

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



COLLEGAMENTO LAMEZIA T. - CATANZARO – DORSALE JONICA

U.O. GEOLOGA TECNICA DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO

PROGETTO DEFINITIVO

ELETTRIFICAZIONE TRATTA CATANZARO-LAMEZIA TERME (Lotto 01)

INDAGINI GEOFISICHE

ITALFERR S.p.A.
Ordine degli Ingegneri della
Provincia di La Spezia
Dott. Ing. Andrea Nardinocchi
iscritto all'Albo Professionale
COD. N. A/1263

PFTE da sottoporre all'esame del CSLP ai sensi del DL 16 luglio 2020, n. 76 convertito con legge n. 120/2020 «Misure urgenti per la semplificazione e l'innovazione digitale.»

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

RCOT 01 D 69 IG GE0005 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	T. Vicenzetto	Feb 2020	F.M. Carli	Feb 2020	S. Vanfiori	Feb 2020	Feb 2020
								M. Comasini
								Dott. Geol. Massimo Comasini Ordine degli Ingegneri della Provincia di La Spezia n. 2195

File: RCOT.01.D.69.IG.GE0005.001.A

n. Elab.: 154

INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	METODOLOGIE DI INDAGINE UBICAZIONE	4
3.	INDAGINE SISMICA CON METODO MASW ATTIVO	5
4.	RISULTATI PROSPEZIONI MASW	6
4.1.	MASW 25	6
4.2.	MASW 26	9
4.3.	MASW 27	12
4.4.	MASW 28	15
4.5.	MASW 29	18
4.6.	MASW 30	21
4.7.	MASW 40	24
	ALLEGATO 1 - CLASSIFICAZIONE DEI SITI SULLA BASE DELLE NTC 2018.....	27



COLLEGAMENTO LAMEZIA T. - CATANZARO – DORSALE JONICA
P.D. ELETTRIFICAZIONE TRATTA SIBARI-CROTONE-CATANZARO

LOTTO 01

INDAGINI GEOFISICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RC0W	01	D 69	IG GE0005 001	A	3 di 48

1. PREMESSA

Nell'ambito del "Progetto Definitivo di Elettrificazione della tratta Catanzaro-Lamezia Terme (Lotto 01)", su incarico della Società ITALFERR S.p.A, la società Vicenzetto S.r.l. ha eseguito indagini geofisiche di tipo MASW in aree dell'agro dei comuni di Catanzaro Lido (CZ), Settingiano (CZ), Marcellinara (CZ), Pianopoli (CZ), Feroletto Antico (CZ) e Lamezia Terme (CZ).

Il presente elaborato riporta le risultanze delle indagini effettuate, esplicandone le procedure e le modalità operative seguite in fase esecutiva. Fornisce, altresì, i dati tecnici sui mezzi d'opera impiegati.

	COLLEGAMENTO LAMEZIA T. - CATANZARO – DORSALE JONICA P.D. ELETTRIFICAZIONE TRATTA SIBARI-CROTONE-CATANZARO					
	LOTTO 01					
INDAGINI GEOFISICHE	COMMESSA RC0W	LOTTO 01	CODIFICA D 69	DOCUMENTO IG GE0005 001	REV. A	FOGLIO 4 di 48

2. METODOLOGIE DI INDAGINEUBICAZIONE

La campagna di misure geofisiche condotta, è consistita in indagini sismiche di superficie con metodologia Masw, e metodologia HVSR. Di seguito si riporta una breve descrizione dei principi base delle tecniche d'indagine ed i relativi risultati.



Figura 2-1 - Strumentazione impiegata per l'esecuzione delle prove masw (a sinistra), per le prove hvsr (a destra.)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COLLEGAMENTO LAMEZIA T. - CATANZARO – DORSALE JONICA P.D. ELETTRIFICAZIONE TRATTA SIBARI-CROTONE-CATANZARO LOTTO 01					
	INDAGINI GEOFISICHE	COMMESSA RC0W	LOTTO 01	CODIFICA D 69	DOCUMENTO IG GE0005 001	REV. A

3. INDAGINE SISMICA CON METODO MASW ATTIVO

Lo scopo della prova MASW è quello di ricostruire il profilo di rigidità del sito tramite la misura della velocità di propagazione delle onde di superficie di Rayleigh con un successivo processo d'inversione, attraverso il quale è fornita una stima indiretta della distribuzione delle Vs (velocità di propagazione delle onde di taglio). La prova consiste nel produrre sulla superficie del terreno, in corrispondenza del sito da investigare, una sollecitazione dinamica verticale in un determinato campo di frequenze e nel registrare tramite uno stendimento lineare di sensori (geofoni) le vibrazioni prodotte, in corrispondenza della superficie, a distanze note e prefissate. Il profilo che si ricava da questo tipo di indagine è un profilo monodimensionale Vs- Profondità che generalmente, in presenza di stratigrafie costituite da orizzonti piano paralleli, può essere attribuito convenzionalmente alla stratigrafia relativa al centro della stesa, in quanto si assume che lungo tutto lo sviluppo dello stendimento la stratigrafia rimanga invariata. In riferimento all'acquisizione di onde S con tecnica di sismica attiva (prova MASW), sono state adottate le seguenti caratteristiche:

24 geofoni verticali (frequenza di 4,5Hz); Spaziatura dei geofoni: variabile;

sorgente: massa da 8 kg; Distanza energizzazioni: 3-4-5 volte la spaziatura;

Lunghezza registrazione del singolo evento: 2000 millisecondi;

Campionamento del segnale: 1 millisecondi.

Tabella 3-1 – Strumentazioni utilizzate

N°	Strumentazione per prove sismiche attive di superficie (MASW e Rifrazione)
1	Sismografo Echo 24-2010 prodotto dalla Ambrogeo s.r.l. di Piacenza (PC)
1	Toughbook Panasonic CF-19
24	geofoni verticali con frequenza 4,5Hz (Geospace)
24	geofoni verticali con frequenza 40 Hz (Hueihai Sunfull)
24	geofoni orizzontali con frequenza 12 Hz (Hueihai Sunfull)
1	cavo di collegamento per geofoni 24 take-out/2,0-5,0 metri
1	massa battente del peso di 8 kg
1	linea trigger con dispositivo hammer-switch

4. RISULTATI PROSPEZIONI MASW

4.1. MASW 25

L'indagine di sismica superficiale eseguita, ha permesso la determinazione dell'andamento della velocità delle Vs fino a 30 m di profondità. Di seguito si riportano le immagini relative all'analisi ω -p (trasformata τ -p & trasformata di Fourier) al fine di discriminare l'energia associata alle onde di Rayleigh. L'inversione della curva di dispersione con il metodo phase shift utilizzando la tecnica di calcolo degli algoritmi genetici.

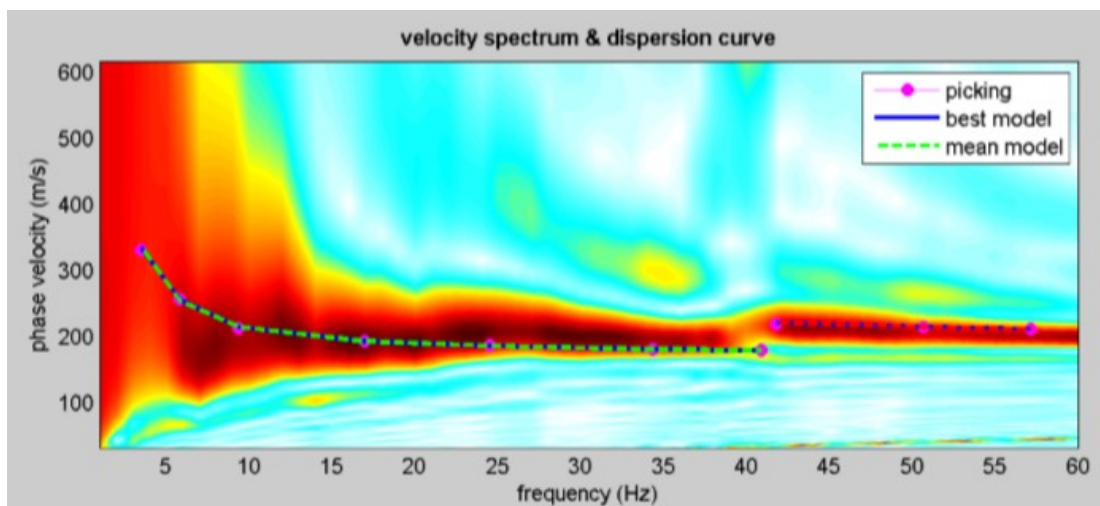


Figura 4-1 - modo fondamentale relativo al segnale sismico registrato in situ

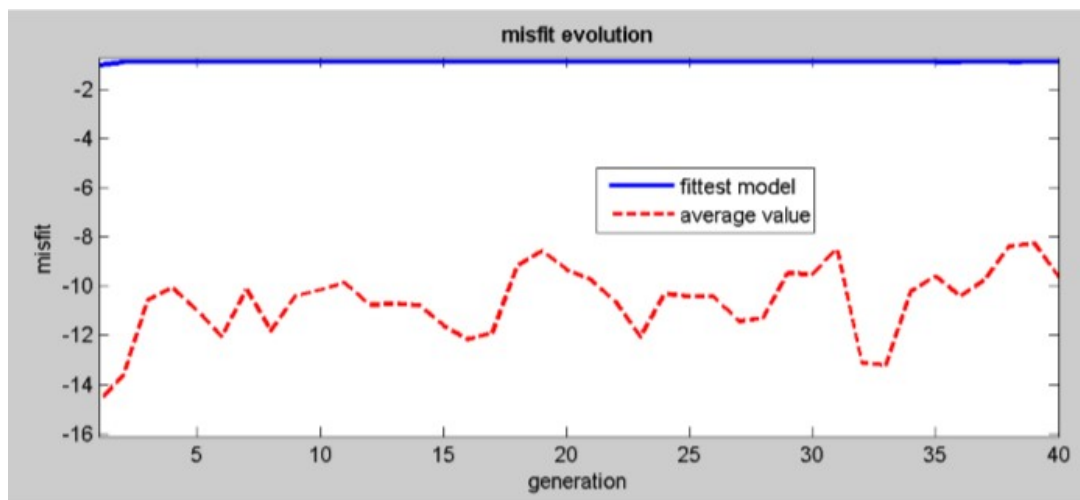


Figura 4-2 - confronto tra la curva di dispersione sperimentale e quella teorica

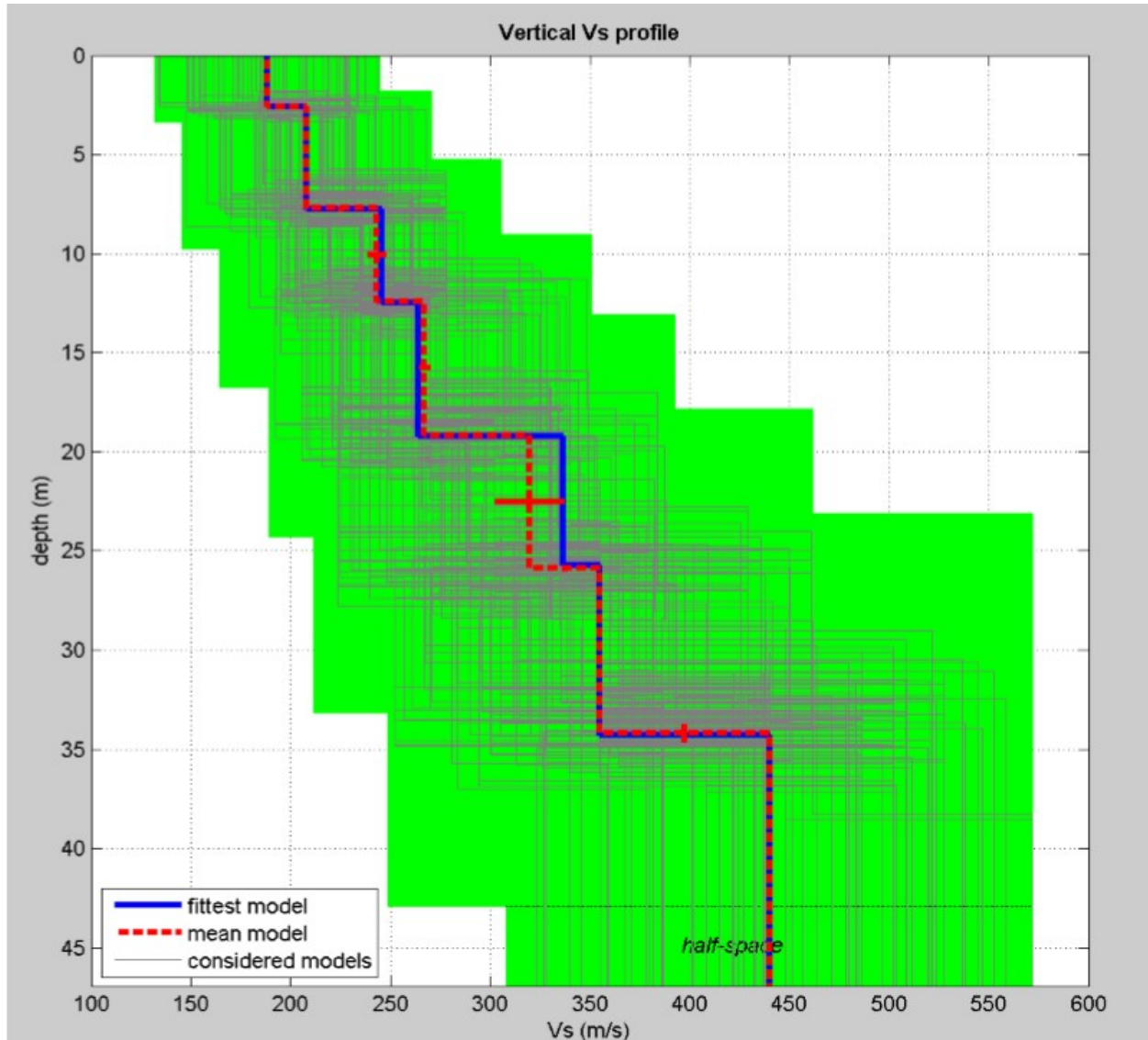


Figura 4-3 - modello risultante dall'inversione dei dati

Per quanto concerne i dettagli relativi alle caratteristiche geometriche dello stendimento, sono stati utilizzati 24 geofoni in linea con interdistanza di 2.5 m.

