezzamento di sito nel comune di Cinisi (PA) di Proprietà del Sig. Cucinella Vito, di cui al fg. 11 p.lla 1698, il settore IV Edilizia Urbanistica e SUAP del Comune di Cinisi, con Determina n. 10 del 23.12.2022, ha affidato l'incarico dello studio geologico di cui all'oggetto mediante l'esecuzione di alcuni sondaggi di tipo geofisico (MASW e HVSR), allo scrivente dott. Geol. Francesco Sapienza, regolarmente iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia al n°1014, geologo libero professionista, con studio tecnico in Montelepre in Via Roma 60 (PA).

Nell'ambito del presente studio, oltre a valutare le condizioni generali di stabilità del lotto interessato, si vuole verificare l'appartenenza dello stesso, ai sensi della nuova normativa tecnica sulle costruzioni "Norme Tecniche per le Costruzioni", entrato in vigore il 1° luglio 2009, in applicazione della circolare n.617/2009, nonché in riferimento all'Ordinanza P.C.M. n° 3274/2003, D.M. 14.01.2008 ed ultimo aggiornamento delle "Norme Tecniche per le costruzioni" D.M. 17 gennaio 2018 (Suppl. Ord. n.8 G.U. n.42 del 20.02.2018; Ai sensi della suddetta normativa il terreno sismicamente significativo è stato diviso in 5 categorie di profilo stratigrafico del sottosuolo compreso tra il piano d'imposta delle fondazioni e la formazione di base rigida), basate sulla stima della velocità media delle onde sismiche di taglio (V_s equivalente) e ricavata dalle indagini geofisiche eseguite all'interno del lotto, consistenti nella esecuzione di n. 1 prospezione sismica con metodo MASW con 12 geofoni e n°1 prospezione geofisica con metodo HV/SR, al fine di fornire informazioni aggiuntive per la caratterizzazione del sito sulla base dell'analisi delle onde superficiali di *Rayleigh* e quindi sulla stima del valore di V_s equivalente.

In particolare, il rilievo dei microtremori è stato elaborato attraverso la tecnica HV/SR o di *Nakamura*, e consente di determinare la "frequenza di risonanza" di uno strato caratteristico del sito per il quale assume il valore massimo il rapporto $RHV = HS/VS$ (Horizontal to Vertical Ratio) tra gli spettri delle componenti orizzontale e verticale del moto del suolo, assumendo che la componente verticale (V) del *noise*, nel passare dal Bedrock alla superficie non subisca amplificazione. Con l'impiego dei programmi votati Geopsy, Easy HVSR e Easy MASW della Geostru (Codice cliente 8112) e ProgramGeo aggiornato ai sensi della nuova normativa, con Licenza n°1051-4CF4-8968-AB40-0F1C-4FC6-DC0C-B06B) si è determinato il valore della frequenza di picco del sito e quindi la relativa profondità del contrasto di impedenza.

Le indagini sono state condotte a quota 0.00, lungo il piano di campagna attuale, all'interno del lotto in esame, attraverso l'impiego di un *Simografo DOREMI* 16 bit a 24 canali (*SARA Instruments*), 12 geofoni in onde P (*Geospace GS11D* da 4.5 Hz) (*MASW* e *REMI*) e *GEOBOX SR04* 24 bit 3CH, *Microtremor Digitizer* con GPS dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, senza cavi esterni per l'acquisizione del rumore sismico e notebook *TOSHIBA* per l'acquisizione dei dati di campagna. In applicazione alla metodologia di base studiata da Nakamura tutte le misure a stazione singola in campo aperto sono state orientate secondo il Nord.

