

COMMITTENTE:

IL DIRETTORE FUNZIONALE
Dott. Ing. Diego Galiazzo



Aps Holding s.p.a.
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento del Comune di Padova

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Arch. Gaetano Panetta

PROGETTAZIONE:

MANDATARIA



MANDANTE

MANDANTE

MANDANTE



R.T.P: ITALFERR S.p.A., SDA Progetti, ERREGI S.r.l., PINI SWISS ENGINEERS S.r.l.

PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3

SISMICA

Report indagini prospezioni geofisiche

IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE

Dott. Ing. Luca Bernardini

SCALA:

-

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

N P 0 1 0 0 D 6 9 I G G E 0 0 0 0 0 0 1 A

	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	T.VICENZETTO	GIUGNO 2020	M.TANZINI	GIUGNO 2020	A.PERESSO	GIUGNO 2020	A.POLLI GIUGNO 2020







File: NP01 00 D 69 IG GE0000 001 A.doc

n. Elab.:

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p> 	<p style="text-align: center;">PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3</p> <p style="text-align: center;">PROGETTO DEFINITIVO</p>					
<p>REPORT INDAGINI PROSPEZIONI GEOFISICHE</p>	<p>COMMESSA NP01</p>	<p>LOTTO 00 D 69</p>	<p>CODIFICA IG</p>	<p>DOCUMENTO GE 0000 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 2 di 17</p>

Sommario

1	PREMESSA	3
2	METODOLOGIA DI INDAGINE.....	4
3	INDAGINE SISMICA CON METODO MASW ATTIVO	5
4	RISULTATI PROSPEZIONI MASW	6

<p>MANDATARIA</p>  <p>MANDANTE</p>  <p>MANDANTE</p>  <p>MANDANTE</p> 		<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>				
REPORT INDAGINI PROSPEZIONI GEOFISICHE	COMMESSA NP01	LOTTO 00 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE 0000 001	REV. A	FOGLIO 3 di 17

1 PREMESSA

Nel presente capitolo vengono illustrate le prove geofisiche effettuate a supporto delle indagini geognostiche eseguite su incarico del R.T.P.: Italferr S.p.A., Pini Swiss Engineers S.r.l, Erregi S.r.l, SDA Progetti, per il Progetto Definitivo ed Esecutivo della linea tranviaria SIR 3 a Padova.



Ubicazione dell'area di intervento (da Google Earth).



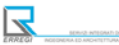

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p> <p style="text-align: center;"> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>MANDANTE</p> <p> SDAprogetti ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p> <p>MANDANTE</p> <p> PINI SWISS</p>	<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>					
<p>REPORT INDAGINI PROSPEZIONI GEOFISICHE</p>	<p>COMMESSA NP01</p>	<p>LOTTO 00 D 69</p>	<p>CODIFICA IG</p>	<p>DOCUMENTO GE 0000 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 4 di 17</p>

2 METODOLOGIA DI INDAGINE

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



Strumentazione impiegata per le prove sismiche mediante metodologia MASW.

 MANDATARIA ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO							
MANDANTE  SDAprogetti ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI	MANDANTE  SDAprogetti ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI	MANDANTE  PINI SWISS	COMMESSA NP01	LOTTO 00 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE 0000 001	REV. A	FOGLIO 5 di 17

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 dello stendimento, 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 4,5 Hz);

Spaziatura dei geofoni: variabile;

Sorgente: massa da 8 kg;



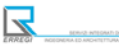

Distanza energizzazioni: 3-4-5 volte la spaziatura;

Lunghezza registrazione del singolo evento: 2000 millisecondi;

Campionamento del segnale: 1 millisecondi.