La $V_{s,eq}$ è stata ricavata dalla formula:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum \frac{h_i}{v_i}}$$

Nel caso specifico è risultato:


$$V_{s,eq} = 259 \text{ m/s}$$

Si tratta quindi di un suolo di tipo C ($S_s = 1.5$ secondo le NTC 2018).

In allegato, vengono inoltre fornite tabelle recanti la classificazione del sito e lo spettro di risposta elastico relativo, ricavato considerando una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (tempo di ritorno 475 anni). Tale condizione corrisponde allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (secondo NTC).



Figura 4-4 - foto e ortofoto relative alla prospezione masw_25.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COLLEGAMENTO LAMEZIA T. - CATANZARO – DORSALE JONICA P.D. ELETTRIFICAZIONE TRATTA SIBARI-CROTONE-CATANZARO LOTTO 01					
	INDAGINI GEOFISICHE	COMMESSA RC0T	LOTTO 01	CODIFICA D 69	DOCUMENTO IG GE0005 001	REV. A

4.2. MASW 26

L'indagine di sismica superficiale eseguita, ha permesso la determinazione dell'andamento della velocità delle Vs fino a 30 m di profondità. Di seguito si riportano le immagini relative all'analisi ω -p (trasformata τ -p & trasformata di Fourier) al fine di discriminare l'energia associata alle onde di Rayleigh. L'inversione della curva di dispersione con il metodo phase shift utilizzando la tecnica di calcolo degli algoritmi genetici.

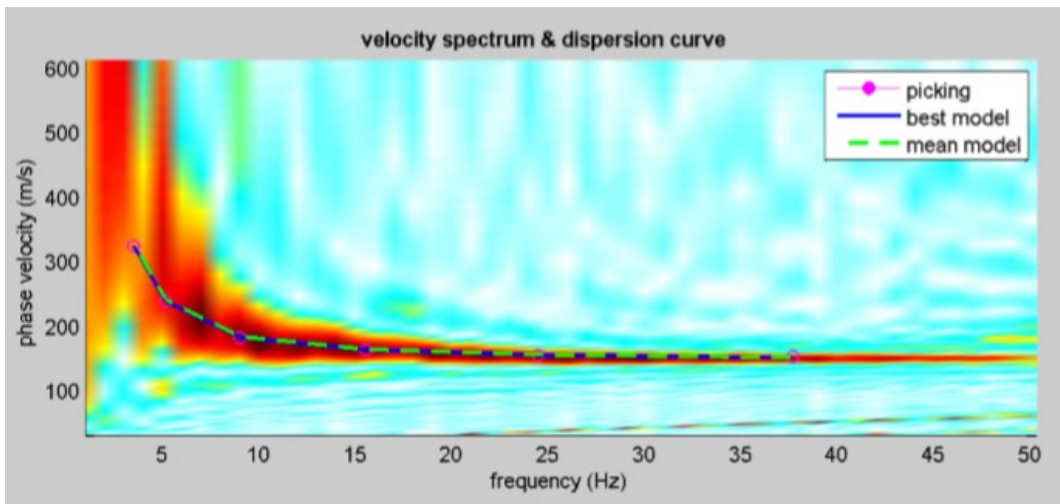


Figura 4-5 - modo fondamentale relativo al segnale sismico registrato in situ

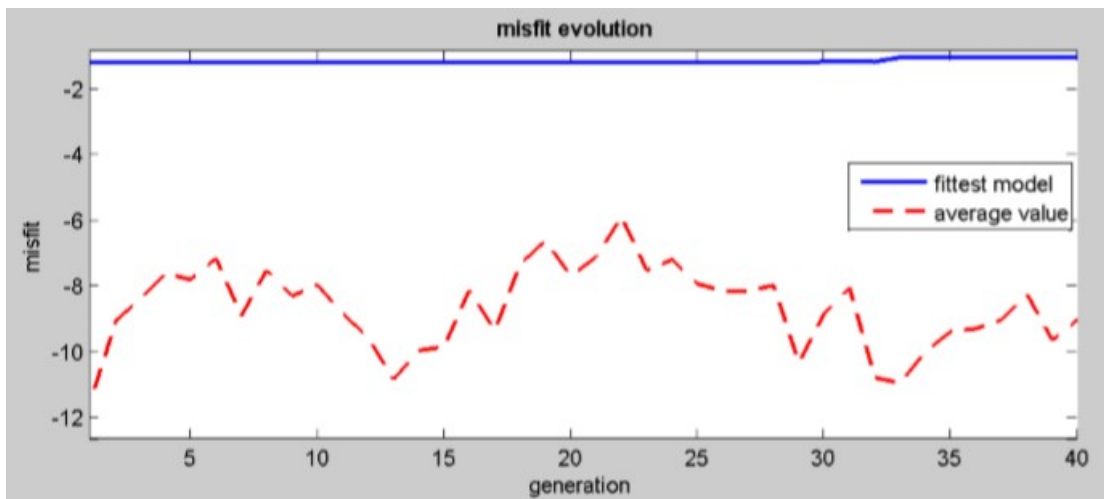


Figura 4-6 - confronto tra la curva di dispersione sperimentale e quella teorica

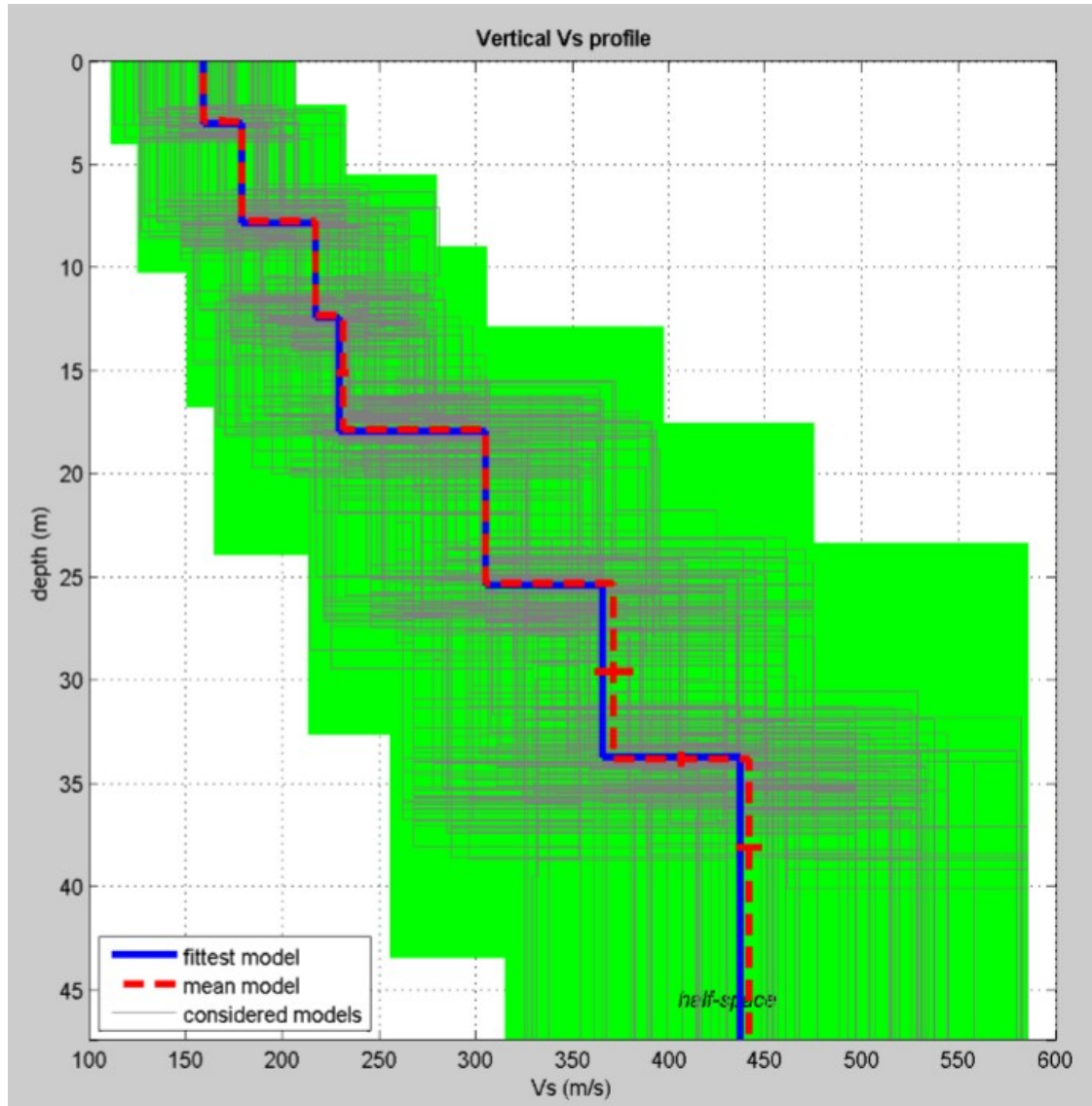


Figura 4-7 - modello risultante dall'inversione dei dati

Per quanto concerne i dettagli relativi alle caratteristiche geometriche dello stendimento, sono stati utilizzati 24 geofoni in linea con interdistanza di 2.5 m.

La $V_{s,eq}$ è stata ricavata dalla formula:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum \frac{h_i}{v_i}}$$

Nel caso specifico è risultato:

	COLLEGAMENTO LAMEZIA T. - CATANZARO – DORSALE JONICA P.D. ELETTRIFICAZIONE TRATTA SIBARI-CROTONE-CATANZARO LOTTO 01					
	INDAGINI GEOFISICHE	COMMESSA RC0T	LOTTO 01	CODIFICA D 69	DOCUMENTO IG GE0005 001	REV. A

$V_{s,eq} = 235 \text{ m/s}$

Si tratta quindi di un suolo di tipo C ($S_s = 1.3$ secondo le NTC 2018).

In allegato, vengono inoltre fornite tabelle recanti la classificazione del sito e lo spettro di risposta elastico relativo, ricavato considerando una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (tempo di ritorno 475 anni). Tale condizione corrisponde allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (secondo NTC).



Figura 4-8 - foto e ortofoto relative alla prospezione masw_26.

4.3. MASW 27

L'indagine di sismica superficiale eseguita, ha permesso la determinazione dell'andamento della velocità delle Vs fino a 30 m di profondità. Di seguito si riportano le immagini relative all'analisi ω -p (trasformata τ -p & trasformata di Fourier) al fine di discriminare l'energia associata alle onde di Rayleigh. L'inversione della curva di dispersione con il metodo phase shift utilizzando la tecnica di calcolo degli algoritmi genetici.

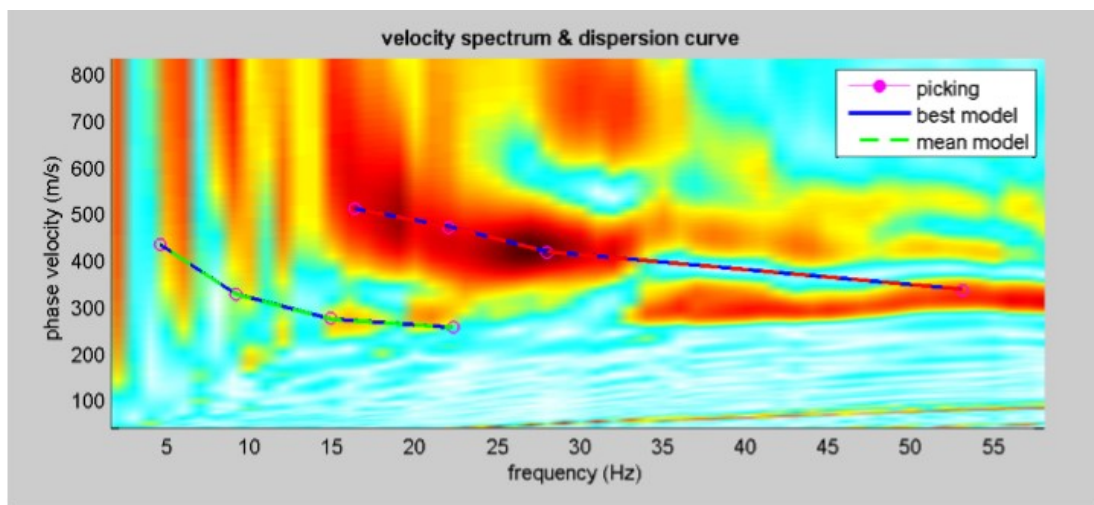


Figura 4-9 - modo fondamentale relativo al segnale sismico registrato in situ

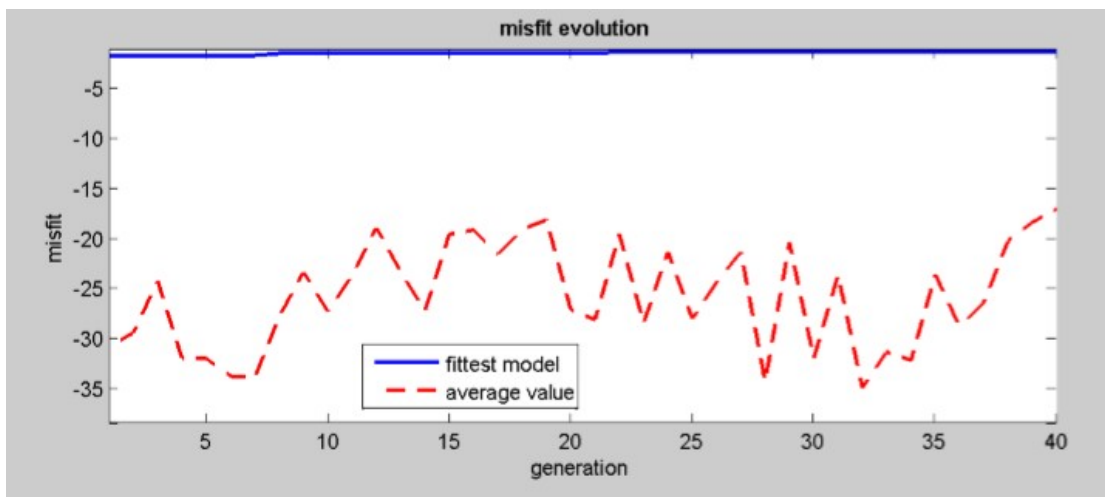


Figura 4-10 - confronto tra la curva di dispersione sperimentale e quella teorica