1.1 Inquadramento del sito

Il lotto ricade nella fascia periferica nord dell'abitato di Cinisi, in area subpianeggiante; Le indagini sono state eseguite il 09 gennaio 2023:



Fig. 1.1.1.: Ubicazione - Lat. 38.161806° / Long. 13.098812°; m 45 s.l.m.; Pendenza topografica P= 1.2° - CTR:594020

By Google Earth

2.0 Sismica passiva

Le considerazioni riportate di seguito sono il risultato di un'indagine di sismica passiva attraverso analisi realizzata con tomografo elettronico digitale "GEOBOX SR04 24" bit ai soli fini della determinazione delle caratteristiche elastiche del terreno ottenute dall'analisi spettrale delle componenti vibrazionali del terreno, ossia attraverso l'analisi dei rumori del terreno. Il rilievo dei microtremori con stazione singola (HVSR) consiste nella misurazione del "noise" o rumore ambientale, attraverso un apparato di registrazione dotato di n.3 velocimetri (o accelerometri) disposti nelle tre direzioni dello spazio, ed intesi a determinare la forma dello spettro risultante dalla struttura del sottosuolo. L'analisi del segnale viene effettuata rapportando lo spettro verticale a quello medio orizzontale risultante dalla registrazione, variabili in relazione alla anisotropia del mezzo attraversato e dei gradienti di impedenza presenti nel sottosuolo.

Rapporto di impedenza sismica:

$$RI = \left(\frac{\rho_s v_s}{\rho_b v_b} \right)$$

Il valore massimo del rapporto HVSR risulta relazionato allo spessore H dei sedimenti sottesi dalle superfici qualificate da rapporti di impedenza superiori a 25%; le condizioni occorrono in corrispondenza di frequenze di risonanza caratteristiche del sito. L'assenza di gradienti di impedenza sismica non permettono risoluzioni adeguate delle geometrie del sottosuolo. La relazione tra frequenze di risonanza e spessore e velocità delle onde SRayleigh dei terreni alla superficie di riferimento e' definita da:

$$v_n = (2n-1) \frac{V_s}{4H} = \frac{1}{4T_n}$$

dove T_n e' il periodo di risonanza e per $n=1$ si verifica il valore massimo di amplificazione a seguito dello smorzamento dell'oscillazione conseguente il comportamento dissipativo del suolo rispetto alla propagazione della sollecitazione dinamica.

Il rilievo dei microtremori si basa sull'assunzione che il valore massimo del rapporto tra gli spettri delle componenti orizzontale e verticale del moto del suolo, risulti condizionato dallo spessore sotteso da una soluzione di continuita' ad elevato gradiente di impedenza sismica nel sottosuolo e dalla velocità equivalente dei terreni sottesi al tetto ("sedimento"), assumendo che la componente verticale (V) del noise, nel passare dal *substrato* alla superficie, non subisca amplificazione. Disponendo della lettura del valore di frequenza per la quale risulta massimo il rapporto H/V delle componenti spettrali del moto, valore che corrisponde alla *frequenza di sito* (f_0), la determinazione delle incognite relative alla geometria del sottosuolo (V_s e H) necessita di informazioni ulteriori che devono essere acquisite attraverso differenti prospezioni o dati stratigrafici altrimenti noti nell'area (stratigrafie di pozzi/sondaggi e conoscenza geologica approfondita). Dalla

relazione tra frequenza caratteristica di sito e velocità e spessore dei terreni sottesi al maggiore gradiente di impedenza sismica (in genere corrispondente al “substrato” del “sedimento”):

$$v_n = (2n - 1) \frac{V_s}{4H} = \frac{1}{4T_n}$$

e' possibile determinare il valore dello spessore del sedimento, conoscendo il valore delle V_s medie del sedimento ovvero conoscendo lo spessore locale al substrato:

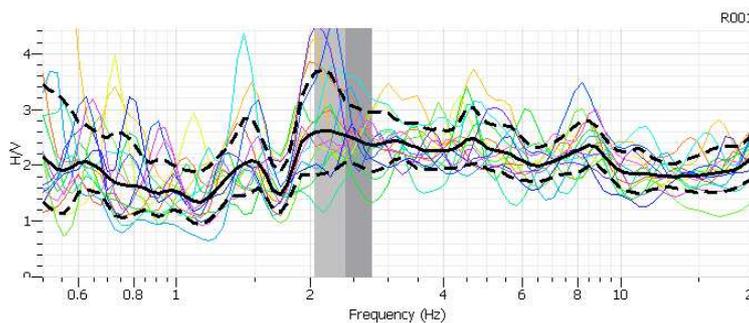
$$H = \frac{V_s T_1}{4} \qquad V_s = \frac{4H}{T_1}$$

dove n e' la frequenza di risonanza, con $n=1$ risulta la frequenza caratteristica di sito, T_1 e' il periodo di sito, V_s la velocità delle onde di Rayleigh del sedimento e H lo spessore corrispondente.