STRUMENTAZIONI UTILIZZATE

N°	Strumentazione per prove sismiche attive di superficie (MASW e Rifrazione)
1	Sismografo Echo 24-48 2010 prodotto dalla Ambrogeo s.r.l. di Piacenza (PC)
1	Toughbook Panasonic CF-19
24	geofoni verticali con frequenza 4,5 Hz (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

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>						
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>SWISS</p>	<p>COMMESSA</p> <p>NP01</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D 69</p>	<p>CODIFICA</p> <p>IG</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>GE 0000 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>6 di 17</p>
<p>REPORT INDAGINI PROSPEZIONI GEOFISICHE</p>								

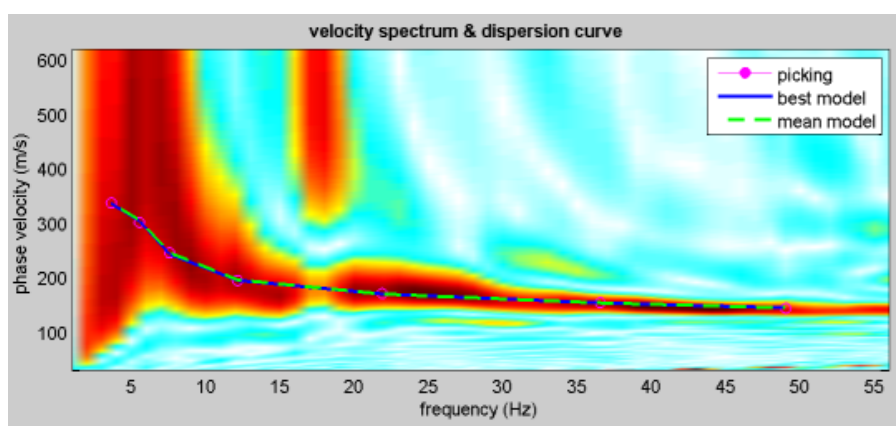
4 RISULTATI PROSPEZIONI MASW

MASW SS1

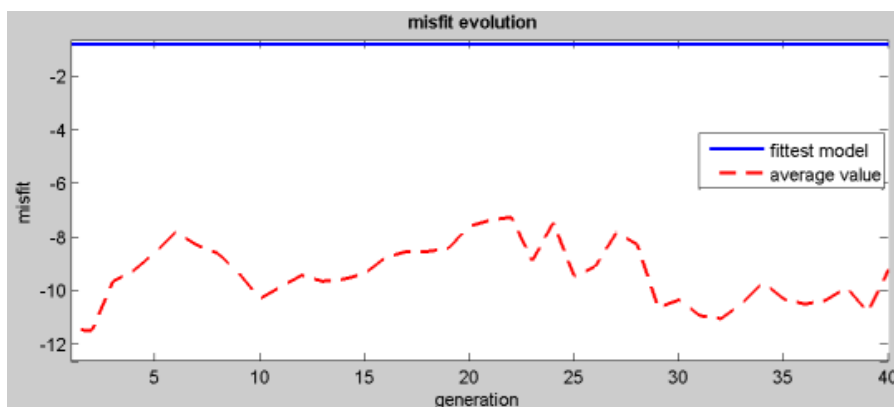
L'indagine di sismica superficiale eseguita ha permesso la determinazione dell'andamento della velocità delle Vs fino a 30 m di profondità.

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.