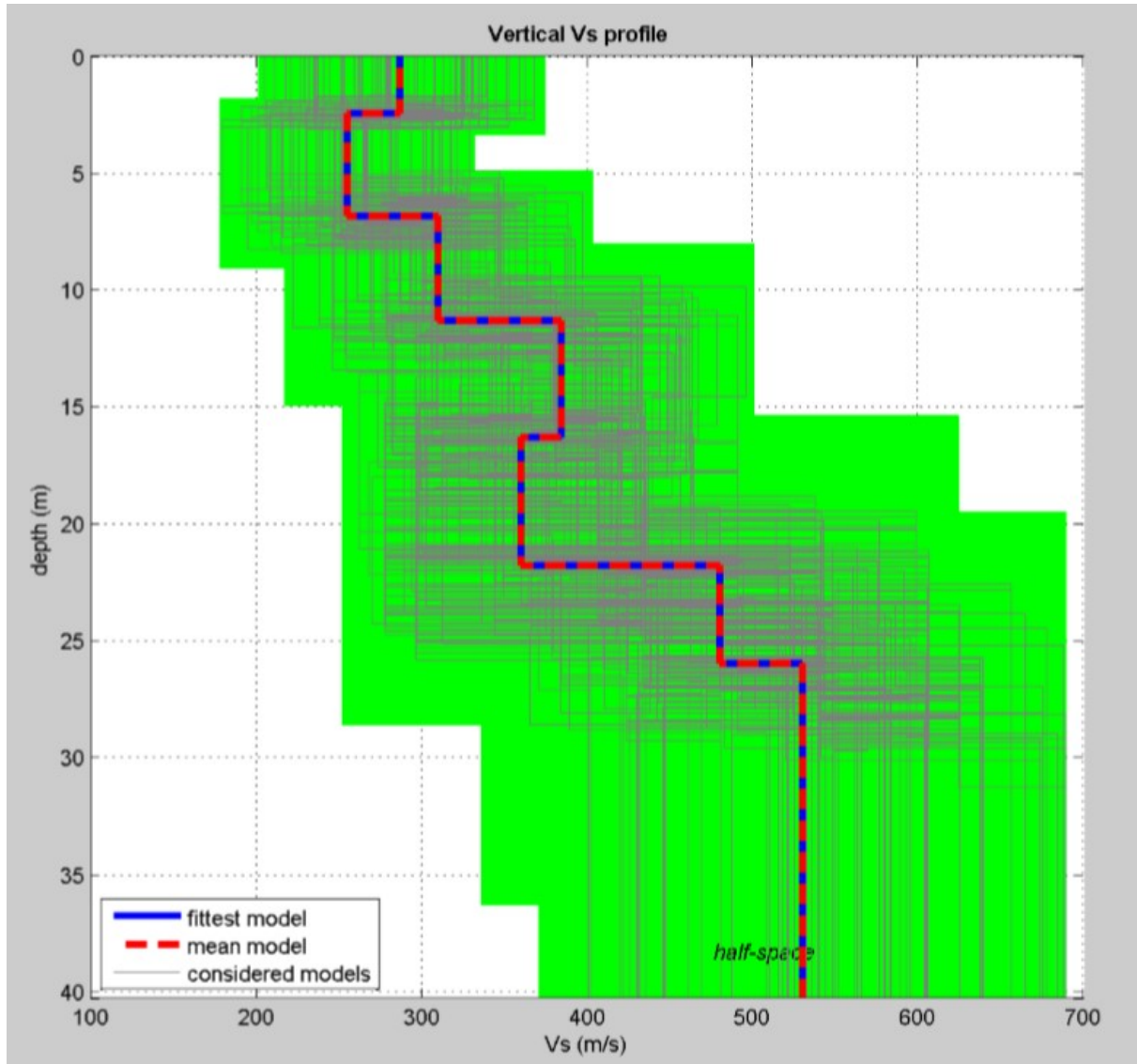


Figura 4-11 - modello risultante dall'inversione dei dati

Per quanto concerne i dettagli relativi alle caratteristiche geometriche dello stendimento, sono stati utilizzati 24 geofoni in linea con interdistanza di 2.5 m.

La $V_{s,eq}$ è stata ricavata dalla formula:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum \frac{h_i}{v_i}}$$

Nel caso specifico è risultato:

$V_{s,eq} = 354 \text{ m/s}$

Si tratta quindi di un suolo di tipo C ($S_s = 1.3$ secondo le NTC 2018).

In allegato, vengono inoltre fornite tabelle recanti la classificazione del sito e lo spettro di risposta elastico relativo, ricavato considerando una probabilita di superamento del 10% in 50 anni (tempo di ritorno 475 anni). Tale condizione corrisponde allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (secondo NTC).



Figura 4-12 - foto e ortofoto relative alla prospezione masw_27.

4.4. MASW 28

L'indagine di sismica superficiale eseguita, ha permesso la determinazione dell'andamento della velocità delle Vs fino a 30 m di profondità. Di seguito si riportano le immagini relative all'analisi ω -p (trasformata τ -p & trasformata di Fourier) al fine di discriminare l'energia associata alle onde di Rayleigh. L'inversione della curva di dispersione con il metodo phase shift utilizzando la tecnica di calcolo degli algoritmi genetici.

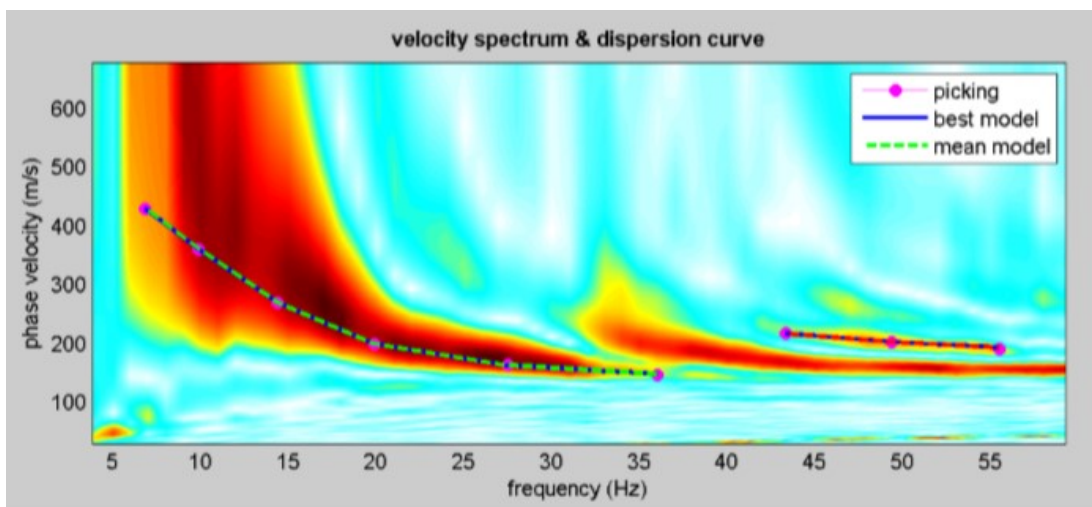


Figura 4-13 - modo fondamentale relativo al segnale sismico registrato in situ

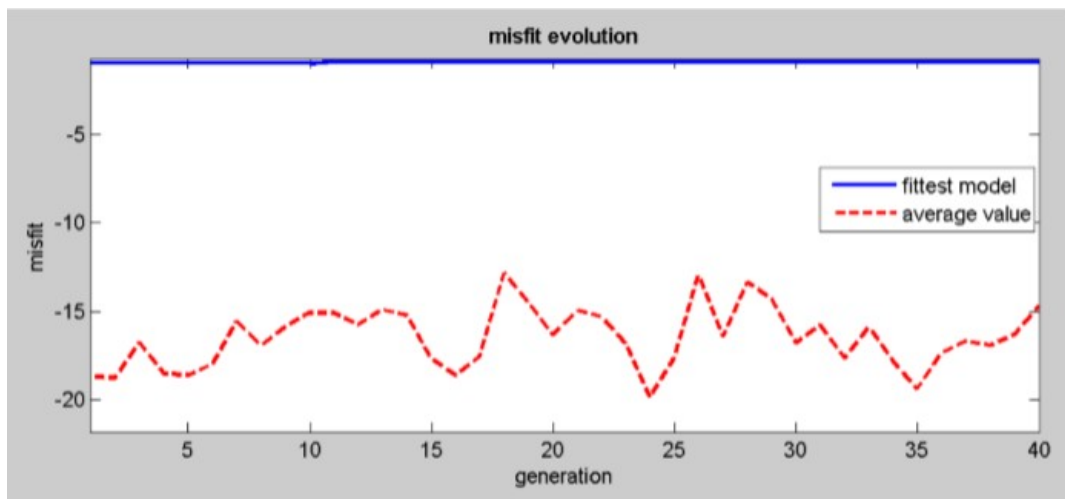


Figura 4-14 - confronto tra la curva di dispersione sperimentale e quella teorica

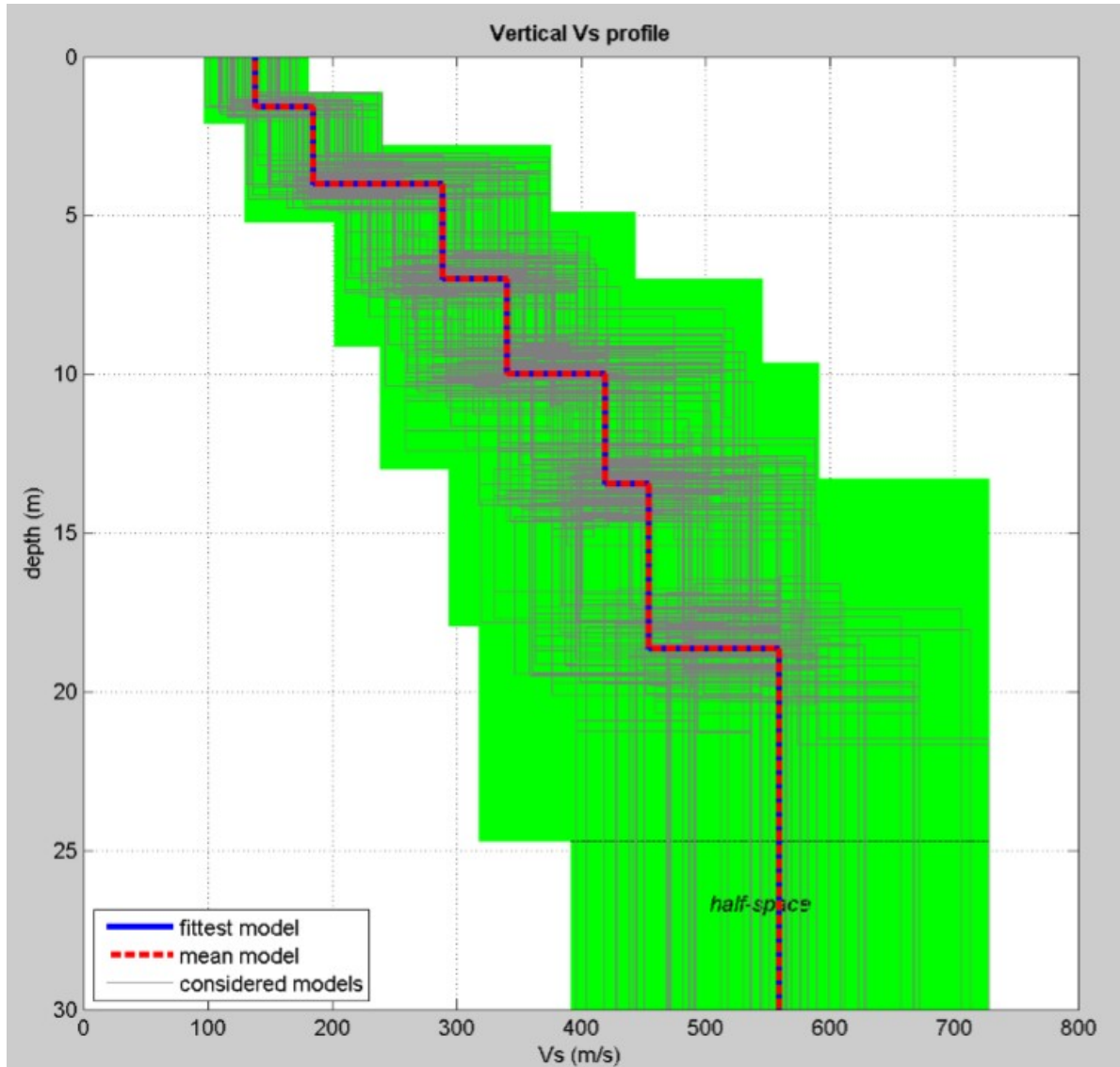


Figura 4-15 - modello risultante dall'inversione dei dati


Per quanto concerne i dettagli relativi alle caratteristiche geometriche dello stendimento, sono stati utilizzati 24 geofoni in linea con interdistanza di 2.5 m.

La $V_{s,eq}$ è stata ricavata dalla formula:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum \frac{h_i}{v_i}}$$

Nel caso specifico è risultato:

$$V_{s,eq} = 359 \text{ m/s}$$


	COLLEGAMENTO LAMEZIA T. - CATANZARO – DORSALE JONICA P.D. ELETTRIFICAZIONE TRATTA SIBARI-CROTONE-CATANZARO LOTTO 01					
	INDAGINI GEOFISICHE	COMMESSA RC0T	LOTTO 01	CODIFICA D 69	DOCUMENTO IG GE0005 001	REV. A

Si tratta quindi di un suolo di tipo C ($S_s = 1.3$ secondo le NTC 2018).

In allegato, vengono inoltre fornite tabelle recanti la classificazione del sito e lo spettro di risposta elastico relativo, ricavato considerando una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (tempo di ritorno 475 anni). Tale condizione corrisponde allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (secondo NTC).