2.1 Procedura di analisi:

La sismica passiva si basa sulla misura dei microtremori che sono sempre presenti sulla superficie terrestre e sono generati da fenomeni naturali (vento, onde marine) e artificiali (attività antropiche). I dati raccolti sono stati elaborati, per ogni punto di misura e per ognuna delle tre componenti del moto, eseguendo l'analisi spettrale del segnale per evidenziare la distribuzione in frequenza del *noise*.

I dati spettrali risultanti dalle elaborazioni numeriche effettuate sono tarate sino a circa 20 Hz, in quanto entro tale limite rientrano le frequenze maggiormente significative dal punto di vista geologico-tecnico. Di seguito vengono riportate le relative curve H/V, ove l'area grigia rappresenta la frequenza di picco media e la sua deviazione standard. Il valore di frequenza è al limite tra il grigio scuro e grigio chiaro le aree:



Prova HV/SR n.1

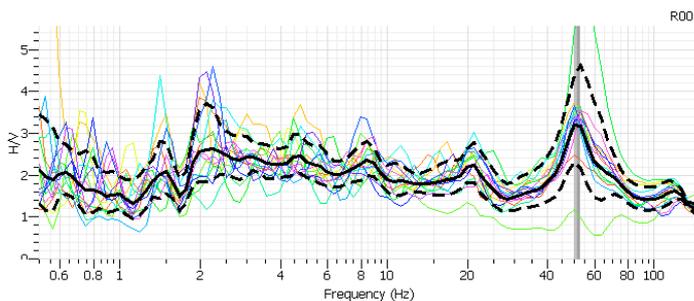
38.161806°

13.099812°

$f_0 = 2,40$

$A_0 = 2,49$

**Grafico tarato fino a
20 Hz**



**Grafico tarato
fino a 150 Hz**

ID	Name	Component	Time reference	Start time	End time	Sampling frequency	dt	N samples	Duration	Rec x	Rec y	Rec z	Type
1	R001	Vertical	09/01/2023 00:00...	12h7m	12h37m	300	0,003333333...	540000	30m0.0000...	0	0	0	Waveform
2	R001	North	09/01/2023 00:00...	12h7m	12h37m	300	0,003333333...	540000	30m0.0000...	0	0	0	Waveform
3	R001	East	09/01/2023 00:00...	12h7m	12h37m	300	0,003333333...	540000	30m0.0000...	0	0	0	Waveform

Tab. 2.1.1: Parametri di acquisizione stazione T1

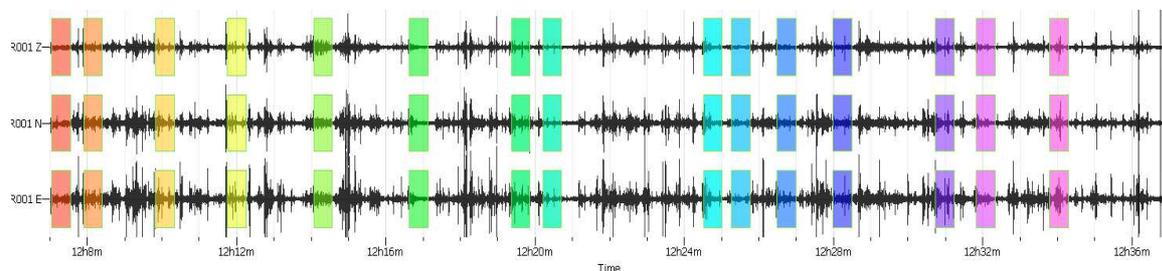


Fig. 2.1.2: Finestre di rumore ambientale di 30 secondi utilizzate per il calcolo del rapporto HVSR opportunamente filtrate e ripulite dai transienti

