



Comune di Montalto Uffugo

Provincia di Cosenza

PROGETTO ESECUTIVO

Interventi di adeguamento sismico, efficientamento energetico e miglioramento tecnologico della Scuola dell'infanzia in Via Berlinguer



Rapporto Indagini Geognostiche e Sismiche

Elaborato

G. 01

Il Rup

Ing. Massimiliano Costanzo

Progettista e D.D.L.

Arch. Giulio Cesare Guccione



GEOTEST

di Massimo Micieli
via N. Mayerà, 2
87010 Torano Castello (CS)
P.I. 02621500780 R.E.A. 194565

COMUNE DI MONTALTO UFFUGO (PROVINCIA DI COSENZA)

COMMITTENTE: *ARCH. GIULIO CESARE GUCCIONE*

LAVORO: *ADEGUAMENTO SISMICO, EFFICIENTAMENTO ENERGETICO E
MIGLIORAMENTO TECNOLOGICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA*

LOCALITÀ: *VIA ENRICO BERLINGUER*

Relazione sulle Indagini Geognostiche e Sismiche

IL TECNICO

Dott. Geol. Massimo Micieli

GEOTEST di Micieli Massimo

Via Mayerà - Fraz. SARTANO
87010 TORANO CASTELLO (CS)
Cod. Fisc. MCL MSM 73T29 Z112S
P. IVA: 02621500780 - R.E.A. 194565

Data, novembre 2017

La GEOTEST di Micieli Massimo ha avuto incarico dall'Arch. Giulio Cesare Guccione di eseguire una campagna di indagini geognostiche e sismiche per il progetto di *“Adeguamento sismico, efficientamento energetico e miglioramento tecnologico della Scuola dell'Infanzia in via E. Berlinguer – Montalto Uffugo (CS)”*.

La campagna di prove ha previsto:

- ✓ N. 4 - Prove penetrometriche dinamiche continue superpesanti, con penetrometro DPSH con maglio 63.5 kg, volata 76 cm (ISSMFE), fino alla profondità richiesta o fino al raggiungimento del rifiuto.
- ✓ N. 1 - Perforazione ad andamento verticale eseguita a rotazione a carotaggio continuo, con carotieri di diametro minimo 85mm, in terreni a granulometria fine quali argille, limi, limi sabbiosi e rocce tenere tipo tufiti.
- ✓ N. 2 - Prelievo di campioni indisturbati, compatibilmente con la natura dei terreni, nel corso di sondaggi a rotazione impiegando campionatore a pareti sottili spinto a pressione, diametro minimo 80mm.
- ✓ N. 2 - “Standard Penetration Test” eseguite nel corso di sondaggi a rotazione da m 0 a m 15.
- ✓ N. 1 - Piezometri a tubo aperto, installato nel foro di sondaggio.
- ✓ N. 3 - Cassette catalogatrici per la conservazione dei terreni attraversati comprensive di documentazione fotografica fornita su supporto digitale.
- ✓ N. 2 - Analisi granulometriche con setacci per caratteristiche fisiche e meccaniche: per via umida su quantità ≤ 5 kg, con un massimo di 8 vagli. Determinazione della percentuale di materiale passante al vaglio n. 200 (0,074 mm) Determinazione dell'equivalente in sabbia (media di 2 misurazioni).
- ✓ N. 2 - Prove di compressione edometrica fino a 3200 kPa in unico ciclo di carico e scarico su provino 40-50 mm a gradini definiti; mantenimento di ogni gradino per un tempo minore o uguale a 24 ore per complessivi 12 gradini.
- ✓ N. 2 - Caratteristiche fisiche e meccaniche: Prova di taglio diretto consolidata drenata con tempo di deformazione finale < 8 h.
- ✓ N. 1 - Esecuzione profilo sismico a rifrazione in onde P o S con base fino a m 230, tramite geofoni a risposta verticale e orizzontale. Le onde di taglio S, saranno ottenute mediante “inversione di polarità”, per differenza tra le tracce relative alle battute a destra, con quelle delle battute a sinistra del corpo energizzante. Utilizzo di sismografo multicanale a non meno di 16 bit e non meno di 24 canali, numero di energizzazioni, non inferiori a 7, con qualsiasi tipo di energizzazione in compressione e/o di taglio, escluso l'uso di esplosivi, con realizzazione delle dromocrone relative, compresa la restituzione dei dati di campagna in supporto cartaceo e magnetico; Numero 1 MASW e numero 1 Linea Sismica.
- ✓ N. 4 - Misure di sismica passiva hvsr (horizontal to vertical spectral ratio), analisi con metodo di nakamura utilizzando una stazione sismometrica a tre componenti, per la valutazione della frequenza caratteristica di sito mediante l'acquisizione di rumore sismico. Il metodo non è utilizzabile per la ricostruzione del modello sismostratigrafico del sottosuolo, se non in elaborazione congiunta con risultati d' indagini sismiche attive e in presenza di specifiche tarature stratigrafiche. Campionamento simultaneo su tre canali mediante geofono 3D con frequenza propria non superiore a 4.5 Hz, e durata di registrazione non inferiore a 15 minuti. Acquisizione dei dati tramite convertitore analogico / digitale con risoluzione di almeno 24 bit. Numero 1 misura eseguita sul terreno e numero 3 misure eseguite sulla struttura.

Di seguito sono riportati:

1. Ubicazione indagini geognostiche e documentazione fotografica.
2. Rapporto prove penetrometriche DPSH.
3. Rapporto sondaggio a carotaggio continuo.
4. Risultati analisi di laboratorio sui campioni prelevati.
5. Rapporto sulle indagini sismiche.

Ubicazione indagini geognostiche e documentazione fotografica



PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-100 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094	
Peso Massa battente	63.5	Kg
Altezza di caduta libera	0.75	m
Peso sistema di battuta	0.63	Kg
Diametro punta conica	51.00	mm
Area di base punta	20.43	cm ²
Lunghezza delle aste	1	m
Peso aste a metro	6.31	Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.40	m
Avanzamento punta	0.20	m
Numero colpi per punta	N(20)	
Coeff. Correlazione	1.489	
Rivestimento/fanghi	No	
Angolo di apertura punta	90°	

Brevi considerazioni sulle prove penetrometriche dinamiche.

La prova penetrometrica dinamica DPSH consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi $\delta=20$ cm) misurando il numero di colpi N necessari.

Le prove penetrometriche dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α)
- avanzamento (penetrazione) δ
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente):

- tipo *LEGGERO* (DPL)
- tipo *MEDIO* (DPM)
- tipo *PESANTE* (DPH)
- tipo *SUPERPESANTE* (DPSH)

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof. max indagine (m)
Leggero	DPL	$M \leq 10$	8
Medio	DPM	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante	DPSH	$M \geq 60$	25

In questo caso è stato utilizzato un penetrometro dinamico supersante (DPSH) della PAGANI GEOTECHNICAL EQUIPMENT modello TG 63-100 con massa battente di 63.5 kg.

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt} . Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M = peso massa battente;

M' = peso aste;

H = altezza di caduta;

A = area base punta conica;

δ = passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta R_{pd}

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

R_{pd} = resistenza dinamica punta (area A);

e = infissione media per colpo (δ / N);

M = peso massa battente (altezza caduta H);

P = peso totale aste e sistema battuta.

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle

litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

Valutazioni statistiche

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono:

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media + s

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media - s

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m. ed immorsamento $d = 1$ m.

L'utilizzo dei parametri geotecnici e dell'interpretazione stratigrafica ottenuti dalle prove penetrometriche eseguite rimane a discrezione e responsabilità del Geologo e/o del Progettista. La Geotest di Micieli Massimo non potrà essere ritenuta responsabile degli eventuali danni risultanti dall'utilizzo degli stessi.

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...

DPSH TG 63-100 PAGANI

Prova eseguita in data

18/10/2017

Profondità prova

7,20 mt

Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	6	0,855	53,88	63,04	2,69	3,15
0,40	5	0,851	44,70	52,54	2,23	2,63
0,60	5	0,847	40,84	48,22	2,04	2,41
0,80	4	0,843	32,53	38,57	1,63	1,93
1,00	3	0,840	24,29	28,93	1,21	1,45
1,20	3	0,836	24,19	28,93	1,21	1,45
1,40	5	0,833	40,16	48,22	2,01	2,41
1,60	4	0,830	29,57	35,64	1,48	1,78
1,80	5	0,826	36,82	44,55	1,84	2,23
2,00	6	0,823	44,01	53,47	2,20	2,67
2,20	7	0,820	51,16	62,38	2,56	3,12
2,40	8	0,817	58,25	71,29	2,91	3,56
2,60	16	0,764	101,27	132,51	5,06	6,63
2,80	11	0,811	73,92	91,10	3,70	4,55
3,00	11	0,809	73,67	91,10	3,68	4,55
3,20	15	0,756	93,91	124,23	4,70	6,21
3,40	14	0,753	87,35	115,94	4,37	5,80
3,60	15	0,751	87,13	116,03	4,36	5,80
3,80	15	0,748	86,84	116,03	4,34	5,80
4,00	14	0,746	80,79	108,30	4,04	5,41
4,20	11	0,794	67,54	85,09	3,38	4,25
4,40	13	0,741	74,56	100,56	3,73	5,03
4,60	17	0,739	91,20	123,37	4,56	6,17
4,80	15	0,737	80,24	108,85	4,01	5,44
5,00	13	0,735	69,34	94,34	3,47	4,72
5,20	14	0,733	74,47	101,60	3,72	5,08
5,40	13	0,731	68,97	94,34	3,45	4,72
5,60	15	0,729	74,74	102,51	3,74	5,13
5,80	13	0,727	64,61	88,84	3,23	4,44
6,00	16	0,725	79,33	109,35	3,97	5,47
6,20	15	0,724	74,19	102,51	3,71	5,13
6,40	18	0,722	88,82	123,01	4,44	6,15
6,60	21	0,670	90,91	135,61	4,55	6,78
6,80	20	0,719	92,83	129,16	4,64	6,46
7,00	22	0,667	94,79	142,07	4,74	7,10
7,20	19	0,716	87,81	122,70	4,39	6,13

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1**TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	7	0.00-2,40	Terzaghi-Peck	0,44
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	22	2,40-7,20	Terzaghi-Peck	1,49

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	7	0.00-2,40	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	22	2,40-7,20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	7	0.00-2,40	Meyerhof	1,86
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	22	2,40-7,20	Meyerhof	2,11

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	7	0.00-2,40	7	Gibbs & Holtz 1957	28,78
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	22	2,40-7,20	22	Gibbs & Holtz 1957	41,44

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	7	0.00-2,40	7	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	25,25
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	22	2,40-7,20	22	Meyerhof (1956)	26,29

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	7	0,00-2,40	7	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	22	2,40-7,20	22	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	7	0,00-2,40	7	Meyerhof ed altri	1,62
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	22	2,40-7,20	22	Meyerhof ed altri	2,03

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K_0
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	7	0,00-2,40	7	Navfac 1971-1982	1,44
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	22	2,40-7,20	22	Navfac 1971-1982	4,39

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato...

DPSH TG 63-100 PAGANI

Prova eseguita in data

18/10/2017

Profondità prova

7,20 mt

Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	4	0,855	35,92	42,03	1,80	2,10
0,40	3	0,851	26,82	31,52	1,34	1,58
0,60	3	0,847	24,50	28,93	1,23	1,45
0,80	3	0,843	24,40	28,93	1,22	1,45
1,00	5	0,840	40,49	48,22	2,02	2,41
1,20	8	0,836	64,52	77,15	3,23	3,86
1,40	7	0,833	56,22	67,50	2,81	3,38
1,60	5	0,830	36,96	44,55	1,85	2,23
1,80	5	0,826	36,82	44,55	1,84	2,23
2,00	6	0,823	44,01	53,47	2,20	2,67
2,20	6	0,820	43,85	53,47	2,19	2,67
2,40	4	0,817	29,13	35,64	1,46	1,78
2,60	5	0,814	33,72	41,41	1,69	2,07
2,80	6	0,811	40,32	49,69	2,02	2,48
3,00	9	0,809	60,27	74,54	3,01	3,73
3,20	11	0,806	73,43	91,10	3,67	4,55
3,40	14	0,753	87,35	115,94	4,37	5,80
3,60	13	0,751	75,51	100,56	3,78	5,03
3,80	11	0,798	67,94	85,09	3,40	4,25
4,00	15	0,746	86,56	116,03	4,33	5,80
4,20	19	0,744	109,30	146,97	5,47	7,35
4,40	15	0,741	86,03	116,03	4,30	5,80
4,60	13	0,739	69,74	94,34	3,49	4,72
4,80	13	0,737	69,54	94,34	3,48	4,72
5,00	15	0,735	80,01	108,85	4,00	5,44
5,20	16	0,733	85,11	116,11	4,26	5,81
5,40	16	0,731	84,88	116,11	4,24	5,81
5,60	14	0,729	69,76	95,68	3,49	4,78
5,80	15	0,727	74,55	102,51	3,73	5,13
6,00	17	0,725	84,29	116,18	4,21	5,81
6,20	17	0,724	84,08	116,18	4,20	5,81
6,40	15	0,722	74,02	102,51	3,70	5,13
6,60	14	0,720	65,13	90,41	3,26	4,52
6,80	16	0,719	74,26	103,33	3,71	5,17
7,00	15	0,717	69,47	96,87	3,47	4,84
7,20	19	0,716	87,81	122,70	4,39	6,13

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2**TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	7	0.00-2,80	Terzaghi-Peck	0,44
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	22	2,80-7,20	Terzaghi-Peck	1,49

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	7	0.00-2,80	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	22	2,80-7,20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	7	0.00-2,80	Meyerhof	1,86
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	22	2,80-7,20	Meyerhof	2,11

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	7	0.00-2,80	7	Gibbs & Holtz 1957	28,27
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	22	2,80-7,20	22	Gibbs & Holtz 1957	41,27

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	7	0.00-2,80	7	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	25,25
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	22	2,80-7,20	22	Meyerhof (1956)	26,29

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	7	0,00-2,80	7	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	22	2,80-7,20	22	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	7	0,00-2,80	7	Meyerhof ed altri	1,62
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	22	2,80-7,20	22	Meyerhof ed altri	2,03

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K_0
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	7	0,00-2,80	7	Navfac 1971-1982	1,44
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	22	2,80-7,20	22	Navfac 1971-1982	4,39

PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato...

DPSH TG 63-100 PAGANI

Prova eseguita in data

18/10/2017

Profondità prova

6,00 mt

Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	4	0,855	35,92	42,03	1,80	2,10
0,40	3	0,851	26,82	31,52	1,34	1,58
0,60	8	0,847	65,34	77,15	3,27	3,86
0,80	5	0,843	40,66	48,22	2,03	2,41
1,00	6	0,840	48,59	57,86	2,43	2,89
1,20	14	0,786	106,15	135,01	5,31	6,75
1,40	12	0,833	96,38	115,72	4,82	5,79
1,60	12	0,830	88,70	106,93	4,44	5,35
1,80	13	0,776	89,93	115,84	4,50	5,79
2,00	13	0,773	89,57	115,84	4,48	5,79
2,20	14	0,770	96,07	124,75	4,80	6,24
2,40	15	0,767	102,54	133,66	5,13	6,68
2,60	13	0,764	82,28	107,66	4,11	5,38
2,80	14	0,761	88,28	115,94	4,41	5,80
3,00	13	0,759	81,68	107,66	4,08	5,38
3,20	15	0,756	93,91	124,23	4,70	6,21
3,40	15	0,753	93,59	124,23	4,68	6,21
3,60	17	0,751	98,74	131,50	4,94	6,58
3,80	17	0,748	98,42	131,50	4,92	6,58
4,00	19	0,746	109,65	146,97	5,48	7,35
4,20	18	0,744	103,55	139,24	5,18	6,96
4,40	17	0,741	97,50	131,50	4,88	6,58
4,60	14	0,739	75,10	101,60	3,76	5,08
4,80	17	0,737	90,93	123,37	4,55	6,17
5,00	21	0,685	104,39	152,40	5,22	7,62
5,20	20	0,733	106,39	145,14	5,32	7,26
5,40	19	0,731	100,80	137,88	5,04	6,89
5,60	19	0,729	94,68	129,85	4,73	6,49
5,80	24	0,677	111,09	164,02	5,55	8,20
6,00	25	0,675	115,41	170,85	5,77	8,54

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3**TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	8	0.00-1,00	Terzaghi-Peck	0,54
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	24	1,00-6,00	Terzaghi-Peck	1,62

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	8	0.00-1,00	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	24	1,00-6,00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	8	0.00-1,00	Meyerhof	1,90
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	24	1,00-6,00	Meyerhof	2,11

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	8	0.00-1,00	8	Gibbs & Holtz 1957	34,29
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	24	1,00-6,00	24	Gibbs & Holtz 1957	47,07

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	8	0.00-1,00	8	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	25,95
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	24	1,00-6,00	24	Meyerhof (1956)	26,86

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	8	0,00-1,00	8	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	24	1,00-6,00	24	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	8	0,00-1,00	8	Meyerhof ed altri	1,66
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	24	1,00-6,00	24	Meyerhof ed altri	2,06

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K_0
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	8	0,00-1,00	8	Navfac 1971-1982	1,67
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	24	1,00-6,00	24	Navfac 1971-1982	4,72

PROVA ... Nr.4

Strumento utilizzato...

DPSH TG 63-100 PAGANI

Prova eseguita in data

18/10/2017

Profondità prova

6,20 mt

Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	5	0,855	44,90	52,54	2,24	2,63
0,40	5	0,851	44,70	52,54	2,23	2,63
0,60	6	0,847	49,01	57,86	2,45	2,89
0,80	6	0,843	48,80	57,86	2,44	2,89
1,00	5	0,840	40,49	48,22	2,02	2,41
1,20	7	0,836	56,45	67,50	2,82	3,38
1,40	10	0,833	80,32	96,43	4,02	4,82
1,60	13	0,780	90,30	115,84	4,52	5,79
1,80	13	0,776	89,93	115,84	4,50	5,79
2,00	14	0,773	96,46	124,75	4,82	6,24
2,20	15	0,770	102,94	133,66	5,15	6,68
2,40	15	0,767	102,54	133,66	5,13	6,68
2,60	15	0,764	94,94	124,23	4,75	6,21
2,80	17	0,761	107,20	140,79	5,36	7,04
3,00	14	0,759	87,96	115,94	4,40	5,80
3,20	13	0,756	81,39	107,66	4,07	5,38
3,40	15	0,753	93,59	124,23	4,68	6,21
3,60	15	0,751	87,13	116,03	4,36	5,80
3,80	14	0,748	81,05	108,30	4,05	5,41
4,00	13	0,746	75,02	100,56	3,75	5,03
4,20	17	0,744	97,80	131,50	4,89	6,58
4,40	14	0,741	80,30	108,30	4,01	5,41
4,60	18	0,739	96,56	130,62	4,83	6,53
4,80	22	0,687	109,70	159,65	5,48	7,98
5,00	19	0,735	101,35	137,88	5,07	6,89
5,20	20	0,733	106,39	145,14	5,32	7,26
5,40	20	0,731	106,10	145,14	5,31	7,26
5,60	19	0,729	94,68	129,85	4,73	6,49
5,80	21	0,677	97,20	143,52	4,86	7,18
6,00	19	0,725	94,20	129,85	4,71	6,49
6,20	17	0,724	84,08	116,18	4,20	5,81

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4**TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	8	0.00-1,20	Terzaghi-Peck	0,54
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	24	1,20-6,20	Terzaghi-Peck	1,62

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	8	0.00-1,20	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	24	1,20-6,20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	8	0.00-1,20	Meyerhof	1,90
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	24	1,20-6,20	Meyerhof	2,11

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	8	0.00-1,20	8	Gibbs & Holtz 1957	33,91
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	24	1,20-6,20	24	Gibbs & Holtz 1957	46,54

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	8	0.00-1,20	8	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	25,95
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	24	1,20-6,20	24	Meyerhof (1956)	26,86

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	8	0,00-1,20	8	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	24	1,20-6,20	24	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	8	0,00-1,20	8	Meyerhof ed altri	1,66
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	24	1,20-6,20	24	Meyerhof ed altri	2,06

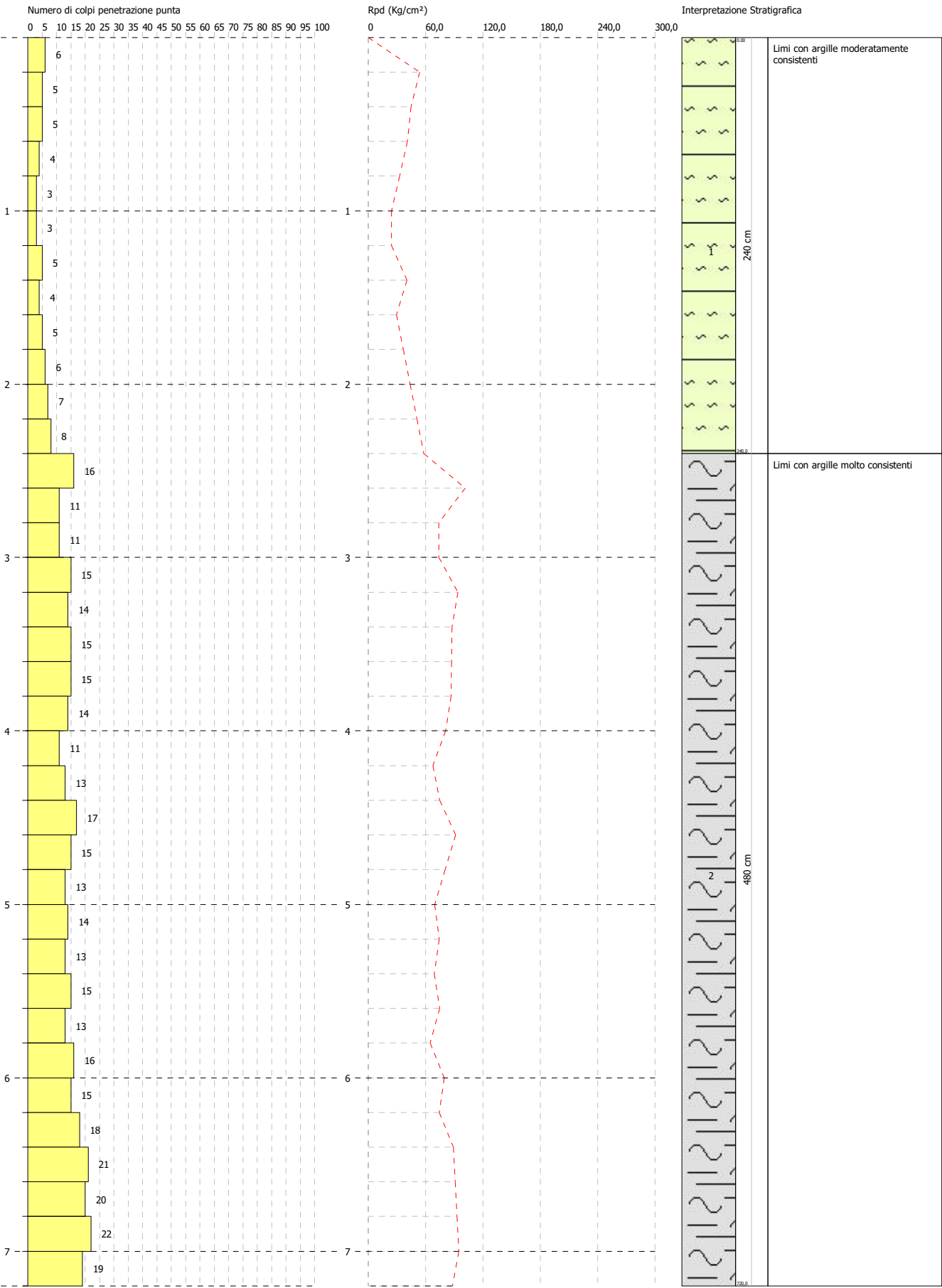
Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K_0
Strato (1) Limi con argille moderatamente consistenti	8	0,00-1,20	8	Navfac 1971-1982	1,67
Strato (2) Limi con argille molto consistenti	24	1,20-6,20	24	Navfac 1971-1982	4,72

Committente: Arch. Giulio Cesare Guccione
 Cantiere: Adeguamento sismico, efficientamento energetico e miglioramento tecnologico della Scuola dell'Infanzia
 Località: via E. Berlinguer – Montalto Uffugo (CS)

Data: 18/10/2017

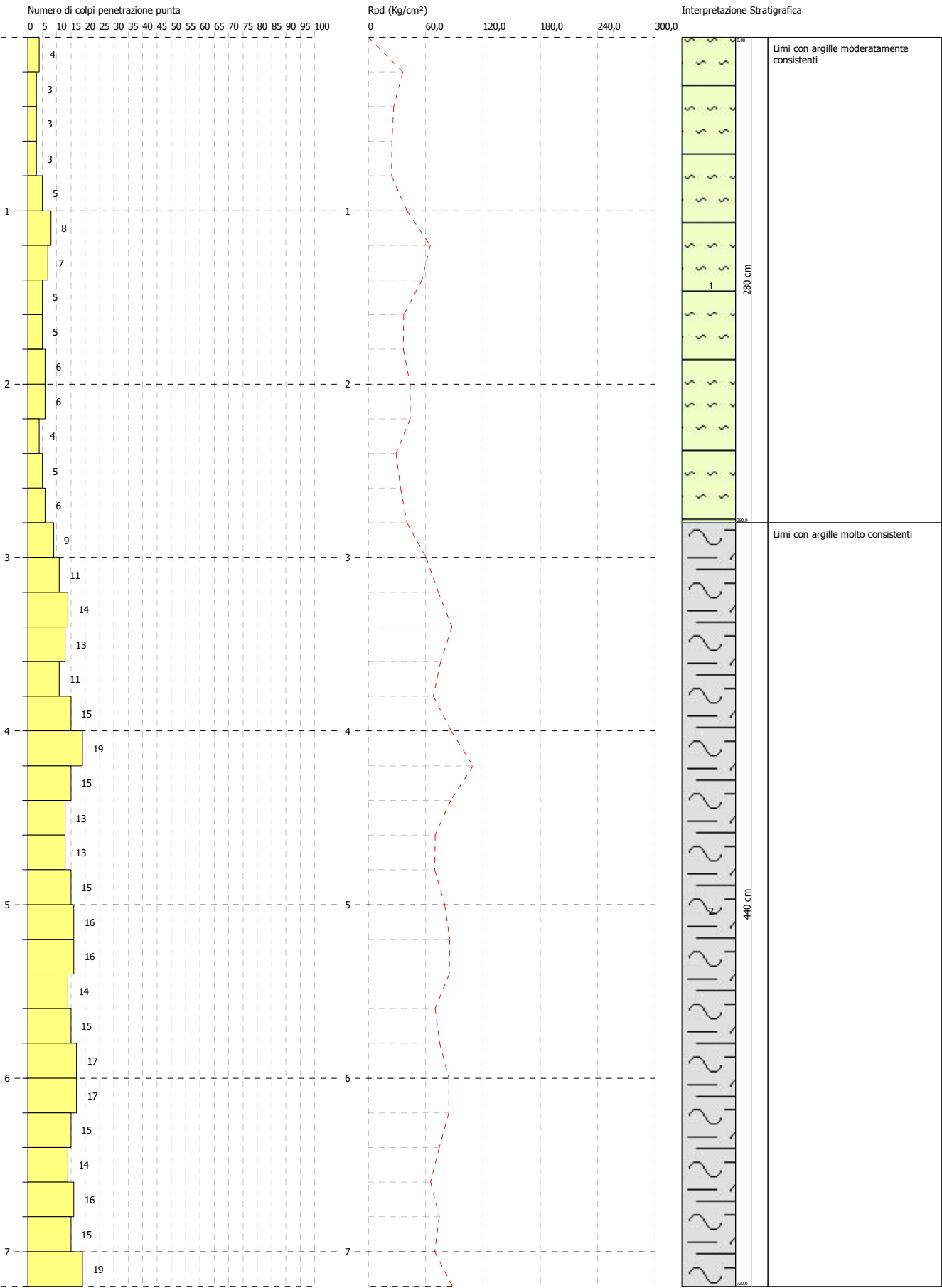
Scala 1:31



Committente: Arch. Giulio Cesare Guccione
 Cantiere: Adeguamento sismico, efficientamento energetico e miglioramento tecnologico della Scuola dell'Infanzia
 Località: via E. Berlinguer – Montalto Uffugo (CS)

Data: 18/10/2017

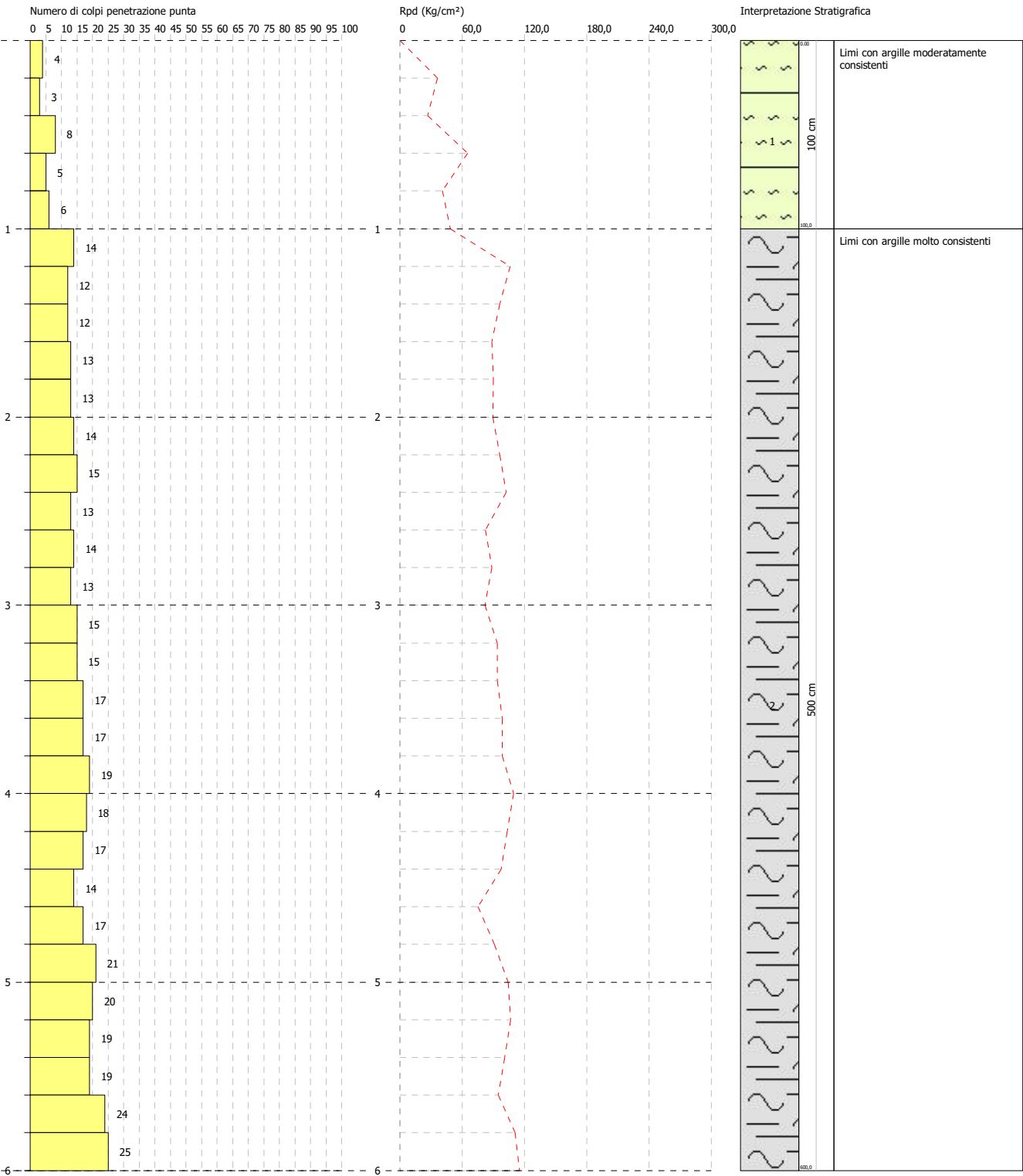
Scala 1:31



Committente: Arch. Giulio Cesare Guccione
 Cantiere: Adeguamento sismico, efficientamento energetico e miglioramento tecnologico della Scuola dell'Infanzia
 Località: via E. Berlinguer – Montalto Uffugo (CS)