Figura 4-16 - foto e ortofoto relative alla prospezione masw_28.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COLLEGAMENTO LAMEZIA T. - CATANZARO – DORSALE JONICA P.D. ELETTRIFICAZIONE TRATTA SIBARI-CROTONE-CATANZARO LOTTO 01					
	INDAGINI GEOFISICHE	COMMESSA RC0T	LOTTO 01	CODIFICA D 69	DOCUMENTO IG GE0005 001	REV. A

4.5. MASW 29

L'indagine di sismica superficiale eseguita, ha permesso la determinazione dell'andamento della velocità delle Vs fino a 30 m di profondità. Di seguito si riportano le immagini relative all'analisi ω -p (trasformata τ -p & trasformata di Fourier) al fine di discriminare l'energia associata alle onde di Rayleigh. L'inversione della curva di dispersione con il metodo phase shift utilizzando la tecnica di calcolo degli algoritmi genetici.

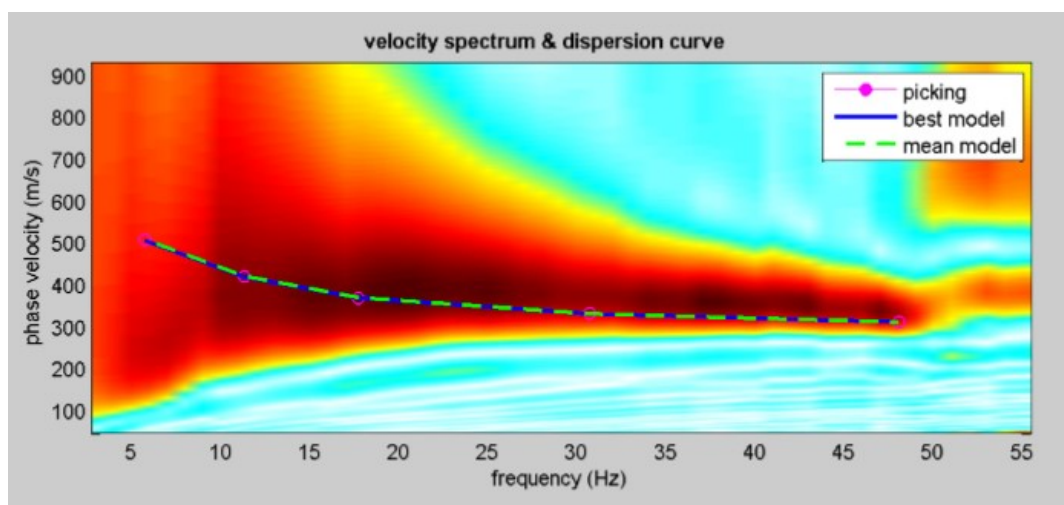


Figura 4-17 - modo fondamentale relativo al segnale sismico registrato in situ

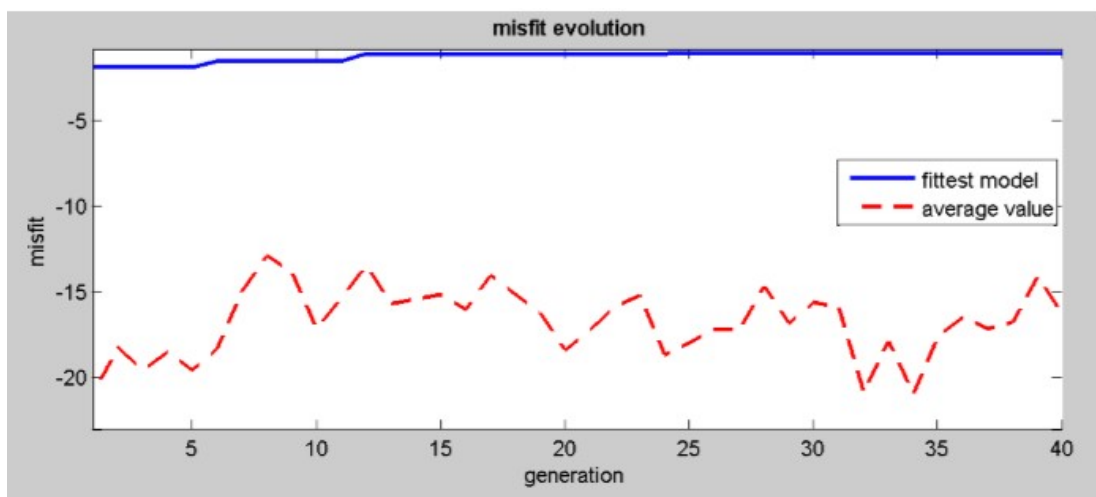


Figura 4-18 - confronto tra la curva di dispersione sperimentale e quella teorica

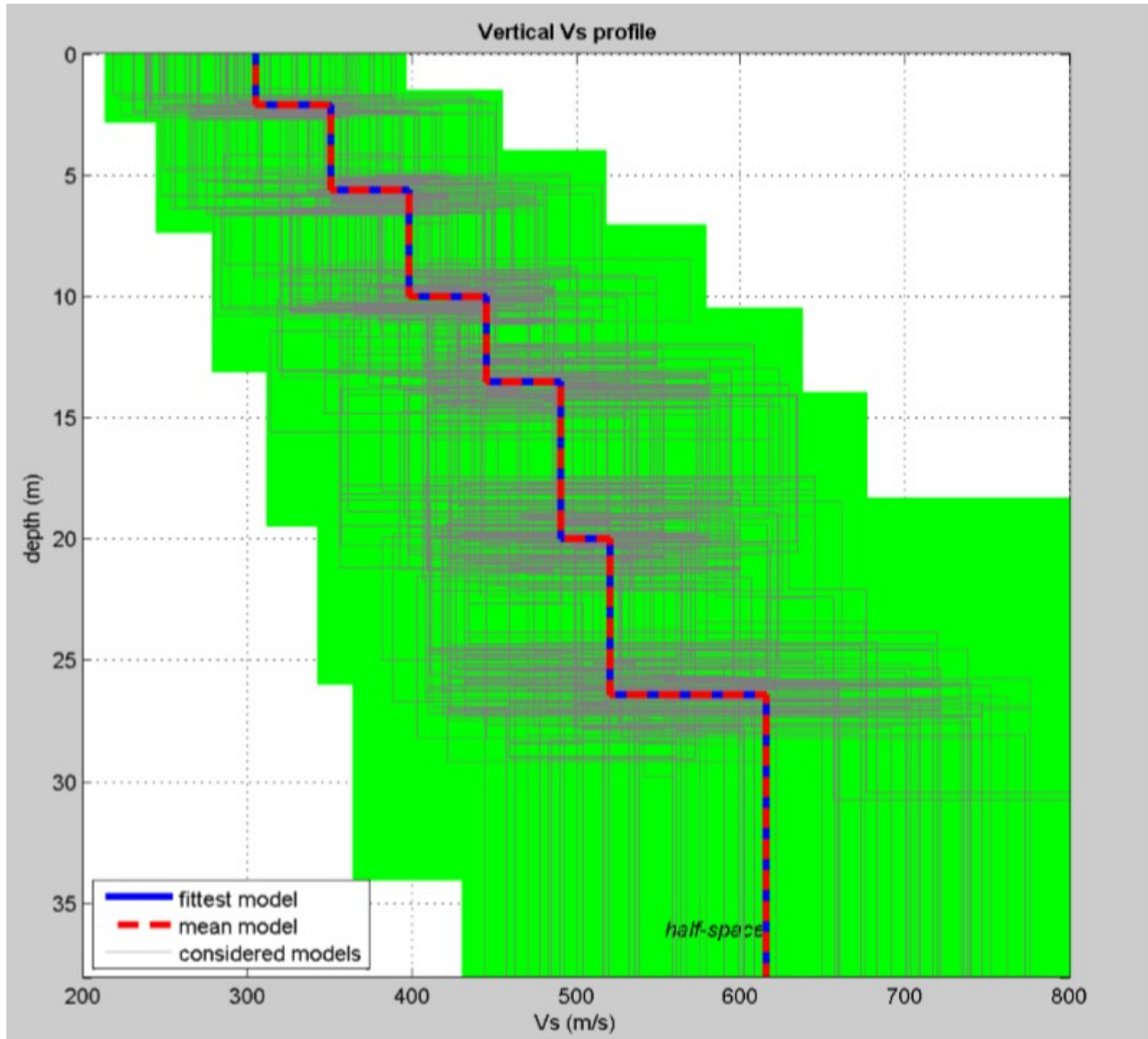


Figura 4-19 - modello risultante dall'inversione dei dati


Per quanto concerne i dettagli relativi alle caratteristiche geometriche dello stendimento, sono stati utilizzati 24 geofoni in linea con interdistanza di 2.5 m.

La $V_{s,eq}$ è stata ricavata dalla formula:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum \frac{h_i}{v_i}}$$

Nel caso specifico è risultato:

$$V_{s,eq} = 446 \text{ m/s}$$

	COLLEGAMENTO LAMEZIA T. - CATANZARO – DORSALE JONICA P.D. ELETTRIFICAZIONE TRATTA SIBARI-CROTONE-CATANZARO LOTTO 01					
	INDAGINI GEOFISICHE	COMMESSA RC0T	LOTTO 01	CODIFICA D 69	DOCUMENTO IG GE0005 001	REV. A

Si tratta quindi di un suolo di tipo B ($S_s = 1.1$ secondo le NTC 2018).

In allegato, vengono inoltre fornite tabelle recanti la classificazione del sito e lo spettro di risposta elastico relativo, ricavato considerando una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (tempo di ritorno 475 anni). Tale condizione corrisponde allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (secondo NTC).



Figura 4-20 - foto e ortofoto relative alla prospezione masw_29.

4.6. MASW 30

L'indagine di sismica superficiale eseguita, ha permesso la determinazione dell'andamento della velocità delle Vs fino a 30 m di profondità. Di seguito si riportano le immagini relative all'analisi ω -p (trasformata τ -p & trasformata di Fourier) al fine di discriminare l'energia associata alle onde di Rayleigh. L'inversione della curva di dispersione con il metodo phase shift utilizzando la tecnica di calcolo degli algoritmi genetici.

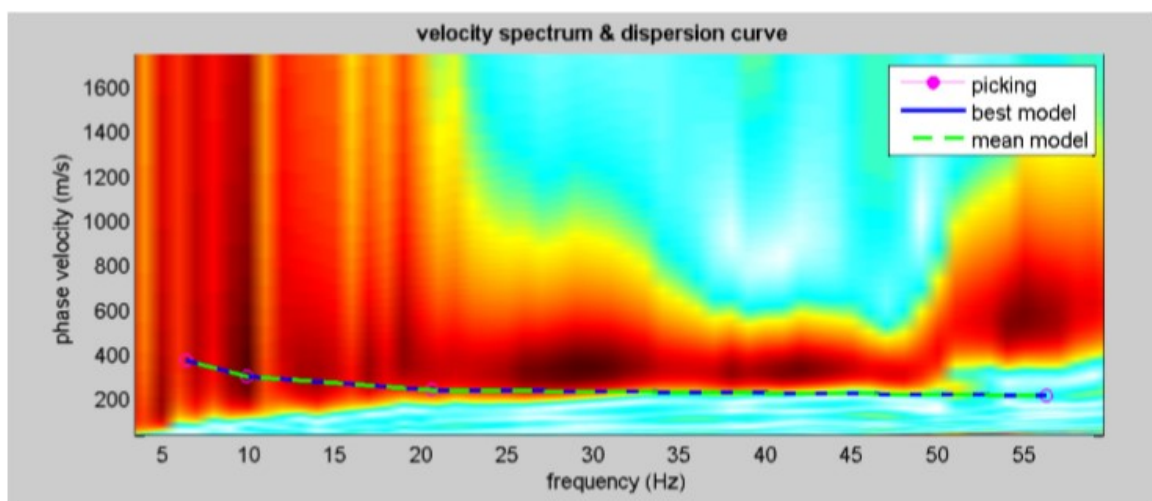


Figura 4-21 - modo fondamentale relativo al segnale sismico registrato in situ

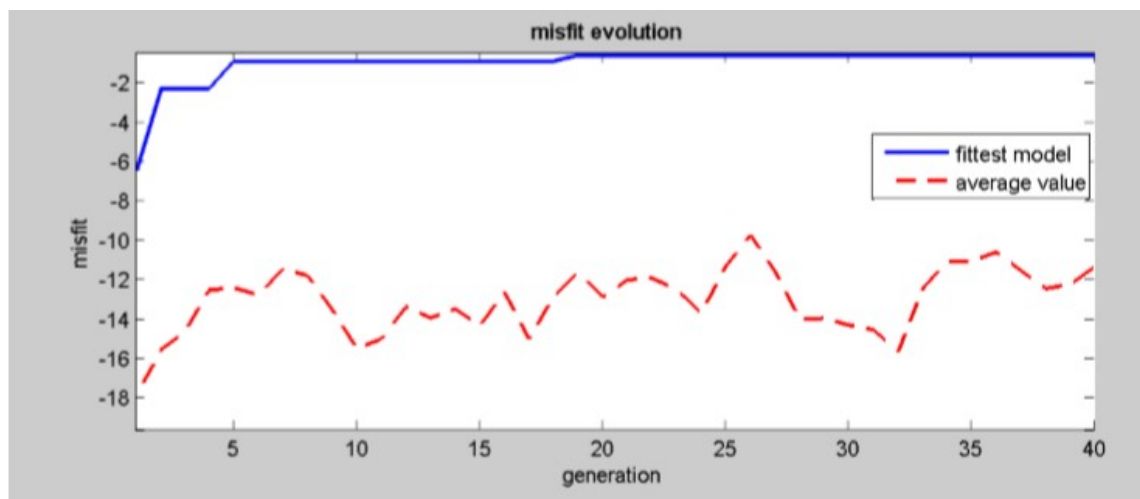


Figura 4-22 - confronto tra la curva di dispersione sperimentale e quella teorica