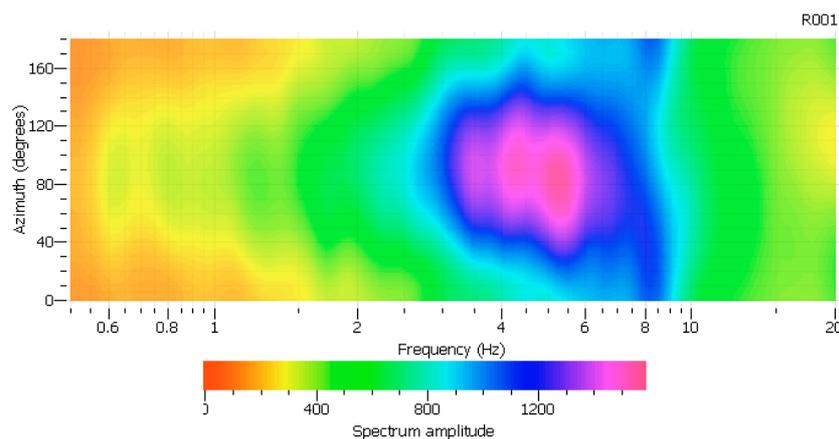


Fig. 2.1.3: Mappa della direzionalità degli spettri



Fig. 2.1.4.
Prova HV/SR n.1

La lunghezza di registrazione dei sondaggi in oggetto HV corrisponde ad un tempo di 30 minuti, con analisi dell'intera traccia pari all'90% circa, in quanto il segnale è stato filtrato da rumore antropico. Sulla base dell'elaborazione e analisi dei grafici ottenuti, si osservano i vari picchi H/V, con le rispettive frequenze di risonanza f_0 . Il dato importante che abbiamo ottenuto è la frequenza caratteristica di risonanza del sito (*Peak Frequency*) che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale in quanto si dovranno adottare adeguate precauzioni nell'edificare edifici aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di **doppia risonanza**, pericoloso per gli stessi fabbricati. La frequenza fondamentale di risonanza di un edificio, che può essere misurata eseguendo le misurazioni all'interno dello stesso, in seguito sarà possibile confrontarla con quella del terreno su cui sorge per comprendere al meglio il rischio sismico a cui è sottoposto l'edificio in caso di sisma. Il periodo fondamentale, di una struttura (esistente o di progetto) se non direttamente misurato, può essere preliminarmente stimato dalla relazione: $Ted \approx Ch^{3/4} \approx n/10$ dove: Ted è il periodo dell'edificio, h è la sua altezza ed n è il numero di piani; mentre il parametro $C = 0,050$ vale per edifici in muratura, $C = 0.075$ per edifici in muratura e calcestruzzo e $C = 0.085$ per edifici a telaio in calcestruzzo.

Negli ultimi anni un progetto europeo denominato SESAME (Site EffectS Assessment using Ambient Excitations) si è occupato di stabilire delle linee guida per la corretta esecuzione delle misure di microtremore ambientale in stazione singola e array. Esso ha anche fornito dei criteri per valutare la bontà delle curve HVSR e la significatività dei picchi HN eventualmente trovati. Ad ogni picco in frequenza corrisponde una profondità [m] dell'orizzonte che genera il contrasto d'impedenza di seguito riportata:

f_0 (Hz)	h (m)	
< 1	> 100	Centinaia di metri
1 - 2	50 - 100	Decine di metri
2 - 3	30 - 50	
3 - 5	20 - 30	
5 - 8	10 - 20	
8 - 20	5 - 10	Qualche metro
> 20	< 5	
H/V > 3 Alto contrasto		
2 < H/V < 3 Basso contrasto		

Fig. 2.1.5. : Stima della profondità del contrasto di impedenza sulla base della frequenza di risonanza.

2.2 Indagine geofisica tramite tecnica MASW

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

- Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

P-Longitudinale: onda profonda di compressione;

S-Trasversale: onda profonda di taglio;

L-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;

R-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

- Onde di Rayleigh – "R"

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

- Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

- Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidezza.