Data: 18/10/2017

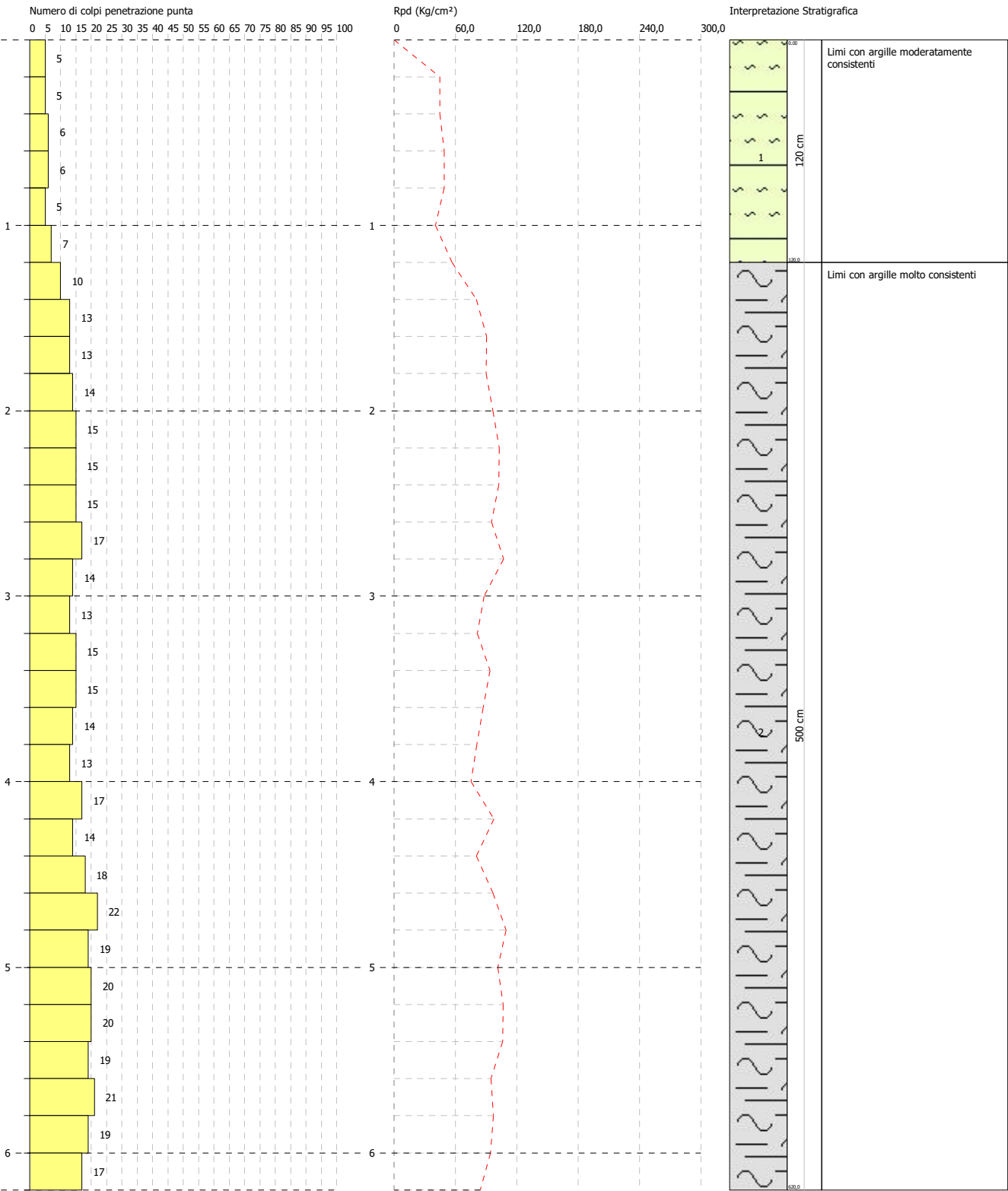
Scala 1:31



Committente: Arch. Giulio Cesare Guccione
 Cantiere: Adeguamento sismico, efficientamento energetico e miglioramento tecnologico della Scuola dell'Infanzia
 Località: via E. Berlinguer – Montalto Uffugo (CS)

Data: 18/10/2017

Scala 1:31



COMMITTENTE: **GEOTEST di Micieli Massimo**
87010 TORANO CASTELLO (CS)

Prot. N°

Elaborato N°

Oggetto: *Adeguamento sismico, efficientamento energetico e miglioramento tecnologico della Scuola della Infanzia in Via E. Berlinguer Montalto Uffugo (CS). Indagini geognostico-geotecniche.-*

- **PROFILO STRATIGRAFICO**
- **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



Impresa **Curti Rosalbino** - Via Umberto I°, 48 - Fraz. Sartano - 87010 Torano Castello (CS)
Telefono e Fax : 0984/393109 - E-mail: curtirosalbino@tiscali.it – curtirosalbino@pec.it
Codice Fiscale : CRT RLB 52L10 L206G - Partita IVA n. 01126280781

Committente: Geotest di Micieli Massimo	Sondaggio: S1
Riferimento: Adeguamento sismico, eff. energ. e miglior. tecn. scuola infanzia via E. Berlinguer	Data: 02/11/2017
Coordinate: Montalto Uffugo (CS)	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo	

SCALA 1 :75 **STRATIGRAFIA - S1** Pagina 1/1

σ mm	R V	metri butt.	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE	Prel. % 0 --- 100	metri	Standard Penetration Test			Campioni	Pz	A
								m	S.P.T.	N			
		1		0.3	Conglomerato cementizio Materiale di copertura limoso-argilloso, di colore bruno, con rari inclusi lapidei millicentimetrici		1						
		2		2.0	Limi sabbioso-argillosi con inclusi lapidei centimetrici, da subarrotondati a subangolari. Colore bruno-grigiastro.		2	2.0	10-14-22	36	1) She < 1.50 2.00		
		3		2.6	Argille di colore grigio, localmente molto consistenti.		3						
		4					4						
		5					5	5.0	10-14-50	64	2) She < 4.80 5.00		
		6					6						
		7					7						
		8					8						
		9					9						
		10					10						
		11		11.0	Argille di colore grigio, verso il basso debolmente limose, a tratti con consistenza marnosa.		11						
		12					12						
		13					13						
		14					14						
101		15		15.0			15						



Oggetto: Adeguamento sismico, efficientamento energetico e miglioramento tecnologico della scuola dell'Infanzia in via E. Berlinguer – Montalto Uffugo (CS)

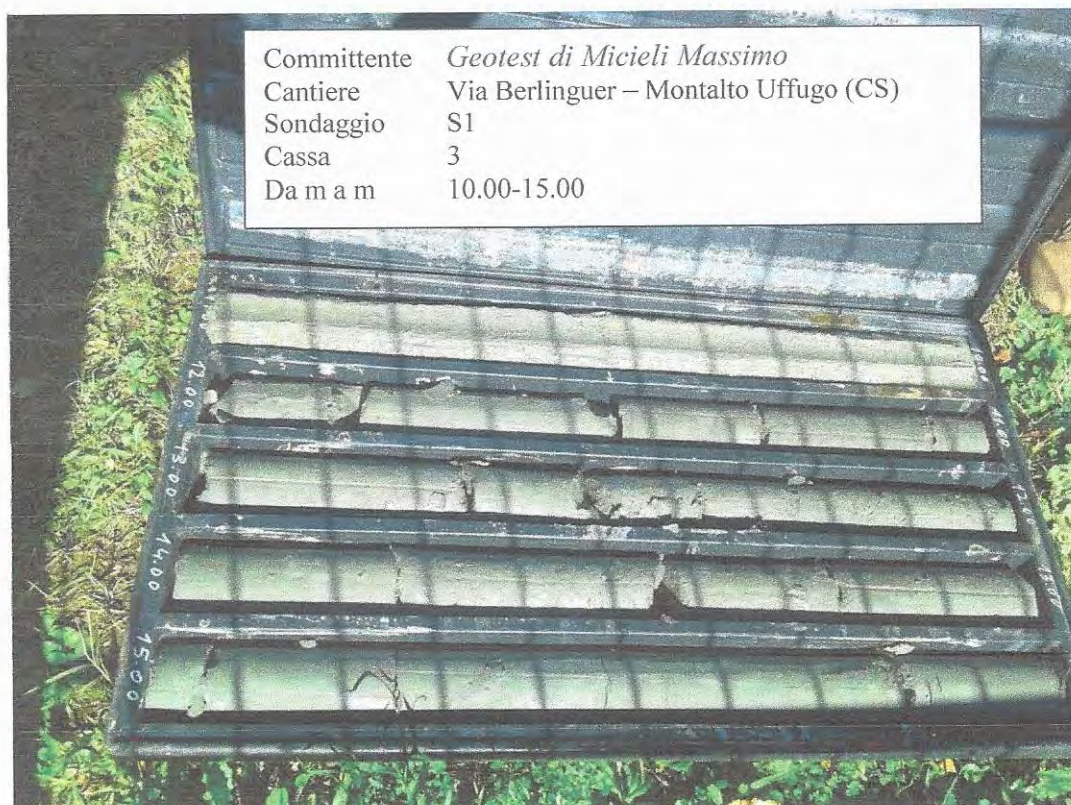
Committente	Geotest di Micieli Massimo
Cantiere	Via Berlinguer – Montalto Uffugo (CS)
Sondaggio	S1
Cassa	1
Da m a m	0.00-5.00



Committente	Geotest di Micieli Massimo
Cantiere	Via Berlinguer – Montalto Uffugo (CS)
Sondaggio	S1
Cassa	2
Da m a m	5.00-10.00



Oggetto: Adeguamento sismico, efficientamento energetico e miglioramento tecnologico della scuola dell'Infanzia in via E. Berlinguer – Montalto Uffugo (CS)



I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

**AZIENDA CON SISTEMA DI
GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO
9001:2008**

Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni

Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti

Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)

**Indagine: Adeguamento sismico Scuola Materna Primaria
nel Comune di Montalto Uffugo (CS).**

Committente: Geotest di Micieli Massimo

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		<u>APERTURA CAMPIONE</u>	
<i>Data arrivo campione:</i>	03/11/2017	<i>Data Apertura:</i>	07/11/2017
<i>Pagine Certificato :</i>	1 di 11		
<i>Verbale Accettazione:</i>	171	<i>Certificato numero :</i>	2465
<i>Data Certificato :</i>	21/11/2017		
<i>INDAGINE :</i> Adeguamento sismico Scuola Materna Primaria nel Comune di Montalto Uffugo (CS).			
<i>COMMITTENTE :</i> Geotest di Micieli Massimo			
<i>SONDAGGIO</i>	1	<i>Campione :</i>	1
<i>PROFONDITA' : m 1.50 - 2.00</i>			
NORMA DI RIFERIMENTO : UNI EN ISO 14688-1 : Gennaio 2003 - UNI EN ISO 14688-2 : Novembre 2004			

Caratteristiche del campione		Contenitore		Stato del campione	
<i>Diametro (mm):</i>	84	■	<i>Fustella</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Disturbato o Rimaneggiato</i>
<i>Lunghezza dichiarata (mm):</i>	500	<input type="checkbox"/>	<i>PVC</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Disturbo limitato</i>
<i>Lunghezza effettiva (mm):</i>	500	<input type="checkbox"/>	<i>Busta</i>	■	<i>Indisturbato</i>
Caratteristiche determinabili					
<i>Classe di qualità dichiarata : (Q1-Q5)</i>	<i>Q5</i>	Qualità del campione effettiva :			
		Disturbato o Rimaneggiato		Disturbo limitato	Indisturbato
		Q1	Q2	Q3	Q4
Profilo stratigrafico					
Composizione granulometrica					■
Contenuto d'acqua naturale					■
Peso dell'unità di volume					■
Caratteristiche meccaniche					■
Prove non eseguibili					
Parte Bassa		Parte Alta			
<i>Prelievo dei Pr ovinì – Prova Vane Test – Penetrometro Pocket</i>					
→					
		<i>Pr</i>	<i>Pr</i>	<i>Pr</i>	<i>Pr</i>
4.5	9.0	13.5	18.0	22.5	27.0
		<i>Pr</i>	<i>Pr</i>	<i>Pr</i>	<i>Pr</i>
		31.5	36.0	40.5	45.0
cm		cm			
Descrizione visiva del campione					
Limo con Argilla consistente di colore grigio.					
Note					

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		<u>MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA</u>	
Data arrivo campione:	03/11/2017	Data esecuzione prova:	07/11/2017
Pagine Certificato :	2 di 11		
Verbale Accettazione:	171	Certificato numero :	2465
Data Certificato :	21/11/2017		
INDAGINE : Adeguamento sismico Scuola Materna Primaria nel Comune di Montalto Uffugo (CS).			
COMMITTENTE : Geotest di Micieli Massimo			
SONDAGGIO	1	Campione :	1
		PROFONDITA' : m 1.50 - 2.00	

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 1 : Febbraio 2005

DATI SPERIMENTALI

	1 ^a misurazione	2 ^a misurazione
Tara numero	1	2
	1 ^a misurazione	2 ^a misurazione
Massa Tara	6.50 g	6.10 g
	1 ^a misurazione	2 ^a misurazione
Massa Terreno Umido + Tara	362.90 g	306.20 g
	1 ^a misurazione	2 ^a misurazione
Massa Terreno Secco + Tara	309.10 g	260.60 g
	1 ^a misurazione	2 ^a misurazione
Contenuto d'acqua w	17.78 %	17.92 %
Media delle misurazioni w	17.85	%

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		<u>MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME</u>	
Data arrivo campione:	03/11/2017	Data esecuzione prova:	07/11/2017
Pagine Certificato :	3 di 11		
Verbale Accettazione:	171	Certificato numero :	2465
Data Certificato :	21/11/2017		
INDAGINE : Adeguamento sismico Scuola Materna Primaria nel Comune di Montalto Uffugo (CS).			
COMMITTENTE : Geotest di Micieli Massimo			
SONDAGGIO	1	Campione :	1
		PROFONDITA' : m 1.50 - 2.00	

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 2 : Febbraio 2005

METODO UTILIZZATO	Metodo con misurazioni lineari
--------------------------	--------------------------------

DATI SPERIMENTALI

Massa del campione utilizzato	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	148.1	g	148.3	g
Volume del campione	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	72	cm ³	72	cm ³
Peso dell'Unità di Volume	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	20.172	(kN/m ³)	20.199	(kN/m ³)
Media delle misurazioni γ	20.185		(kN/m ³)	

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		<u>MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI</u> <u>GRANI</u>	
Data arrivo campione:	03/11/2017	Data esecuzione prova:	09/11/2017
		Pagine Certificato :	4 di 11
Verbale Accettazione:	171	Certificato numero :	2465
		Data Certificato :	21/11/2017
INDAGINE : Adeguamento sismico Scuola Materna Primaria nel Comune di Montalto Uffugo (CS).			
COMMITTENTE : Geotest di Micieli Massimo			
SONDAGGIO	1	Campione :	1
		PROFONDITA' :	m 1.50 - 2.00

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 3 : Febbraio 2005

DATI SPERIMENTALI

Temperatura	21	°C	Densità acqua γ_w	9.78723	kN/m ³
-------------	----	----	--------------------------	---------	-------------------

	1 ^a misurazione	2 ^a misurazione
Massa Picnometro	30.740 g	30.946 g
	1 ^a misurazione	2 ^a misurazione
Massa Campione	10 g	10 g
	1 ^a misurazione	2 ^a misurazione
Massa Campione + Massa Picnometro	40.740 g	40.946 g
	1 ^a misurazione	2 ^a misurazione
Massa Picnometro + acqua	82.980 g	83.327 g
	1 ^a misurazione	2 ^a misurazione
Massa Campione + Massa Picnometro + acqua	89.316 g	89.657 g
	1 ^a misurazione	2 ^a misurazione
Peso specifico γ_s	26.712 (kN/m ³)	26.668 (kN/m ³)
Media delle misurazioni γ_s	26.690	(kN/m ³)

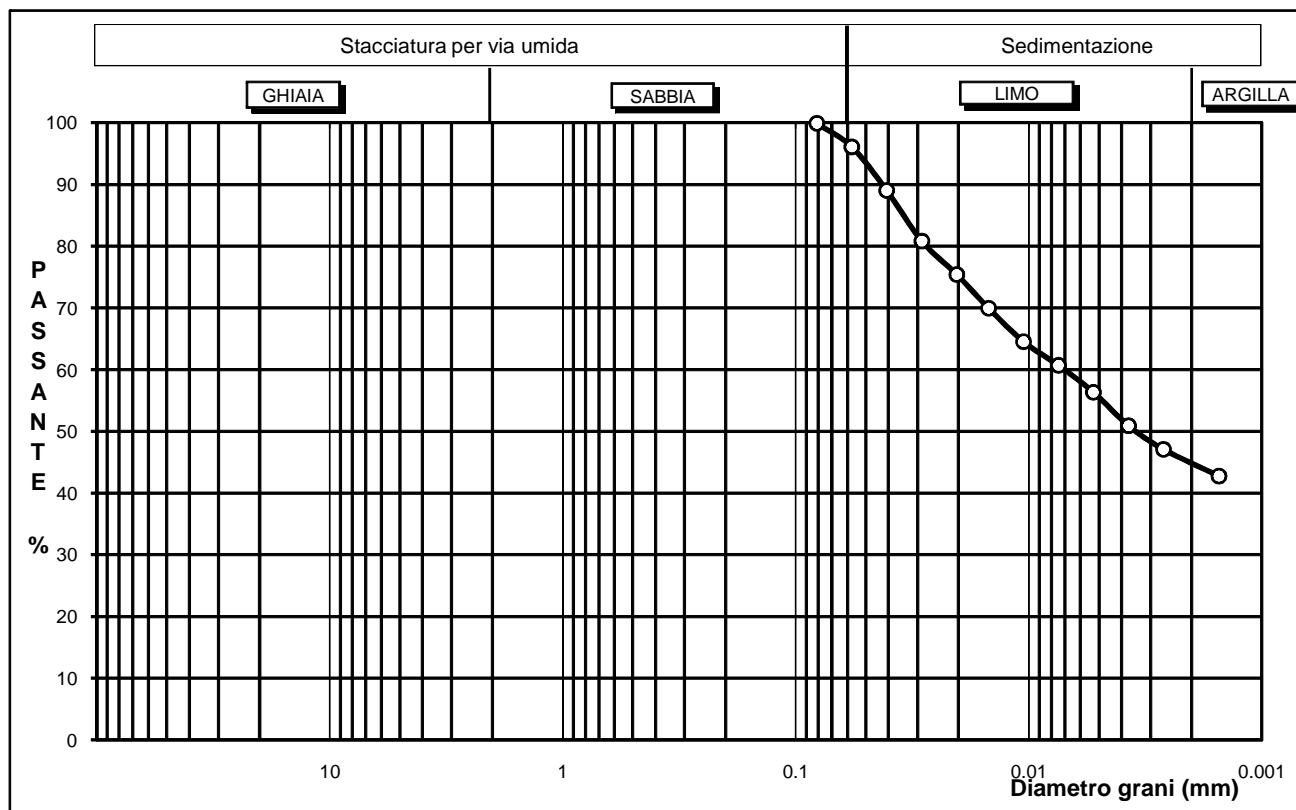
Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it	AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)	<u>ANALISI GRANULOMETRICA</u> <u>per sedimentazione</u>

Data arrivo campione:	03/11/2017	Data esecuzione prova:	09/11/2017	Pagine Certificato:	5 di 11
Verbale Accettazione:	171	Certificato numero:	2465	Data Certificato:	21/11/2017

INDAGINE: Adeguamento sismico Scuola Materna Primaria nel Comune di Montalto Uffugo (CS).
COMMITTENTE: Geotest di Micieli Massimo
SONDAGGIO: 1 Campione: 1 PROFONDITA': m 1.50 - 2.00



NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 4 : Febbraio 2005

Classificazione UNI CEN ISO/TS 14688 - 1 :	Limo con Argilla		CISi	
Percentuali classi granulometriche:	Sabbia	2%	Limo	53.1%
			Argilla	44.9%

Tempo Δt (min)	Densità miscela	Diametro grani (mm)	Percentuale %	Tempo Δt (min)	Densità miscela	Diametro grani (mm)	Percentuale %	Massa del campione utilizzata:	
0.5	1.017	0.081141	100	60	1.0098	0.007448	60.7	30 g	
1	1.0163	0.057406	96.1	120	1.009	0.005269	56.4	Qualità del campione	
2	1.015	0.040632	89.0	240	1.008	0.003729	50.9	Q1 Q2 Q3 Q4 Q5	DATI SEDIMENTAZIONE
4	1.0135	0.028764	80.9	480	1.0073	0.002638	47.1		
8	1.0125	0.020355	75.4	1440	1.0065	0.001524	42.8		
15	1.0115	0.014876	70.0						
30	1.0105	0.010527	64.5						

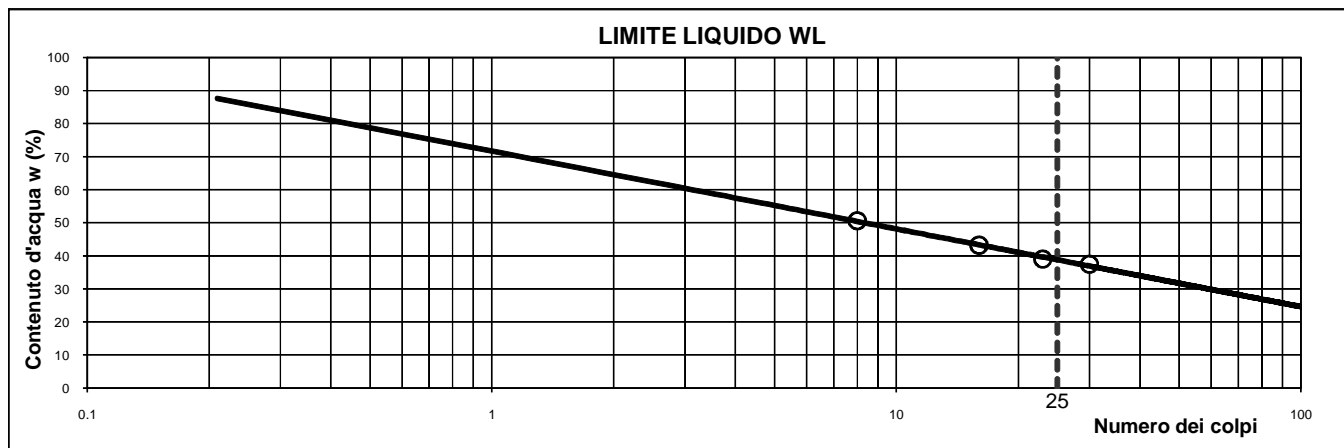
Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		LIMITI DI ATTERBERG (LIQUIDO E PLASTICO congiuntamente)	
Data arrivo campione:	03/11/2017	Data esecuzione prova:	09/11/2017
Pagine Certificato :	6 di 11		
Verbale Accettazione:	171	Certificato numero :	2465
		Data Certificato :	21/11/2017
INDAGINE : Adeguamento sismico Scuola Materna Primaria nel Comune di Montalto Uffugo (CS).			
COMMITTENTE : Geotest di Micieli Massimo			
SONDAGGIO	1	Campione :	1
		PROFONDITA' :	m 1.50 - 2.00

Norma di riferimento : CNR - UNI 10014: 1964

DATI SPERIMENTALI



LIMITE DI LIQUIDITA' W _L				
Numero contenitore	1	2	3	3
Massa contenitore (g)	10.22	8.74	21.85	20.59
Massa Terreno Umido (g)	20.87	18.31	32.82	36.46
Massa Terreno Secco (g)	17.29	15.42	29.74	32.13
Numero colpi	8	16	23	30

LIMITE DI PLASTICITA' W _P		
Numero contenitore	1	2
Massa contenitore (g)	18.58	20.11
Massa T. Umido (g)	23.00	24.33
Massa T. Secco (g)	22.12	23.52

LIMITE DI RITIRO W _R		
Limite di ritiro	-	-
Rapporto di ritiro	-	-
Ritiro volumetrico	-	-
Ritiro lineare	-	-

W_L (%) = 38.86	W_P (%) = 24.31	I_P (%) = 14.55
A = 0.32	I_c = 1.44	

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		<u>PROVA DI TAGLIO DIRETTO</u> (Pagina 1 di 3)	
Data arrivo campione: 03/11/2017		Data esecuzione prova: 07/11/2017	
Verbale Accettazione: 171		Certificato numero : 2465	
		Pagine Certificato : 7 di 11	
		Data Certificato : 21/11/2017	
INDAGINE : Adeguamento sismico Scuola Materna Primaria nel Comune di Montalto Uffugo (CS).			
COMMITTENTE : Geotest di Micieli Massimo			
SONDAGGIO 1		Campione : 1	
		PROFONDITA' : m 1.50 - 2.00	

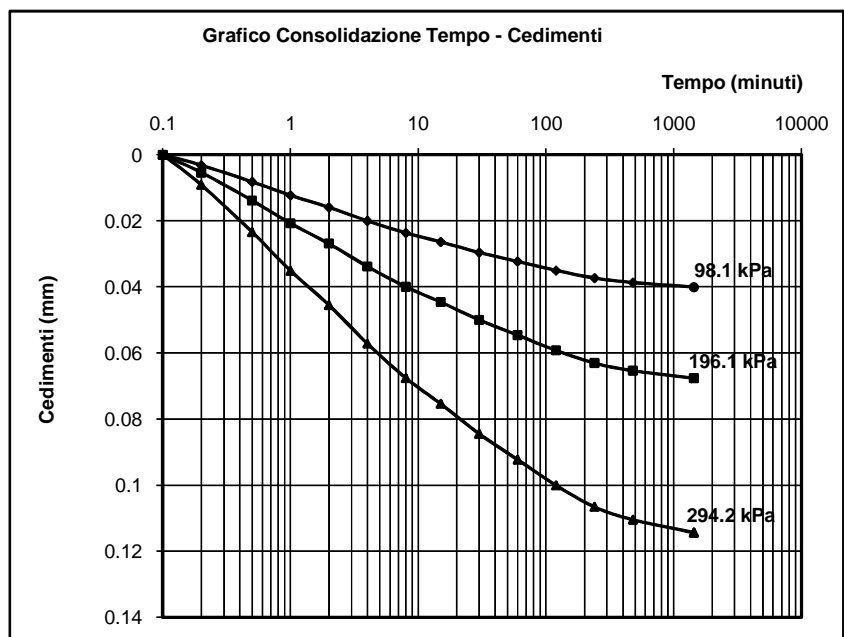
NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 10 : Febbraio 2005

METODO UTILIZZATO	PROVA ESEGUITA CON SCATOLA DI CASAGRANDE 6 cm X 6 cm X 2 cm
--------------------------	---

CONDIZIONI INIZIALI DEI PROVINI					CONDIZIONI FINALI DEI PROVINI			
Provino n°	1	2	3		Provino n°	1	2	3
Condizioni del provino	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato		Massa provini Finale (g)	150.8	147.6	151.2
Massa provini Iniziale (g)	147.70	144.60	148.90		Massa secca provini (g)	124.5	122.5	126.5
Peso di Volume (kN/m ³)	20.12	19.70	20.28		Cont. d'acqua Fin.(%)	21.12	20.49	19.53
Cont. d'acqua Iniz.(%)	18.63	18.04	17.71					
Carico applicato (kPa)	98.07	196.13	294.20					
t ₁₀₀ (min)	480	480	480		Vel. di scorr. mm/min	0.003		

DATI SPERIMENTALI REGISTRATI IN FASE DI CONSOLIDAZIONE

Tempo minuti	Cedimenti in fase di Consolidazione (mm)		
	Provino 1	Provino 2	Provino 3
0.2	0.003	0.005	0.009
0.5	0.008	0.014	0.023
1	0.012	0.021	0.035
2	0.016	0.027	0.046
4	0.020	0.034	0.057
8	0.024	0.040	0.068
15	0.026	0.045	0.075
30	0.030	0.050	0.085
60	0.032	0.055	0.092
120	0.035	0.059	0.100
240	0.037	0.063	0.107
480	0.039	0.065	0.111
1440	0.040	0.068	0.114
-			
-			
-			



Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		<u>PROVA DI TAGLIO DIRETTO</u> (Pagina 2 di 3)	
Data arrivo campione:	03/11/2017	Data esecuzione prova:	07/11/2017
		Pagine Certificato :	8 di 11
Verbale Accettazione:	171	Certificato numero :	2465
		Data Certificato :	21/11/2017
INDAGINE : Adeguamento sismico Scuola Materna Primaria nel Comune di Montalto Uffugo (CS).			
COMMITTENTE : Geotest di Micieli Massimo			
SONDAGGIO	1	Campione :	1
		PROFONDITA' : m 1.50 - 2.00	

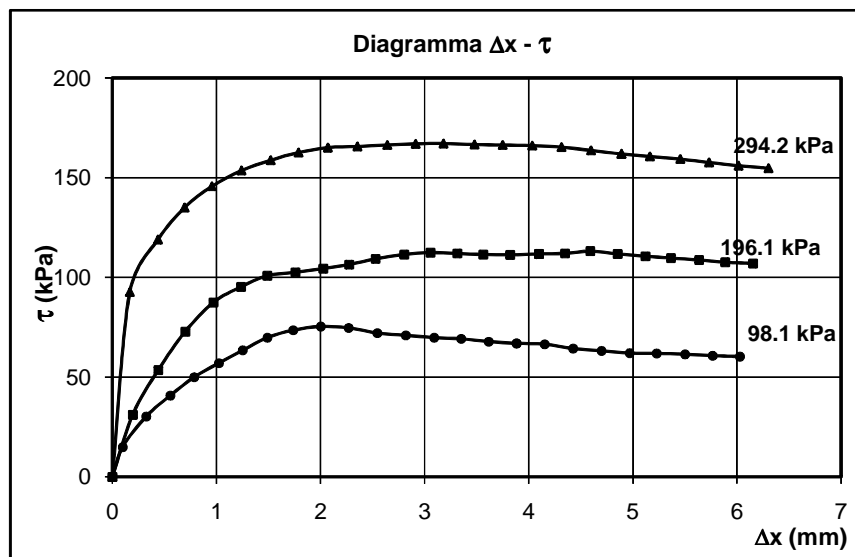
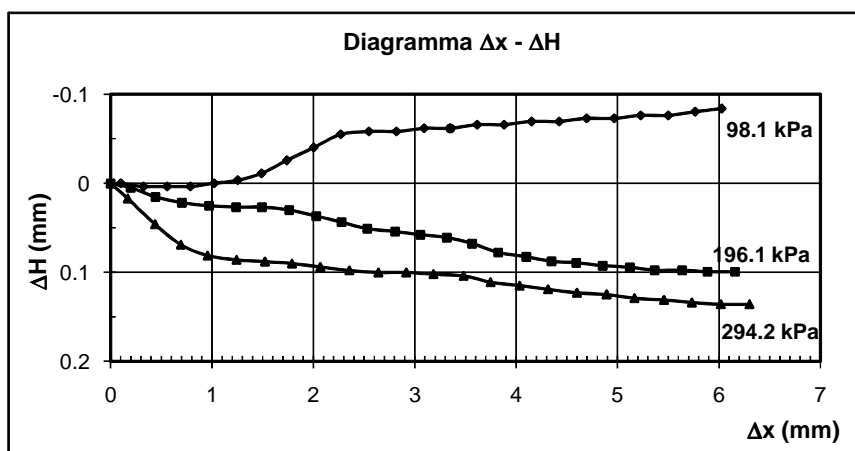
DATI SPERIMENTALI REGISTRATI IN FASE DI ROTTURA DEI PROVINI