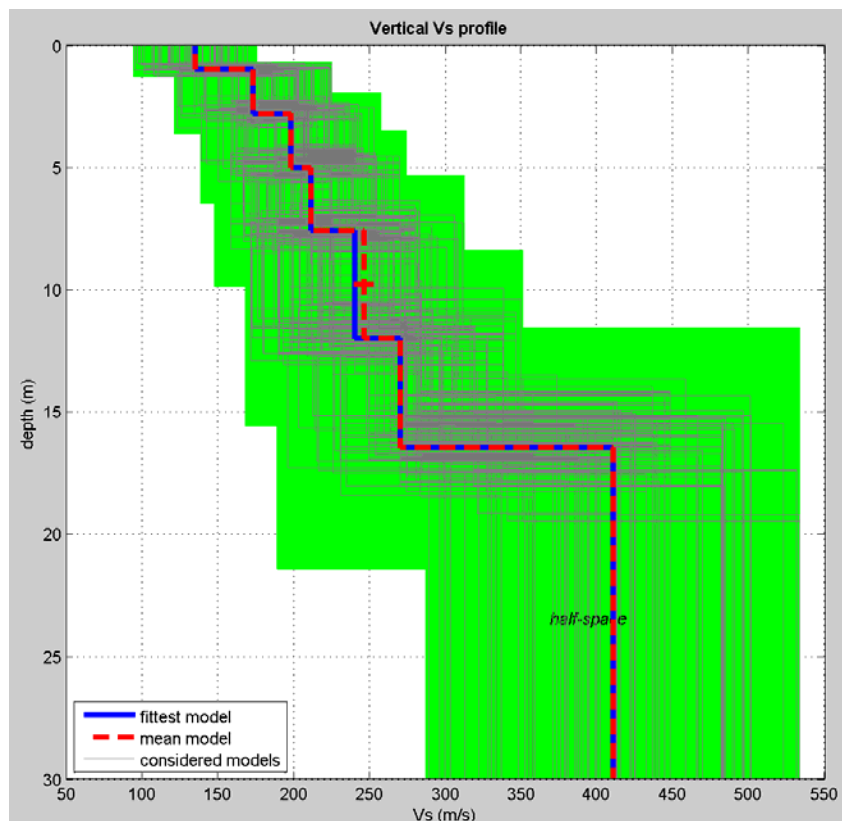


Modo fondamentale relativo al segnale sismico registrato in situ.



Confronto tra la curva di dispersione sperimentale e quella teorica.

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>						
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>SWISS</p>	<p>COMMESSA</p> <p>NP01</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D 69</p>	<p>CODIFICA</p> <p>IG</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>GE 0000 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>7 di 17</p>
<p>REPORT INDAGINI PROSPEZIONI GEOFISICHE</p>								



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:

$V_{s,eq} = 276 \text{ m/s}$

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).



<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p> <p>MANDANTE</p>  <p>MANDANTE</p> 	<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>					
<p>REPORT INDAGINI PROSPEZIONI GEOFISICHE</p>	<p>COMMESSA NP01</p>	<p>LOTTO 00 D 69</p>	<p>CODIFICA IG</p>	<p>DOCUMENTO GE 0000 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 8 di 17</p>



Ortofoto relativa all' ubicazione della prova MASW SS1.



Foto relativa all' esecuzione della prova MASW SS1.

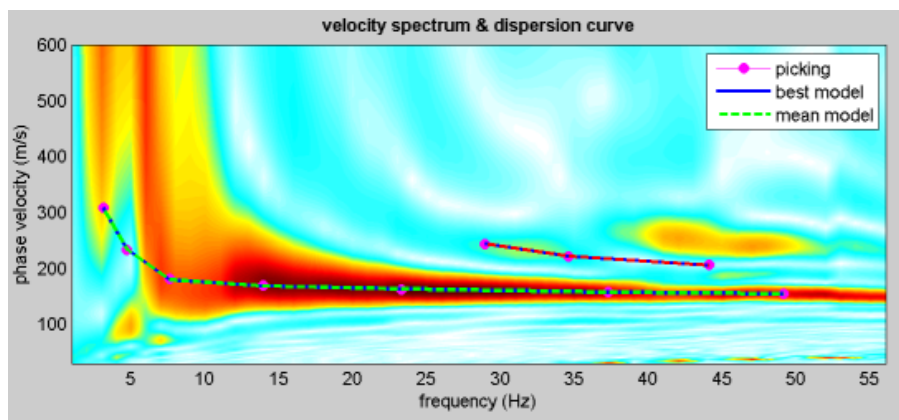
<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>						
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA STRUTTURALE</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA</p>	<p>COMMESSA</p> <p>NP01</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D 69</p>	<p>CODIFICA</p> <p>IG</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>GE 0000 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>9 di 17</p>
<p>REPORT INDAGINI PROSPEZIONI GEOFISICHE</p>								

MASW SS2

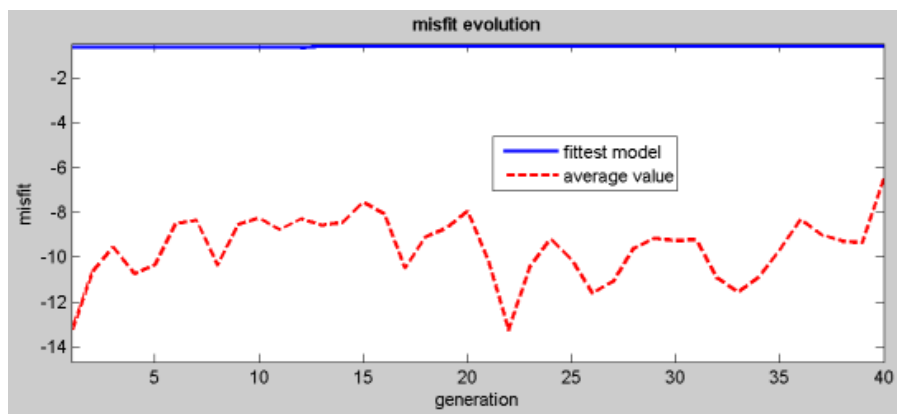
L'indagine di sismica superficiale eseguita ha permesso la determinazione dell'andamento della velocità delle Vs fino a 30 m di profondità.