- Modi di vibrazione

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

- Profondità di indagine

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

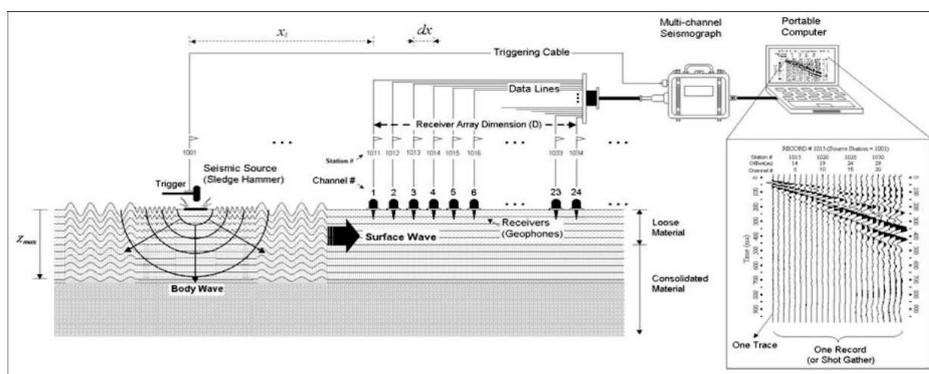


Figura 2.2.1. Schema di acquisizione dati MASW.

2.3 Prospezione sismica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves):

L'indagine microsismica è stata eseguita impiegando un sismografo "DOREMI-SARA" con 24 e 12 canali con possibilità d'incremento e sovrapposizione strumentale del segnale, frequenza di campionamento di 1000 Hz e registrazione magnetica degli eventi. Essa consta di uno stendimento con lunghezza pari a 20 m. Sono stati disposti e collegati in serie 12 geofoni verticali. I trasduttori monocomponente sono comuni geofoni verticali, con frequenza propria di oscillazione a 4.5Hz. La distanza intergeofonica è stata fissata 1m per motivi logistici. Le energizzazioni (mazza battente su piastra) sono state realizzate in 2 punti posti esternamente alla configurazione geofonica (*end-shot*) e distanti 2,00 e 4,00m dalla copertura geofonica e su questa base sono state eseguite le elaborazioni. Tale configurazione è stata scelta per ottenere un buon compromesso fra risoluzione e quindi informazioni dettagliate dei primi metri di profondità del sito e profondità d'indagine. I dati acquisiti che consistono nella registrazione dei treni d'onda a partire dall'istante di energizzazione per un intervallo di tempo di 5000 msec, passo di campionamento Periodo 2 msec e frequenza Hz 200 μ s, sono stati riprodotti su supporto magnetico sul quale è stata eseguita l'interpretazione. L'interpretazione è stata condotta con softwares votati (Geopsy, Geostru e ProgramGeo) al fine di determinare la sismotratigrafia in onde S del sito accertando eventuali e locali inversioni di velocità e calcolando il valore equivalente alla profondità di 30 m per definire la locale categoria di suolo.



Fig.2.3.2:
Geofono starter
e prolunga



Fig.2.3.1:
Catena strumentale



Fig.2.3.3:
Mazza battente e
piattello di
battuta metallico

Fig.2.3.4:
Geofoni 4,5 Hz

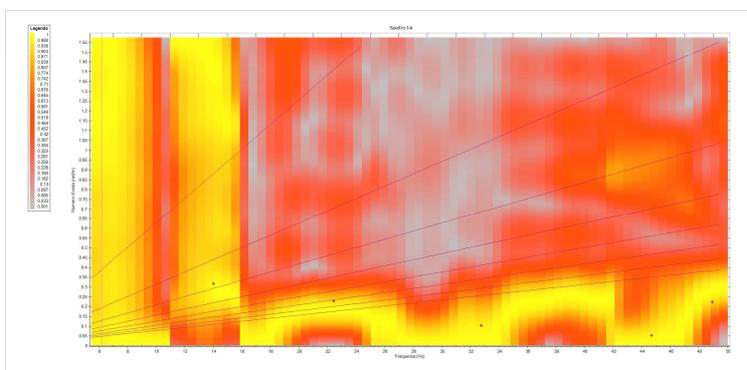
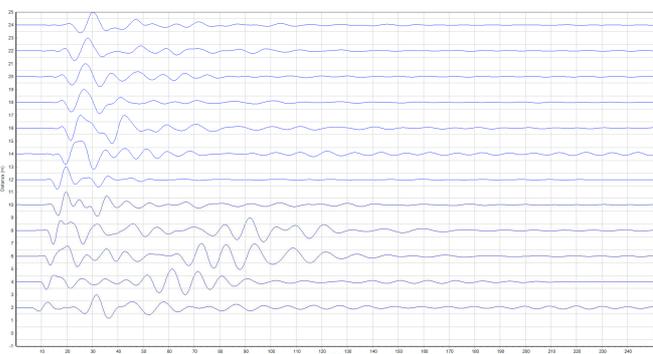