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
ΔH verticale (mm)	ΔX orizzontale (mm)	τ (kPa)	ΔH verticale (mm)	ΔX orizzontale (mm)	τ (kPa)	ΔH verticale (mm)	ΔX orizzontale (mm)	τ (kPa)
0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
0.000	0.10	14.89	0.005	0.20	31.15	0.017	0.17	92.68
0.003	0.33	30.23	0.015	0.44	53.60	0.046	0.44	118.94
0.003	0.56	40.77	0.022	0.70	72.84	0.069	0.69	135.10
0.003	0.79	49.93	0.025	0.97	87.50	0.081	0.96	145.71
0.000	1.02	57.03	0.027	1.24	95.28	0.086	1.24	153.54
-0.003	1.25	63.45	0.027	1.49	100.78	0.088	1.52	158.84
-0.011	1.49	69.86	0.030	1.76	102.61	0.090	1.79	162.63
-0.026	1.74	73.52	0.037	2.03	104.45	0.094	2.07	165.15
-0.040	2.00	75.36	0.043	2.27	106.51	0.098	2.35	165.66
-0.055	2.27	74.67	0.051	2.53	109.26	0.100	2.64	166.41
-0.058	2.55	72.15	0.054	2.81	111.55	0.100	2.92	166.92
-0.058	2.82	71.00	0.058	3.05	112.46	0.102	3.18	167.17
-0.062	3.09	69.86	0.061	3.31	112.00	0.104	3.48	166.67
-0.062	3.35	69.17	0.068	3.56	111.55	0.111	3.75	166.41
-0.066	3.62	67.80	0.078	3.82	111.32	0.115	4.03	166.16
-0.066	3.88	66.88	0.083	4.10	111.78	0.119	4.31	165.40
-0.069	4.15	66.42	0.088	4.35	112.00	0.123	4.60	163.64
-0.069	4.42	64.36	0.089	4.59	113.15	0.125	4.89	161.87
-0.073	4.70	63.22	0.093	4.85	111.78	0.129	5.17	160.61
-0.073	4.97	62.07	0.094	5.12	110.63	0.131	5.46	159.34
-0.076	5.23	61.84	0.098	5.37	109.71	0.134	5.73	157.58
-0.076	5.50	61.38	0.098	5.64	108.80	0.136	6.02	156.06
-0.081	5.77	60.70	0.099	5.89	107.65	0.136	6.30	154.80
-0.084	6.03	60.24	0.099	6.16	106.97			

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it			AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008		
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)			<u>PROVA DI TAGLIO DIRETTO</u> (Pagina 3 di 3)		
Data arrivo campione:	03/11/2017	Data esecuzione prova:	07/11/2017	Pagine Certificato :	9 di 11
Verbale Accettazione:	171	Certificato numero :	2465	Data Certificato :	21/11/2017
INDAGINE : Adeguamento sismico Scuola Materna Primaria nel Comune di Montalto Uffugo (CS).					
COMMITTENTE : Geotest di Micieli Massimo					
SONDAGGIO	1	Campione :	1	PROFONDITA' : m	1.50 - 2.00
DIAGRAMMI DELLA FASE DI ROTTURA					



I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		<u>PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA</u> (Pagina 1 di 2)	
Data arrivo campione:	03/11/2017	Data esecuzione prova:	07/11/2017
		Pagine Certificato :	10 di 11
Verbale Accettazione:	171	Certificato numero :	2465
		Data Certificato :	21/11/2017
INDAGINE : Adeguamento sismico Scuola Materna Primaria nel Comune di Montalto Uffugo (CS).			
COMMITTENTE : Geotest di Miceli Massimo			
SONDAGGIO	1	Campione :	1
		PROFONDITA' : m	1.50 - 2.00

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 5 : Febbraio 2005

METODO UTILIZZATO	PROVA EDOMETRICA AD INCREMENTI DI CARICO (IL)
--------------------------	---

DATI SPERIMENTALI

Parametri fisici del provino	
Altezza campione (cm)	2.00
Diametro campione (cm)	5.047
Peso umido iniziale (gr.)	82.32
Volume campione (cm ³)	40
Peso di volume (kN/m ³)	20.18
Peso specifico (kN/m ³)	26.69
Contenuto d'acqua (%)	17.85
Indice dei vuoti iniziale (e ₀)	0.559
Grado di Saturazione (S)	0.870

Modulo edometrico (kPa)			
Carico (kPa)	98.07	E _{ed} (kPa)	8969.44
Carico (kPa)	196.13	E _{ed} (kPa)	8991.34
Carico (kPa)	392.27	E _{ed} (kPa)	12369.98
Carico (kPa)	784.53	E _{ed} (kPa)	21470.45
Carico (kPa)	1569.06	E _{ed} (kPa)	38444.14
Carico (kPa)	3138.13	E _{ed} (kPa)	66264.16

Tempo (minuti)	(Carico applicato kPa)					
	98.07	196.13	392.27	784.53	1569.06	3138.13
	Cedimenti in mm					
0.2	0.042	0.061	0.077	0.100	0.125	0.138
0.5	0.048	0.074	0.096	0.128	0.155	0.187
1	0.055	0.085	0.112	0.151	0.185	0.224
2	0.061	0.098	0.132	0.180	0.216	0.260
4	0.067	0.116	0.161	0.212	0.253	0.299
8	0.077	0.135	0.189	0.250	0.290	0.335
15	0.083	0.153	0.222	0.279	0.313	0.358
30	0.090	0.172	0.250	0.302	0.333	0.375
60	0.093	0.185	0.270	0.315	0.344	0.388
120	0.096	0.195	0.283	0.324	0.354	0.398
240	0.103	0.201	0.292	0.334	0.364	0.411
480	0.106	0.209	0.299	0.340	0.370	0.424
1440	0.109	0.217	0.311	0.353	0.387	0.440

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

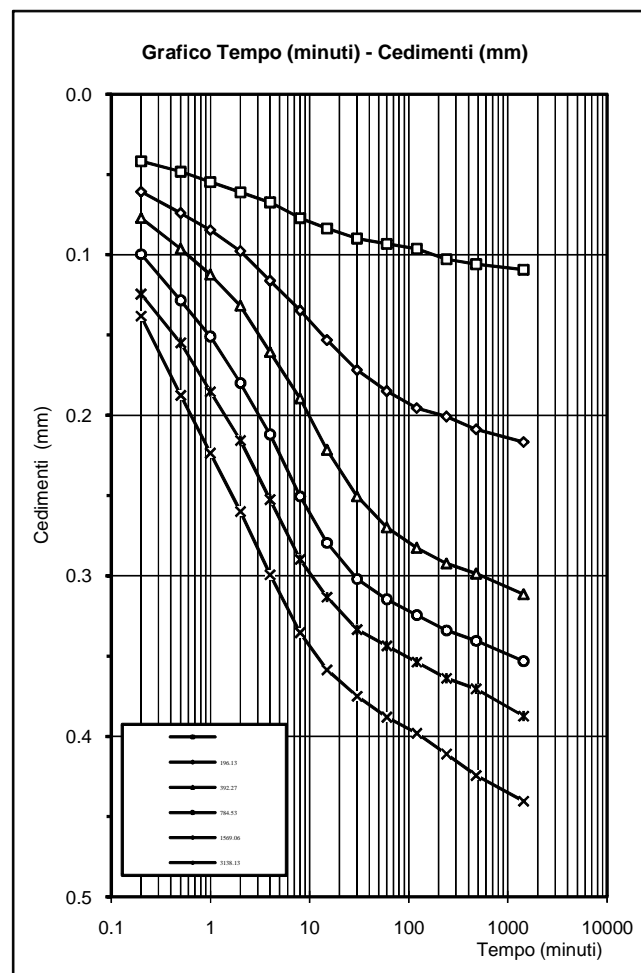
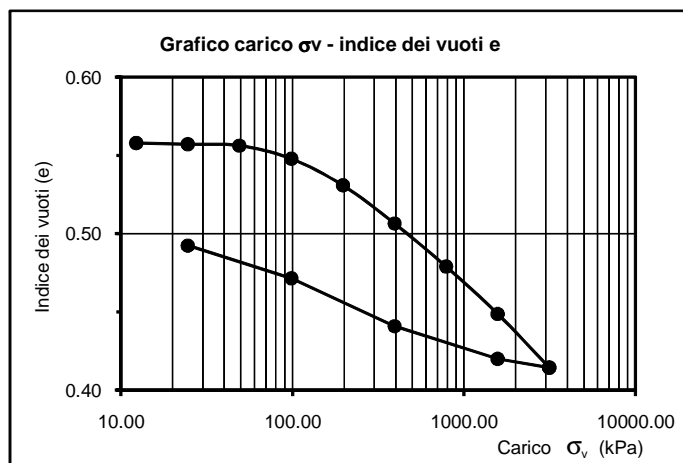
Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		<u>PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA</u> (Pagina 2 di 2)	
Data arrivo campione:	03/11/2017	Data esecuzione prova:	07/11/2017
Verbale Accettazione:	171	Certificato numero :	2465
		Pagine Certificato :	11 di 11
		Data Certificato :	21/11/2017
INDAGINE : Adeguamento sismico Scuola Materna Primaria nel Comune di Montalto Uffugo (CS).			
COMMITTENTE : Geotest di Miceli Massimo			
SONDAGGIO	1	Campione :	1
		PROFONDITA' :	m 1.50 - 2.00

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 5 : Febbraio 2005

METODO UTILIZZATO	PROVA EDOMETRICA AD INCREMENTI DI CARICO (IL)
DATI SPERIMENTALI	

Carico σ_v (kPa)	Cedimenti $\Sigma \delta_v$ (mm)	H provino (mm)	Δe
12.26	0.010	19.990	0.558
24.52	0.020	19.980	0.557
49.03	0.030	19.970	0.556
98.07	0.139	19.861	0.548
196.13	0.356	19.644	0.531
392.27	0.667	19.333	0.507
784.53	1.020	18.980	0.479
1569.06	1.408	18.592	0.449
3138.13	1.848	18.152	0.415
1569.06	1.778	18.222	0.420
392.27	1.508	18.492	0.441
98.07	1.118	18.882	0.471
24.52	0.848	19.152	0.492



Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		<u>APERTURA CAMPIONE</u>	
<i>Data arrivo campione:</i>	03/11/2017	<i>Data Apertura:</i>	07/11/2017
<i>Pagine Certificato :</i>	1 di 11		
<i>Verbale Accettazione:</i>	171	<i>Certificato numero :</i>	2466
<i>Data Certificato :</i>	21/11/2017		
<i>INDAGINE :</i> Adeguamento sismico Scuola Materna Primaria nel Comune di Montalto Uffugo (CS).			
<i>COMMITTENTE :</i> Geotest di Micieli Massimo			
<i>SONDAGGIO</i>	1	<i>Campione :</i>	2
<i>PROFONDITA' : m</i> 4.60 - 5.00			
NORMA DI RIFERIMENTO : UNI EN ISO 14688-1 : Gennaio 2003 - UNI EN ISO 14688-2 : Novembre 2004			

Caratteristiche del campione		Contenitore		Stato del campione	
<i>Diametro (mm):</i>	84	■	<i>Fustella</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Disturbato o Rimaneggiato</i>
<i>Lunghezza dichiarata (mm):</i>	400	<input type="checkbox"/>	<i>PVC</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Disturbo limitato</i>
<i>Lunghezza effettiva (mm):</i>	400	<input type="checkbox"/>	<i>Busta</i>	■	<i>Indisturbato</i>
Caratteristiche determinabili					
<i>Classe di qualità dichiarata : (Q1-Q5)</i>	<i>Q5</i>	Qualità del campione effettiva :			
		Disturbato o Rimaneggiato		Disturbo limitato	Indisturbato
		Q1	Q2	Q3	Q4
Profilo stratigrafico					
Composizione granulometrica					■
Contenuto d'acqua naturale					■
Peso dell'unità di volume					■
Caratteristiche meccaniche					■
Prove non eseguibili					
Parte Bassa		Parte Alta			
<i>Prelievo dei Pr ovinì – Prova Vane Test – Penetrometro Pocket</i>					
➔					
		<i>Pr</i>	<i>Pr</i>	<i>Pr</i>	<i>Pr</i>
3.6	7.2	10.8	14.4	18.0	21.6
		<i>Pr</i>	<i>Pr</i>	<i>Pr</i>	<i>Pr</i>
		25.2	28.8	32.4	36.0
cm		cm			
Descrizione visiva del campione					
Limo con Argilla consistente di colore grigio.					
Note					

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		<u>MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA</u>	
Data arrivo campione:	03/11/2017	Data esecuzione prova:	07/11/2017
Pagine Certificato :	2 di 11		
Verbale Accettazione:	171	Certificato numero :	2466
Data Certificato :	21/11/2017		
INDAGINE : Adeguamento sismico Scuola Materna Primaria nel Comune di Montalto Uffugo (CS).			
COMMITTENTE : Geotest di Micieli Massimo			
SONDAGGIO	1	Campione :	2
		PROFONDITA' : m 4.60 - 5.00	

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 1 : Febbraio 2005

DATI SPERIMENTALI

	1 ^a misurazione	2 ^a misurazione
Tara numero	1	2
	1 ^a misurazione	2 ^a misurazione
Massa Tara	6.80 g	6.40 g
	1 ^a misurazione	2 ^a misurazione
Massa Terreno Umido + Tara	300.70 g	271.70 g
	1 ^a misurazione	2 ^a misurazione
Massa Terreno Secco + Tara	258.70 g	233.20 g
	1 ^a misurazione	2 ^a misurazione
Contenuto d'acqua w	16.67 %	16.98 %
Media delle misurazioni w	16.82	%

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		<u>MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME</u>	
Data arrivo campione:	03/11/2017	Data esecuzione prova:	07/11/2017
Pagine Certificato :	3 di 11		
Verbale Accettazione:	171	Certificato numero :	2466
Data Certificato :	21/11/2017		
INDAGINE : Adeguamento sismico Scuola Materna Primaria nel Comune di Montalto Uffugo (CS).			
COMMITTENTE : Geotest di Micieli Massimo			
SONDAGGIO	1	Campione :	2
		PROFONDITA' : m 4.60 - 5.00	

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 2 : Febbraio 2005

METODO UTILIZZATO	Metodo con misurazioni lineari
--------------------------	--------------------------------

DATI SPERIMENTALI

Massa del campione utilizzato	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	154.2	g	154.4	g
Volume del campione	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	72	cm ³	72	cm ³
Peso dell'Unità di Volume	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	21.003	(kN/m ³)	21.030	(kN/m ³)
Media delle misurazioni γ	21.016		(kN/m ³)	

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		<u>MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI</u> <u>GRANI</u>	
Data arrivo campione:	03/11/2017	Data esecuzione prova:	09/11/2017
		Pagine Certificato :	4 di 11
Verbale Accettazione:	171	Certificato numero :	2466
		Data Certificato :	21/11/2017
INDAGINE : Adeguamento sismico Scuola Materna Primaria nel Comune di Montalto Uffugo (CS).			
COMMITTENTE : Geotest di Micieli Massimo			
SONDAGGIO	1	Campione :	2
		PROFONDITA' : m 4.60 - 5.00	

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 3 : Febbraio 2005

DATI SPERIMENTALI

Temperatura	21	°C	Densità acqua γ_w	9.78723	kN/m ³
-------------	----	----	--------------------------	---------	-------------------

	1 ^a misurazione	2 ^a misurazione
Massa Picnometro	30.740 g	30.946 g
	1 ^a misurazione	2 ^a misurazione
Massa Campione	10 g	10 g
	1 ^a misurazione	2 ^a misurazione
Massa Campione + Massa Picnometro	40.740 g	40.946 g
	1 ^a misurazione	2 ^a misurazione
Massa Picnometro + acqua	82.980 g	83.327 g
	1 ^a misurazione	2 ^a misurazione
Massa Campione + Massa Picnometro + acqua	89.322 g	89.659 g
	1 ^a misurazione	2 ^a misurazione
Peso specifico γ_s	26.756 (kN/m ³)	26.683 (kN/m ³)
Media delle misurazioni γ_s	26.719	(kN/m ³)

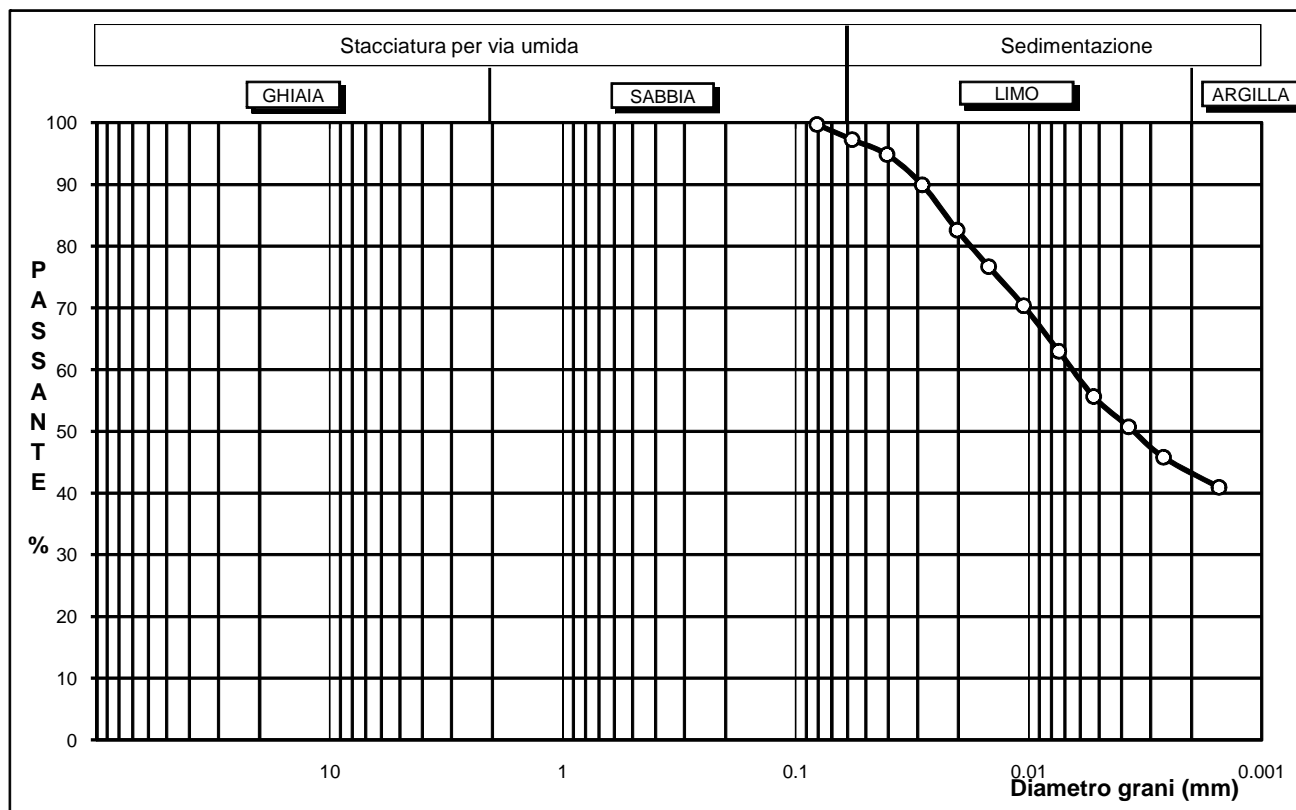
Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it	AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)	<u>ANALISI GRANULOMETRICA</u> <u>per sedimentazione</u>

Data arrivo campione:	03/11/2017	Data esecuzione prova:	09/11/2017	Pagine Certificato :	5 di 11
Verbale Accettazione:	171	Certificato numero :	2466	Data Certificato :	21/11/2017

INDAGINE :	Adeguamento sismico Scuola Materna Primaria nel Comune di Montalto Uffugo (CS).				
COMMITTENTE :	Geotest di Micieli Massimo				
SONDAGGIO :	1	Campione :	2	PROFONDITA' :	m 4.60 - 5.00



NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 4 : Febbraio 2005

Classificazione UNI CEN ISO/TS 14688 - 1 :	Limo con Argilla		CISi	
Percentuali classi granulometriche:	Sabbia	1%	Limo	55.6%
			Argilla	43.4%

Tempo Δt (min)	Densità miscela	Diametro grani (mm)	Percentuale %	Tempo Δt (min)	Densità miscela	Diametro grani (mm)	Percentuale %	Massa del campione utilizzata:	
0.5	1.019	0.081018	100	60	1.0115	0.007438	63.0	33	g
1	1.0185	0.05731	97.3	120	1.01	0.005265	55.6	Qualità del campione	
2	1.018	0.04054	94.8	240	1.009	0.003726	50.7	Q1	DATI SEDIMENTAZIONE
4	1.017	0.028688	89.9	480	1.008	0.002637	45.8	Q2	
8	1.0155	0.020308	82.6	1440	1.007	0.001523	40.9	Q3	
15	1.0143	0.014845	76.7					Q4	
30	1.013	0.010507	70.3					Q5	

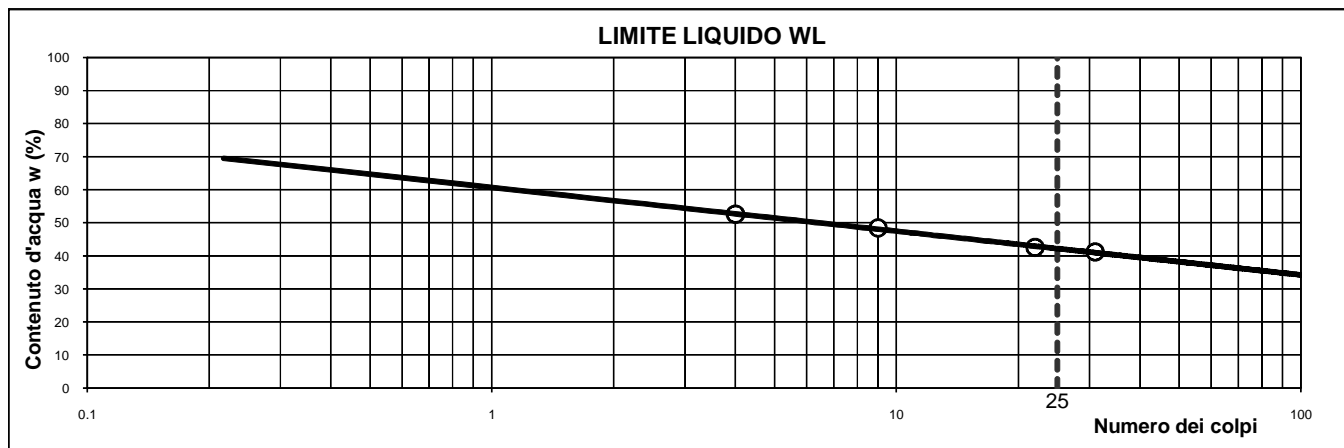
Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		LIMITI DI ATTERBERG (LIQUIDO E PLASTICO congiuntamente)	
Data arrivo campione:	03/11/2017	Data esecuzione prova:	09/11/2017
		Pagine Certificato :	6 di 11
Verbale Accettazione:	171	Certificato numero :	2466
		Data Certificato :	21/11/2017
INDAGINE : Adeguamento sismico Scuola Materna Primaria nel Comune di Montalto Uffugo (CS).			
COMMITTENTE : Geotest di Micieli Massimo			
SONDAGGIO	1	Campione :	2
		PROFONDITA' : m 4.60 - 5.00	

Norma di riferimento : CNR - UNI 10014: 1964

DATI SPERIMENTALI



LIMITE DI LIQUIDITA' W _L				
Numero contenitore	1	2	3	3
Massa contenitore (g)	12.63	11.27	11.06	10.96
Massa Terreno Umido (g)	23.71	21.56	16.92	24.05
Massa Terreno Secco (g)	19.89	18.20	15.17	20.23
Numero colpi	4	9	22	31

LIMITE DI PLASTICITA' W _P		
Numero contenitore	1	2
Massa contenitore (g)	7.44	10.98
Massa T. Umido (g)	11.53	15.09
Massa T. Secco (g)	10.67	14.23

LIMITE DI RITIRO W _R		
Limite di ritiro	-	-
Rapporto di ritiro	-	-
Ritiro volumetrico	-	-
Ritiro lineare	-	-

W_L (%) = 42.25	W_P (%) = 26.54	I_P (%) = 15.71
A = 0.36	I_c = 1.62	

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		<u>PROVA DI TAGLIO DIRETTO</u> (Pagina 1 di 3)	
Data arrivo campione:	03/11/2017	Data esecuzione prova:	07/11/2017
		Pagine Certificato :	7 di 11
Verbale Accettazione:	171	Certificato numero :	2466
		Data Certificato :	21/11/2017
INDAGINE : Adeguamento sismico Scuola Materna Primaria nel Comune di Montalto Uffugo (CS).			
COMMITTENTE : Geotest di Micieli Massimo			
SONDAGGIO	1	Campione :	2
		PROFONDITA' : m 4.60 - 5.00	

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 10 : Febbraio 2005

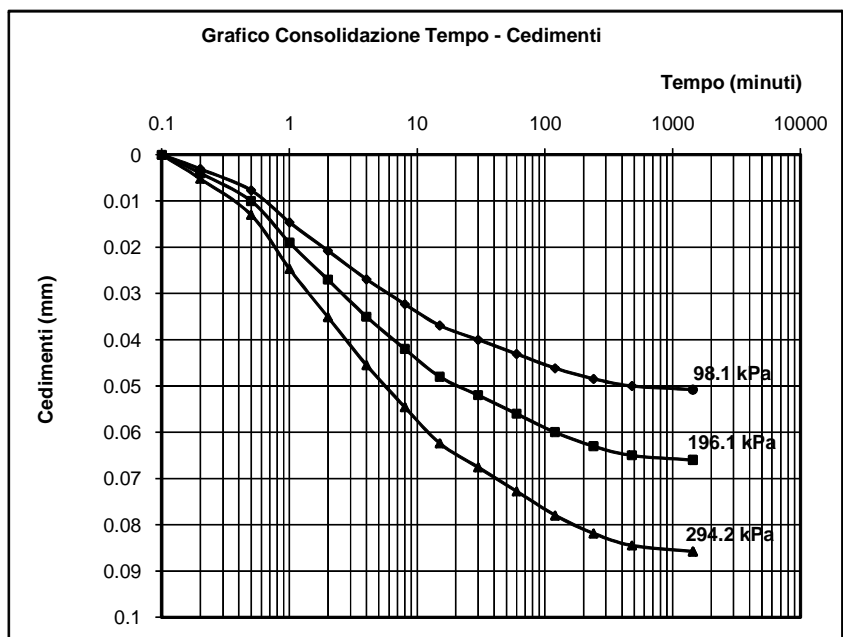
METODO UTILIZZATO	PROVA ESEGUITA CON SCATOLA DI CASAGRANDE 6 cm X 6 cm X 2 cm
--------------------------	---

CONDIZIONI INIZIALI DEI PROVINI			
Provino n°	1	2	3
Condizioni del provino	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Massa provini Iniziale (g)	154.80	154.50	154.20
Peso di Volume (kN/m³)	21.08	21.04	21.00
Cont. d'acqua Iniz.(%)	16.83	16.69	16.64
Carico applicato (kPa)	98.07	196.13	294.20
t ₁₀₀ (min)	480	480	480

CONDIZIONI FINALI DEI PROVINI			
Provino n°	1	2	3
Massa provini Finale (g)	157.8	156.3	155.5
Massa secca provini (g)	132.5	132.4	132.2
Cont. d'acqua Fin.(%)	19.09	18.05	17.62
Vel. di scorr. mm/min	0.003		

DATI SPERIMENTALI REGISTRATI IN FASE DI CONSOLIDAZIONE

Tempo minuti	Cedimenti in fase di Consolidazione (mm)		
	Provino 1	Provino 2	Provino 3
0.2	0.003	0.004	0.005
0.5	0.008	0.010	0.013
1	0.015	0.019	0.025
2	0.021	0.027	0.035
4	0.027	0.035	0.046
8	0.032	0.042	0.055
15	0.037	0.048	0.062
30	0.040	0.052	0.068
60	0.043	0.056	0.073
120	0.046	0.060	0.078
240	0.048	0.063	0.082
480	0.050	0.065	0.085
1440	0.051	0.066	0.086
-			
-			
-			



Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		<u>PROVA DI TAGLIO DIRETTO</u> (Pagina 2 di 3)	
Data arrivo campione:	03/11/2017	Data esecuzione prova:	07/11/2017
		Pagine Certificato :	8 di 11
Verbale Accettazione:	171	Certificato numero :	2466
		Data Certificato :	21/11/2017
INDAGINE : Adeguamento sismico Scuola Materna Primaria nel Comune di Montalto Uffugo (CS).			
COMMITTENTE : Geotest di Micieli Massimo			
SONDAGGIO	1	Campione :	2
		PROFONDITA' : m 4.60 - 5.00	

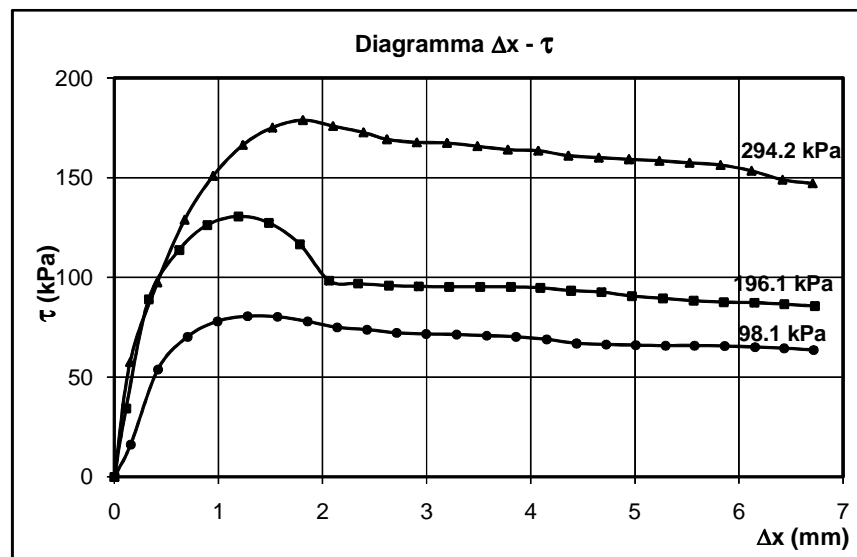
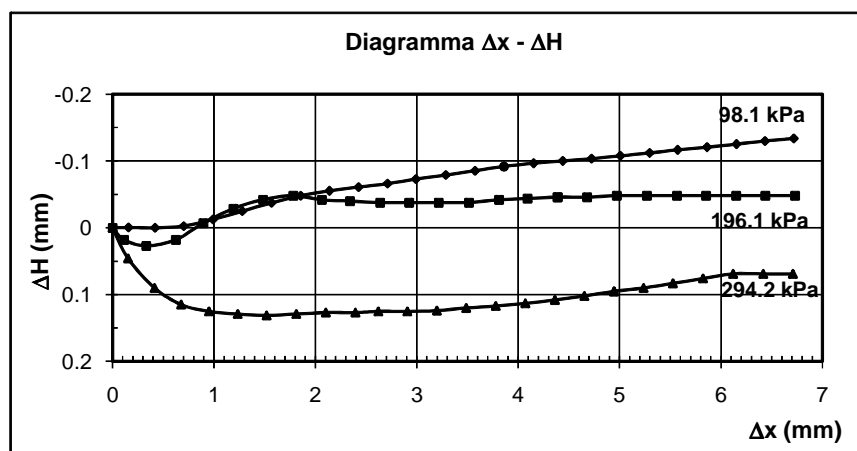
DATI SPERIMENTALI REGISTRATI IN FASE DI ROTTURA DEI PROVINI

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
ΔH verticale (mm)	ΔX orizzontale (mm)	τ (kPa)	ΔH verticale (mm)	ΔX orizzontale (mm)	τ (kPa)	ΔH verticale (mm)	ΔX orizzontale (mm)	τ (kPa)
0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
-0.001	0.16	16.11	0.018	0.11	34.31	0.046	0.15	57.41
0.000	0.42	53.89	0.027	0.33	89.02	0.090	0.41	97.35
-0.003	0.70	70.28	0.018	0.62	113.74	0.115	0.68	128.84
-0.012	0.99	78.06	-0.007	0.89	126.22	0.125	0.95	150.79
-0.025	1.28	80.56	-0.029	1.19	130.54	0.129	1.23	166.40
-0.037	1.57	80.28	-0.042	1.48	127.42	0.131	1.52	175.13
-0.048	1.85	78.06	-0.048	1.78	116.62	0.129	1.81	178.84
-0.055	2.14	75.00	-0.042	2.06	98.38	0.127	2.10	175.93
-0.061	2.43	73.89	-0.040	2.34	96.94	0.127	2.39	172.75
-0.066	2.71	72.22	-0.038	2.64	95.98	0.125	2.62	169.31
-0.073	2.99	71.67	-0.038	2.92	95.50	0.125	2.91	167.72
-0.079	3.29	71.39	-0.038	3.22	95.26	0.124	3.20	167.46
-0.086	3.57	70.83	-0.038	3.51	95.26	0.120	3.49	165.87
-0.092	3.86	70.28	-0.042	3.81	95.26	0.117	3.78	164.02
-0.097	4.15	68.89	-0.044	4.09	94.78	0.113	4.07	163.49
-0.100	4.44	66.94	-0.046	4.39	93.34	0.108	4.36	161.11
-0.104	4.72	66.39	-0.046	4.68	92.62	0.102	4.65	160.05
-0.108	5.01	66.11	-0.048	4.97	90.70	0.095	4.94	159.26
-0.112	5.29	65.83	-0.048	5.27	89.50	0.090	5.23	158.47
-0.117	5.57	65.83	-0.048	5.56	88.30	0.083	5.53	157.41
-0.121	5.86	65.56	-0.048	5.85	87.58	0.076	5.82	156.35
-0.126	6.15	65.00	-0.048	6.15	87.34	0.069	6.12	153.44
-0.130	6.43	64.44	-0.048	6.44	86.62	0.069	6.42	148.94
-0.134	6.72	63.61	-0.048	6.73	85.66	0.069	6.71	147.09

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it			AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008		
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)			<u>PROVA DI TAGLIO DIRETTO</u> (Pagina 3 di 3)		
Data arrivo campione:	03/11/2017	Data esecuzione prova:	07/11/2017	Pagine Certificato :	9 di 11
Verbale Accettazione:	171	Certificato numero :	2466	Data Certificato :	21/11/2017
INDAGINE : Adeguamento sismico Scuola Materna Primaria nel Comune di Montalto Uffugo (CS).					
COMMITTENTE : Geotest di Micieli Massimo					
SONDAGGIO	1	Campione :	2	PROFONDITA' : m	4.60 - 5.00
DIAGRAMMI DELLA FASE DI ROTTURA					



I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		<u>PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA</u> (Pagina 1 di 2)	
Data arrivo campione:	03/11/2017	Data esecuzione prova:	07/11/2017
		Pagine Certificato :	10 di 11
Verbale Accettazione:	171	Certificato numero :	2466
		Data Certificato :	21/11/2017
INDAGINE : Adeguamento sismico Scuola Materna Primaria nel Comune di Montalto Uffugo (CS).			
COMMITTENTE : Geotest di Miceli Massimo			
SONDAGGIO	1	Campione :	2
		PROFONDITA' : m 4.60 - 5.00	

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 5 : Febbraio 2005

METODO UTILIZZATO	PROVA EDOMETRICA AD INCREMENTI DI CARICO (IL)
--------------------------	---

DATI SPERIMENTALI

Parametri fisici del provino	
Altezza campione (cm)	2.00
Diametro campione (cm)	5.047
Peso umido iniziale (gr.)	85.72
Volume campione (cm ³)	40
Peso di volume (kN/m ³)	21.02
Peso specifico (kN/m ³)	26.72
Contenuto d'acqua (%)	16.82
Indice dei vuoti iniziale (e ₀)	0.485
Grado di Saturazione (S)	0.944

Modulo edometrico (kPa)			
Carico (kPa)	98.07	E _{ed} (kPa)	8632.44
Carico (kPa)	196.13	E _{ed} (kPa)	8834.01
Carico (kPa)	392.27	E _{ed} (kPa)	11085.96
Carico (kPa)	784.53	E _{ed} (kPa)	18873.18
Carico (kPa)	1569.06	E _{ed} (kPa)	34517.73
Carico (kPa)	3138.13	E _{ed} (kPa)	59234.85

Tempo (minuti)	(Carico applicato kPa)					
	98.07	196.13	392.27	784.53	1569.06	3138.13
	Cedimenti in mm					
0.2	0.039	0.064	0.071	0.081	0.106	0.126
0.5	0.047	0.074	0.086	0.099	0.135	0.164
1	0.055	0.085	0.101	0.117	0.156	0.191
2	0.059	0.098	0.117	0.135	0.184	0.226
4	0.065	0.114	0.141	0.163	0.220	0.269
8	0.072	0.130	0.172	0.198	0.262	0.316
15	0.078	0.148	0.206	0.237	0.301	0.363
30	0.086	0.167	0.245	0.283	0.340	0.402
60	0.094	0.183	0.279	0.322	0.368	0.425
120	0.100	0.196	0.304	0.351	0.386	0.441
240	0.105	0.204	0.319	0.368	0.397	0.457
480	0.109	0.212	0.331	0.382	0.411	0.472
1440	0.113	0.220	0.347	0.400	0.428	0.488

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

**AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008**

**Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)**

**PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA
(Pagina 2 di 2)**

Data arrivo campione: 03/11/2017 Data esecuzione prova: 07/11/2017 Pagine Certificato: 11 di 11
Verbale Accettazione: 171 Certificato numero: 2466 Data Certificato: 21/11/2017

INDAGINE: Adeguamento sismico Scuola Materna Primaria nel Comune di Montalto Uffugo (CS).