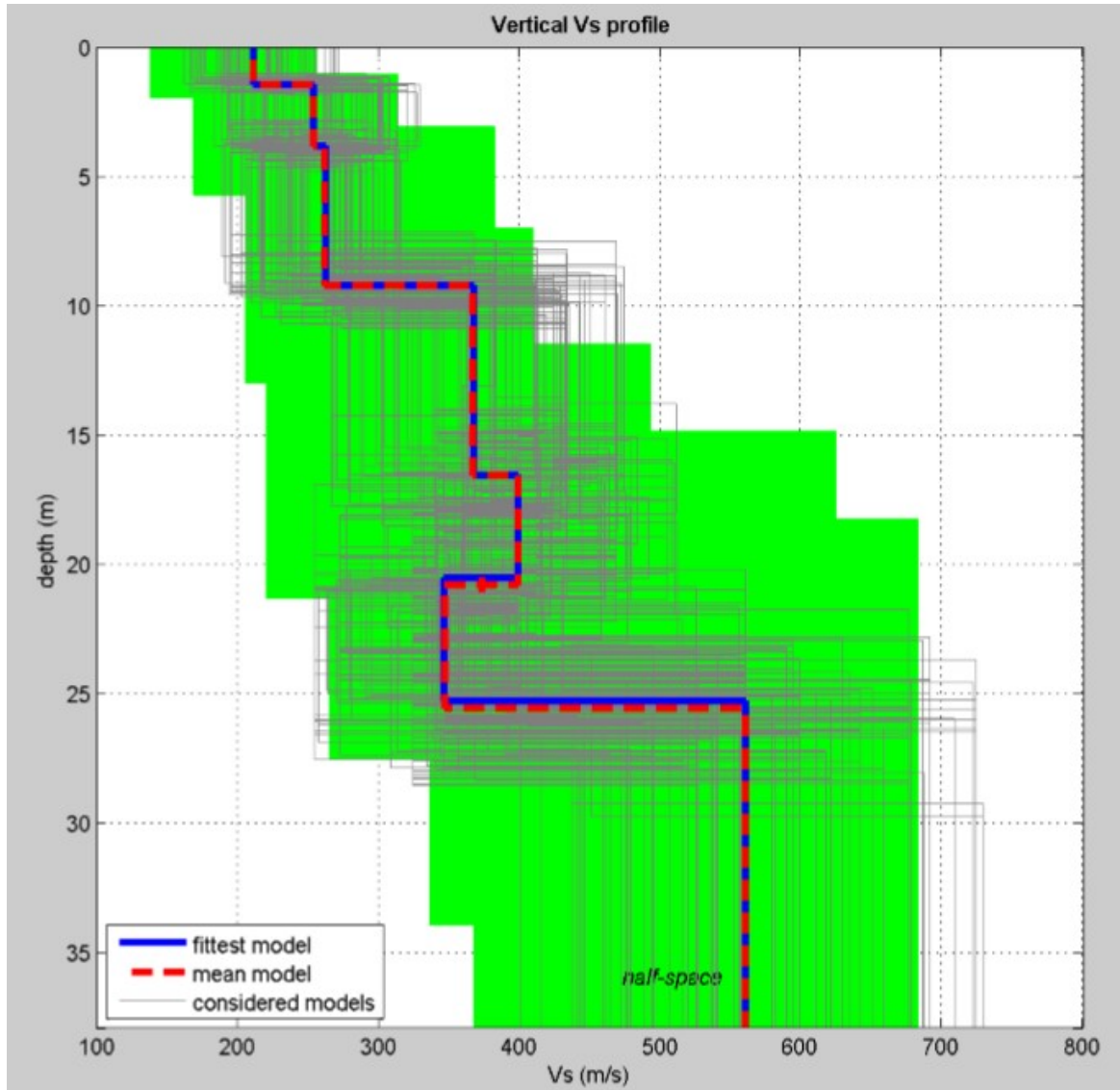


Figura 4-23 - modello risultante dall'inversione dei dati

Per quanto concerne i dettagli relativi alle caratteristiche geometriche dello stendimento, sono stati utilizzati 24 geofoni in linea con interdistanza di 2.5 m.

La $V_{s,eq}$ è stata ricavata dalla formula:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum \frac{h_i}{v_i}}$$

Nel caso specifico è risultato:

$$V_{s,eq} = 337 \text{ m/s}$$

	COLLEGAMENTO LAMEZIA T. - CATANZARO – DORSALE JONICA P.D. ELETTRIFICAZIONE TRATTA SIBARI-CROTONE-CATANZARO LOTTO 01					
	INDAGINI GEOFISICHE	COMMESSA RC0T	LOTTO 01	CODIFICA D 69	DOCUMENTO IG GE0005 001	REV. A

Si tratta quindi di un suolo di tipo C ($S_s = 1.3$ secondo le NTC 2018).

In allegato, vengono inoltre fornite tabelle recanti la classificazione del sito e lo spettro di risposta elastico relativo, ricavato considerando una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (tempo di ritorno 475 anni). Tale condizione corrisponde allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (secondo NTC).



Figura 4-24 - foto e ortofoto relative alla prospezione masw_30.

4.7. MASW 40

L'indagine di sismica superficiale eseguita, ha permesso la determinazione dell'andamento della velocità delle Vs fino a 30 m di profondità. Di seguito si riportano le immagini relative all'analisi ω -p (trasformata τ -p & trasformata di Fourier) al fine di discriminare l'energia associata alle onde di Rayleigh. L'inversione della curva di dispersione con il metodo phase shift utilizzando la tecnica di calcolo degli algoritmi genetici.

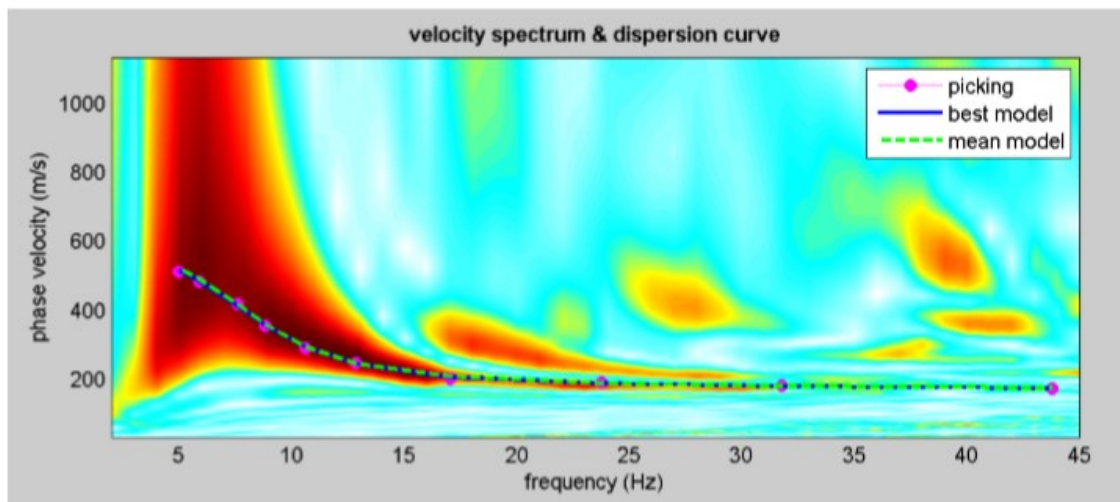


Figura 4-25 - modo fondamentale relativo al segnale sismico registrato in situ

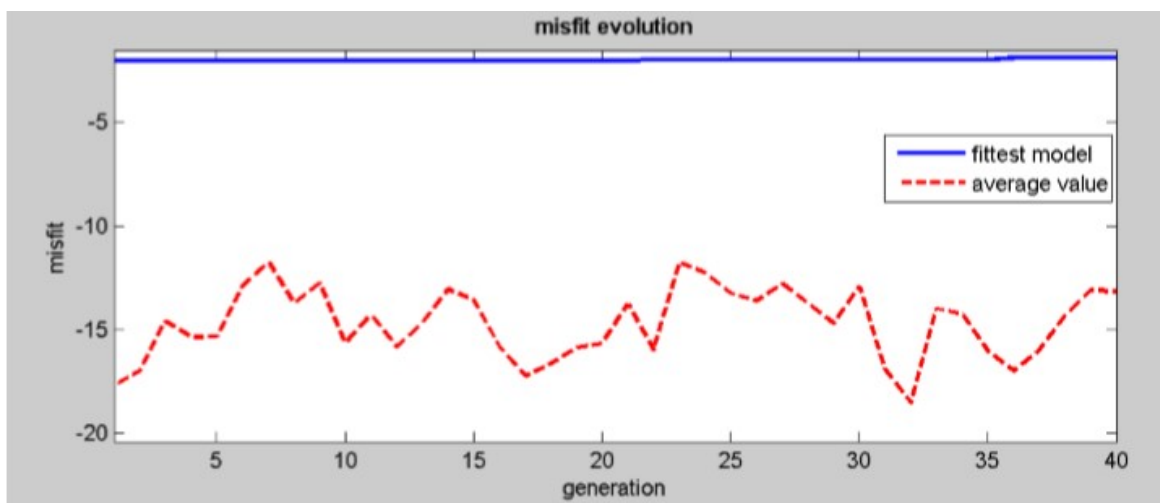


Figura 4-26 - confronto tra la curva di dispersione sperimentale e quella teorica

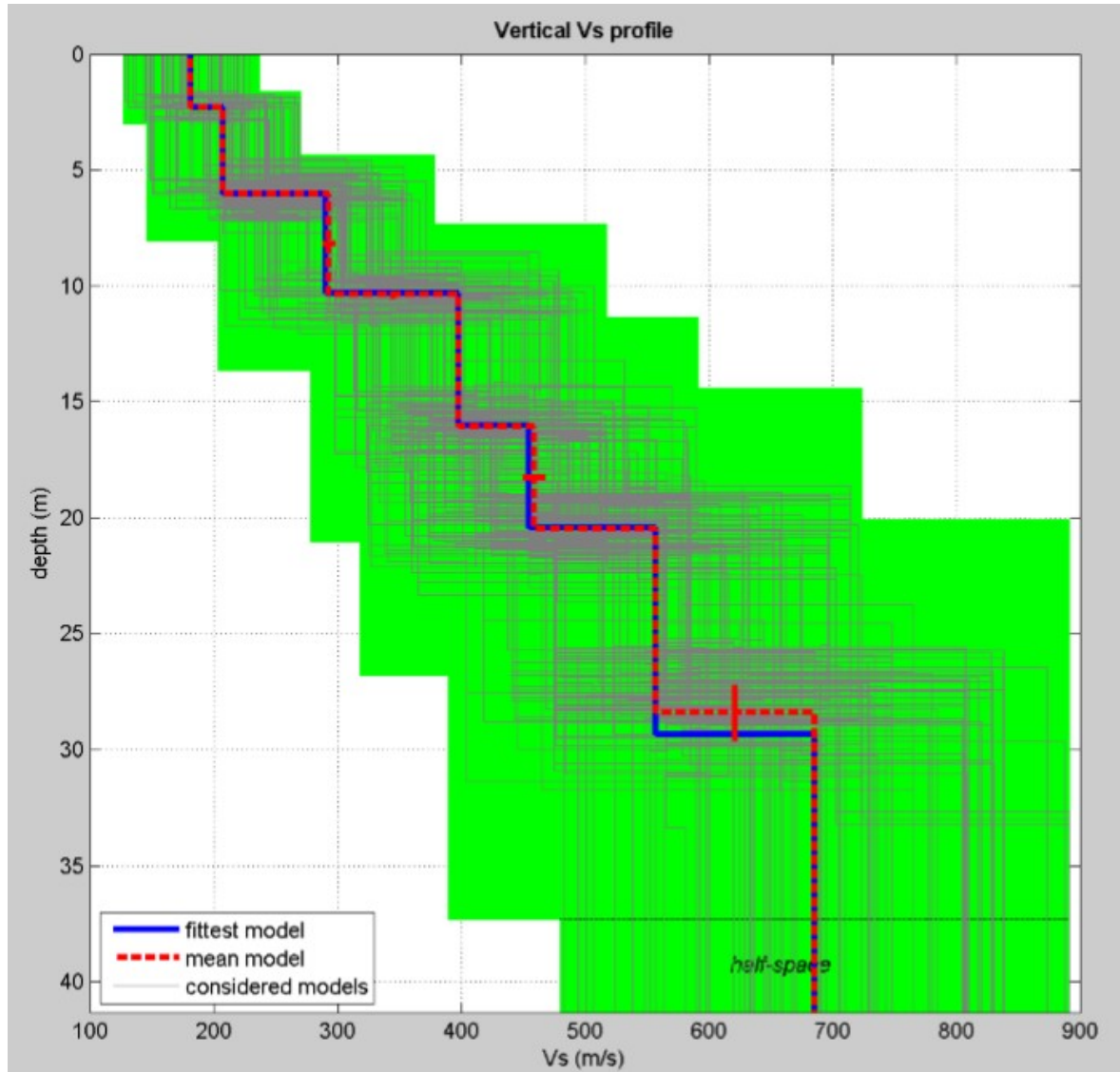


Figura 4-27 - modello risultante dall'inversione dei dati


Per quanto concerne i dettagli relativi alle caratteristiche geometriche dello stendimento, sono stati utilizzati 24 geofoni in linea con interdistanza di 2.5 m.

La $V_{s,eq}$ è stata ricavata dalla formula:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum \frac{h_i}{v_i}}$$

Nel caso specifico è risultato:

$$V_{s,eq} = 349 \text{ m/s}$$

	COLLEGAMENTO LAMEZIA T. - CATANZARO – DORSALE JONICA P.D. ELETTRIFICAZIONE TRATTA SIBARI-CROTONE-CATANZARO LOTTO 01					
	INDAGINI GEOFISICHE	COMMESSA RC0T	LOTTO 01	CODIFICA D 69	DOCUMENTO IG GE0005 001	REV. A

Si tratta quindi di un suolo di tipo C ($S_s = 1.3$ secondo le NTC 2018).

In allegato, vengono inoltre fornite tabelle recanti la classificazione del sito e lo spettro di risposta elastico relativo, ricavato considerando una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (tempo di ritorno 475 anni). Tale condizione corrisponde allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (secondo NTC).



Figura 4-28 - foto e ortofoto relative alla prospezione masw_ 40.