2.3.1 Elaborazione dati

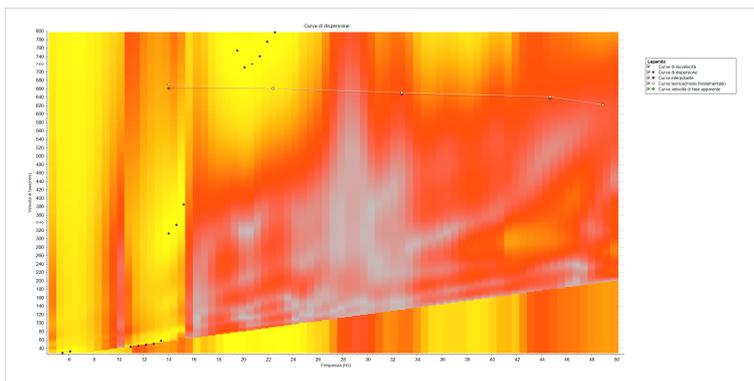
Le onde superficiali di tipo Rayleigh sono state generate dalla battuta di una mazza del peso di 7,00 kg su un piattello metallico e registrate con 12,00 geofoni verticali, con un periodo di oscillazione di 4,50 hz, disposti secondo una geometria “lineare” e collegati all’unita’ di testa. La distanza intergeofonica è stata scelta pari a 1,00 m; la sorgente è stata posizionata distante 2,00 e 4,00m dalla catena strumentale. L’analisi spettrale nel dominio f-k e nel dominio v-hz dei sismogrammi ha permesso di calcolare la curva di dispersione sperimentale; il profilo delle velocità delle onde sismiche di taglio v_s è ricavato definendo la migliore corrispondenza tra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione teorica, modificando in maniera opportuna lo “spessore”, il “peso di volume”, il “coefficiente di poisson”, la “ v_s = velocità delle onde di taglio” e la “ v_p = velocità delle onde di compressione” dei terreni di sedime che costituiscono il sottosuolo in corrispondenza del sito di intervento. Durante il test la sorgente viene posizionata all’inizio e alla fine del profilo in modo tale da ottenere profili sismici diretti ed inversi.

MASW N°1

Acquisizione MASW



Spettro F-K 2D



Curva di dispersione

Profilo delle Vs.



Vs media Vs min
 Vs max Profondità max indagata(m)

Classe sito: B - $V_{seq}(m/s) = 712.5$



Funzione di trasferimento del terreno



Prova MASW

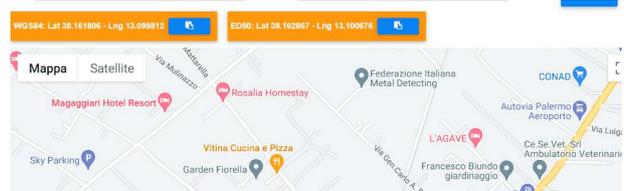
Tabella parametri geotecnici per basse deformazioni da MASW M1