COMMITTENTE: Geotest di Miceli Massimo

SONDAGGIO 1 Campione: 2 PROFONDITA': m 4.60 - 5.00

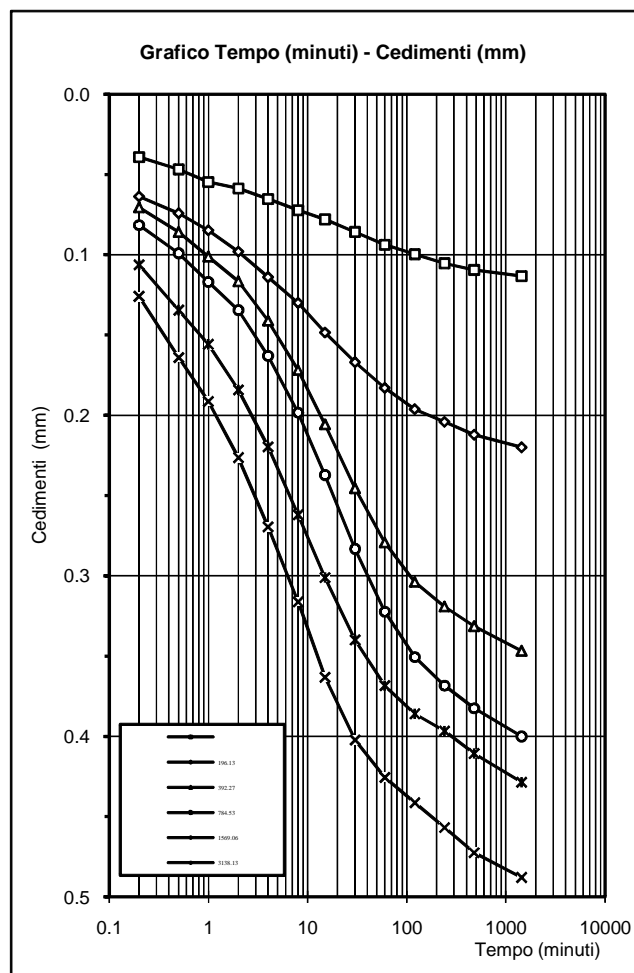
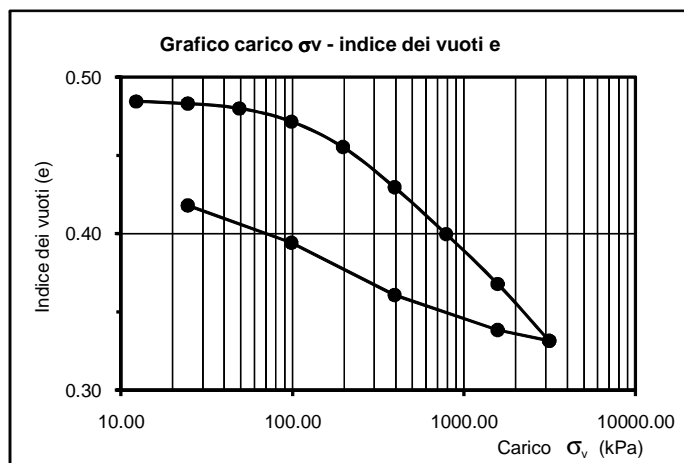
NORMA DI RIFERIMENTO: UNI CEN ISO/TS 17892 - 5 : Febbraio 2005

METODO UTILIZZATO

PROVA EDOMETRICA AD INCREMENTI DI CARICO (IL)

DATI SPERIMENTALI

Carico σ_v (kPa)	Cedimenti $\Sigma \delta_v$ (mm)	H provino (mm)	Δe
12.26	0.010	19.990	0.484
24.52	0.030	19.970	0.483
49.03	0.070	19.930	0.480
98.07	0.183	19.817	0.472
196.13	0.403	19.597	0.455
392.27	0.750	19.250	0.430
784.53	1.150	18.850	0.400
1569.06	1.578	18.422	0.368
3138.13	2.066	17.934	0.332
1569.06	1.976	18.024	0.338
392.27	1.676	18.324	0.361
98.07	1.226	18.774	0.394
24.52	0.906	19.094	0.418



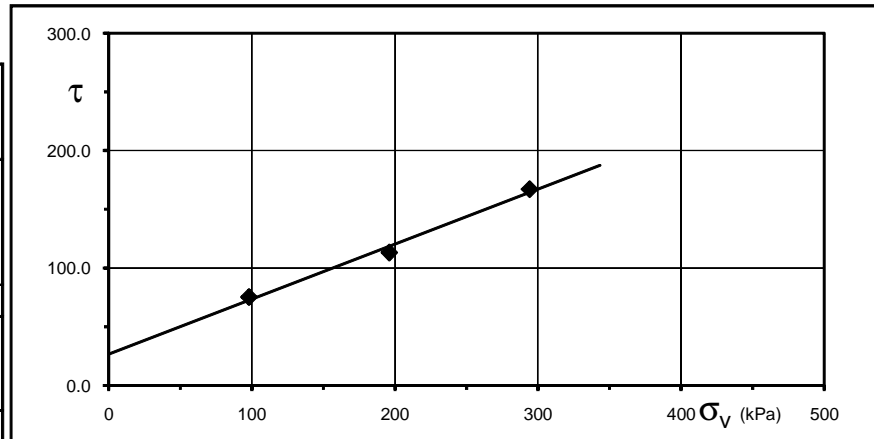
Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

S1 C1 da m. 1.50 – 2.00
Prova di taglio diretto – Valori di Picco

Carico applicato (kPa)	98.07	196.13	294.20
Tensione a rottura (kPa)	75.36	113.15	167.17
Spost. Oriz. a rottura (mm)	2.00	4.59	3.18

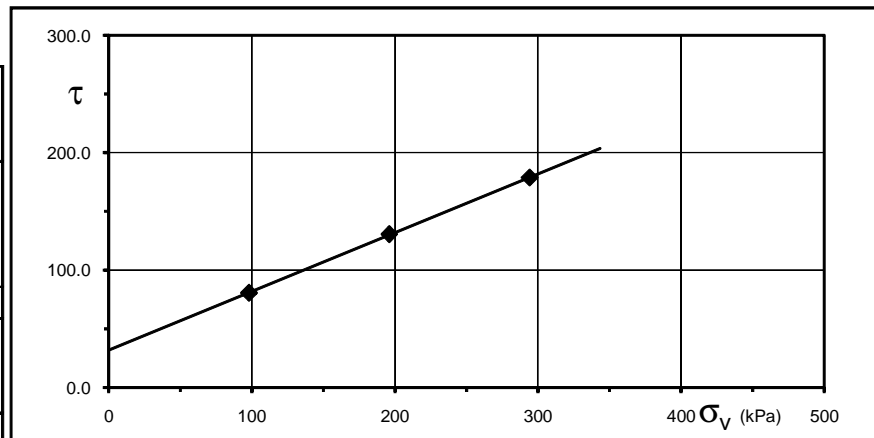
Norma UNI CEN ISO/TS 17892 - 10 : Febbraio 2005
<u>DIAGRAMMA</u> <u>Tensione - Pressione verticale</u>
Coesione (kPa) : 26.744
Angolo d'attrito (°) : 25.09



S1 C2 da m. 4.60 - 5.00
Prova di taglio diretto – Valori di Picco

Carico applicato (kPa)	98.07	196.13	294.20
Tensione a rottura (kPa)	80.55	130.53	178.83
Spost. Oriz. a rottura (mm)	1.28	1.19	1.81

Norma UNI CEN ISO/TS 17892 - 10 : Febbraio 2005
<u>DIAGRAMMA</u> <u>Tensione - Pressione verticale</u>
Coesione (kPa) : 31.695
Angolo d'attrito (°) : 26.61



Rapporto sulle Indagini Sismiche

PREMESSA

Per il progetto di *Adeguamento sismico Scuola Materna Primaria nel Comune di Montalto Uffugo* da realizzarsi in Montalto Uffugo Via Berlinguer, nel Comune di Montalto Uffugo (CS) è stata eseguita una campagna d'indagine geofisica, a mezzo sismica superficiale attiva di tipo Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW01), sismica superficiale attiva con tecnica a rifrazione in onde P (SR01) e sismica superficiale passiva (microtremori) con tecnica Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr01). L'indagine è stata condotta mediante l'utilizzo di un sismografo Seismic Unit Echo 24/2002 della Ambrogeo srl ed un tromografo GeoBox della SARA Electronics Instruments per le misure di microtremori.



Ubicazione indagini Masw e Hvsr (39.40330°N, 16.15370°E), eseguite in Montalto Uffugo, Via Brlinguer Scuola Materna Primaria, nel Comune di Montalto Uffugo (CS) -- Immagine Google Heart.

I profili sismici Masw sono stati eseguiti con le seguenti caratteristiche geometriche e di acquisizione:

MASW01 --> Onde R; Lunghezza stendimento 46.0 mt; geofoni verticali (4,5 Hz) n. 24 con off-set di 2.00 mt; Shot n. 3 esterni a distanza di metri: -4.0, -6.0 e -8.0 dal primo geofono; Energizzazione con mazza da 8 Kg su piastra metallica. Al fine di ridurre il *noise* e migliorare i segnali acquisiti è stata usata la funzione iterazione per somma e sono state eseguite amplificazioni dei guadagni (*gain*) in ingresso dei geofoni posti in posizione più lontana dalle energizzazioni. L'acquisizioni del segnale, di lunghezza temporale T=1000ms è stata effettuata con passo di campionamento dt=0,131ms. La frequenza di campionamento è data da: $f_{\text{campionamento}}=1/dt=7633$ Hz. La frequenza massima dei segnali, ovvero la frequenza di *Nyquist*, è data da: $f_{\text{nyquist}}=1/2dt=3817$ Hz. La frequenza minima dei segnali è data da: $f_{\text{min}}=1/T=1,0$ Hz. Dato che le acquisizioni sono risultate tutte della stessa qualità si è elaborata la prova: *MontaltoUffugoMasw01ScuolaMaterna2017_600cmA200cmSh01.sgy* energizzazione -6.0 metri dal primo geofono. L'elaborazione dei dati è stata effettuata con il programma WinMASW 4.31 della EliaSoft che ha permesso di eseguire l'intero processo di elaborazione della sezione sismostratigrafica 1D, della stima dei parametri elasto-dinamici, della Vs30 e della categoria di suolo.

SR01 --> Onde P; Lunghezza stendimento 44,0 mt; geofoni verticali (4,5 Hz) n. 12 con off-set di 4.00 mt; Shot (S) n. 5, quattro esterni ed 1 interno (rispettivamente a distanza di metri: -8.0, -4.0, +22.0, +48.0, +52.0, dal primo geofono); Energizzazione con mazza da 8 Kg su piastra metallica. Al fine di ridurre il *noise* e migliorare i segnali acquisiti è stata usata la funzione iterazione per somma e sono state eseguite amplificazioni dei guadagni (*gain*) in ingresso dei geofoni posti in posizione più lontana dalle energizzazioni. L'acquisizioni del segnale, di lunghezza temporale T=200ms è stata effettuata con passo di campionamento dt=2ms. La frequenza di campionamento è data da: $f_{\text{campionamento}}=1/dt=500$ Hz. La frequenza massima dei segnali, ovvero la frequenza di *Nyquist*, è data da: $f_{\text{nyquist}}=1/2dt=1$ ms. La frequenza minima dei segnali è data da: $f_{\text{min}}=1/T=2.5$ Hz. L'elaborazione dei dati è stata effettuata con il software EasyRefract della GeoStru con il metodo GRM.

Le acquisizioni dei microtremiti sono stati eseguiti con le seguenti caratteristiche di acquisizione:

HVSR01 --> Numero tracce:3 (Verticale, Nord-Sud, Est-Ovest); Durata registrazione: 1408s; Frequenza di campionamento: 300,00 Hz; Numero campioni: 422400. L'elaborazione dei dati è stata effettuata con il programma EasyHVSR della GeoStru che ha permesso di eseguire l'intero processo di elaborazione dei segnali.

RIEPILOGO PARAMETRI SISMICI MASW 01							
Valore Vs30: 387 m/s							
Numero strato	1	2	3	4	5	6	7
Velocità onde S: Vs (m/s)	219+-10	350+-0	584+-17				
Spessore medio sismo strato: h (m)	3.5+-0.0	14.3+-0.4	Ind				
Velocità onde P: Vp (m/s)	552	921	1471				
Densità: ρ (gr/cm ³)	1.91	2.03	2.15				
Modulo di Poisson: ν	0.41	0.42	0.41				
Mod. di rigidezza al taglio: G₀ (MPa)	92	249	732				
Modulo di Bulk: K (MPa)	460	1393	3671				
Modulo di Young's: E_d (MPa)	258	705	2060				
Costante di Lamè: η (MPa)	399	1227	3182				

RIEPILOGO PARAMETRI Sr01				
Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Tipologia	Vp [m/s]
1	14.0-15.0	14.0-15.0	Sismostrato 01	1077
2	>20.0	>5.0	Sismostrato 02	1938

RIEPILOGO PARAMETRI HVSR 01 -- TERRENO NATURALE					
Frequenza del picco del rapporto H/V:			2.45 Hz ±0.23 Hz		
Valore Vs30:			406.68 m/s		
Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m ³]	Coeff. di Poisson	Velocità Onde di taglio [m/s]
1	0	3	20.2	0.45	220
2	3	14	21	0.45	350
3	17	4	21.5	0.4	580
4	21	60	20	0.38	680
5	81	20	22	0.3	1340

Le acquisizioni dei microtremori Hvsr 02, 03, 04 sono stati eseguiti ai vari piani all'interno dell'edificio. Vengono riportati i grafici H/V relativi alle direzioni x ed y orientate secondo le direzioni principali dell'edificio. La convenzione per poter interpretare univocamente i risultati ottenuti è la seguente:

- Canale 1 – z – (V) direzione verticale;
- Canale 2 – x – (NS) direzione nord-sud;
- Canale 3 – y – (EO) direzione est-ovest;



Le acquisizioni hanno le seguenti caratteristiche:

HVSR02 (Piano terra interno) --> Numero tracce:3 (Verticale, Nord-Sud, Est-Ovest); Durata registrazione: 1254s; Frequenza di campionamento: 300,00 Hz; Numero campioni: 376200. L'elaborazione dei dati è stata effettuata con il programma EasyHVSR della GeoStru che ha permesso di eseguire l'intero processo di elaborazione dei segnali.

Risultati:

Tipo di somma direzionale: Media geometrica direzione NS ed EO
Frequenza del picco del rapporto H/V: 2.10 Hz \pm 0.19 Hz

Tipo di somma direzionale: Nessuna (Direzione NS)
Frequenza del picco del rapporto H/V: 2.10 Hz \pm 0.18 Hz

Tipo di somma direzionale: Nessuna (Direzione EO)
Frequenza del picco del rapporto H/V: 2.55 Hz \pm 0.31 Hz

HVSR03 (Piano terra esterno) --> Numero tracce:3 (Verticale, Nord-Sud, Est-Ovest); Durata registrazione: 1272s; Frequenza di campionamento: 300,00 Hz; Numero campioni: 381600. L'elaborazione dei dati è stata effettuata con il programma EasyHVSR della GeoStru che ha permesso di eseguire l'intero processo di elaborazione dei segnali.

Risultati:

Tipo di somma direzionale: Media geometrica direzione NS ed EO
Frequenza del picco del rapporto H/V: 2.55 Hz \pm 0.12 Hz

Tipo di somma direzionale: Nessuna (Direzione NS)
Frequenza del picco del rapporto H/V: 2.40 Hz \pm 0.14 Hz

Tipo di somma direzionale: Nessuna (Direzione EO)
Frequenza del picco del rapporto H/V: 2.55 Hz \pm 0.16 Hz

HVSR04 (Piano primo interno) --> Numero tracce:3 (Verticale, Nord-Sud, Est-Ovest); Durata registrazione: 1562s; Frequenza di campionamento: 300,00 Hz; Numero campioni: 468600. L'elaborazione dei dati è stata effettuata con il programma EasyHVSR della GeoStru che ha permesso di eseguire l'intero processo di elaborazione dei segnali.

Risultati:

Tipo di somma direzionale: Media geometrica direzione NS ed EO
Frequenza del picco del rapporto H/V: 11.85 Hz \pm 0.15 Hz

Tipo di somma direzionale: Nessuna (Direzione NS)
Frequenza del picco del rapporto H/V: 12.90 Hz \pm 0.18 Hz

Tipo di somma direzionale: Nessuna (Direzione EO)
Frequenza del picco del rapporto H/V: 11.40 Hz \pm 0.17 Hz

INDAGINE SISMICA SUPERFICIALE ATTIVA: PRINCIPI DEL METODO, TECNICHE DI PROSPEZIONE, STRUMENTAZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI, PARAMETRI ELASTODINAMICI RILEVABILI

Il principale obiettivo dei metodi sismici è quello di individuare le strutture geologiche presenti nel sottosuolo, di ricostruire l'andamento delle discontinuità legate a variazioni delle proprietà elastiche delle rocce, determinare le caratteristiche elasto-dinamiche dei litotipi. In particolare l'indagine sismica a rifrazione consiste nel determinare direttamente la velocità di propagazione, all'interno del mezzo in esame, delle onde di compressione (onde P), di taglio (onde S) e/o delle onde di superficie (onde di Rayleigh, Love) ed indirettamente, utilizzando i valori delle velocità acquisite (V_p , V_s , V_r e V_l), le proprietà elasto-dinamiche (moduli dinamici) delle litologie investigate. La sismica di superficie si fonda sul fenomeno fisico secondo cui una perturbazione, prodotta artificialmente mediante cariche esplosive, vibratori o masse battenti, si propaga in un mezzo in modo tale che esista, in ogni suo punto, una dipendenza reciproca tra la posizione e il tempo. La perturbazione potrà identificarsi come lo spostamento, all'interno del mezzo, di una superficie ipotetica (*fronte d'onda*) che abbia in tutti i punti, in un determinato istante, lo stesso valore di fase. Quando uno sforzo è improvvisamente applicato ad un corpo elastico (per es. viene colpito con una massa battente) e quando lo sforzo viene improvvisamente rilasciato, all'interno del corpo stesso si generano delle piccole deformazioni sotto forma di onde elastiche che si propagano in tutte le direzioni. Le onde elastiche in natura sono di due tipi: le *onde di volume* (onde P ed S) *fig. 2*, che si propagano all'interno del corpo interessato dalla perturbazione, e le *onde superficiali* (onde di Rayleigh e di Love), che si propagano solo lungo la superficie.

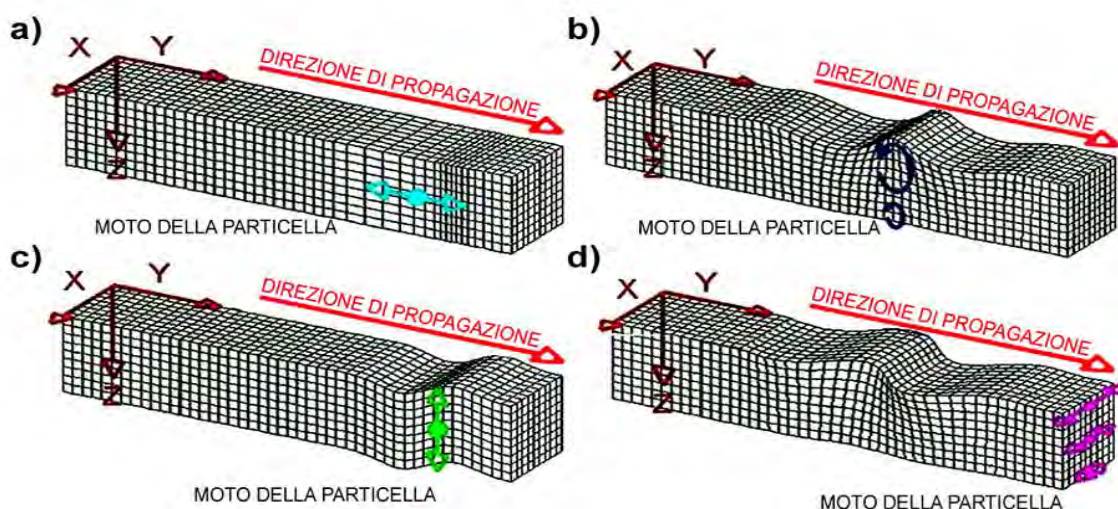


Fig. 2 - Rappresentazione grafica delle direzioni di oscillazione delle particelle che costituiscono il mezzo nel caso della propagazione di a) *Onde longitudinali P* (direzioni di oscillazione coincidente con quella di propagazione dell'onda); c) *Onde di taglio S* (direzioni di oscillazione perpendicolare alla direzione di propagazione dell'onda); b) *Onde di Rayleigh R* (moto ellissoidale retrogrado delle particelle nel piano verticale dell'onda); d) *Onde di Love L* (moto nel piano orizzontale ortogonale alla direzione di propagazione dell'onda).

Le **onde P** (*di compressione o longitudinali*) si propagano mediante oscillazioni delle particelle che costituiscono il mezzo attraversato nella stessa direzione della propagazione dell'onda. Di conseguenza, il mezzo sarà soggetto principalmente a sforzi di compressione e dilatazione e la velocità dell'onda sarà anche funzione del modulo di incompressibilità (k), che esprime la resistenza del mezzo a questo tipo di sforzo, oltre che del modulo di rigidità (μ) e della densità (ρ).

Le **onde S** (*trasversali o di taglio*) si propagano mediante oscillazioni delle particelle del mezzo perpendicolarmente alla direzione di propagazione dell'onda. Di conseguenza, il mezzo sarà soggetto a sforzi di taglio e la velocità delle onde sarà funzione della resistenza del mezzo a questo tipo di sforzo, che è espressa dal modulo di rigidità (μ) detto anche modulo di Taglio (G).

Le onde sismiche non sono caratterizzate da un trasporto di materia, ma da un trasferimento di energia. Tenendo presente che lo sforzo impulsivo può ripartirsi in componenti normali e tangenziali, si deduce che le onde longitudinali possono anche essere chiamate onde di compressione in quanto generate dalla reazione elastica che si oppone a variazioni di volume e/o di lunghezza del corpo e di cui sono responsabili le componenti normali dello sforzo. Le onde trasversali sono anche dette onde di taglio in quanto generate da reazione elastica che si oppone a variazioni di forma del corpo e di cui sono responsabili le componenti tangenziali dello sforzo. Logicamente, onde di compressione e di taglio si generano contemporaneamente in seguito ad uno sforzo impulsivo, ma sono caratterizzate da differenti velocità di propagazione. Attraverso lo studio dei tempi di propagazione delle onde di compressione e di taglio, attraverso le leggi fondamentali dell'ottica, si possono calcolare le velocità di propagazione delle onde sismiche, che, a loro volta, rappresentano la base per la

determinazione della natura, disposizione geometrica (profondità ed inclinazione degli strati, detti anche *sismostrati* o *rifrattori*), caratteristiche elasto-dinamiche dei litotipi presenti nell'area di indagine. Se il mezzo ha una superficie libera e viene sollecitato acusticamente, oltre alle onde di volume (longitudinali e di taglio) si creano anche delle onde superficiali tra cui le onde di Rayleigh e di Love.

Nelle **onde R di Raleigh** le particelle descrivono un movimento di tipo ellittico la cui ampiezza decresce esponenzialmente con la distanza dalla superficie libera. L'asse maggiore delle ellissi è normale alla superficie libera del mezzo ed alla direzione di propagazione delle onde e le particelle compiono questo movimento ellittico in senso retrogrado alla direzione di propagazione delle onde che vengono così generate. La velocità delle onde di Rayleigh, come si sa, è inferiore a quella delle onde di volume ed in particolare $V_r = 0,9 V_s$.

Nelle **onde L di Love** sono generate quando le onde S incontrano la superficie libera del terreno, il movimento delle particelle elementari è perpendicolare rispetto alla direzione di propagazione e decresce con la distanza dalla superficie libera. Le onde di Love sono le onde superficiali più veloci.

Tenuto conto che per sottosuoli naturali, a causa della rapidità delle azioni e del fatto che essi si trovano per gran parte sotto falda e quindi in condizioni di drenaggio impedito, il fenomeno sismico produce deformazioni volumetriche trascurabili, rispetto a quelle distorsionali. Per questo appare giustificato ricondurre la modellazione meccanica di un fenomeno sismico all'analisi degli effetti prodotti da un insieme di onde S, che si propagano dal substrato alla superficie, con un campo di spostamenti del terreno praticamente orizzontale. L'assunzione è oltretutto validata dal fatto che, da un punto di vista ingegneristico, il moto più significativo ai fini della verifica sismica dei manufatti è quello orizzontale. In tal senso, a livelli di deformazione bassi, è assunta l'ipotesi che il terreno in esame presenti un comportamento tensione-deformazione di tipo elastico lineare (deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$).

INDAGINE SISMICA ATTIVA SUPERFICIALE A RIFRAZIONE IN ONDE P ED S

Le prospezioni sismiche a rifrazione, le più diffuse tra le indagini geofisiche, consistono, dunque, nel determinare i tempi di arrivo, mediante un sismografo, delle onde elastiche **longitudinali** e/o **trasversali** rifratte, generate da una sorgente di energia. L'energia prodotta dalla sorgente artificiale si propaga nel sottosuolo sotto forma di onde sferiche che, nel loro cammino, subiranno riflessioni (*onde riflesse*) o rifrazioni (*onde rifratte*) in funzione delle caratteristiche elastiche e delle discontinuità presenti nelle rocce attraversate (fig. 3).

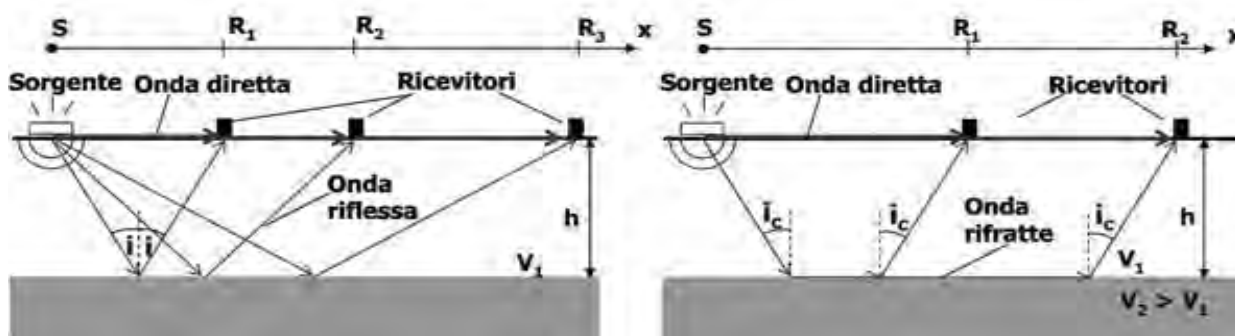


Fig. 3 - Geometria dei percorsi delle onde sismiche riflesse e rifratte nel sottosuolo

Una volta raggiunta la superficie, le onde vengono rilevate da una serie di geofoni posti lungo una linea retta sul terreno, detta "*stendimento sismico*", a distanza crescente dalla sorgente di energia. I geofoni, trasformati gli impulsi d'urto di ritorno in energia elettrica, inviano i segnali elettrici al sismografo registratore che, a sua volta, li restituisce sotto forma numerica e grafica (*sismogramma*). Il sismogramma è composto da un insieme di linee o tracce che riproducono graficamente il progressivo arrivo in superficie delle onde sismiche riflesse o rifratte. Il numero di tracce corrisponde al numero di geofoni utilizzati per la prova. Lo studio delle tracce del sismogramma consente il calcolo dell'intervallo di tempo tra un'energizzazione e l'arrivo delle onde sismiche ai geofoni. I tempi di arrivo Δt (sec) delle onde sismiche registrate ai geofoni posti a distanze Δx (m) dalla sorgente costituiranno le coppie di valori base da utilizzare per l'elaborazione del modello interpretativo del sottosuolo. Ogni coppia di valori Δt e Δx individuerà un punto sul diagramma spazio-temporale. Interpolando tutti questi punti si otterrà una polilinea o "*dromocrona*", caratterizzata da segmenti di retta corrispondenti a percorsi effettuati con uguale velocità delle onde sismiche; in pratica ciascun segmento rettilineo rappresenta uno spessore di terreno caratterizzato da un valore medio della velocità delle onde P o delle onde S, il cui valore assoluto è espresso dal reciproco della pendenza della relativa dromocrona. Dallo studio della dromocrona diretta e reciproca, ottenuta invertendo la posizione del punto di energizzazione dello stendimento, e calcolando sperimentalmente le velocità di ciascun segmento della dromocrona, si potrà ricostruire la profondità, lo spessore, la pendenza e la litologia degli orizzonti sismici presenti nel sottosuolo.