COLLEGAMENTO LAMEZIA T. - CATANZARO – DORSALE JONICA
P.D. ELETTRIFICAZIONE TRATTA SIBARI-CROTONE-CATANZARO

LOTTO 01

INDAGINI GEOFISICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RC0T	01	D 69	IG GE0005 001	A	27 di 48

ALLEGATO 1 - CLASSIFICAZIONE DEI SITI SULLA BASE DELLE NTC 2018

CLASSIFICAZIONE DEL SITO NTC 2018 MASW__25

Data: Luglio 2019

Località Regione Calabria

Coordinate LAT 38.822594 LONG 16.613288 (UTM W GS84)

Metodo di indagine MASW

Strumentazione utilizzata Sismografo Echo 24-2010 a 24 Canali, 24 bits

Metodo di energizzazione Mazza da 8 kg

Geometria stendimento: 24 geofoni - interasse 2.5 m

RISPOSTA SISMICA LOCALE

$\frac{+}{-}$
(si vedano le tabelle sottostanti per ricavare i valori del Coeff. Cc e del coeff di amplificazione S)

Categorie di sottosuolo di fondazione:

		S _s	C _c	S=S _s *S _r
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.			
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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			
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine 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.	1.4	1.5	1.4
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine 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.			
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.			

I parametri a/g, F₀ e T* vengono forniti dalla normativa

Categorie topografiche

S_t

T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°	1	
T2	Pendii con inclinazione media i > 15°	1.2	valore alla sommità del pendio
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°	1.2	valore della cresta del rilievo
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°	1.4	valore della cresta del rilievo

Le sovraesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

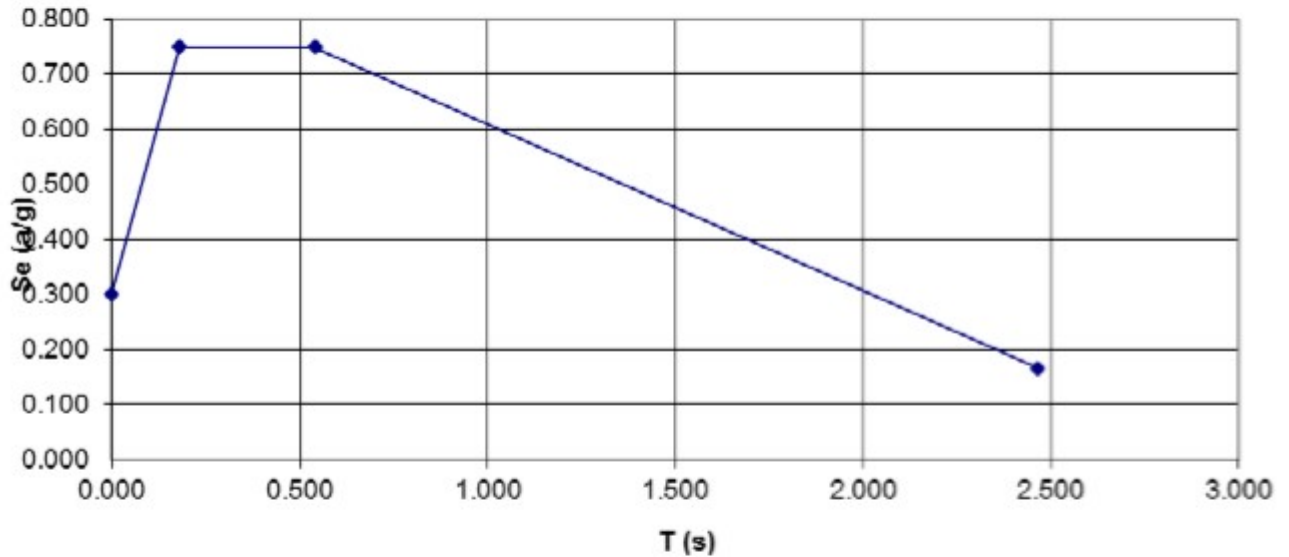
SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO @ 5% SMORZAMENTO – COMP. ORIZZONTALE (NTC 2018)

Possibilità di superamento del 10% in 50 anni

$T_c = a_g \cdot S$
 $T_b = T_c / 3$
 $T_c = C_c \cdot T_c$
 $T_d = 4.0 \cdot a_g / g + 1.6$

Ascisse (s)	Ordinate (g)
0.000	0.299
0.181	0.749
0.542	0.749
2.468	0.164

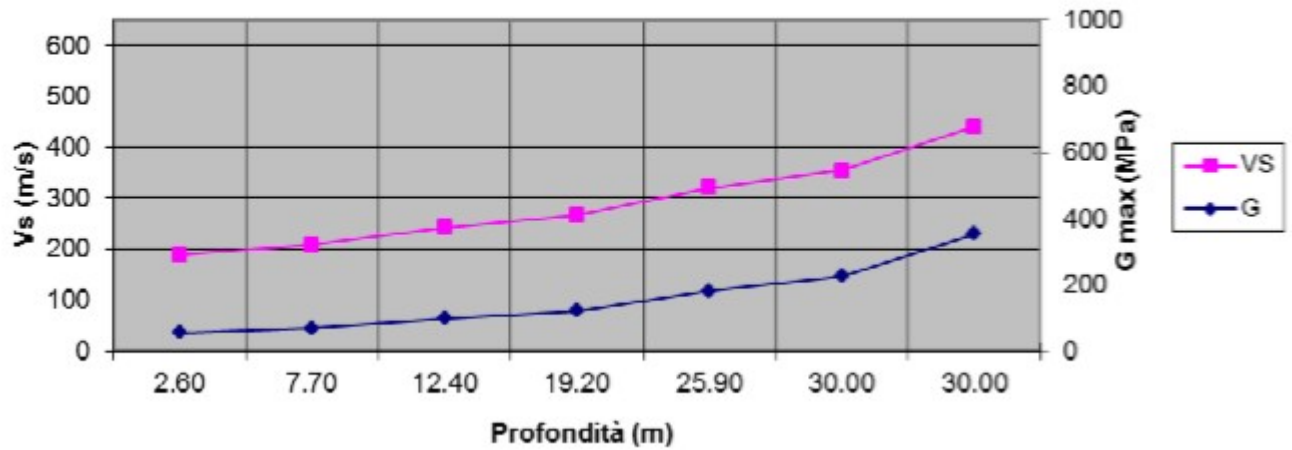
Spettro di risposta elastico NTC 2018



Depth (m)	Density (t/mc)	S-velocity (m/s)	Gmax (Mpa)
2.60	1.59	188	56
7.70	1.62	208	70
12.40	1.67	243	98
19.20	1.69	267	121
25.90	1.77	320	181
30.00	1.79	355	226

$V_{s,eq} = 259.41 \text{ m/s}$

Andamento G - Vs con profondità



CLASSIFICAZIONE DEL SITO NTC 2018 MASW__26

Data: Luglio 2019

Località Regione Calabria

Coordinate LAT 38.865884 LONG 16.563339 (UTM W GS84)

Metodo di indagine MASW

Strumentazione utilizzata Sismografo Echo 24-2010 a 24 Canali, 24 bits

Metodo di energizzazione Mazza da 8 kg

Geometria stendimento: 24 geofoni - interasse 2.5 m

RISPOSTA SISMICA LOCALE

⁺
(si vedano le tabelle sottostanti per ricavare i valori del Coeff. Cc e del coeff di amplificazione S)

Categorie di sottosuolo di fondazione:

		S _s	C _c	S=S _s *S _r
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.			
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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			
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine 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.	1.3	1.5	1.3
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine 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.			
E	erreni 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.			

I parametri a/g, F₀ e T* vengono forniti dalla normativa

Categorie topografiche

		St	
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°	1	
T2	Pendii con inclinazione media i > 15°	1.2	valore alla sommità del pendio
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°	1.2	valore della cresta del rilievo
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°	1.4	valore della cresta del rilievo

Le sovraesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

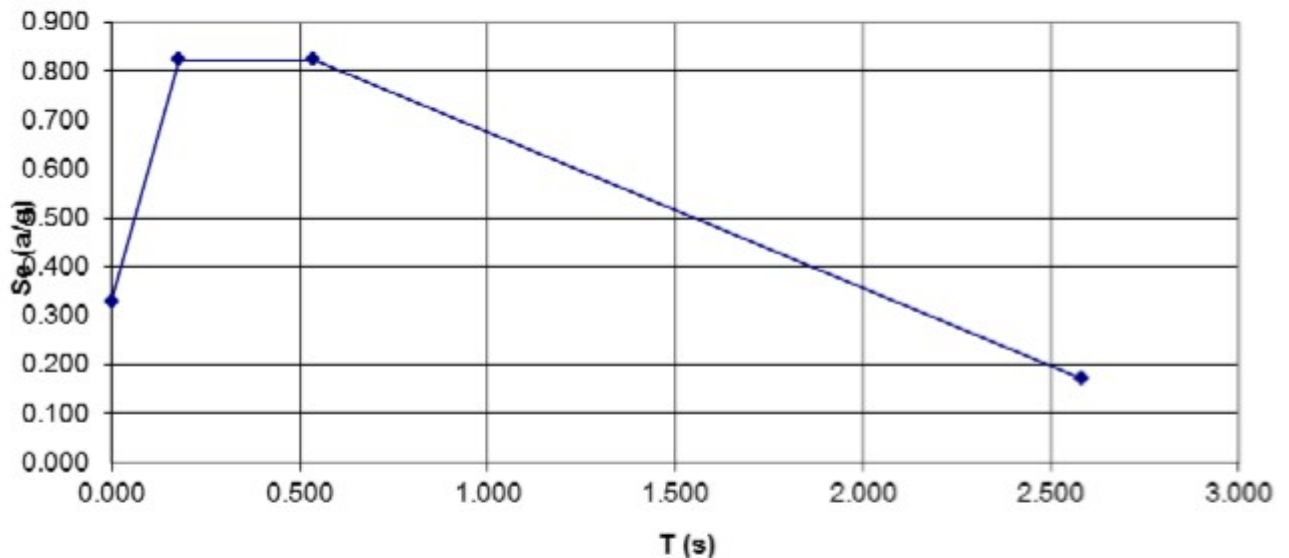
SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO @ 5% SMORZAMENTO – COMP. ORIZZONTALE (NTC 2018)

Possibilità di superamento del 10% in 50 anni

$T_b = a_g \cdot S$
 $T_b = T_c / 3$
 $T_c = C_c \cdot T_c$
 $T_d = 4.0 \cdot a_g / g + 1.6$

Ascisse (s)	Ordinate (g)
0.000	0.330
0.179	0.824
0.537	0.824
2.584	0.171

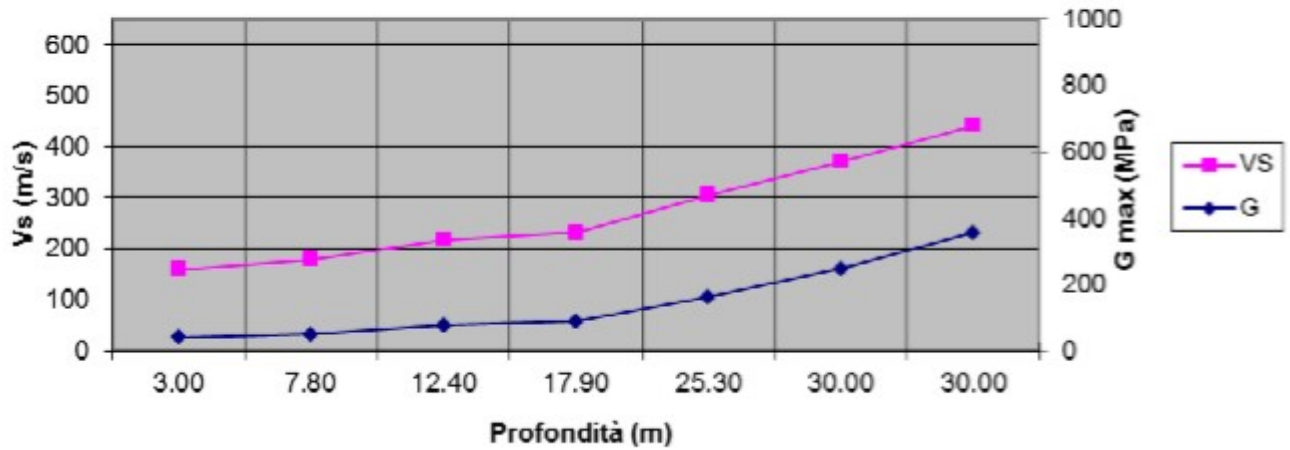
Spettro di risposta elastico NTC 2018



Depth (m)	Density (t/mc)	S-velocity (m/s)	Gmax (Mpa)
3.00	1.55	159	39
7.80	1.57	179	50
12.40	1.63	217	77
17.90	1.65	231	88
25.30	1.75	305	163
30.00	1.80	371	247

$V_{s,eq} = 235.07 \text{ m/s}$

Andamento G - Vs con profondità



CLASSIFICAZIONE DEL SITO NTC 2018 MASW__27

Data: Luglio 2019

Località Regione Calabria

Coordinate LAT 38.903065 LONG 16.510968 (UTM W GS84)

Metodo di indagine MASW

Strumentazione utilizzata Sismografo Echo 24-2010 a 24 Canali, 24 bits

Metodo di energizzazione Mazza da 8 kg

Geometria stendimento: 24 geofoni - interasse 2.5 m

RISPOSTA SISMICA LOCALE

+

(si vedano le tabelle sottostanti per ricavare i valori del Coeff. Cc e del coeff di amplificazione S)

Categorie di sottosuolo di fondazione:

		S _s	C _c	S=S _s *S _r
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.			
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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			
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine 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.	1.3	1.5	1.3
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine 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.			
E	erreni 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.			