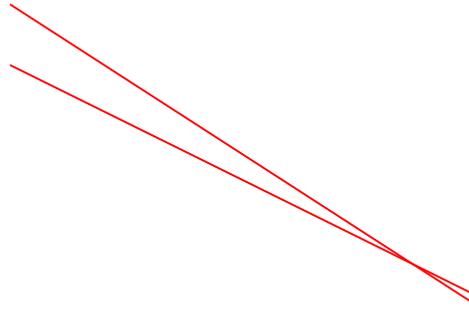
N.	Da(m)	a(m)	dz(m)	Vs(m/s)	C.Poisson	Gamma(kN/	Vp(m/s)	GO(MPa)	Ed(MPa)	Kv(MPa)	Ey(MPa)
1	0.0	6.9	6.9	685.0	0.3	17.99	1282.39	860.48	3015.79	1868.48	2237.91
2	6.9	9.6	2.7	701.0	0.3	18.0	1311.45	901.65	3155.79	1953.58	2344.3
3	9.6	14.7	5.1	712.0	0.3	18.0	1332.03	930.17	3255.6	2015.37	2418.45
4	14.7	30.0	15.3	728.0	0.3	18.0	1361.96	972.45	3403.57	2106.97	2528.36

Legenda: Vs=Velocità onde S; Gamma=peso di volume; Vp= velocità onde P; GO=modulo di taglio; modulo di compressibilità volumetrica; Ey= modulo di Young.

Latitudine:	38.161806°N
Longitudine	13.099812°E
mt. s.l.m.	45
Frequenza caratteristica di risonanza del sito (fo)	2.40 Hz (hvsr1)

ncesco S





Stati limite

	Classe Edificio				
	II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...				
	Vita Nominale	50			
	Interpolazione	Media ponderata			
CU = 1					
Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_c [s]	
Operatività (SLO)	30	0.033	2.340	0.204	
Danno (SLD)	50	0.045	2.359	0.238	
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.135	2.375	0.292	
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.177	2.417	0.305	
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50				

Fig.2 3.2

Calcolo del periodo di riferimento dell'azione sismica.
 "Edifici affollamento normale"

- Parametri sismici di base per il sito in oggetto.

Ubicazione del sito in esame (le coordinate geografiche espresse in questo file sono in WGS84):

2.4 Classificazione dei litotipi in funzione delle caratteristiche di risposta sismica

Dall'insieme delle risultanze è possibile stimare il parametro V_s equivalente:

$$V_{s,eq} = 712 \text{ m/s}^1$$

¹ L'indeterminazione delle stime si attesta a circa il 10% delle misure indicate

tale parametro secondo la normativa vigente in Italia (Norme Tecniche per le Costruzioni 2018) colloca i terreni in **categoria B**. Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

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

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.

Si è cercato pertanto di fornire indicazioni circa il grado di pericolosità sismica del sito in termini di eventuali amplificazioni locali e di classificazione dei terreni di fondazione rispetto alle modifiche attese nello spettro di risposta sismica. A tal scopo, si elencano le categorie del terreno di fondazione sismostratigrafiche, ai fini della definizione della azione sismica di progetto (le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni):

Categoria sottosuolo	Caratteristiche della superficie topografica	Spessore (m)	V_s (m/s)
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 caratteristiche meccaniche con spessore massimo pari a 3 m.	Qualsiasi	≥ 800
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 fra 360 m/s e 800 m/s.		≥ 360 ≤ 800
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi fra 180 e 360 m/s.	> 30 m	≥ 180 ≤ 360
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.	> 30 m	≥ 100 ≤ 180
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.	> 30 m	$\approx C$ e D

Montelepre Gennaio '23

IL GEOLOGO:

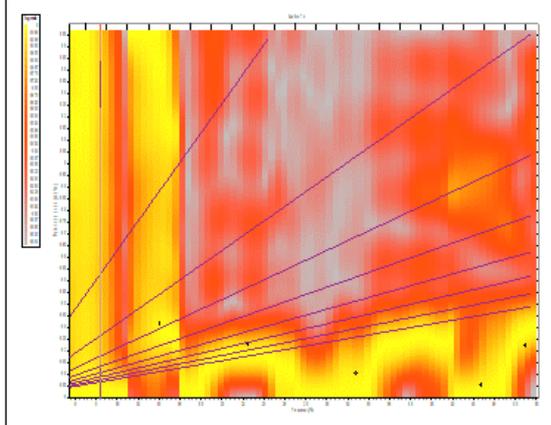
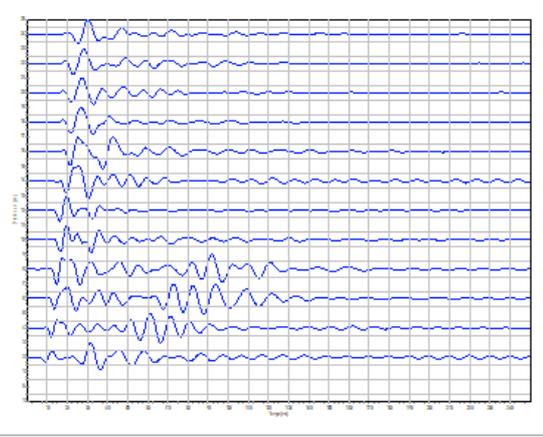
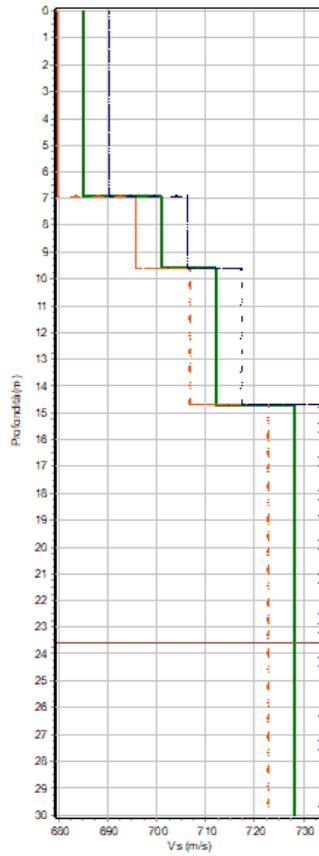
Dott. Geol. Francesco Sapienza

Albo Regionale dei Geologi di Sicilia, n. 1014

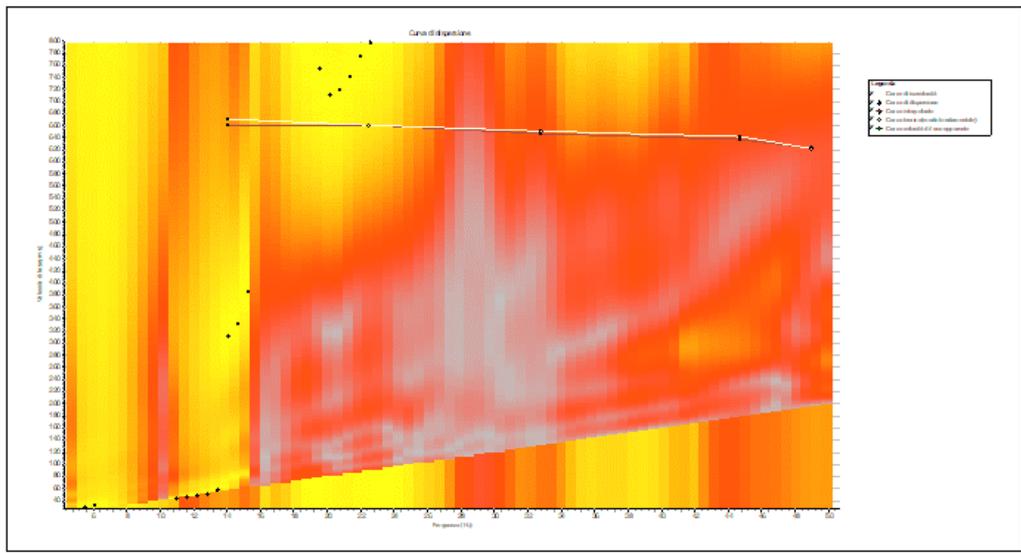


Riassunto interpretazione MASW M1

N.	H(m)	Vs(m/s)
1	6.9	685.0
2	9.6	701.0
3	14.7	712.0
4	30.0	728.0



— Vs media — Vs min
— Vs max — Profondità max indagata(m)
 Classe sito: B - Vs eq. (m/s) = 712.5



PROGRAM GEO Via XX Settembre, 89d - 25013 Carpenedolo (BS)