A titolo indicativo, si forniscono nella seguente tabella (tab. 1) alcuni valori di velocità per le onde longitudinali. La tabella mostra che il campo di variazione per uno stesso litotipo è ampio, in quanto la velocità

dipende dai parametri elastici intrinseci di ciascun litotipo che possono essere influenzati da numerosi fattori quali, ad esempio: la compattezza o il grado di litificazione, la porosità, la tessitura il contenuto di fluidi, ecc.

Tipo di roccia	Vp (Km/sec)	Tipo di roccia	Vs (Km/sec)
<i>Sedimenti non consolidati</i>		<i>Rocce molto dure</i>	
Argilla	1,0 – 2,5	Rocce metamorfiche poco o per niente fratturate	1,40 – 3,20
Sabbia asciutta	0,2 – 1,0		
Sabbia satura	1,5 – 2,0	<i>Rocce dure</i>	
<i>Rocce sedimentarie</i>		Rocce sedimentarie ignee, tenere, arenarie, argilliti, ghiaie e suoli con > 20% di ghiaia	0,70 – 1,40
Calcere tipo chalk	2,1 – 4,5		
Dolomia	4,0 – 7,0	<i>Suoli ghiaiosi e rocce da tenere a dure</i>	0,37 – 0,70
Calcere	3,9 – 6,2		
Argilla	2,0 – 5,5	<i>Argille compatte e suoli sabbiosi</i>	
Arenaria	2,0 – 5,0	Sabbie da sciolte a molto compatte, limi e argille sabbiose, argille da medie a compatte e argille limose	0,20 – 0,37
<i>Rocce ignee e metamorfiche</i>		<i>Terreni teneri</i>	
Basalto	5,3 – 6,5	terreni di riempimento sotto falda, argille da tenere	0,10 – 0,20
Granito	4,7 – 6,0		
Gabbro	6,5 – 7,0		
Ardesia	3,5 – 4,4		
Rocce ultrabasiche	7,5 – 8,5		
<i>Altri materiali</i>			
Aria	0,3		
Acqua	1,4 – 1,5		
Ghiaccio	3,4		

Tab. 1 - Velocità sismiche P ed S nelle rocce (*Esplorazione del sottosuolo – Zanichelli 2003 e Borchardt, 1994*)


Da un'attenta interpretazione delle dromocrone che si ottengono nei grafici in cui sono riportati, per i diversi geofoni, i tempi di arrivo delle onde sismiche e le rispettive distanze dal punto di energizzazione, è possibile ricostruire l'andamento in profondità dei differenti orizzonti rifrattori. Tale ricostruzione è stata realizzata utilizzando il metodo di elaborazione GRM (Metodo Reciproco Generalizzato; Palmer, 1980) che, rispetto ai comuni metodi di interpretazione consente di ricavare la profondità dal p.c. dei vari rifrattori al di sotto di ogni singolo geofono, fornendo così con estremo dettaglio l'andamento geometrico dei vari orizzonti rifrattori indagati, anche alla presenza di situazioni geologiche complesse ed articolate.

INDAGINE SISMICA SUPERFICIALE ATTIVA DI TIPO MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES)

Il metodo MASW è una tecnica di indagine non invasiva che consente la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori posti sulla superficie del suolo. La prova MASW, messa a punto nel 1999 da ricercatori del Kansas Geological Survey (Park et al., 1999) permette di determinare in modo dettagliato l'andamento della velocità delle onde di taglio S in funzione della profondità attraverso lo studio della propagazione delle onde superficiali o di Rayleigh. Il metodo di indagine MASW si distingue in “attivo” e “passivo” (Zywicki, 1999; Park e Miller, 2006; Roma, 2006). Nel “metodo attivo” le onde superficiali sono prodotte da una sorgente impulsiva disposta a piano campagna e vengono registrate da uno stendimento lineare composto da numerosi ricevitori posti a breve distanza (distanza intergeofonica). Nel “metodo passivo” lo stendimento presenta le stesse caratteristiche geometriche del metodo attivo ma i ricevitori non registrano le onde superficiali prodotte da una sorgente impulsiva, bensì il rumore di fondo (detto anche “microtremore”) prodotto da sorgenti naturali (vento) e antropiche (traffico, attività industriali). In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione, cioè sono onde la cui velocità dipende dalla frequenza. Le due tecniche indagano bande spettrali differenti: mentre il metodo attivo consente di ottenere una curva di dispersione nel range di frequenza compreso tra 10 e 40 Hz e fornisce informazioni sulla parte più superficiale di sottosuolo (fino a circa 20-30 m di profondità in funzione della rigidità del suolo), il metodo passivo consente di determinare una curva di dispersione nella banda di frequenza tra 5 e 20 Hz e fornisce informazioni sugli strati più profondi (generalmente al di sotto dei 30 m). La combinazione delle due tecniche consente di ottenere uno spettro completo nella banda di frequenza comprese tra 5 e 40 Hz e permette una dettagliata ricostruzione dell'andamento della velocità delle onde di taglio fino a circa 35-40 m di profondità (sempre in funzione della rigidità degli strati).

STRUMENTAZIONE E TIPO DI ELABORAZIONE DEI DATI PER SISMICA SUPERFICIALE ATTIVA (SR), (MASW)

L'indagine superficiale attiva viene eseguita mediante l'utilizzo di un sismografo Echo 24/2002, strumento compatto e versatile progettato e realizzato appositamente per eseguire indagini di prospezione sismica convenzionali (rifrazione, riflessione) che ha le seguenti caratteristiche:

Number of channels	24	Frequency response	7-950 Hz, filter at 950 Hz
Sampler interval	0,296 msec	Dynamic range	93 dB
A/D Conversion	16 bit	Noise	0,66 uV rms, gain = 55 dB
Amplifiers		Crosstalk	52 dB, gain = 55 dB
Input impedance	1 KOhm	Power	12 V
Gain	10 dB - 100 dB, step 1 dB	Seismic Unit – Echo 24/2002	
Saturation tension	+/- 2,3 V		
Saturation level	100 dB		
Distorsion	0,01%		
Sampler	25 msec (191 points)		
	50 msec (383 points)		
	100 msec (756 points)		
	200 msec (1530 points)		
	400 msec (3060 points)		
	800 msec (6121 points)		
Sampling	130 micro/sec		
Record lenght	25-50 -100 -200 -400-800 millisec		
Filter low pass	from 50 to 950 Hz, step1 Hz		
Digital Filter (Fir) low pass	1000-900-800-700-600-500-400-300-200-100-50 Hz		
Digital Filter (Fir) high pass	0-25-50-75-100-125-150-175-200-225-250 Hz		

L'elevata dinamica unita alla notevole memoria per l'acquisizione, ne consente l'utilizzo sia per tecniche di tipo a rifrazione (Sr), sia per tecniche di indagine di tipo non convenzionale: Re.Mi. (Refraction Microtremor) - M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) - S.A.S.W. (Spectral Analysis of Surface Waves). Tali indagini risultano particolarmente adatte in aree fortemente antropizzate (aree urbane e industriali) con notevole presenza di rumore di fondo (noise). La gestione dell'apparecchiatura è notevolmente semplificata dal fatto che utilizza per l'acquisizione ed il salvataggio dei record un computer portatile in modo da sfruttare tutte le potenzialità del computer. L'ambiente operativo è quello di Microsoft Windows XP. Lo strumento è in grado di effettuare misure a rifrazione (onde P ed S), con l'utilizzo di 12 o 24 geofoni collegati a cavi con attacchi equidistanziati di 5 metri, o misere MASW e ReMi con 24 geofoni verticali con frequenza di 4,5 Hz. La sorgente sismica è costituita da una massa battente, mazza dal peso di 8kg che funge contemporaneamente da starter poichè collegato a mezzo di trigger al sismografo, che batte su una piastra metallica o da un fucile sismico.

Nella sismica a rifrazione le oscillazioni del suolo sono rilevate da 12 o 24 geofoni (Verticali a 10 Hz ed orizzontali a 14 Hz) posizionati lungo un profilo sismico di 55 o 120m con offset di 5m che consentono sufficientemente l'identificazione dei sismostrati fino a profondità di 20-30 metri dal p.c. Lungo lo stendimento vengono eseguite energizzazioni variabili da cinque a sette (stendimento con 12 o 24 geofoni) con battute variabili da quattro esterne ed una centrale a quattro esterne, due interne ed una centrale (energizzazioni dirette, centrale e inverse). Al fine di ridurre il noise e migliorare i segnali acquisiti viene usata la funzione iterazione per somma e vengono eseguiti amplificazioni dei guadagni (gain) in ingresso dei geofoni posti in posizione più lontana dalle energizzazioni. I segnali sismici acquisiti sono successivamente elaborati analiticamente con calcolo automatico utilizzando un Computer portatile Compaq Presario ed il software **InterSism 2.0** della **Geo&soft** che permettono di determinare la stratigrafia del sottosuolo. Infatti il modello sismico a rifrazione permette la costruzione di dromocrone (tempi verso distanze) dalle quali è possibile calcolare velocità e profondità di interfacce profonde. I tempi rifratti si riferiscono ad onde sismiche che incidono con "angolo critico" le superfici di separazione di due mezzi a velocità differenti (ad esempio V2 e V1 con V2>V1). Queste onde possono propagarsi lungo tale interfaccia e tornare in superficie fornendo informazioni sugli spessori, variazioni degli stessi, sulle velocità dei due mezzi e sulla pendenza dell'interfaccia.

Nella prova MASW l'analisi delle onde superficiali è eseguita utilizzando la strumentazione classica della prospezione sismica a rifrazione. La geometria di acquisizione consiste nel disporre sul terreno uno stendimento di almeno 12 (consigliati 24) geofoni verticali da 4,5 Hz con spaziatura di 1-5 metri (data la necessità di analizzare con elevato dettaglio le basse frequenze tipicamente anche al di sotto dei 20 Hz). L'energizzazione

viene eseguita con massa battente di 8 Kg ad una distanza (offset) di 2-10 m dal primo geofono (Optimum Field Parameters of an MASW Survey”, Park et al., 2005; Dal Moro, 2008). La registrazione simultanea di 12 o più canali fornisce una ridondanza statistica delle misure di velocità di fase e ne avvalorata la veridicità. Il salvataggio delle tracce nel dominio temporale, previsto dal metodo, permette inoltre di distinguere e evidenziare, durante l’analisi, le onde di Rayleigh presenti nel record che, normalmente, sono caratterizzate da un’elevata ampiezza di segnale (circa il 60% dell’energia prodotta dalla sorgente artificiale si distribuisce in onde di superficie). Una particolare analisi spettrale, permette di distinguere il modo fondamentale delle onde di superficie da cui ricavare la curva di dispersione ed il profilo delle Vs per successiva inversione 1-D. La teoria sviluppata suggerisce di caratterizzare tale fenomeno mediante una funzione detta curva di dispersione, che associa ad ogni frequenza la velocità di propagazione dell’onda. Tale curva è facilmente estraibile dallo spettro del segnale poiché essa approssimativamente posa sui massimi del valore assoluto dello spettro. La curva di dispersione in realtà può non essere così facile da estrarre, questo perché dipende molto dalla pulizia dei dati e da quanto disturbano gli altri segnali presenti nel sismogramma. Ecco perché questa fase in realtà è la vera e propria interpretazione, e per questo i migliori software di analisi di dati MASW-SASW e REMI consentono di modificare anche manualmente la curva di dispersione per soddisfare le esigenze dell’utente più esperto. A questo punto la curva di dispersione sperimentale deve essere confrontata con quella relativa ad un modello sintetico che verrà successivamente alterato in base alle differenze riscontrate tra le due curve, fino ad ottenere un modello sintetico a cui è associata una curva di dispersione sperimentale approssimativamente coincidente con la curva sperimentale. Questa delicata seconda fase di interpretazione è comunemente detta fase di inversione. Entrambe le due fasi di interpretazione, per quanto debbano seguire le linee guida dettate dalla teoria, devono rigorosamente essere controllate accuratamente dall’utente poiché non è possibile affidarsi completamente ad un sistema automatico che lavora alla ricerca della soluzione matematicamente migliore, infatti quasi mai questa coincide con la soluzione realmente migliore. Nel decidere la posizione e spaziatura dell’array sismico è da tenere presente che la teoria da cui nasce la metodologia MASW-SASW e REMI impone che il sito investigato non abbia variazione stratigrafica lungo l’array, infatti, durante la fase di inversione, il modello del terreno è considerato a strati piani e paralleli (di estensione infinita).

Per quanto riguarda le caratteristiche del segnale da acquisire essendo la parte interessante del segnale acquisito contenuta sotto i 100Hz, è sconsigliato (Teorema di Nyquist) abbassare la frequenza di campionamento sotto i 200Hz., ovvero è bene usare sempre un intervallo di campionamento non superiore a 5ms. La durata (lunghezza temporale) del segnale registrato deve essere sufficiente per consentire all’impulso emesso dalla sorgente, di propagarsi da un estremo all’altro dell’array, ed inoltre per consentire la naturale attenuazione del segnale su tutti i ricevitori. Di norma basta una lunghezza temporale di 1-3 secondi ma si consiglia di eseguire uno scoppio ed osservare se l’intera traccia è contenuta nel sismogramma registrato e quindi scegliere di conseguenza il tempo di registrazione sufficiente per lo scopo. Per quanto riguarda il guadagno da attribuire ai diversi geofoni se non bisogna fare studi sull’attenuazione del segnale sismico non ci sono problemi, altrettanto dicasi della sommatoria di più scoppi per aumentare il rapporto segnale/rumore di fondo.

I dati sperimentali, acquisiti in formato DTA, vengono successivamente convertiti in un formato compatibile (KGS format file) per l’interpretazione attraverso l’utilizzo di uno specifico programma di elaborazione (WinMASW 4.1 della EliaSoft).

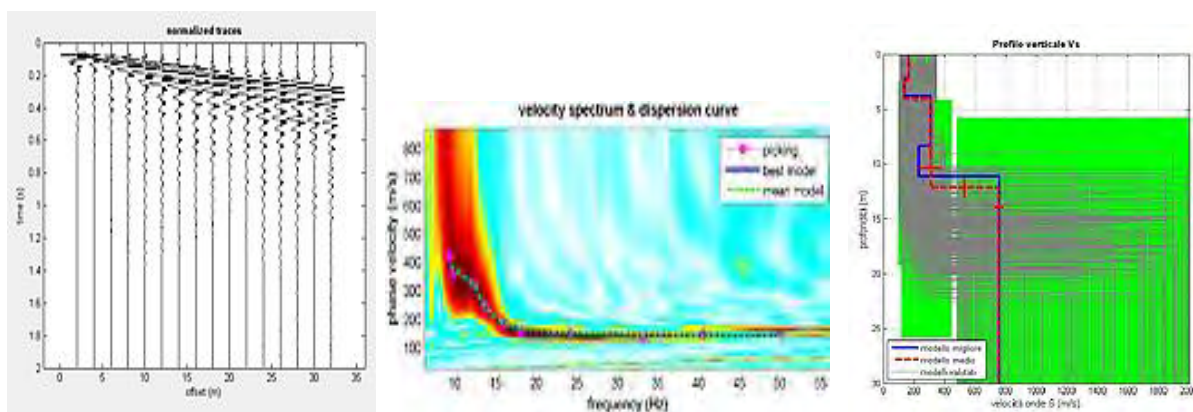


Fig. 4 – Interpretazione indagine MASW: Fase 1 acquisizione dei dati; Fase 2 calcolo della curva di dispersione dallo spettro di velocità; Fase 3: restituzione del modello sismo – stratigrafico del sottosuolo.

L’analisi consiste nella trasformazione dei segnali registrati in uno spettro bidimensionale “phase velocity-frequency (c-f)” che analizza l’energia di propagazione delle onde superficiali lungo la linea sismica. Sullo spettro bidimensionale ottenuto dalle registrazioni è possibile distinguere il “modo fondamentale” delle onde di superficie (Raleigh), in quanto presentano un carattere marcatamente dispersivo a differenza di altri tipi di onde (riflesse, rifratte, multiple). Sullo spettro di frequenza viene eseguito un “picking” attribuendo ad un certo numero di punti una o più velocità di fase per un determinato numero di frequenze. Tali valori vengono

successivamente riportati su un diagramma periodo-velocità di fase per l'analisi della curva di dispersione e l'ottimizzazione di un modello interpretativo. Variando la geometria del modello di partenza ed i valori di velocità delle onde S si modifica automaticamente la curva calcolata di dispersione fino a conseguire un buon "fitting" con i valori sperimentali. L'analisi dello spettro bidimensionale c-f consente in questo modo di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio Vs in funzione della profondità. Dall'inversione della curva di dispersione, si ottiene il modello medio di velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità rappresentativo dell'area investigata

PARAMETRI ELASTO-DINAMICI RICAVABILI

Le onde di volume P ed S, che attraversano un mezzo omogeneo e isotropo (condizioni ideali) hanno ben definite equazioni di moto. Note le velocità **Vp** e **Vs** che vengono ottenute tramite misure dirette e nota la densità ρ , possono essere ricavate alcune proprietà meccaniche, quali il *Modulo di Young dinamico* o *Modulo elastico* **Ed**, il *Modulo di rigidezza al taglio* **G0**, il *Coefficiente di Poisson* **v**, e il *Modulo di bulk* o di *rigidità volumetrica* **K**. Le relative equazioni sono le seguenti:

$$v = \left(\frac{1}{2}\right) \cdot \left\{ 1 - \left[\frac{V_s^2}{(V_p^2 - V_s^2)} \right] \right\}; \quad E_d = \frac{\rho V_p^2 (1 - 2v)(1 + v)}{1 - v}; \quad G_0 = \frac{E_d}{2(1 + v)}; \quad \rho = \frac{G_0}{V_s^2}; \quad K = \frac{E_d}{3(1 - 2v)}$$

Poiché nei fluidi Vs=0, v risulta uguale a 0.5. Nei solidi, il valore v varia generalmente da 0.25 a circa 0.35. Pertanto, valori più elevati di v possono essere indicativi della presenza di frazioni di liquido nel mezzo attraversato.

INDAGINE SISMICA SUPERFICIALE PASSIVA (MICROTREMORI): PRINCIPI DEL METODO, TECNICHE DI PROSPEZIONE, STRUMENTAZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI, PARAMETRI ELASTODINAMICI RILEVABILI

Il principale obiettivo del metodo sismico di misura dei microtremori è, principalmente, quello di individuare le frequenze di risonanza del sito. In linea di principio, visto che il suolo è assimilabile ad un corpo viscoelastico, è possibile misurarne le frequenze proprie di oscillazione in ogni punto. Queste frequenze vengono determinate dalle proprietà meccaniche e dalla morfologia attorno al punto di misura. Nella prassi ingegneristica la misura delle frequenze di risonanza avviene applicando ad un corpo una sollecitazione nota, solitamente un impulso singolo oppure una sollecitazione sinusoidale, e misurando poi la risposta del corpo in termini di spostamenti o accelerazioni. La risposta del suolo può essere studiata in questa maniera utilizzando come funzione di eccitazione le onde di un terremoto o di una sorgente artificiale. Esiste un'alternativa, allo stesso tempo efficace, assolutamente non invasiva e gratuita: l'utilizzo del rumore sismico di fondo come funzione di eccitazione. Il rumore sismico, generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica, è presente ovunque sulla superficie terrestre. Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo prossimo all'epicentro. Nelle zone in cui non è presente alcuna sorgente di rumore locale e in assenza di vento, lo spettro in frequenza del rumore di fondo, in un terreno roccioso e pianeggiante, ha l'andamento illustrato in Figura 5, dove la curva blu rappresenta il rumore di fondo 'minimo di riferimento mentre la curva verde rappresenta il 'massimo' di tale rumore, e dove i picchi a 0.14 e 0.07 Hz sono prodotti delle onde oceaniche sulle coste.

Tali componenti spettrali vengono attenuate relativamente poco anche dopo tragitti di migliaia di chilometri per effetto di guida d'onda (fenomeno per cui un campo di onde tende a rimanere confinato entro un canale es. un tubo o una fibra in ottica a causa delle riflessioni delle onde con l'interfaccia di confinamento. In sismica il fenomeno si verifica nei mezzi stratificati ed è l'origine delle onde di Rayleigh e di Love). A questo rumore di fondo, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie ecc.) e naturali. I microtremori sono solo in parte costituiti da onde di volume, P o S. In essi giocano un ruolo fondamentale le onde superficiali, che hanno velocità prossima a quella delle onde S (vedi ad es. Lachet e Bard, 1994), il che spiega la

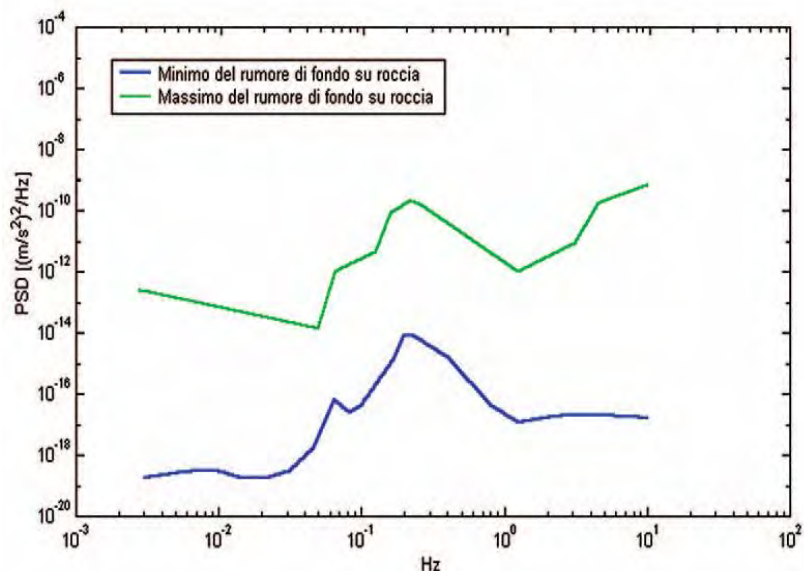


Fig. 5 - Modelli standard del rumore sismico massimo (in verde) e minimo (in blu) per la Terra (secondo USGS). Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto.

dipendenza di tutta la formulazione dalla velocità di queste ultime. Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo dal rumore sismico registrato in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSr o H/V*), proposta da Nogoshi e Igarashi (1970). La tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo (11 Hz nell'esempio di Figura 6, Field e Jacob, 1993; Lachet e Bard, 1994; Lermo e Chavez-Garcia, 1993, 1994; Bard, 1998; Ibs-von Seht e Wohlenberg, 1999; Fah et al., 2001; solo per citarne alcune). Inizialmente, alcuni ricercatori, trasportati dall'entusiasmo, proposero di utilizzare anche l'ampiezza del picco ($H/V = 9$ nell'esempio di Figura 6) come indicatore sintetico dell'amplificazione sismica locale, direttamente utilizzabile per la microzonazione. Purtroppo, esiste abbondante letteratura comprovante il fatto che l'ampiezza del picco H/V , pur essendo legata all'entità del contrasto di impedenza tra strati, non è correlabile all'amplificazione sismica in modo semplice (cfr. Mucciarelli e Gallipoli, 2001; SESAME, 2005 e referenze ivi contenute). Le basi teoriche dell' H/V sono relativamente facili da comprendere in un mezzo del tipo strato + bedrock (o strato assimilabile al bedrock) in cui i parametri sono costanti in ciascuno strato (1-D). Consideriamo il sistema di Figura 7 in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità (ρ_1 e ρ_2) e le diverse velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2).

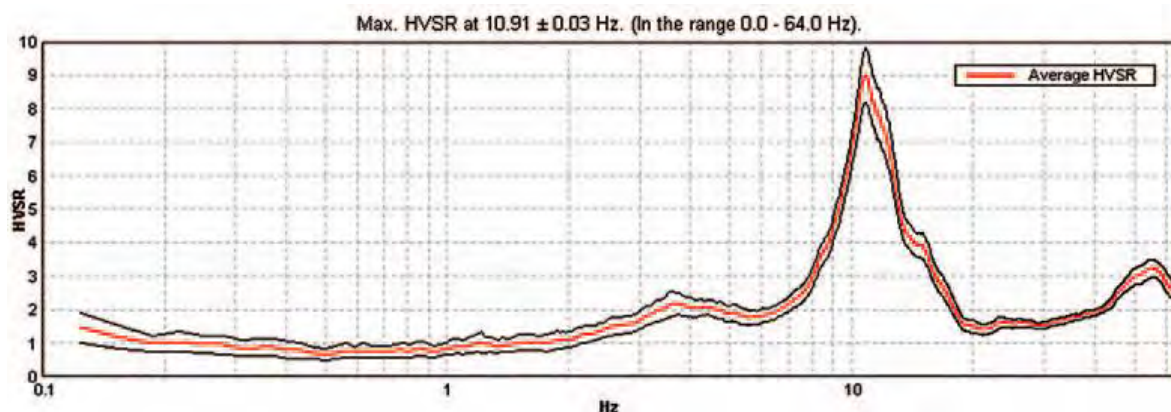


Fig. 6 - Curva H/V relativa ad un sito con substrato roccioso compatto (calcare) a 5 m di profondità. Il picco a 11 Hz indica la frequenza di risonanza dei depositi sedimentari sovrastanti il bedrock. E' riconoscibile un secondo picco a 3.5 Hz che indica una discontinuità all'interno della roccia.

Un'onda che viaggia nel mezzo 1 viene (parzialmente) riflessa dall'interfaccia che separa i due strati. L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore H del primo strato. La frequenza fondamentale di risonanza (f_r) dello strato 1 relativa alle onde S è pari a

$$f_r = \frac{V_{s1}}{4H} \quad [1]$$

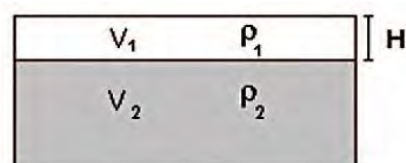


Fig. 7 - Mezzo a 2 strati caratterizzati da densità ρ e velocità di propagazione delle onde sismiche V .

Questo effetto è sommabile, anche se non in modo lineare e senza una corrispondenza 1:1. Ciò significa che la curva H/V relativa ad un sistema a più strati contiene l'informazione relativa alle frequenze di risonanza (e quindi allo spessore) di ciascuno di essi, ma non è interpretabile semplicemente applicando l'equazione [1]. L'inversione richiede l'analisi delle singole componenti e del rapporto H/V, che fornisce un'importante normalizzazione del segnale per a) il contenuto in frequenza, b) la risposta strumentale e c) l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto. La situazione, nel caso di un suolo reale, è spesso più complessa. Innanzitutto il modello di strato piano al disopra del bedrock si applica molto raramente. Poi, la velocità aumenta con la profondità, possono esserci eterogeneità laterali importanti ed infine la topografia può non essere piana. L'inversione delle misure di tremore a fini stratigrafici, nei casi reali, sfrutta quindi la tecnica del confronto degli spettri singoli e dei rapporti H/V misurati con quelli 'sintetici', cioè con quelli calcolati relativamente al campo d'onde completo di un modello 3D. L'interpretazione è tanto più soddisfacente, e il modello tanto più vicino alla realtà, quanto più i dati misurati e quelli sintetici sono vicini (per le basi teoriche si veda ad es. Aki, 1964; Ben-Menahem e Singh, 1981; Arai e Tokimatsu, 2004), figura 8.

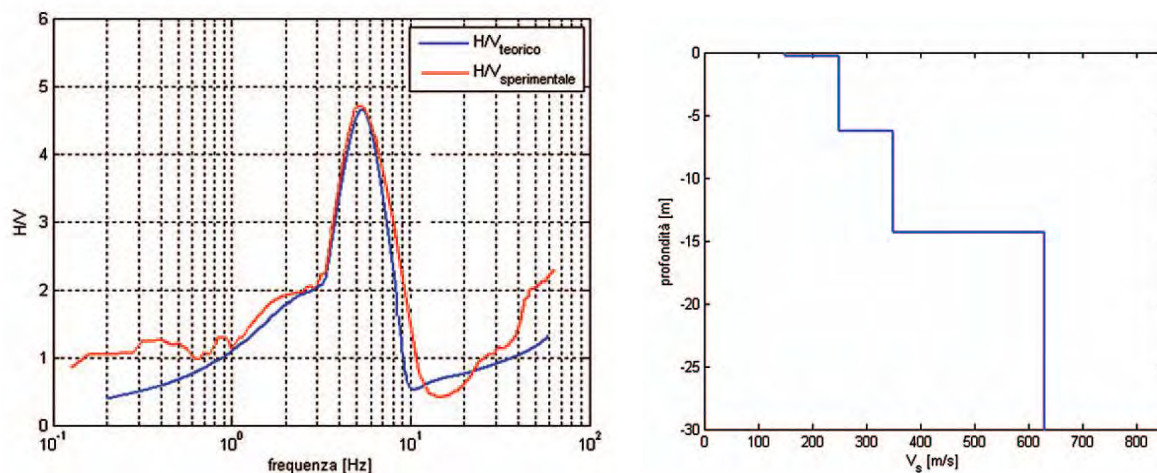


Fig. 8 - Confronto tra curva H/V sperimentale (rosso) e teorica (azzurro) ottenuta per il modello di sottosuolo in figura.

L'applicabilità pratica della semplice formula [1] per il calcolo delle frequenze fondamentali di risonanza dei suoli è stata dimostrata in molti studi sia nell'ambito della prospezione geofisica che nell'ambito ingegneristico (per un riassunto cfr. Gallipoli et al., 2000; Castellano et al., 2005). Dal punto di vista empirico, è noto che la frequenza di risonanza di un edificio è governata principalmente dall'altezza e può essere pertanto calcolata, in prima approssimazione, secondo la formula (es. Pratt - Vale la pena sottolineare che nel caso degli edifici l'H/V coincide con la risposta delle componenti orizzontali, in quanto si assume, per lo meno negli edifici moderni, che la risposta spettrale alle sollecitazioni verticali sia pressoché piatta).

$$\text{freq. naturale edificio} \approx 10 \text{ Hz} / \text{numero piani.} \quad [2]$$

È la coincidenza di risonanza tra terreno e struttura ad essere particolarmente pericolosa, perché dà luogo alla massima amplificazione.

$$\text{freq. naturale edificio} \approx \text{freq. naturale coperture} \quad [3]$$

La combinazione della [1], [2] e della [3] porta alla

$$10 \text{ Hz} / \text{numero piani} \approx V_s / (4H), \quad [4]$$

da cui si può ricavare una relazione di prima approssimazione tra il numero di piani dell'edificio e lo spessore delle coperture nel sito dell'edificio stesso che possono determinare situazioni pericolose e devono quindi essere oggetto di studi approfonditi. Se consideriamo, ad esempio, una fascia di velocità delle onde di taglio tipica dei terreni alluvionali medio-fini (200-300 m/s), possiamo riscrivere la [4] come:

$$10 \text{ Hz} / \text{numero piani} \approx 200\text{-}300 \text{ m/s} / (4H). \quad [5]$$

ottenendo la relazione illustrata in Figura 9.