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.

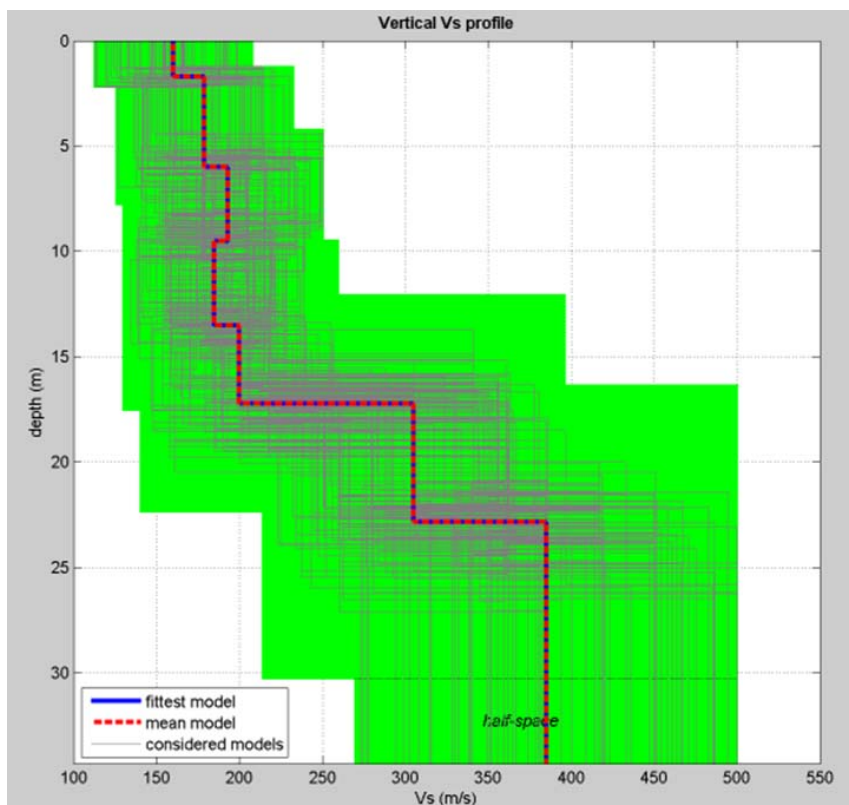


Modo fondamentale relativo al segnale sismico registrato in situ.



Confronto tra la curva di dispersione sperimentale e quella teorica.

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>						
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA</p>	<p>COMMESSA</p> <p>NP01</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D 69</p>	<p>CODIFICA</p> <p>IG</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>GE 0000 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>10 di 17</p>
<p>REPORT INDAGINI PROSPEZIONI GEOFISICHE</p>								



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:

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

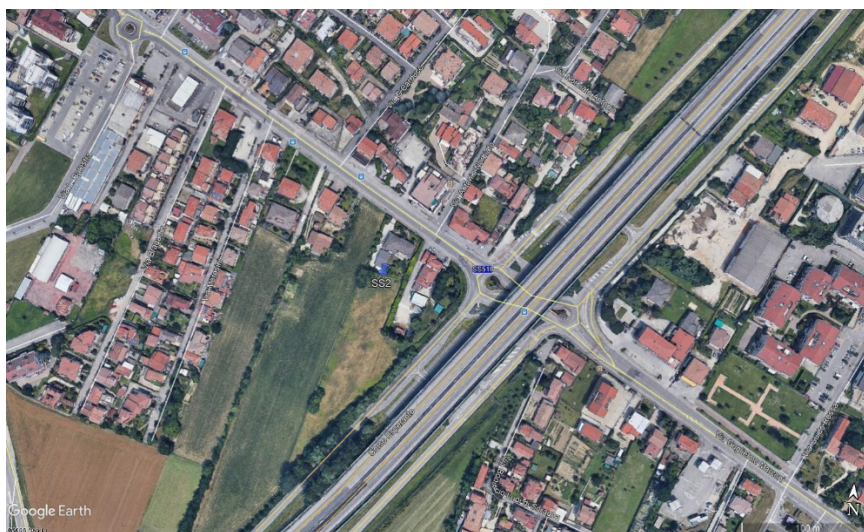
Nel caso specifico è risultato:

$V_{s,eq} = 231 \text{ m/s}$

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).


<p>MANDATARIA ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>MANDANTE SDAprogetti ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p> <p>MANDANTE EFREDI INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p> <p>MANDANTE PINI SWISS</p>	<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>					
<p>REPORT INDAGINI PROSPEZIONI GEOFISICHE</p>	<p>COMMESSA NP01</p>	<p>LOTTO 00 D 69</p>	<p>CODIFICA IG</p>	<p>DOCUMENTO GE 0000 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 11 di 17</p>



Ortofoto relativa all' ubicazione della prova MASW SS2.



Foto relativa all' esecuzione della prova MASW SS2.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO					
REPORT INDAGINI PROSPEZIONI GEOFISICHE	COMMESSA NP01	LOTTO 00 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE 0000 001	REV. A	FOGLIO 12 di 17

CLASSIFICAZIONE DEL SITO NTC 2018 MASW SS1

Data: aprile 2020

Località Padova

Coordinate LAT 45.382975 LONG 11.901029 (WGS84 gradi decimali)

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:

		Ss	Cc	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.	1.50	1.50	1.50
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	Nota
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.

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>						
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA</p>	<p>COMMESSA</p> <p>NP01</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D 69</p>	<p>CODIFICA</p> <p>IG</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>GE 0000 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>13 di 17</p>
<p>REPORT INDAGINI PROSPEZIONI GEOFISICHE</p>								