I parametri a/g, F₀ e T* vengono forniti dalla normativa

Categorie topografiche

S_t

T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°	1	
T2	Pendii con inclinazione media i > 15°	1.2	valore alla sommità del pendio
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°	1.2	valore della cresta del rilievo
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°	1.4	valore della cresta del rilievo

Le sovraespresse categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO @ 5% SMORZAMENTO – COMP. ORIZZONTALE (NTC 2018)

Possibilità di superamento del 10% in 50 anni

$$T_0 = a_g \cdot S$$

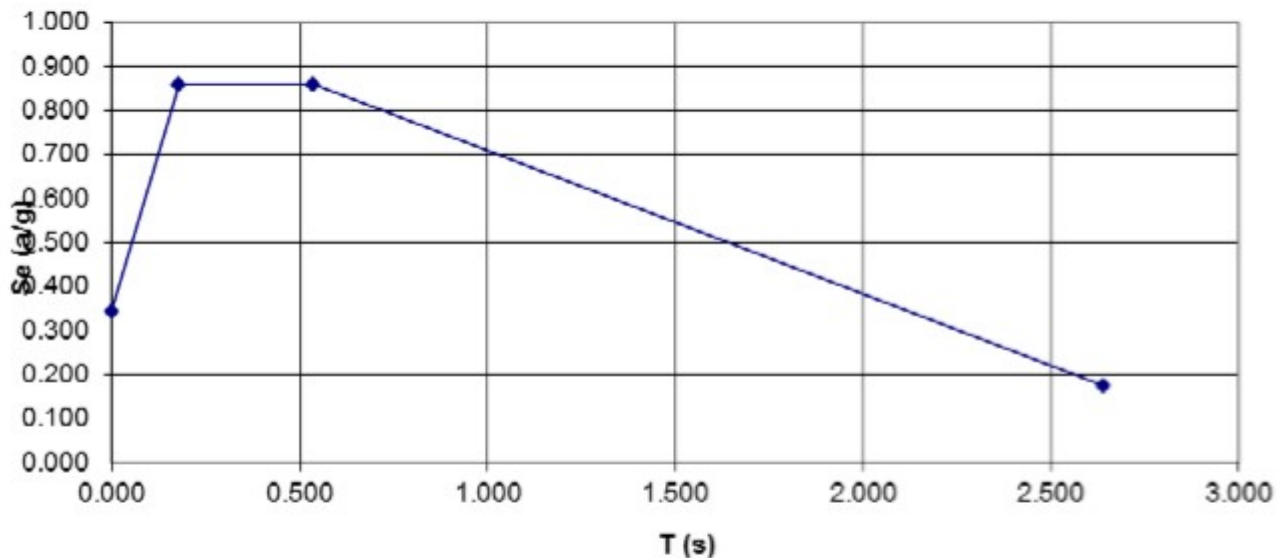
$$T_b = T_c / 3$$

$$T_c = C_c \cdot T_c$$

$$T_d = 4.0 \cdot a_g / g + 1.6$$

Ascisse (s)	Ordinate (g)
0.000	0.343
0.179	0.858
0.536	0.858
2.640	0.174

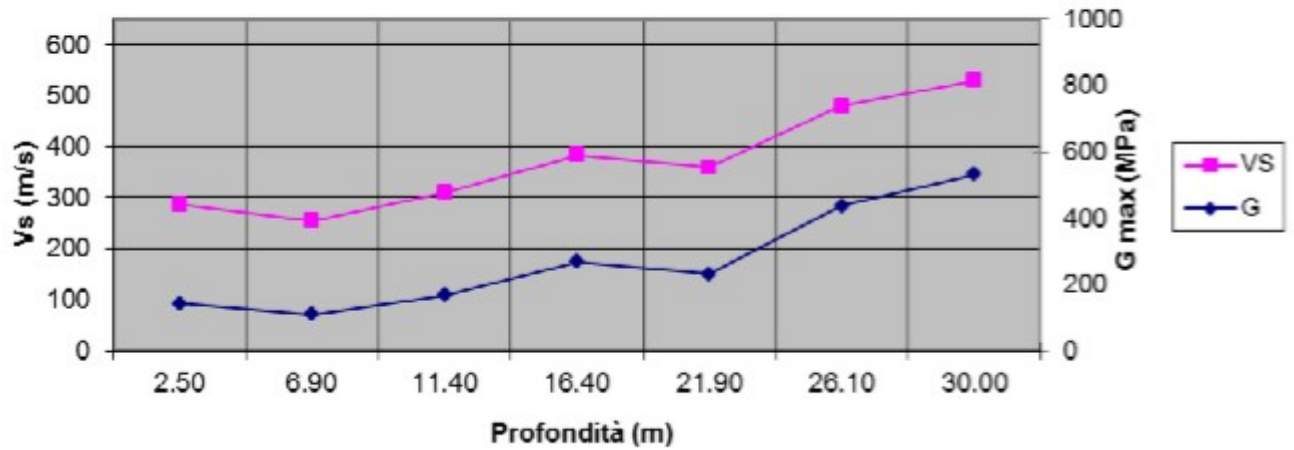
Spettro di risposta elastico NTC 2018



Depth (m)	Density (t/mc)	S-velocity (m/s)	Gmax (Mpa)
2.50	1.73	287	142
6.90	1.69	255	110
11.40	1.75	310	168
16.40	1.82	384	269
21.90	1.79	360	232
26.10	1.90	480	437
30.00	1.89	530	531

$$V_{s,eq} = 353.40 \text{ m/s}$$

Andamento G - Vs con profondità



CLASSIFICAZIONE DEL SITO NTC 2018 MASW__28

Data: Luglio 2019

Località Regione Calabria

Coordinate LAT 38.923183 LONG 16.467461 (UTM W GS84)

Metodo di indagine MASW

Strumentazione utilizzata Sismografo Echo 24-2010 a 24 Canali, 24 bits

Metodo di energizzazione Mazza da 8 kg

Geometria stendimento: 24 geofoni - interasse 2.5 m

RISPOSTA SISMICA LOCALE

+

(si vedano le tabelle sottostanti per ricavare i valori del Coeff. Cc e del coeff di amplificazione S)

Categorie di sottosuolo di fondazione:

		S _s	C _c	S=S _s *S _r
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.			
B	Roocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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			
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine 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.	1.3	1.5	1.3
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine 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.			
E	erreni 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.			

I parametri a/g, F₀ e T* vengono forniti dalla normativa

Categorie topografiche

S_t

T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°	1	
T2	Pendii con inclinazione media i > 15°	1.2	valore alla sommità del pendio
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°	1.2	valore della cresta del rilievo
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°	1.4	valore della cresta del rilievo

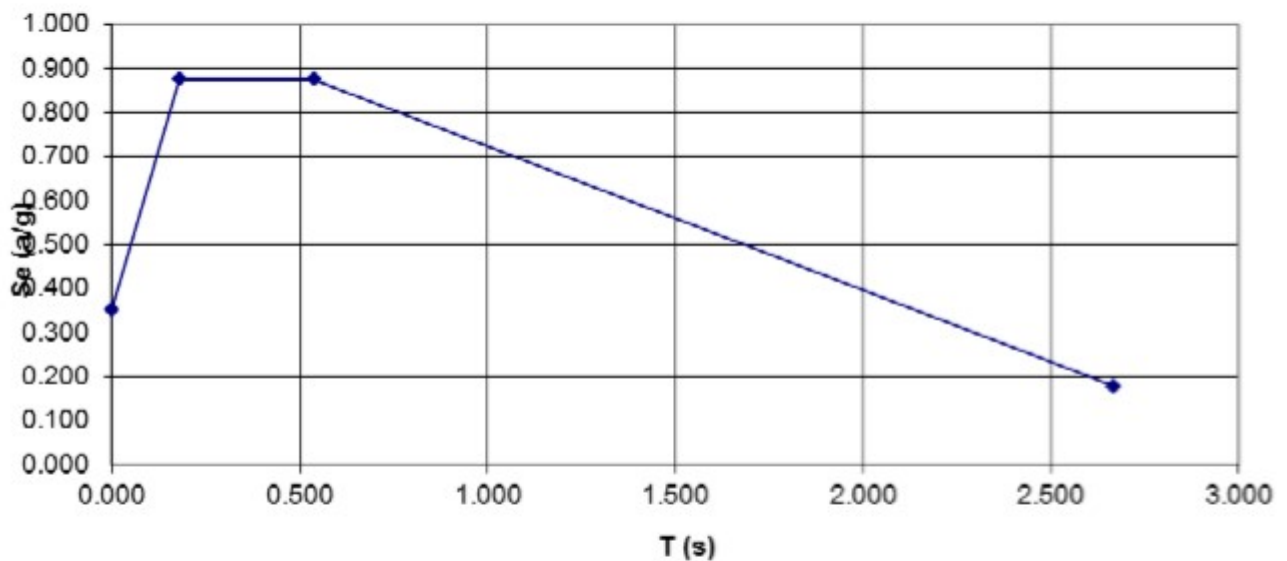
Le sovraesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO @ 5% SMORZAMENTO – COMP. ORIZZONTALE (NTC 2018)
Possibilità di superamento del 10% in 50 anni

$T_0 = a_g \cdot S$
 $T_b = T_c / 3$
 $T_c = C_c \cdot T_c$
 $T_d = 4.0 \cdot a_g / g + 1.6$

Ascisse (s)	Ordinate (g)
0.000	0.350
0.180	0.874
0.539	0.874
2.668	0.177

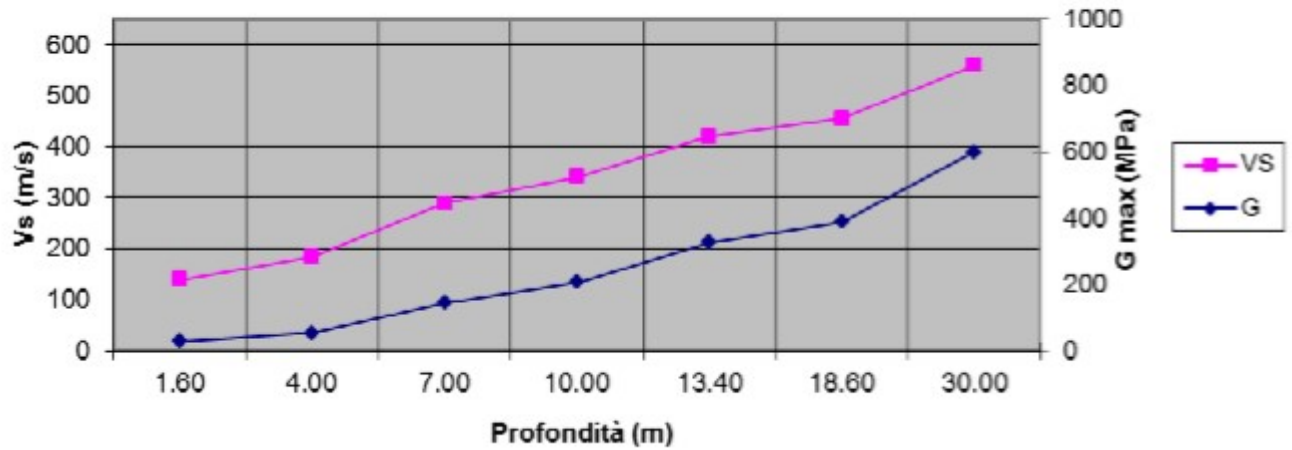
Spettro di risposta elastico NTC 2018



Depth (m)	Density (t/mc)	S-velocity (m/s)	Gmax (Mpa)
1.60	1.50	139	29
4.00	1.58	185	54
7.00	1.73	289	144
10.00	1.77	341	206
13.40	1.85	420	326
18.60	1.87	455	388
30.00	1.91	560	600

$V_{s,eq} = 359.10 \text{ m/s}$

Andamento G - Vs con profondità



CLASSIFICAZIONE DEL SITO NTC 2018 MASW__29

Data: Luglio 2019

Località Regione Calabria

Coordinate LAT 38.935863 LONG 16.380868 (UTM W GS84)

Metodo di indagine MASW

Strumentazione utilizzata Sismografo Echo 24-2010 a 24 Canali, 24 bits

Metodo di energizzazione Mazza da 8 kg

Geometria stendimento: 24 geofoni - interasse 2.5 m

RISPOSTA SISMICA LOCALE

$\frac{+}{-}$
(si vedano le tabelle sottostanti per ricavare i valori del Coeff. Cc e del coeff di amplificazione S)

Categorie di sottosuolo di fondazione:

		S _s	C _c	S=S _s *S _r
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.			
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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	1.1	1.3	1.1
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine 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.			
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine 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.			
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.			