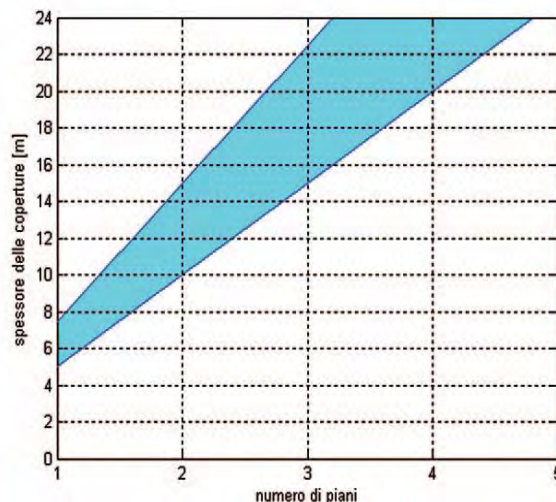


Fig. 9 - La fascia azzurra del grafico illustra la relazione tra il numero di piani dell'edificio e lo spessore delle coperture nel sito dell'edificio stesso per cui, per una zona con V_s caratteristiche delle coperture di 200-300 m/s, sarebbero possibili fenomeni di doppia risonanza.

STRUMENTAZIONE E TIPO DI ELABORAZIONE DEI DATI PER SISMICA SUPERFICIALE PASSIVA (HVSR)

L'indagine superficiale passiva viene eseguita mediante l'utilizzo di un tromografo "GeoBox" della Sara Electronics Instruments s.r.l., strumento compatto e versatile progettato e realizzato appositamente per eseguire misure di microtremori e che ha le seguenti caratteristiche:

Alimentazione	10-16 Vdc 180mA (max) @12V
Orologio	
Sincronizzazione	Tramite ricevitore GPS
Errore massimo del PPS	10 microsecondi (60 microsecondi del calendario dell'A/D)
Oscillatore al quarzo	11.0592Mhz +/-10ppm from -10/+60°C
Calibrazione di fabbrica	Eseguita 20-25°C di temperatura ambiente, maggiore di 1ppm
Convertitore A/D - SR04 MT	
Risoluzione	24 bit
Freq. di campionamento	10, 20, 25, 50, 100, 200 SPS
Campionamento	Simultaneo sui 3 canali pilotato dal microprocessore
Filtro anti-alias	1 pole 8.8 Hz standards (personalizzabile)
Modi di ingresso segnale	Differenziale (standards); single ended (selezionabile con jumpers)
Range di ingresso	2V peak-to-peak (+/-1V) standard; 1.25 peak-to-peak (+/-0.625V) pe rMT (microtremori)
Impedenza di ingresso	>300kOhm
Soglia di rumore	<= -124dB @ 100SPS
Sensori	1 sensore 3D (velocimetro ad alta risoluzione)

Tromografo – GeoBox



Lo strumento, tramite una porta seriale (RS232), registra direttamente in digitale su computer tramite l'interfaccia costituita dal software Seismolog-MT della suite SeismoWin. L'ambiente operativo è quello di Microsoft Windows XP. Il programma Seismolog-MT permette di avere il controllo in tempo reale della misura in corso. Infatti è possibile valutare la presenza di segnali di disturbo nei sondaggi di tipo HVSR esaminando il particle motion del segnale dei sensori orizzontali. La funzione FFT dotata di correzione strumentale permette di restituire uno spettro del segnale sia in accelerazione che velocità con una stima assoluta delle ampiezze di segnale alle varie frequenze. Una agevole gestione delle registrazioni manuali e automatiche consente di eseguire registrazioni singole e/o multiple con acquisizioni sincronizzate col tempo UTC (strumento equipaggiato con ricevitore GPS). L'output dei file di registrazione permette la scelta fra quattro formati e cioè: PSN TEXT Formato ASCII standard supportato da WinQuake; GSE2 CM6 Direttamente compatibile con il formato GSE2.0 con compressione dati CM6; SAF SESAME Formato ASCII compatibile con Geopsy; RAW ASCII Formato ASCII semplice, con un breve header e l'elenco dei campioni.

La tecnica HVSR, come già detto, permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo Vs30 attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi operative di seguito illustrate. Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti. Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce. Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione. Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamiento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee (es. Konno & Ohmachi, triangolare proporzionale, ecc.) Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea. Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing. Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di

vibrazione del sito. L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo Vs30. L'affidabilità della curva H/V e del picco è soddisfacente se vengono soddisfatti i criteri SESAME. Le operazioni di interpretazione ed inversione suddette sono eseguite tramite il software **EasyHVSR** della **GeoStru Software**, Figura 10.

Verifica SESAME	Esito
Affidabilità curva H/V	
$f_0 > 10/l_w$	OK
$n_c(f_0) > 200$	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	OK
Affidabilità picco	
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	OK
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	OK
$A_0 > 2$	OK
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	OK

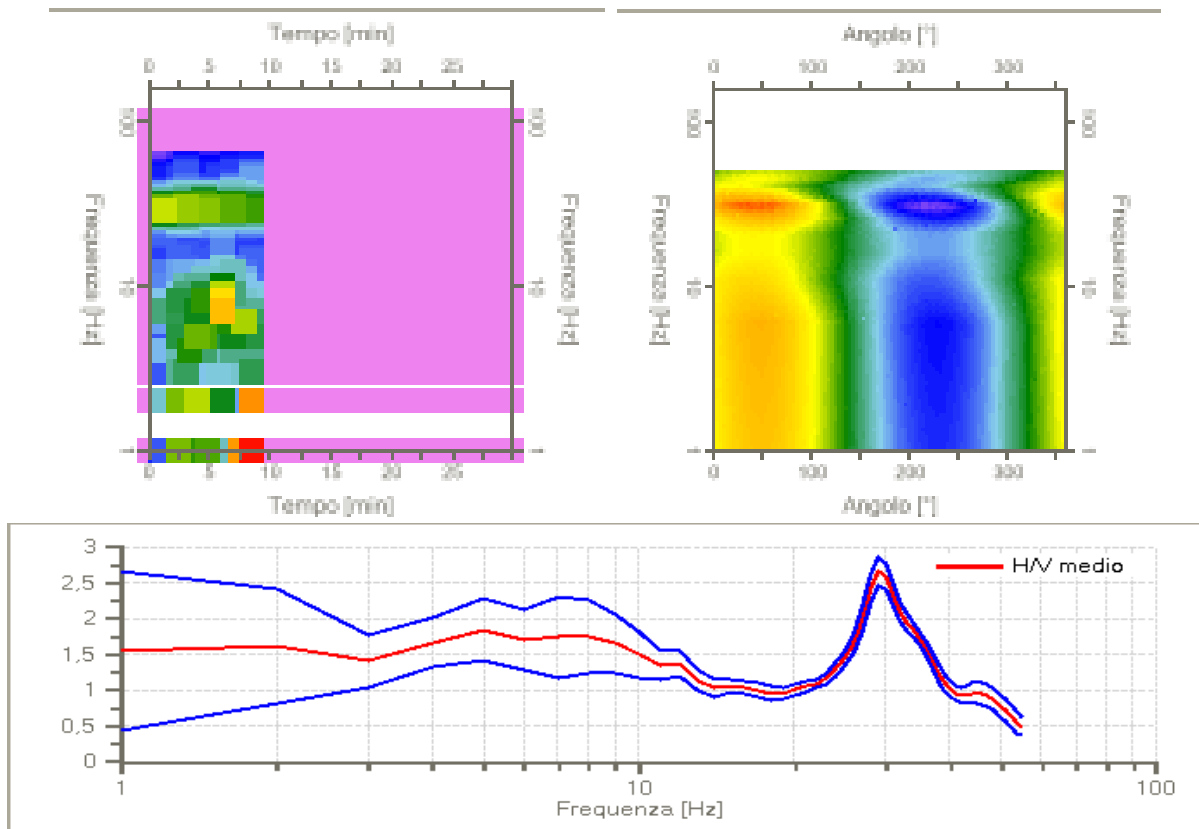


Fig. 10 - Mappa della stazionarietà e della direzionalità degli spettri; Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia.

PARAMETRI RICAVABILI

Il primo parametro ricavabile è la frequenza di picco del sito, inoltre se da misure dirette è nota la profondità H del bedrock o bedrock-like, è immediato calcolare il Vs_{30} attraverso misure di fr. Se $H > 30$ m, il valore Vs_{30} viene calcolato direttamente dalla [1]. Se invece $H \leq 30$ m, allora

$$Vs_{30} = \frac{30}{t_H + t_{30-H}} = \frac{30}{\frac{1}{4f_r} + \frac{(30-H)}{V_B}}$$

dove V_B è la velocità delle onde S nel bedrock o bedrock-like. Per il bedrock, volendo seguire in maniera letterale la normativa italiana, si può semplicemente usare $V_B = 800$ m/s. In alternativa si possono usare i valori di Tabella 1. Nel caso di bedrock-like si useranno invece sempre i valori di Tabella 1, che riprende essenzialmente i valori tabulati da Borchardt (1992; 1994) assieme a quelli ottenuti sperimentalmente in diversi ambienti sedimentari da altri autori (Budny, 1984; Ibs von Scht e Wohlenberg, 1999; Delgado et al., 2000 a, b; Parolai et al., 2002; Scherbaum et al., 2003; D'Amico et al., 2004, 2006; Hinzen et al., 2004). Le stime di Vs_{30} ottenibili con quest'ultima procedura sono, ovviamente, approssimate. Ciononostante, è estremamente difficile che il loro utilizzo comporti un reale degrado dell'affidabilità delle stime fatte secondo la normativa vigente.

Tabella 1. Velocità caratteristiche delle onde S nei vari tipi di suolo [Borchardt, 1994]			
TIPO DI SUOLO	VS min [m/s]	VS media [m/s]	VS max [m/s]
ROCCE MOLTO DURE - (es. rocce metamorfiche molto poco fratturate)	1400	1620	-
ROCCE DURE - (es. graniti, rocce ignee, conglomerati, arenarie e argilliti, da mediamente a poco fratturati)	700	1050	1400
SUOLI GHIAIOSI e ROCCE DA TENERE A DURE - (es. rocce sedimentarie ignee, tenere, arenarie, argilliti, ghiaie e suoli con > 20% di ghiaia)	375	540	700
ARGILLE COMPATTE e SUOLI SABBIOSI - (es. sabbie da sciolte a molto compatte, limi e argille sabbiose, argille da medie a compatte e argille limose)	200	290	375
TERRENI TENERI - (es. terreni di riempimento sotto falda, argille da tenere a molto tenere).	100	150	200

VS30 E CATEGORIA STRATIGRAFICA DEL SUOLO SECONDO L'O.P.C.M. 3274 ED IL D.M. 14/01/2008 NTC

La normativa sismica, **O.P.C.M. 3274 del 20 marzo 2003**, oltre a ridefinire la macrozonazione sismica nazionale, classifica i terreni con classi di amplificazione legate alla stratigrafia. Con il **D.M. del 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni"** si ha una ulteriore chiarificazione sulla classificazione stratigrafica dei terreni finalizzata alla valutazione dell'amplificazione sismica del sito. Parametro necessario per poter operare questa classificazione è la velocità sismica media delle onde di taglio relativa ai primi 30 metri di profondità **Vs30**. La stima della velocità delle onde di taglio Vs dei vari sismostrati può essere eseguita con la tecnica MASW che fornisce la stratigrafia e le velocità delle onde di taglio, o con indagini sismiche a rifrazione, dove è possibile misurare direttamente le onde di taglio S mediante geofoni orizzontali, o in alternativa misurando la velocità delle onde P e successivamente stimando la velocità delle onde S (Vs) mediante la formula che lega il modulo di Poisson (ν) alle velocità delle onde sismiche di compressione (Vp): $V_s = V_p \cdot \text{Rad}Q[(1-2\nu)/(2-2\nu)]$.

Una volta acquisiti gli spessori degli strati e le relative velocità delle onde S si calcola la velocità media relativa ai primi trenta metri di sottosuolo. La formula adoperata è la seguente:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove **hi** e **Vi** indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $< 10^{-6}$) dello strato i-esimo, per un totale di **n** presenti nei primi 30 metri di profondità.

La classificazione del sito, deve interessare i terreni compresi tra il piano di imposta delle fondazioni degli edifici ed un substrato roccioso rigido di riferimento (bedrock). Si effettua sul valore delle velocità medie delle onde di taglio nei primi trenta metri di profondità Vs30 secondo la tabella 2.

Classe	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e $cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero con valori di $15 < NSPT30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori a 180 m/s ($NSPT30 < 15$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs30 inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < cu_{30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Tab. 2 - "Range" della Vs30 da normativa D.M. del 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

Dalla tabella si evince il moto sismico al bedrock non subisce variazioni sostanziali propagandosi in superficie per un suolo di tipo A cioè roccia affiorante o suolo omogeneo molto rigido. In presenza di suoli di tipo B, C, D E, S1, S2 il moto sismico in superficie in genere risulta modificato rispetto al moto sismico al bedrock, in funzione dell'intensità e del contenuto in frequenza dell'input sismico e delle caratteristiche geotecniche sismiche e dello spessore del suolo attraversato dalle onde sismiche per giungere in superficie. In assenza di una specifica analisi di amplificazione sismica locale per il suolo in esame, per valutare l'accelerazione sismica spettrale in presenza di suoli di tipo B, C, D E la normativa introduce un fattore di amplificazione S_s ed i parametri a_g , F_0 , T_c^* , C_c , S_t che servono per calcolare i parametri che definiscono lo spettro di risposta di un oscillatore semplice con smorzamento pari al 5%. In presenza di suoli speciali di tipo S1 e S2 la normativa impone uno studio specifico per determinare gli effetti di amplificazione sismica locale. La classificazione del suolo è convenzionalmente eseguita sulla base della velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio entro 30m di profondità.

INDAGINE SISMICA MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES (MASW01)

winMASW 4.3 Standard - Inversion of Surface-Wave Dispersion Curves

Main results

See "winMASW_report.txt" for further details.

Data: 30 11 2017 --- Ora: 16 42

Dataset: MontaltoUffugoMasw01ScuolaMaterna2017_600cmA200cmSh01.sgy

Curva analizzata: MontaltoUffugoMasw01ScuolaMaterna2017Picking01.cdp

Primo: trattamento dati

dataset: MontaltoUffugoMasw01ScuolaMaterna2017_600cmA200cmSh01.sgy
offset minimo: 6 m
distanza intergeofonica: 2 m
campionamento: 0.131 ms

Filtraggio
filtra g: cancella

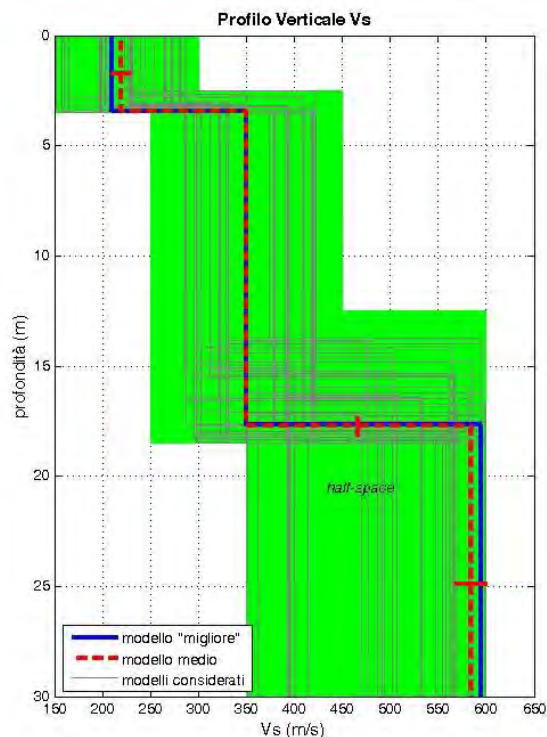
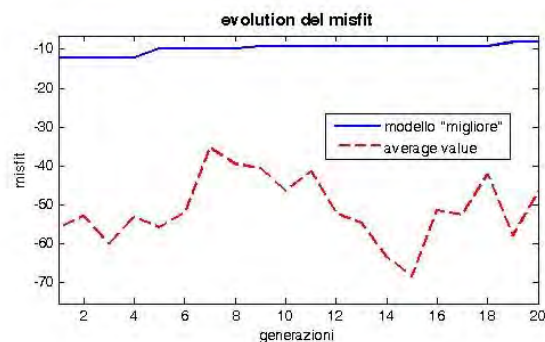
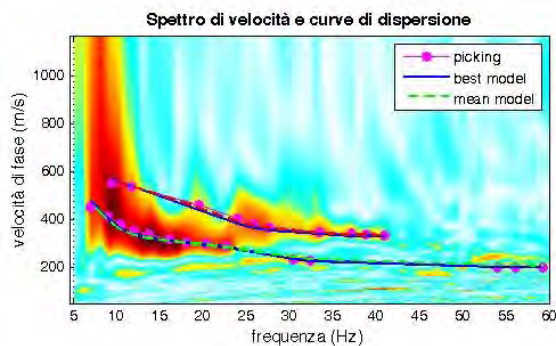
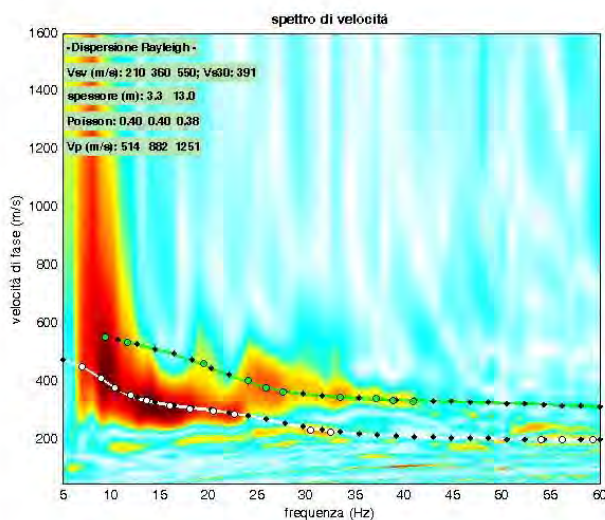
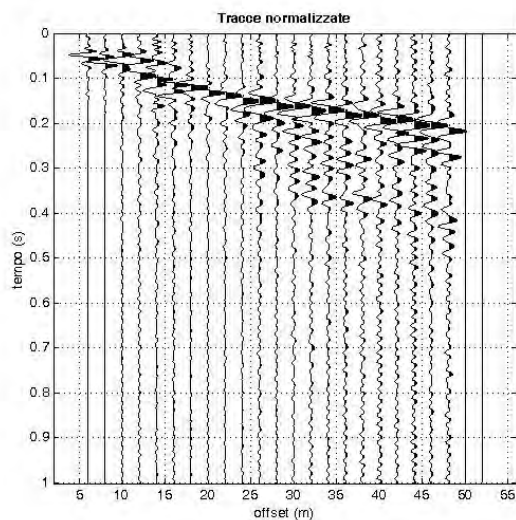
Secondo: determinazione spettro di velocità, modellazione e picking

Analisi MASW

Analisi ReMi

calcolo spettro di velocità

Versione Professionale



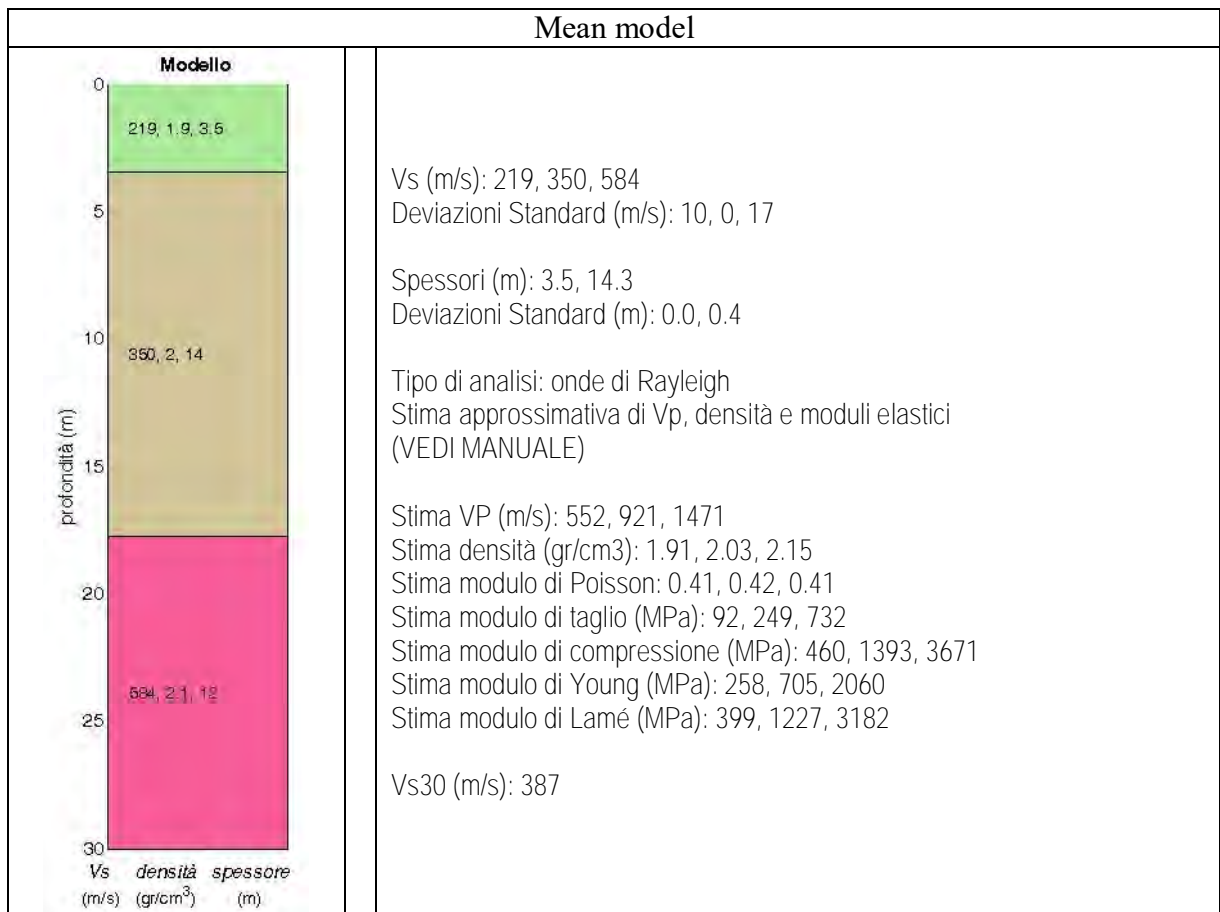
dataset: MontaltoUffugoMasw01ScuolaMaterna2017_600cmA200cmSh01.sgy

curve di dispersione: MontaltoUffugoMasw01ScuolaMaterna2017Picking01.cdp

VS30 (modello "migliore"): 386 m/s

VS30 (modello medio): 387 m/s





INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE P CON INTERPRETAZIONE GRM (SR01)

Geometria geofoni

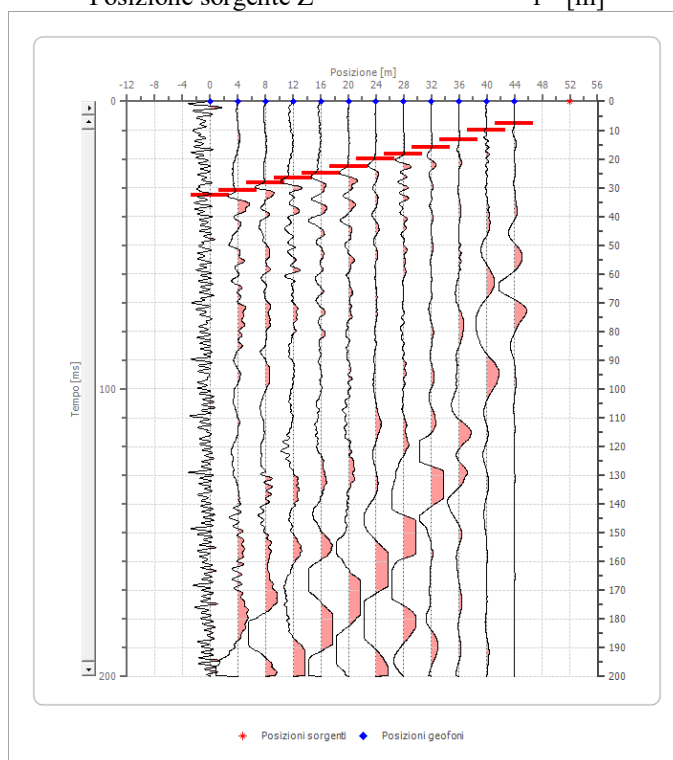
	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	0.0	0.5
2	4.0	0.3
3	8.0	0.0
4	12.0	0.0
5	16.0	0.0
6	20.0	0.0
7	24.0	0.0
8	28.0	0.0
9	32.0	0.0
10	36.0	0.0
11	40.0	0.0
12	44.0	0.0

Dati battute

Posizione geofono [m]	Battuta 1	Battuta 2	Battuta 3	Battuta 4	Battuta 5
	Tempo [ms]	Tempo [ms]	Tempo [ms]	Tempo [ms]	Tempo [ms]
0.0	32.4544	28.2936	16.6433	8.3216	13.3146
4.0	30.7901	27.4614	14.1468	11.6503	17.4754
8.0	28.2936	24.9649	10.8181	13.3146	19.1398
12.0	26.6293	23.3006	8.3216	15.8111	21.6363
16.0	24.9649	21.6363	5.8251	17.4754	24.1328
20.0	22.4684	19.9719	3.3287	19.9719	26.6293
24.0	19.9719	17.4754	3.3287	23.3006	28.2936
28.0	18.3076	14.9790	5.8251	25.7971	29.9579
32.0	15.8111	13.3146	9.1538	28.2936	31.6222
36.0	13.3146	10.8181	12.4825	29.9579	33.2866
40.0	9.9860	7.4895	14.9790	31.6222	34.9509
44.0	7.4895	4.1608	17.4754	33.2866	36.6152

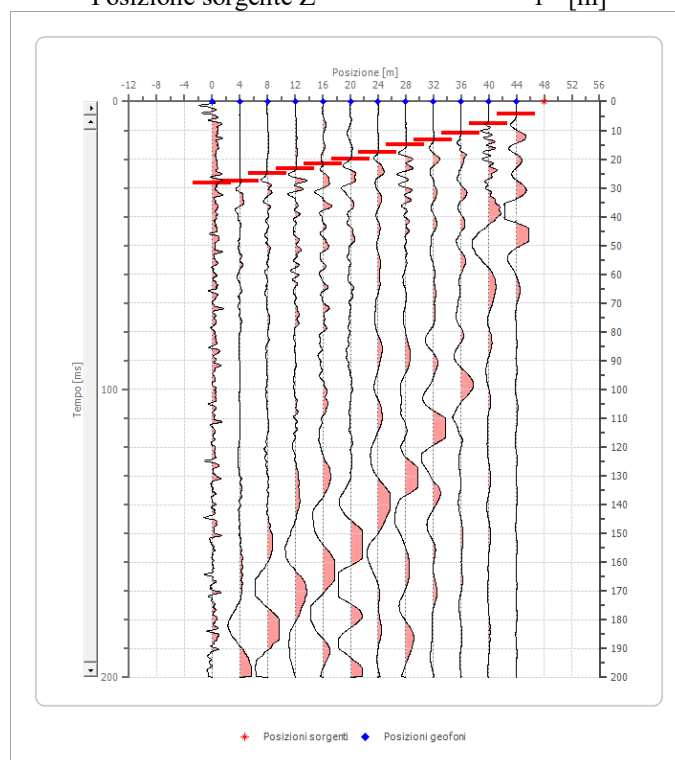
Battuta 1

Posizione sorgente X 52 [m]
Posizione sorgente Z 1 [m]



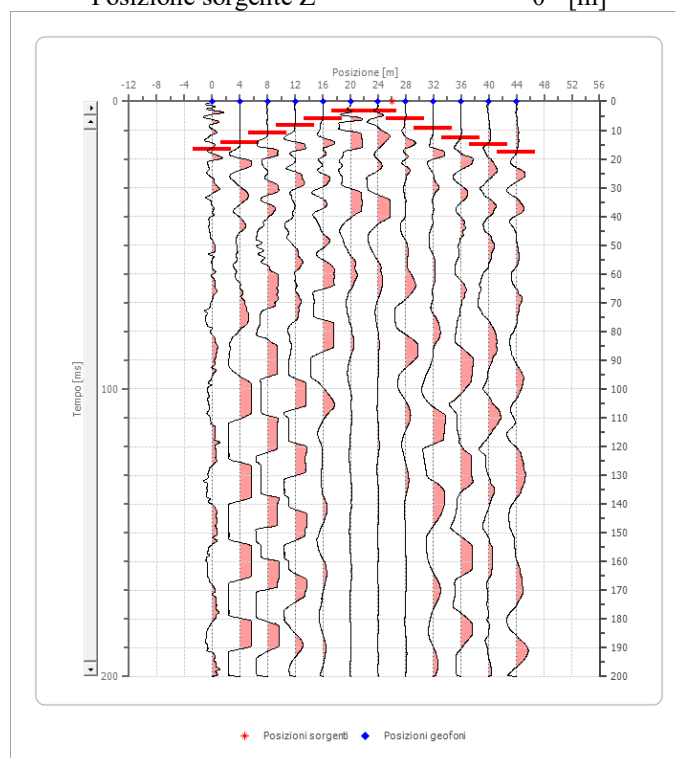
Battuta 2

Posizione sorgente X 48 [m]
Posizione sorgente Z 1 [m]



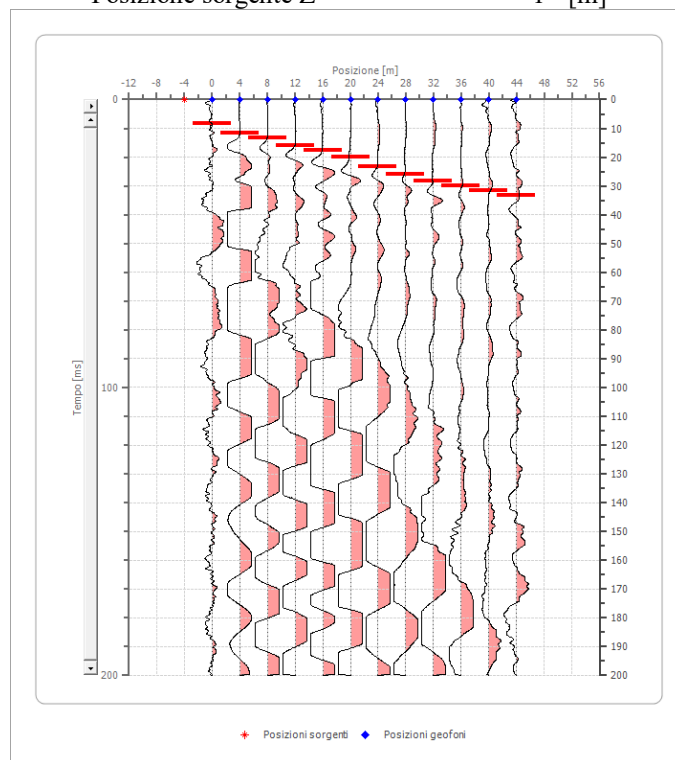
Battuta 3

Posizione sorgente X 26 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]



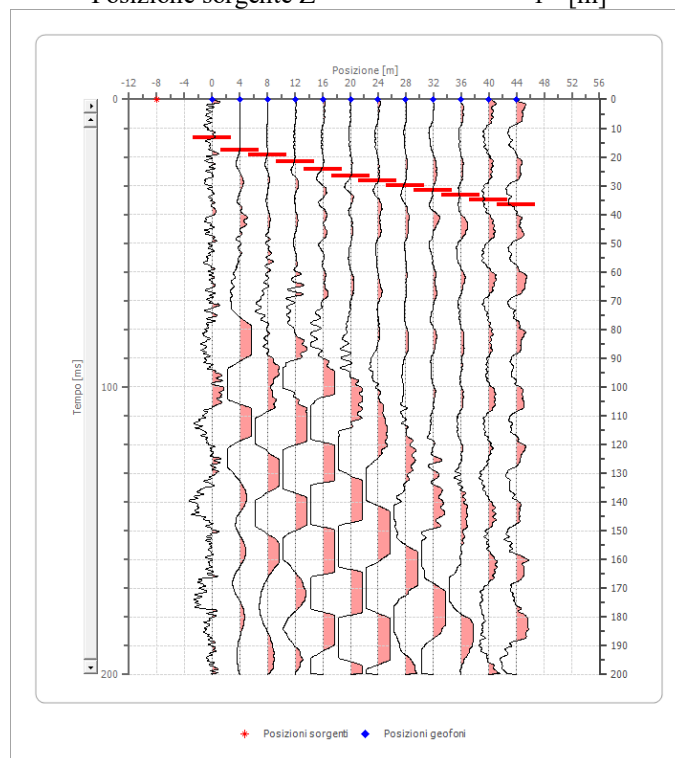
Battuta 4

Posizione sorgente X -4 [m]
Posizione sorgente Z 1 [m]