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

Possibilità di superamento del 10% in 50 anni

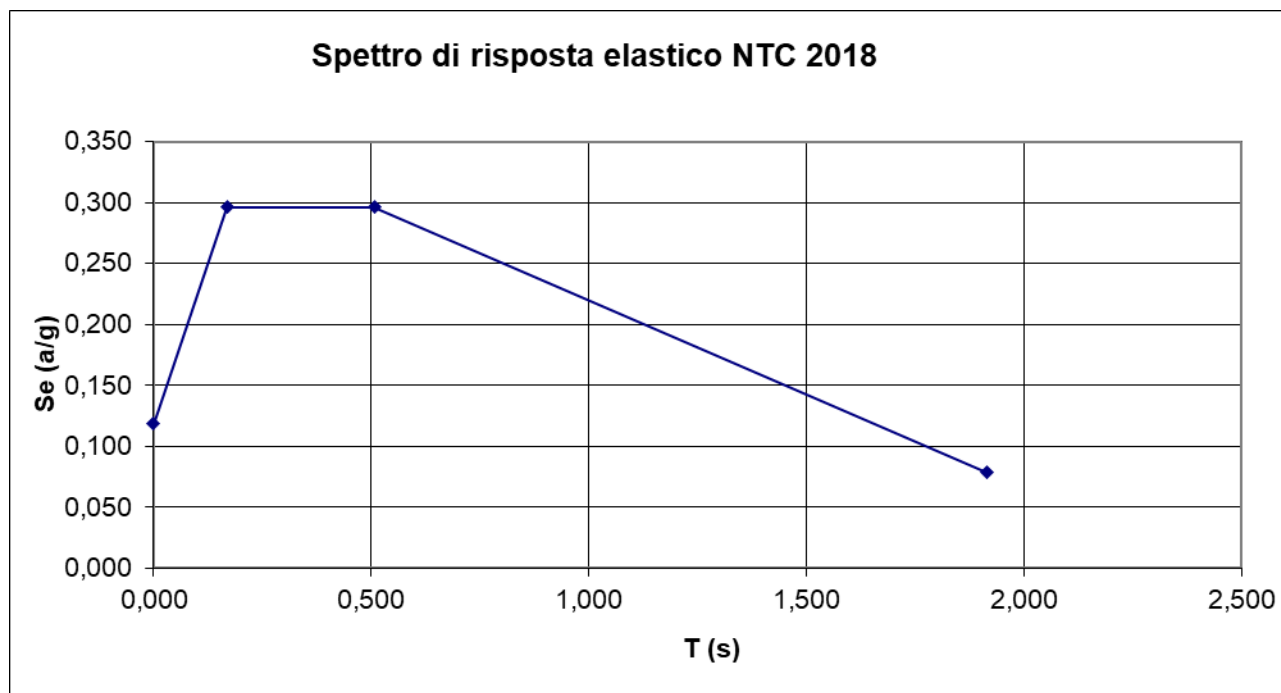
$T_0 = a_g \cdot S$

$T_b = T_c / 3$

$T_c = C_c \cdot T_c^*$

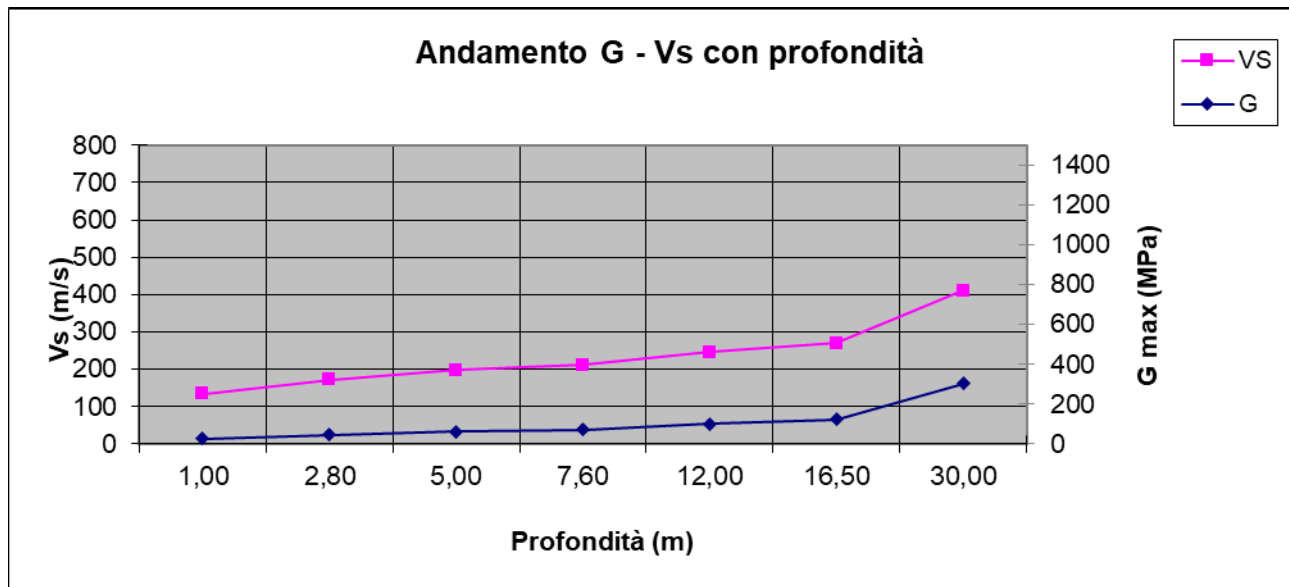
$T_d = 4.0 \cdot a_g / g + 1.6$


Ascisse (s)	Ordinate (g)
0.000	0.119
0.170	0.296
0.509	0.296
1.916	0.079



Depth (m)	Density (t/mc)	S-velocity (m/s)	Gmax (Mpa)
1.00	1.49	135	27
2.80	1.57	173	47
5.00	1.61	198	63
7.60	1.62	211	72
12.00	1.66	246	101
16.50	1.69	270	124
30.00	1.80	410	303

$V_{s,eq} = 275.93 \text{ m/s}$



	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO					
REPORT INDAGINI PROSPEZIONI GEOFISICHE	COMMESSA NP01	LOTTO 00 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE 0000 001	REV. A	FOGLIO 15 di 17

CLASSIFICAZIONE DEL SITO NTC 2018 MASW SS2

Data: aprile 2020

Località Padova

Coordinate LAT 45.375316 LONG 11.908058 (WGS84 gradi decimali)

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:

		Ss	Cc	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.	1.50	1.50	1.50
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.			