I parametri a/g, F₀ e T* vengono forniti dalla normativa

Categorie topografiche

S_t

T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°	1	
T2	Pendii con inclinazione media i > 15°	1.2	valore alla sommità del pendio
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°	1.2	valore della cresta del rilievo
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°	1.4	valore della cresta del rilievo

Le sovraesperte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

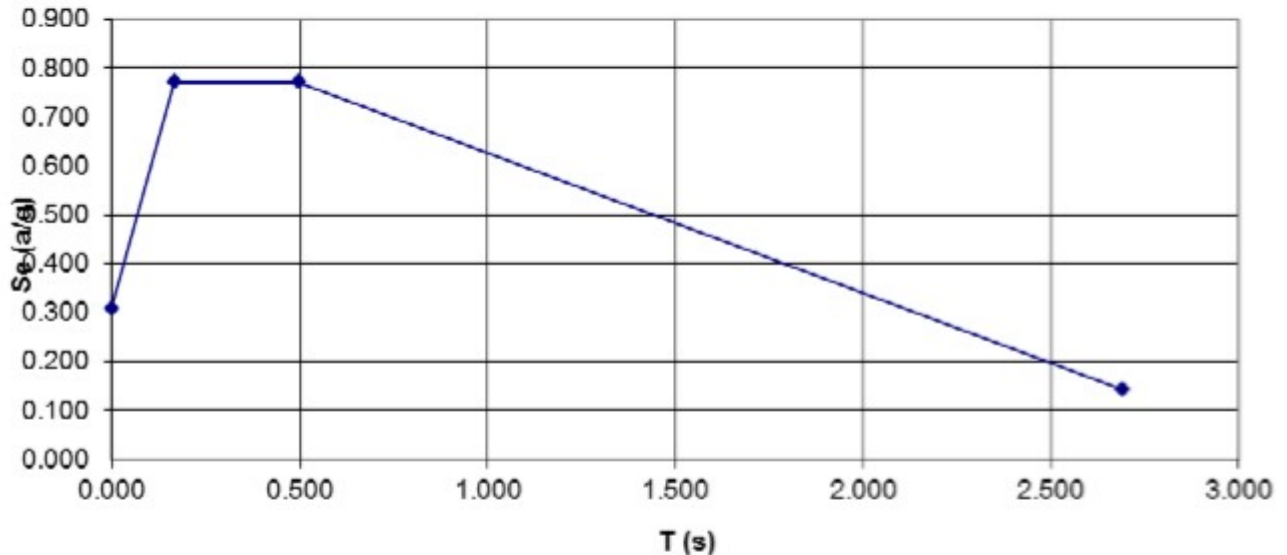
SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO @ 5% SMORZAMENTO – COMP. ORIZZONTALE (NTC 2018)

Possibilità di superamento del 10% in 50 anni

$T_c = a_g \cdot S$
 $T_b = T_c / 3$
 $T_c = C_c \cdot T_c$
 $T_d = 4.0 \cdot a_g / g + 1.6$

Ascisse (s)	Ordinate (g)
0.000	0.308
0.166	0.771
0.497	0.771
2.692	0.142

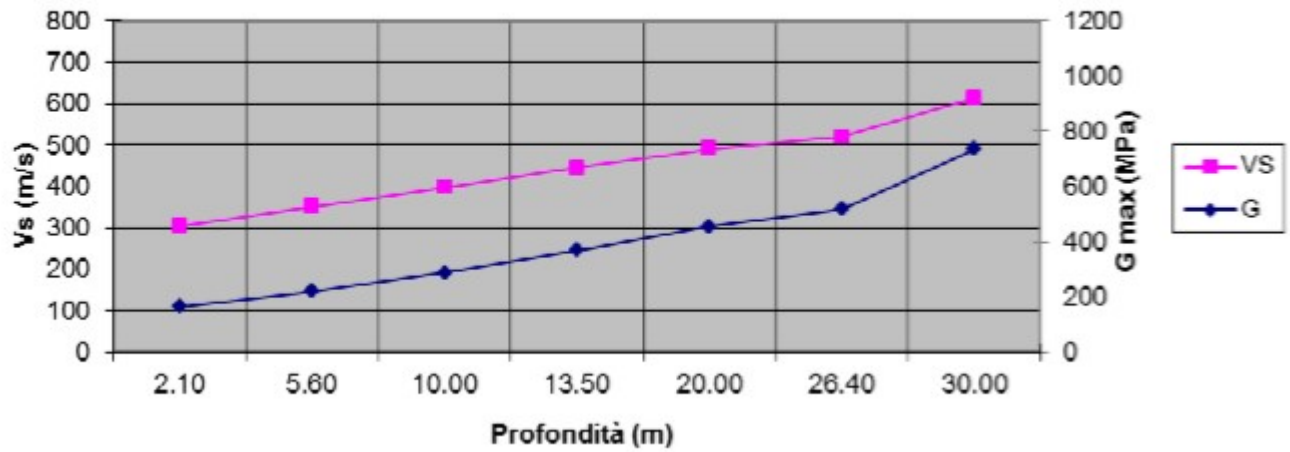
Spettro di risposta elastico NTC 2018



Depth (m)	Density (t/mc)	S-velocity (m/s)	Gmax (Mpa)
2.10	1.75	305	163
5.60	1.79	351	221
10.00	1.82	398	288
13.50	1.86	445	369
20.00	1.89	490	455
26.40	1.91	520	517
30.00	1.94	615	735

$V_{s,eq} = 446.40 \text{ m/s}$

Andamento G - Vs con profondità



CLASSIFICAZIONE DEL SITO NTC 2018 MASW_30

Data: Luglio 2019

Località Regione Calabria

Coordinate LAT 38.966857 LONG 16.318930 (UTM W GS84)

Metodo di indagine MASW

Strumentazione utilizzata Sismografo Echo 24-2010 a 24 Canali, 24 bits

Metodo di energizzazione Mazza da 8 kg

Geometria stendimento: 12 geofoni - interasse 2.5 m

RISPOSTA SISMICA LOCALE

$\frac{+}{-}$
(si vedano le tabelle sottostanti per ricavare i valori del Coeff. Cc e del coeff di amplificazione S)

Categorie di sottosuolo di fondazione:

		S _s	C _c	S=S _s *S _r
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.			
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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			
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine 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.	1.3	1.5	1.3
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine 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.			
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.			

I parametri a/g, F₀ e T^{*} vengono forniti dalla normativa

Categorie topografiche

St

T	Descrizione	St	Valore
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°	1	
T2	Pendii con inclinazione media i > 15°	1.2	valore alla sommità del pendio
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°	1.2	valore della cresta del rilievo
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°	1.4	valore della cresta del rilievo

Le sovraespresse categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO @ 5% SMORZAMENTO – COMP. ORIZZONTALE (NTC 2018)

Possibilità di superamento del 10% in 50 anni

$$T_c = a_g \cdot S$$

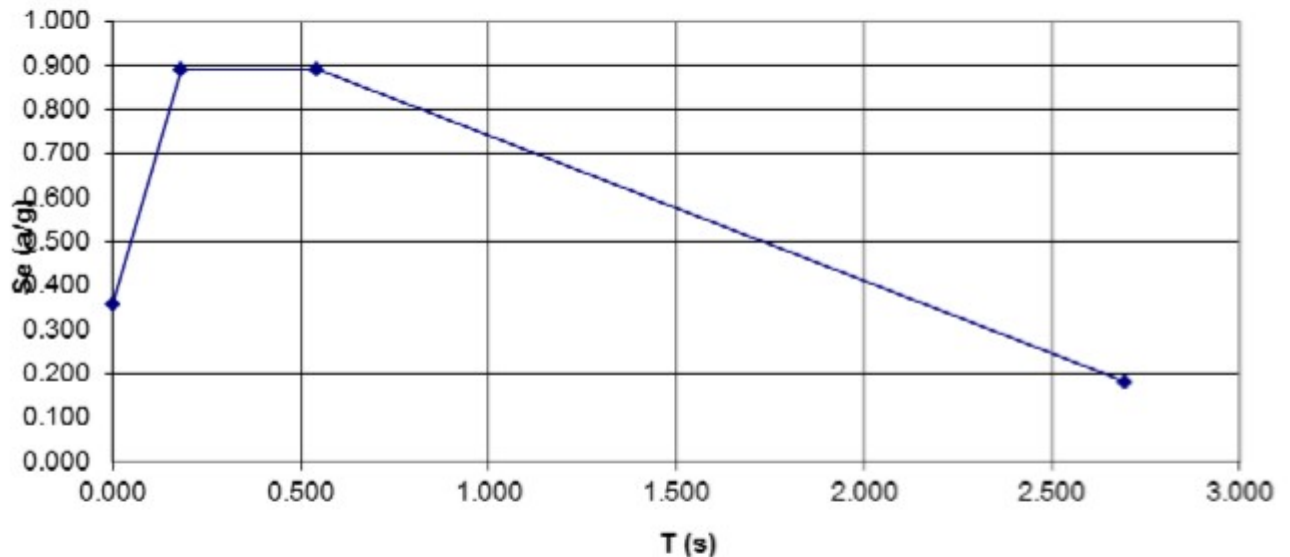
$$T_b = T_c / 3$$

$$T_c = C_c \cdot T_c$$

$$T_d = 4.0 \cdot a_g / g + 1.6$$

Ascisse (s)	Ordinate (g)
0.000	0.356
0.181	0.891
0.543	0.891
2.696	0.179

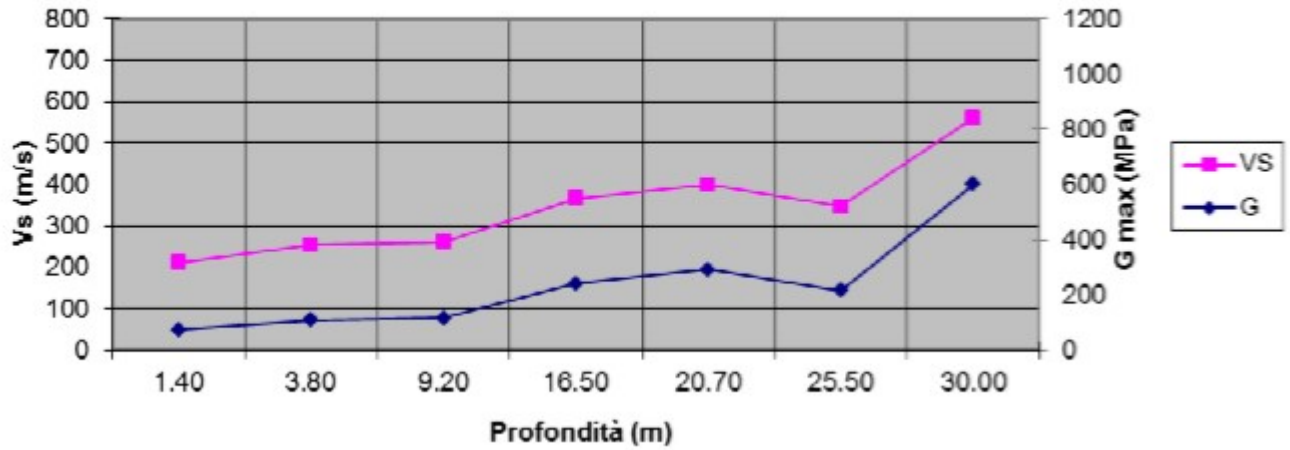
Spettro di risposta elastico NTC 2018



Depth (m)	Density (t/mc)	S-velocity (m/s)	Gmax (Mpa)
1.40	1.63	211	72
3.80	1.69	254	109
9.20	1.69	262	116
16.50	1.80	367	242
20.70	1.84	399	293
25.50	1.78	347	215
30.00	1.92	560	601

$$V_{s,eq} = 337.15 \text{ m/s}$$

Andamento G - Vs con profondità



CLASSIFICAZIONE DEL SITO NTC 2018 MASW__40

Data: Luglio 2019

Località Regione Calabria

Coordinate LAT 38.913170 LONG 16.414763 (UTM W GS84)

Metodo di indagine MASW

Strumentazione utilizzata Sismografo Echo 24-2010 a 24 Canali, 24 bits

Metodo di energizzazione Mazza da 8 kg

Geometria stendimento: 24 geofoni - interasse 2.5 m

RISPOSTA SISMICA LOCALE

+

(si vedano le tabelle sottostanti per ricavare i valori del Coeff. Cc e del coeff di amplificazione S)

Categorie di sottosuolo di fondazione:

		S _s	C _c	S=S _s *S _r
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.			
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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			
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine 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.	1.3	1.5	1.3
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine 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.			
E	erreni 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.			

I parametri a/g, F₀ e T* vengono forniti dalla normativa

Categorie topografiche

S_t

T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°	1	
T2	Pendii con inclinazione media i > 15°	1.2	valore alla sommità del pendio
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°	1.2	valore della cresta del rilievo
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°	1.4	valore della cresta del rilievo

Le sovraesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO @ 5% SMORZAMENTO – COMP. ORIZZONTALE (NTC 2018)

Possibilità di superamento del 10% in 50 anni

$$T_0 = a_g \cdot S$$

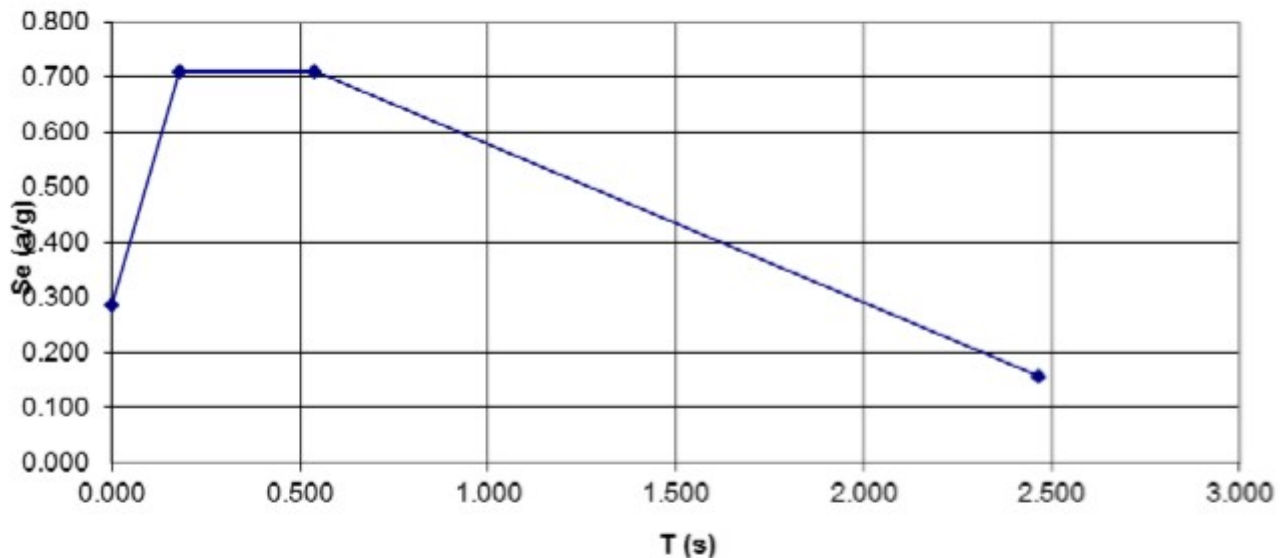
$$T_b = T_c / 3$$

$$T_c = C_c \cdot T_c$$

$$T_d = 4.0 \cdot a_g / g + 1.6$$

Ascisse (s)	Ordinate (g)
0.000	0.284
0.180	0.711
0.540	0.711
2.468	0.156

Spettro di risposta elastico NTC 2018



Depth (m)	Density (t/mc)	S-velocity (m/s)	Gmax (Mpa)
2.30	1.57	182	52
6.00	1.61	208	70
10.30	1.73	293	148
16.00	1.82	398	289
20.40	1.88	459	395
28.30	1.96	557	607
30.00	1.98	686	933

$$V_{s,eq} = 350.18 \text{ m/s}$$

Andamento G - Vs con profondità