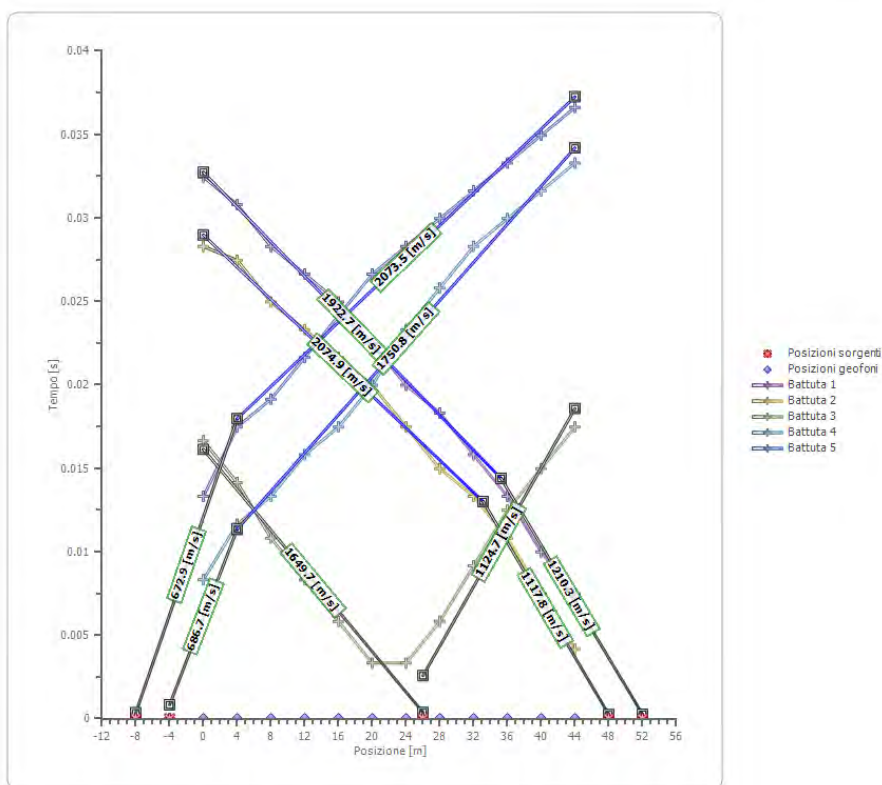


Battuta 5

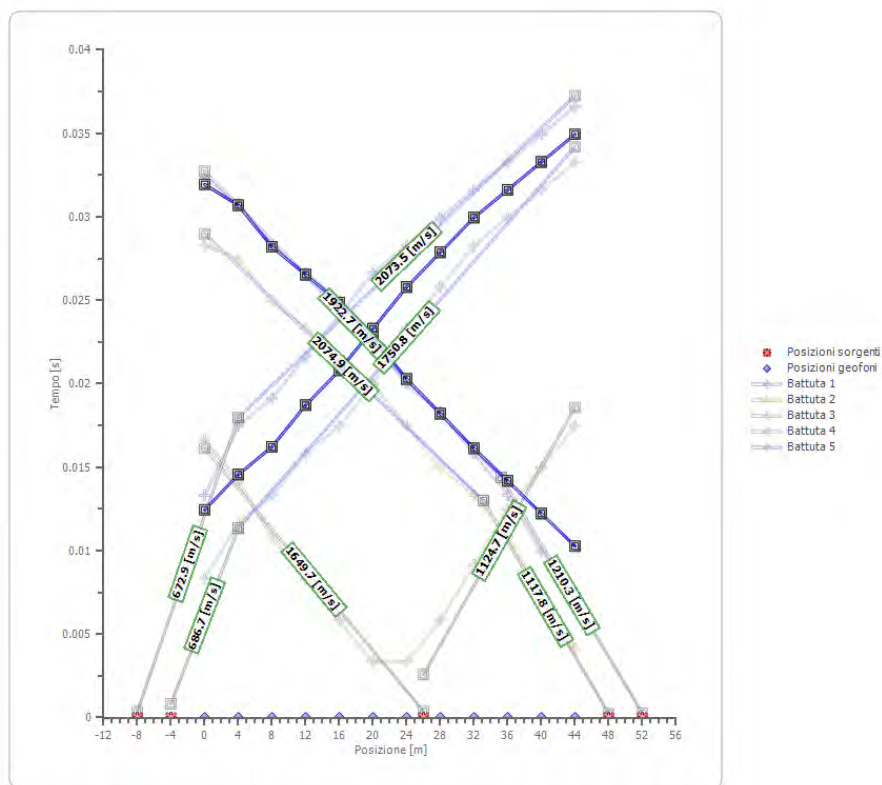
Posizione sorgente X -8 [m]
Posizione sorgente Z 1 [m]



Dromocrone



Dromocrone traslate



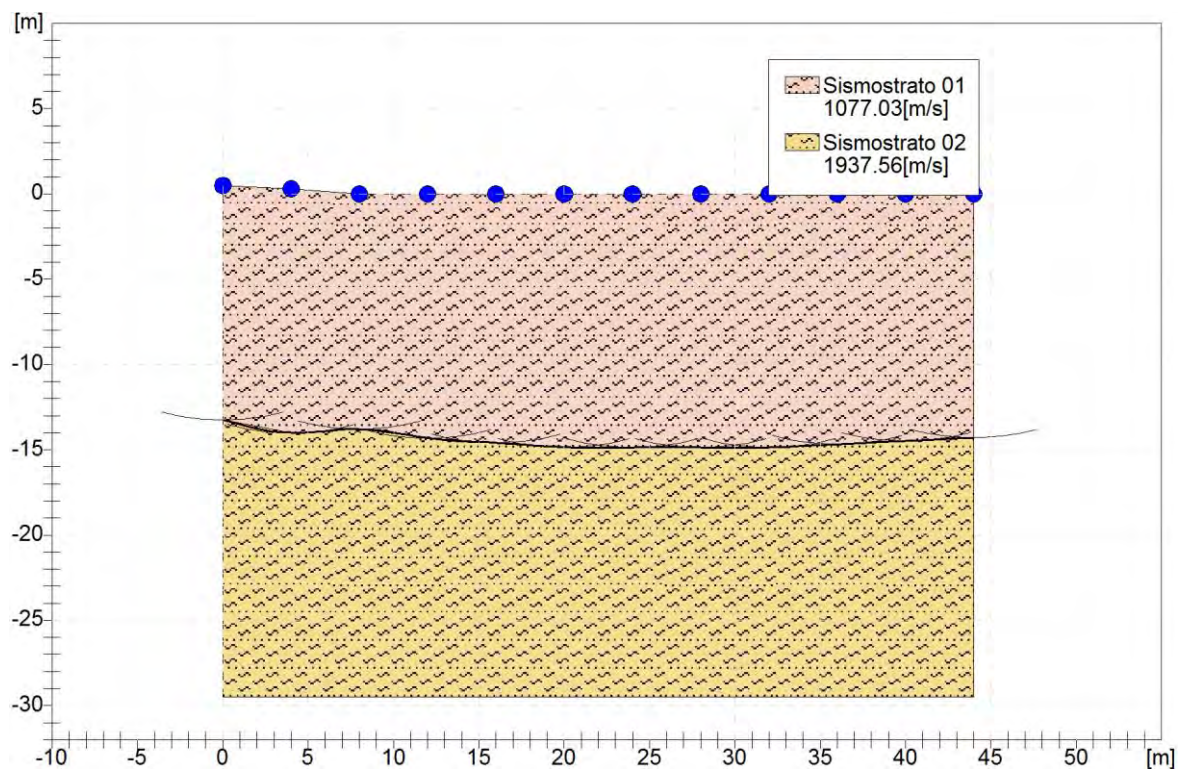
Interpretazione col metodo G.,R.M.

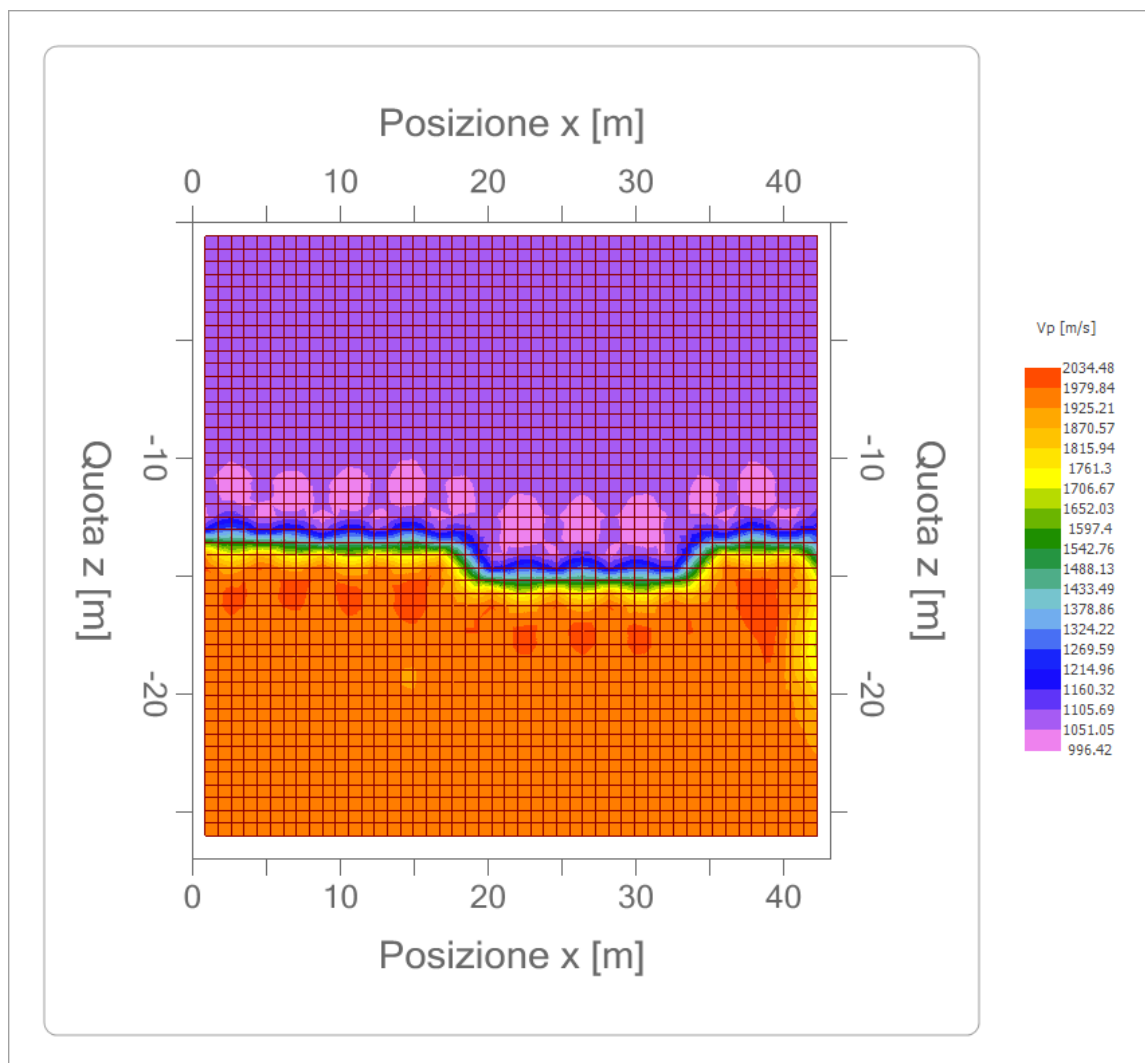
XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 0.0 [m]	13.8	--
G= 4.0 [m]	14.3	--
G= 8.0 [m]	13.8	--
G= 12.0 [m]	14.3	--
G= 16.0 [m]	14.6	--
G= 20.0 [m]	14.9	--
G= 24.0 [m]	14.9	--
G= 28.0 [m]	14.9	--
G= 32.0 [m]	14.9	--
G= 36.0 [m]	14.7	--
G= 40.0 [m]	14.5	--
G= 44.0 [m]	14.3	--
Velocità [m/sec]	1077.0	1937.6
Descrizione	Sismostrato 01	Sismostrato 02

Altri parametri geotecnici

	Strato n. 1	Strato n. 2
Coefficiente Poisson	0.45	0.45
Densità [kg/m³]	2000.00	2100.00
Vp [m/s]	1077.03	1937.56
Vs [m/s]	324.74	584.20
G0 [MPa]	210.91	716.70
Ed [Mpa]	2320.00	7883.72
M0 [MPa]	2109.09	7167.01
Ey [Mpa]	611.64	2078.43





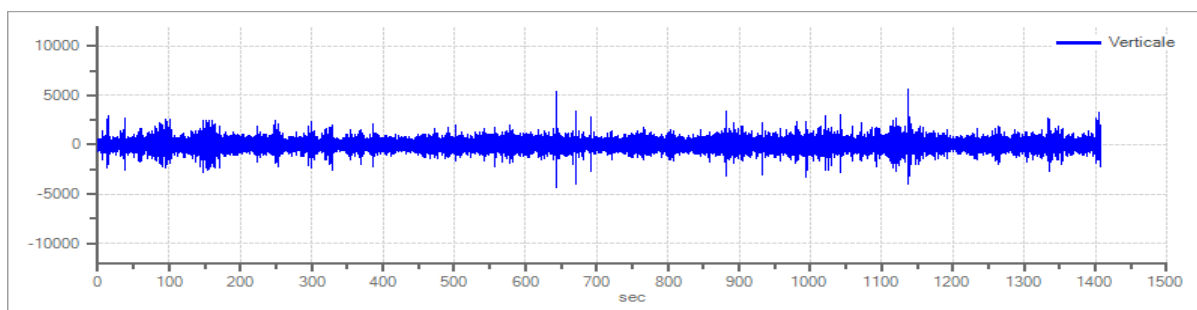
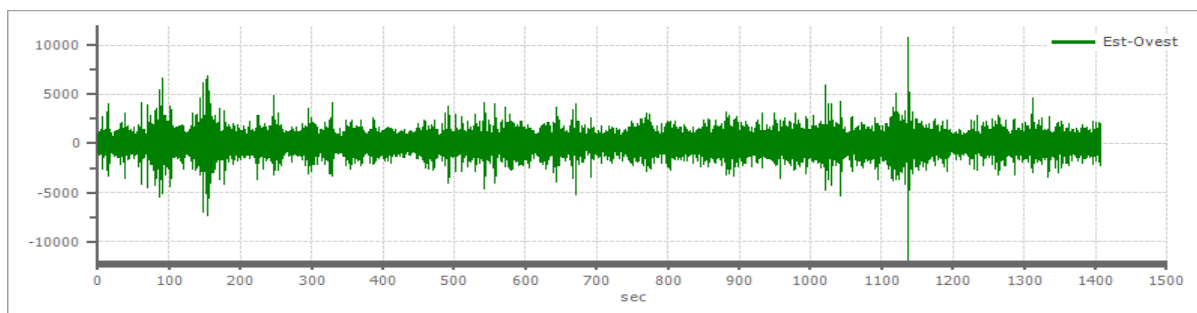
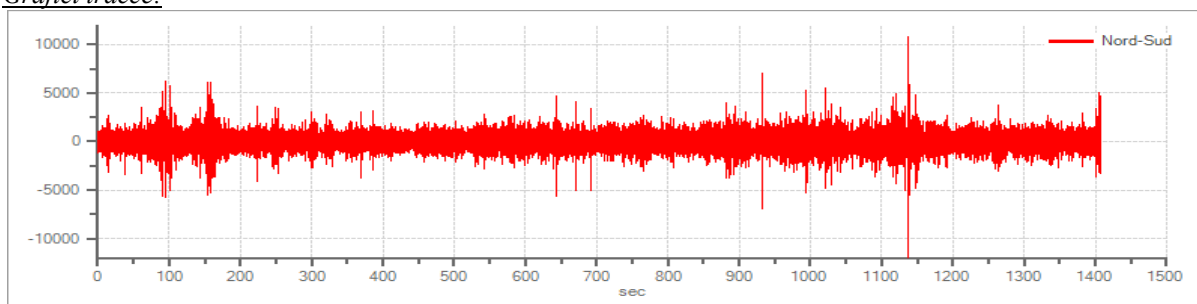
INDAGINE SISMICA HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO (HVSRO1) – TERRENO NATURALE

Tracce in Input

Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3
Durata registrazione: 1408 s
Frequenza di campionamento: 300.00 Hz
Numero campioni: 422400
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale..

Grafici tracce:



Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

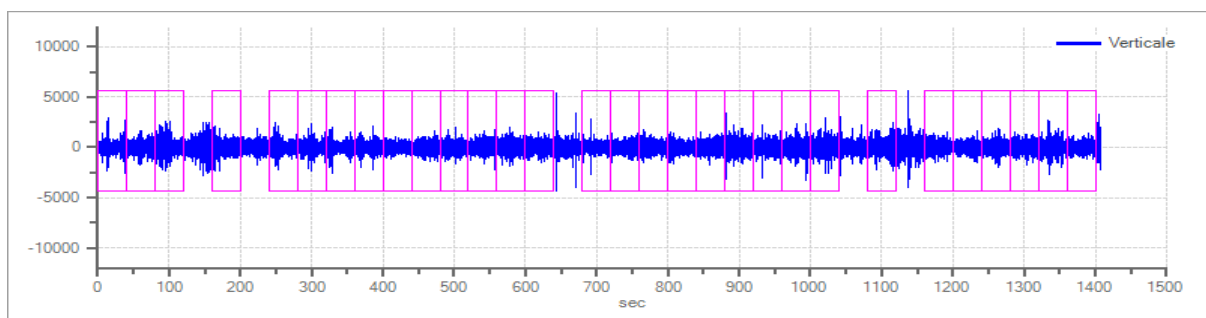
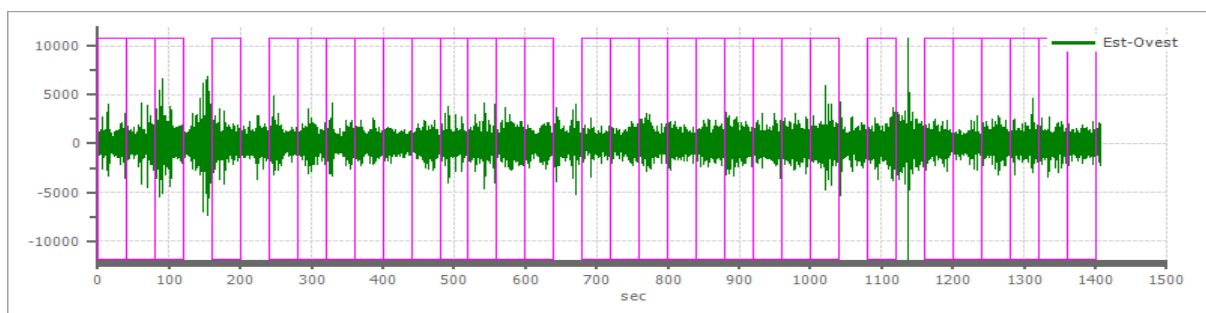
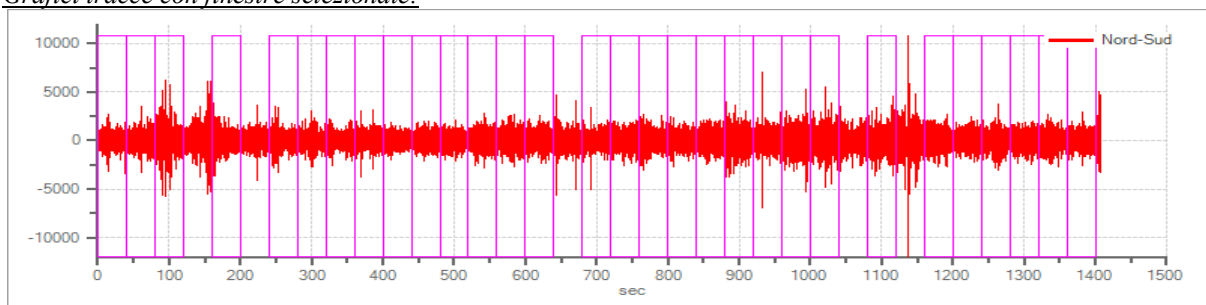
Numero totale finestre selezionate: 30
Numero finestre incluse nel calcolo: 23
Dimensione temporale finestre: 40.000 s
Tipo di lisciamiento: Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamiento: 10.00 %
Coefficiente di banda: 40.00

Tabella finestre:

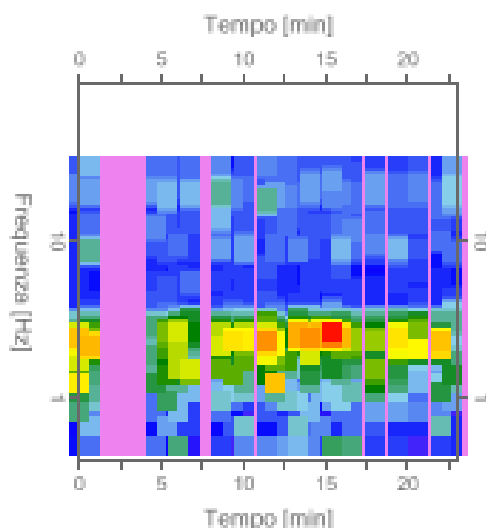
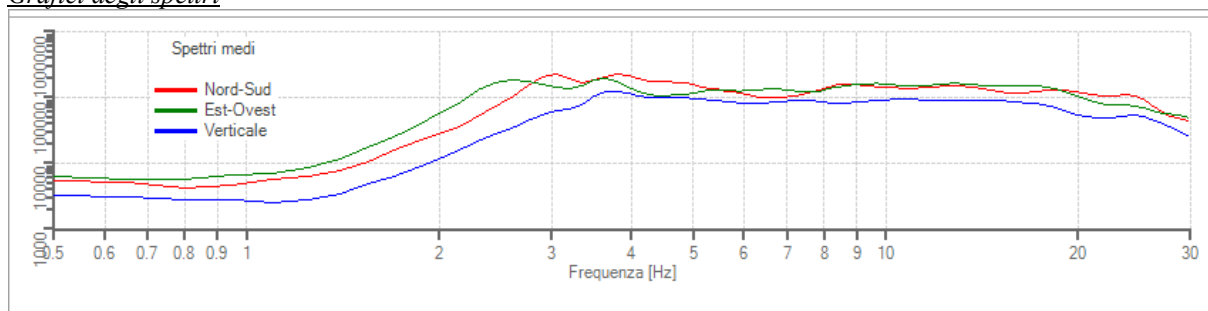
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	40	Inclusa
2	40	80	Inclusa
3	80	120	Esclusa
4	160	200	Esclusa
5	240	280	Esclusa

6	280	320	Inclusa
7	320	360	Inclusa
8	360	400	Inclusa
9	400	440	Inclusa
10	440	480	Esclusa
11	480	520	Esclusa
12	520	560	Inclusa
13	560	600	Inclusa
14	600	640	Inclusa
15	680	720	Inclusa
16	720	760	Inclusa
17	760	800	Inclusa
18	800	840	Inclusa
19	840	880	Inclusa
20	880	920	Inclusa
21	920	960	Inclusa
22	960	1000	Inclusa
23	1000	1040	Inclusa
24	1080	1120	Inclusa
25	1160	1200	Inclusa
26	1200	1240	Esclusa
27	1240	1280	Inclusa
28	1280	1320	Esclusa
29	1320	1360	Inclusa
30	1360	1400	Inclusa

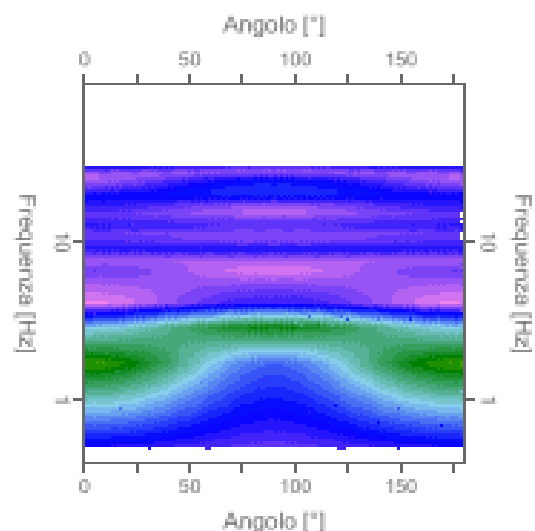
Grafici tracce con finestre selezionate:



Grafici degli spettri



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

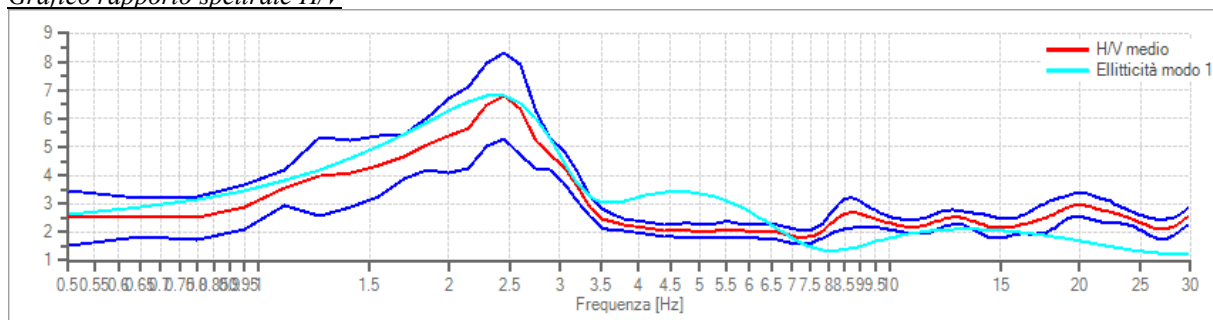
Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	30.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamiento:	Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamiento:	10.00%
Tipo di somma direzionale:	Media geometrica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: $2.45 \text{ Hz} \pm 0.23 \text{ Hz}$

Grafico rapporto spettrale H/V



Verifiche SESAME:

Verifica

Esito

$$f_0 > 10/l_w$$

Ok

$$n_c(f_0) > 200$$

Ok

$$\sigma_A(f) < 2 \text{ per } 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \text{ se } f_0 > 0.5 \text{ Hz}$$

Ok

$$\sigma_A(f) < 3 \text{ per } 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \text{ se } f_0 < 0.5 \text{ Hz}$$

$$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$$

Ok

$$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$$

Ok

$$A_0 > 2$$

Ok

$$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$$

Ok

$$\sigma_f < \varepsilon(f)$$

Ok

$$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$$

Ok

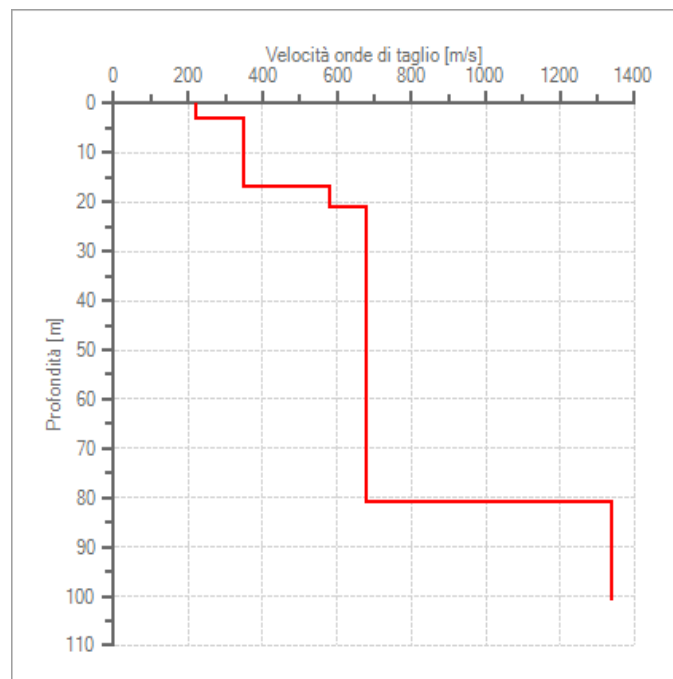
Modello stratigrafico

Dati riepilogativi:

Numero strati:	5
Frequenza del picco dell'ellitticità:	2.45 Hz
Valore di disadattamento:	-1.00
Valore Vs30:	406.68 m/s

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m ³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	3	20.2	0.45	220
2	3	14	21	0.45	350
3	17	4	21.5	0.4	580
4	21	60	20	0.38	680
5	81	20	22	0.3	1340



Profilo delle velocità delle onde di taglio.