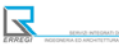

I parametri a/g, F₀ e T* vengono forniti dalla normativa

Categorie topografiche

St

T	Descrizione	St	Nota
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.

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>						
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA PER LA PROTEZIONE AMBIENTALE</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>SWISS</p>	<p>COMMESSA</p> <p>NP01</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D 69</p>	<p>CODIFICA</p> <p>IG</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>GE 0000 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>16 di 17</p>
<p>REPORT INDAGINI PROSPEZIONI GEOFISICHE</p>								

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

Possibilità di superamento del 10% in 50 anni

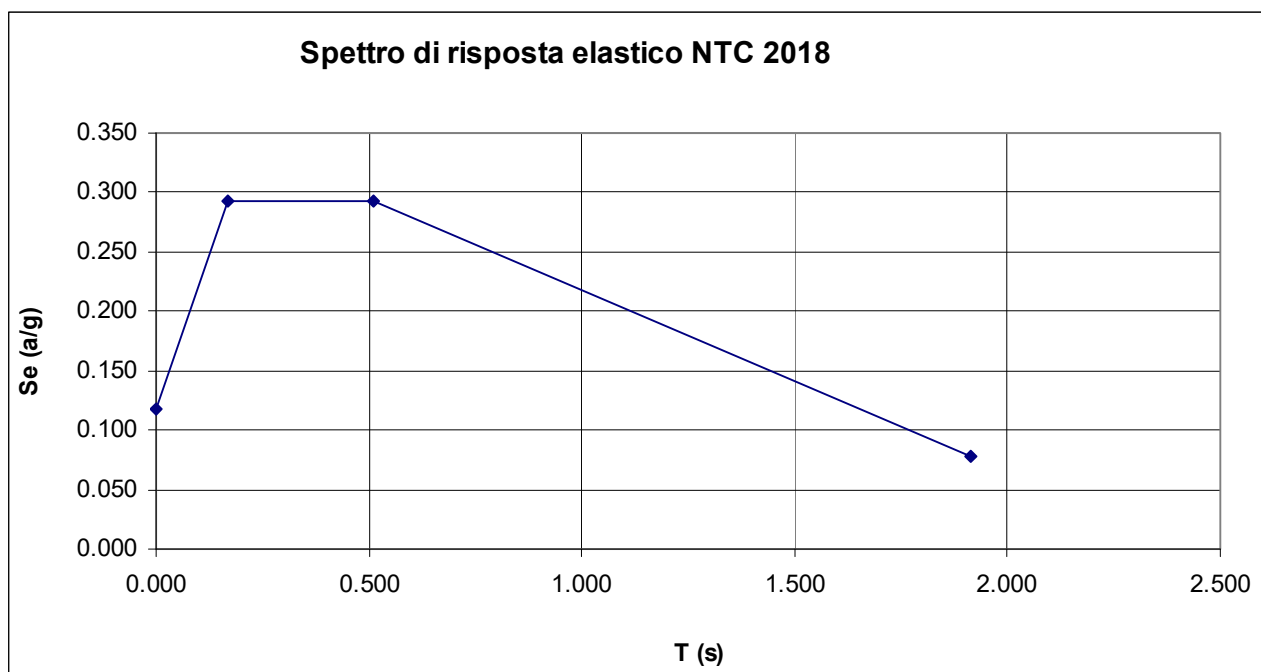
$$T_0 = a_g * S$$

$$T_b = T_c / 3$$

$$T_c = C_c * T_c^*$$

$$T_d = 4.0 * a_g / g + 1.6$$

Ascisse (s)	Ordinate (g)
0.000	0.117
0.170	0.293
0.510	0.293
1.912	0.078



Depth (m)	Density (t/mc)	S-velocity (m/s)	Gmax (Mpa)
1.70	1.66	160	42
6.00	1.74	179	56
9.50	1.85	193	69
13.50	1.95	185	67
17.20	1.92	200	77
22.80	1.95	305	182
30.00	2.02	385	299

$V_{s,eq} = 230.83 \text{ m/s}$