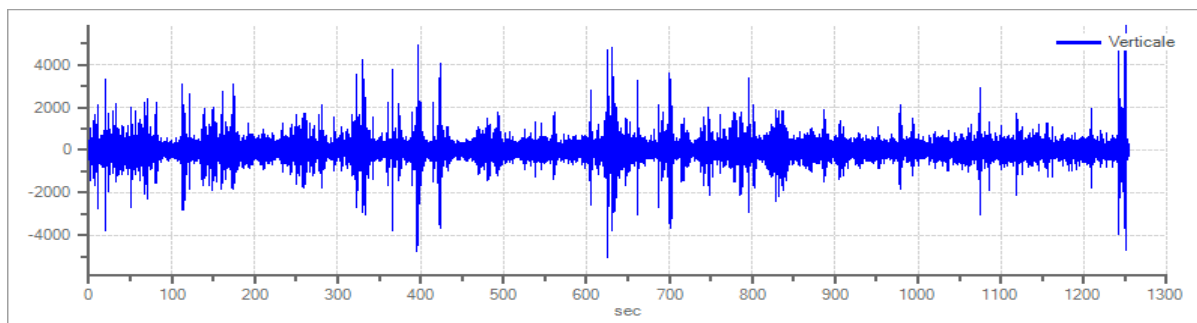
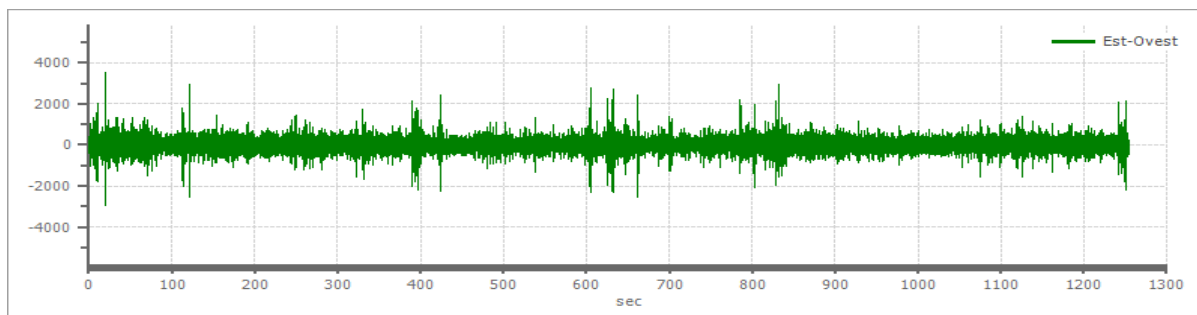
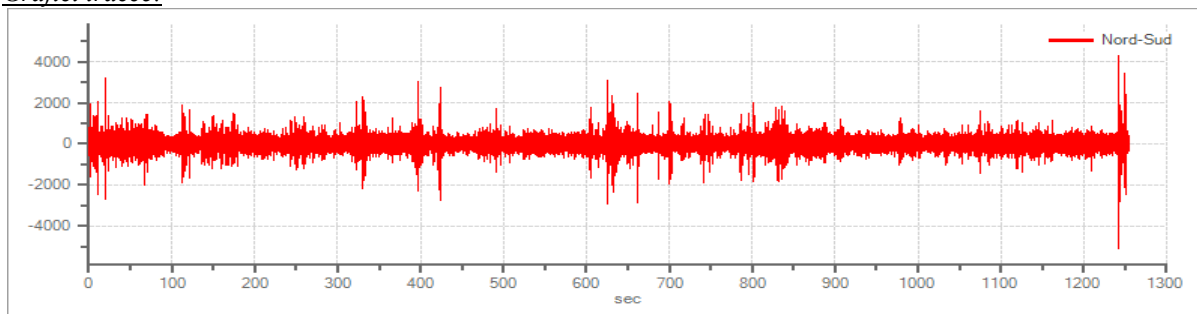
INDAGINE SISMICA HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO (HVSRO2) – PIANO TERRA INTERNO

Tracce in Input

Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3
Durata registrazione: 1254 s
Frequenza di campionamento: 300.00 Hz
Numero campioni: 376200
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

Grafici tracce:



Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

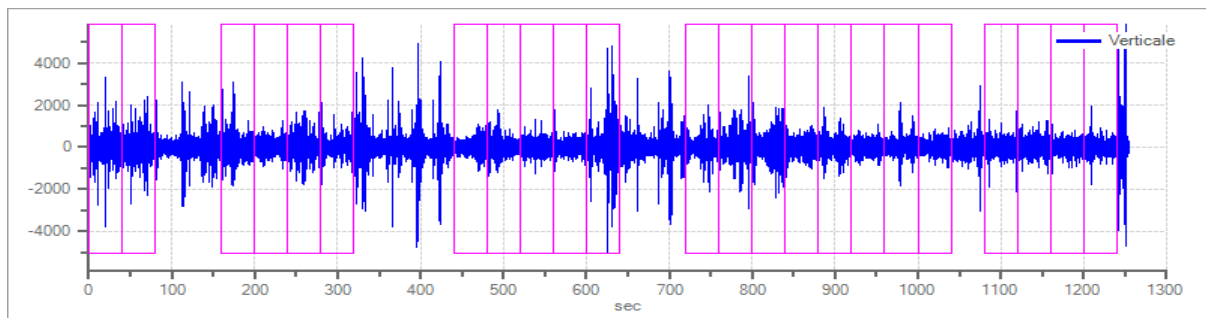
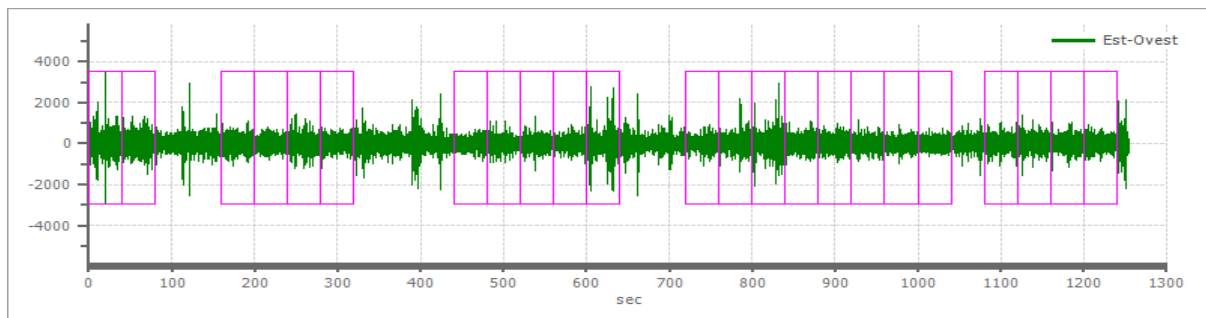
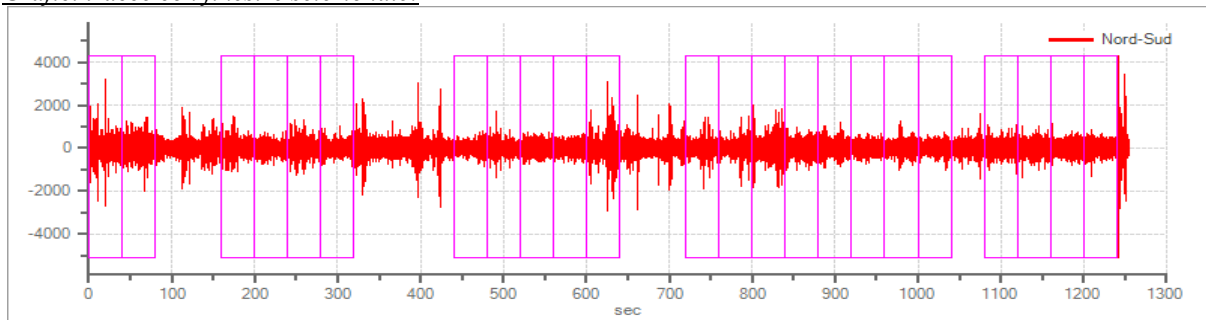
Numero totale finestre selezionate: 23
Numero finestre incluse nel calcolo: 20
Dimensione temporale finestre: 40.000 s
Tipo di lisciamiento: Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamiento: 20.00 %
Coefficiente di banda: 30.00

Tabella finestre:

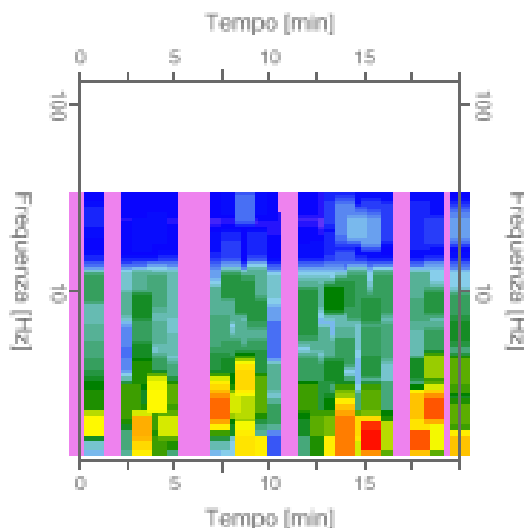
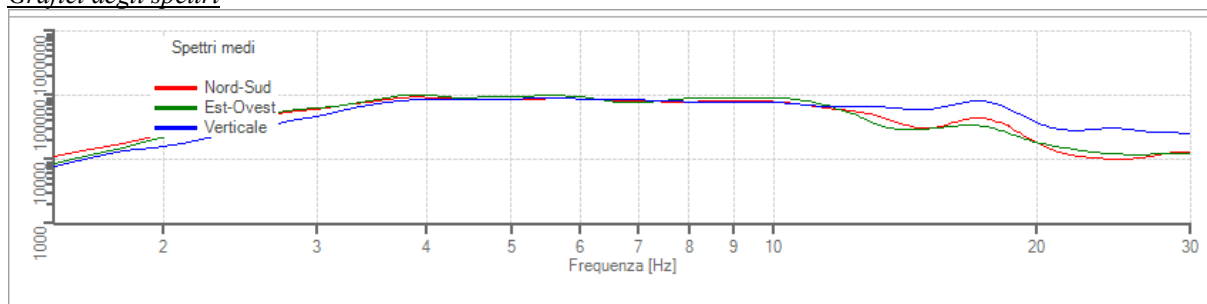
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	40	Esclusa
2	40	80	Inclusa
3	160	200	Inclusa

4	200	240	Inclusa
5	240	280	Inclusa
6	280	320	Inclusa
7	440	480	Inclusa
8	480	520	Inclusa
9	520	560	Inclusa
10	560	600	Inclusa
11	600	640	Inclusa
12	720	760	Inclusa
13	760	800	Inclusa
14	800	840	Inclusa
15	840	880	Inclusa
16	880	920	Inclusa
17	920	960	Inclusa
18	960	1000	Inclusa
19	1000	1040	Esclusa
20	1080	1120	Inclusa
21	1120	1160	Inclusa
22	1160	1200	Esclusa
23	1200	1240	Inclusa

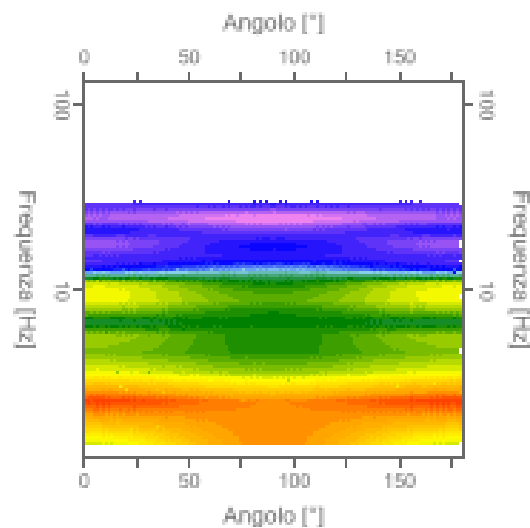
Grafici tracce con finestre selezionate:



Grafici degli spettri



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

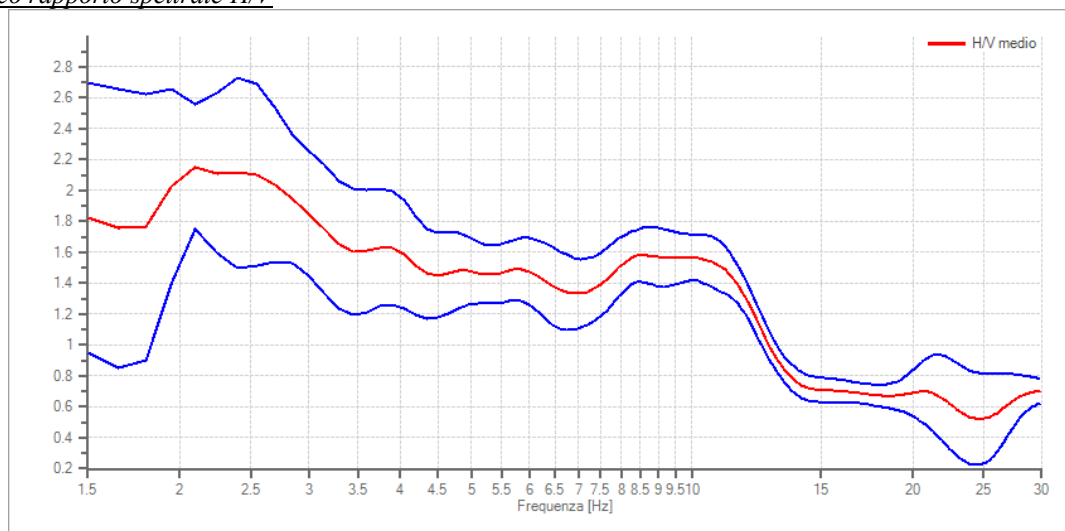
Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	30.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento:	10.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media geometrica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 2.10 Hz \pm 0.19 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



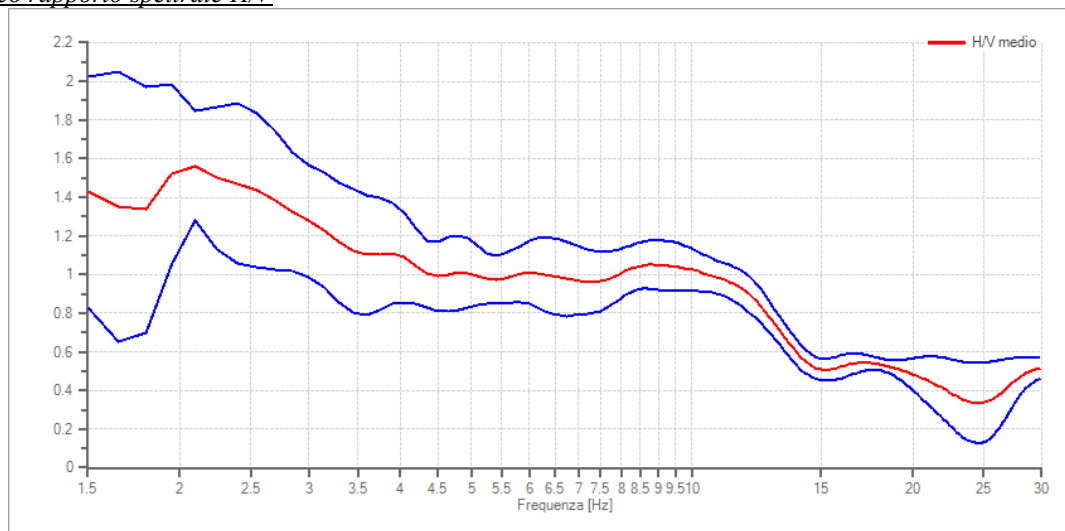
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 30.00 Hz
Frequenza minima: 0.50 Hz
Passo frequenze: 0.15 Hz
Tipo lisciamiento:: Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamiento: 10.00 %
Tipo di somma direzionale: Nessuna (**Direzione NS**)

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 2.10 Hz ± 0.18 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



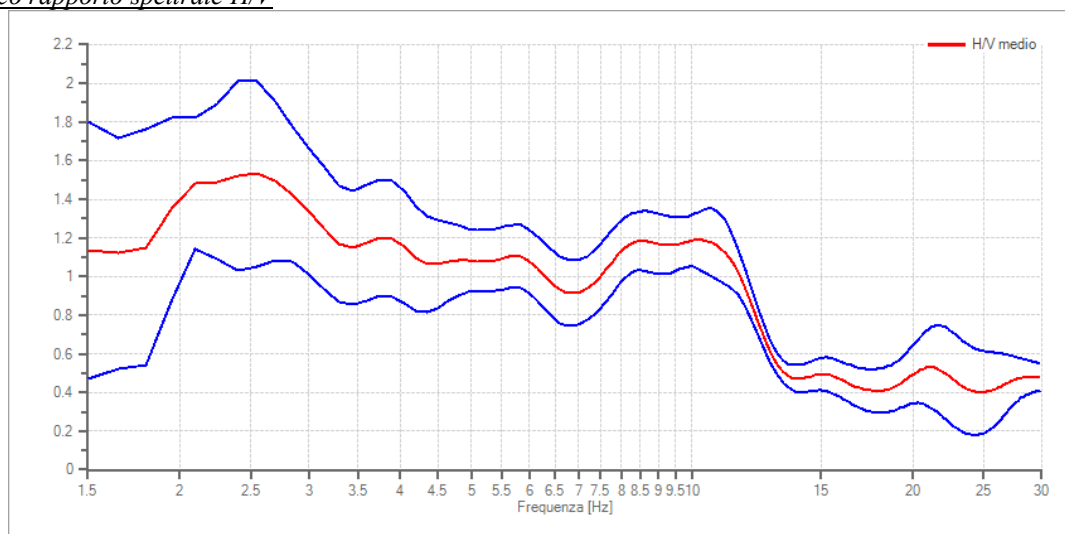
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 30.00 Hz
Frequenza minima: 0.50 Hz
Passo frequenze: 0.15 Hz
Tipo lisciamiento:: Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamiento: 10.00 %
Tipo di somma direzionale: Nessuna (**Direzione EO**)

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 2.55 Hz ± 0.31 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



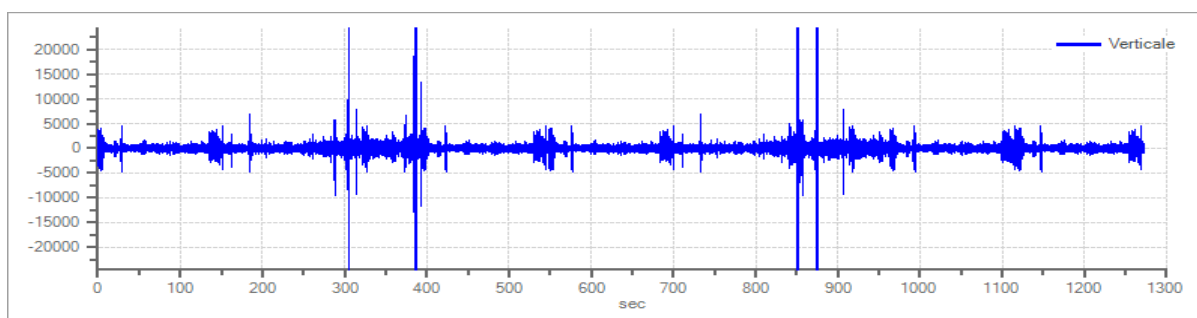
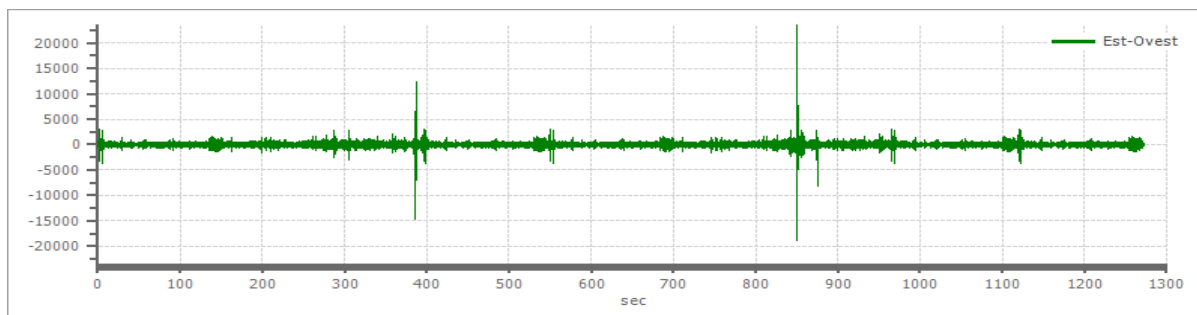
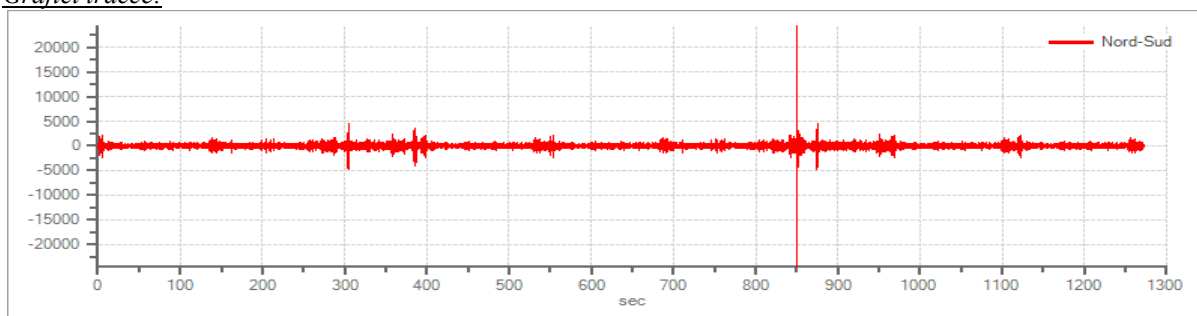
INDAGINE SISMICA HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO (HVSRO3) – PIANO TERRA ESTERNO

Tracce in Input

Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3
Durata registrazione: 1272 s
Frequenza di campionamento: 300.00 Hz
Numero campioni: 381600
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

Grafici tracce:



Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

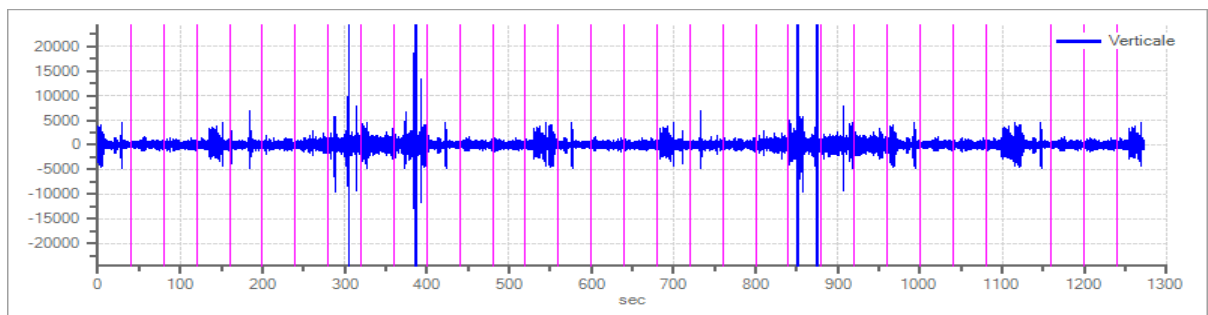
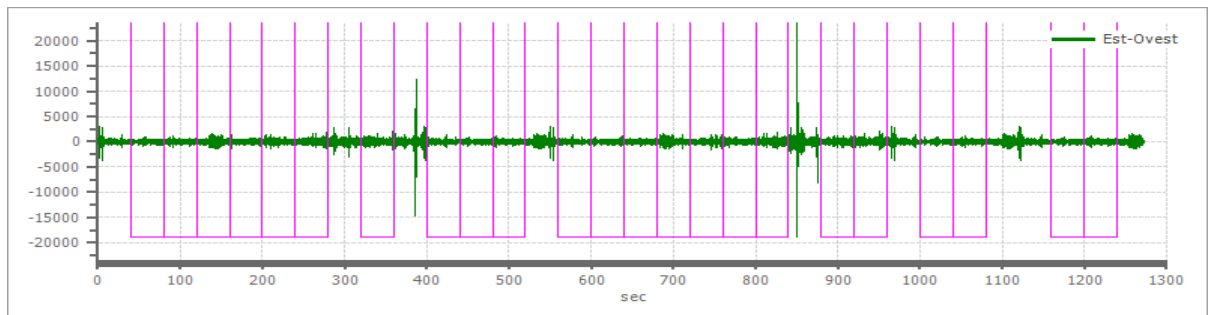
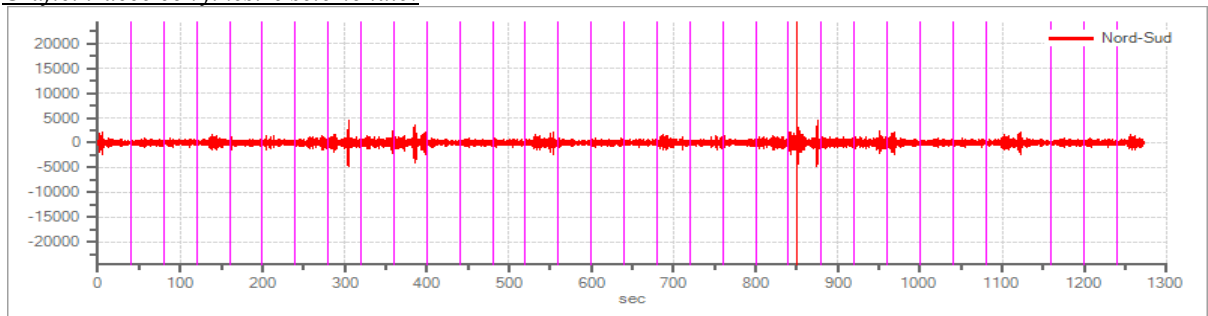
Numero totale finestre selezionate: 23
Numero finestre incluse nel calcolo: 23
Dimensione temporale finestre: 40.000 s
Tipo di lisciamiento: Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamiento: 20.00 %
Coefficiente di banda: 15.00

Tabella finestre:

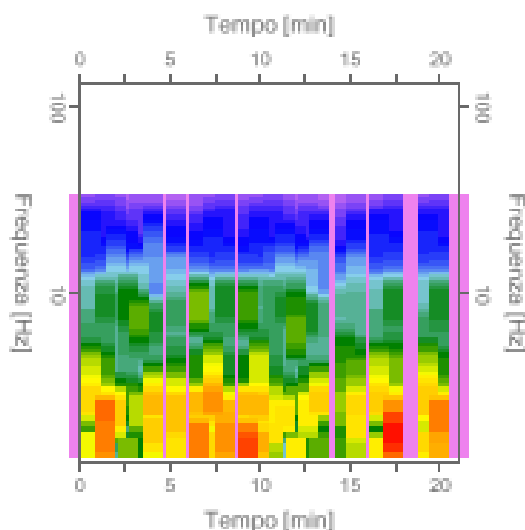
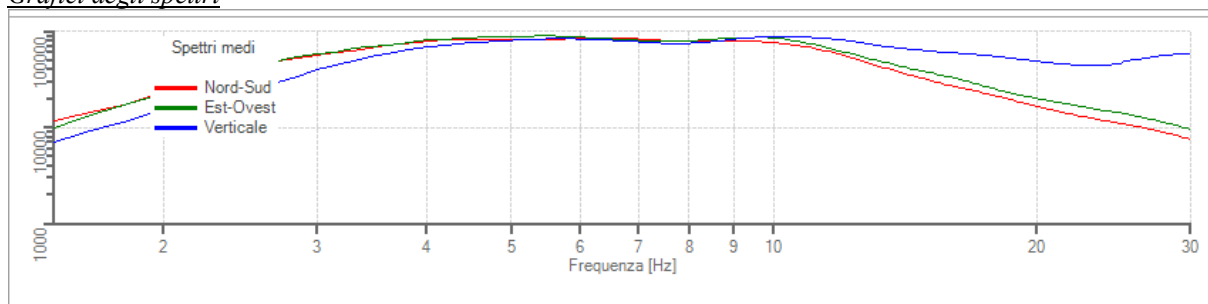
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	40	80	Inclusa
2	80	120	Inclusa
3	120	160	Inclusa

4	160	200	Inclusa
5	200	240	Inclusa
6	240	280	Inclusa
7	320	360	Inclusa
8	400	440	Inclusa
9	440	480	Inclusa
10	480	520	Inclusa
11	560	600	Inclusa
12	600	640	Inclusa
13	640	680	Inclusa
14	680	720	Inclusa
15	720	760	Inclusa
16	760	800	Inclusa
17	800	840	Inclusa
18	880	920	Inclusa
19	920	960	Inclusa
20	1000	1040	Inclusa
21	1040	1080	Inclusa
22	1160	1200	Inclusa
23	1200	1240	Inclusa

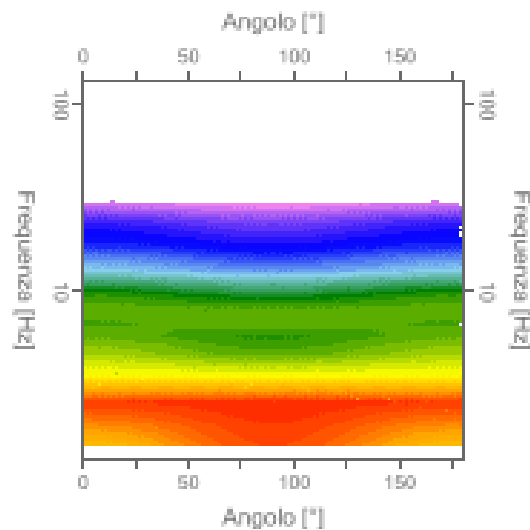
Grafici tracce con finestre selezionate:



Grafici degli spettri



Mapa della stazionarietà degli spettri



Mapa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

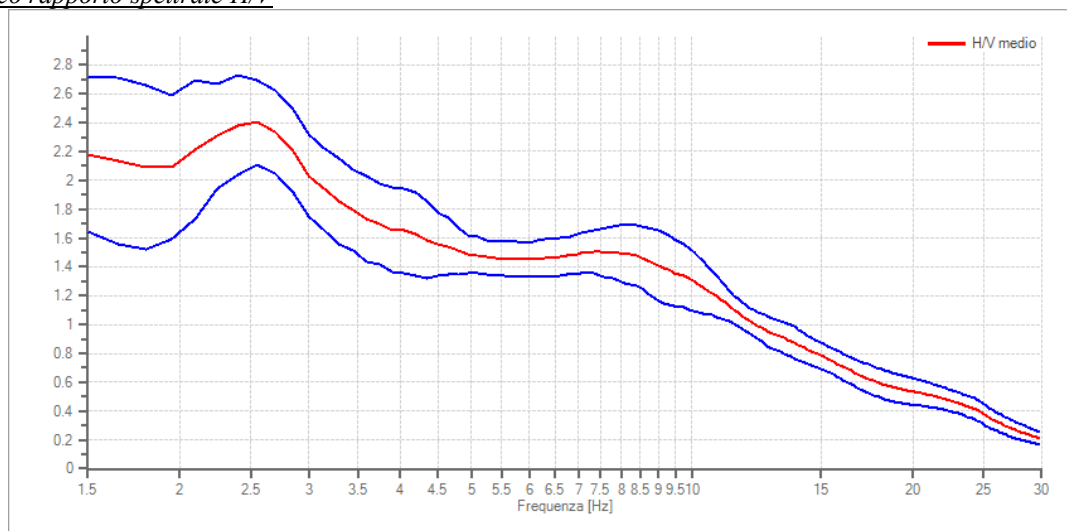
Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	30.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento:	10.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media geometrica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 2.55 Hz \pm 0.12 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V

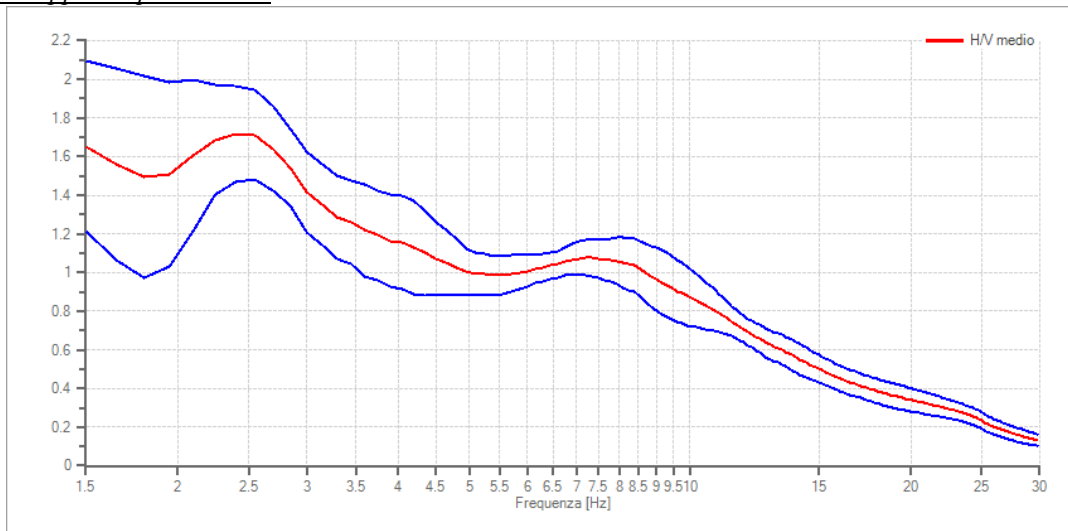
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 30.00 Hz
Frequenza minima: 0.50 Hz
Passo frequenze: 0.15 Hz
Tipo lisciamento:: Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento: 10.00 %
Tipo di somma direzionale: Nessuna (**Direzione NS**)

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 2.40 Hz ± 0.14 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V

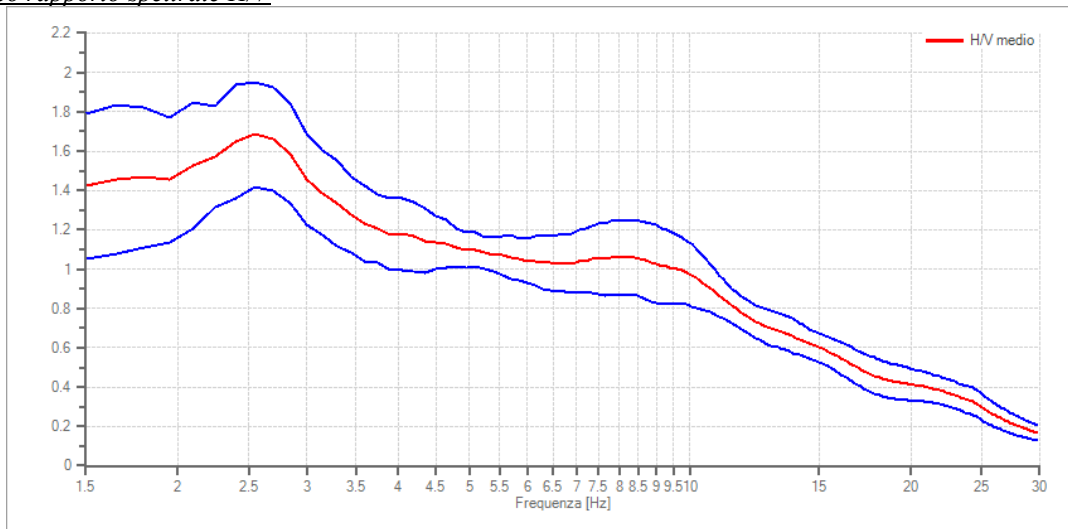
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 30.00 Hz
Frequenza minima: 0.50 Hz
Passo frequenze: 0.15 Hz
Tipo lisciamento:: Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento: 10.00 %
Tipo di somma direzionale: Nessuna (**Direzione EO**)

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 2.55 Hz ± 0.16 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



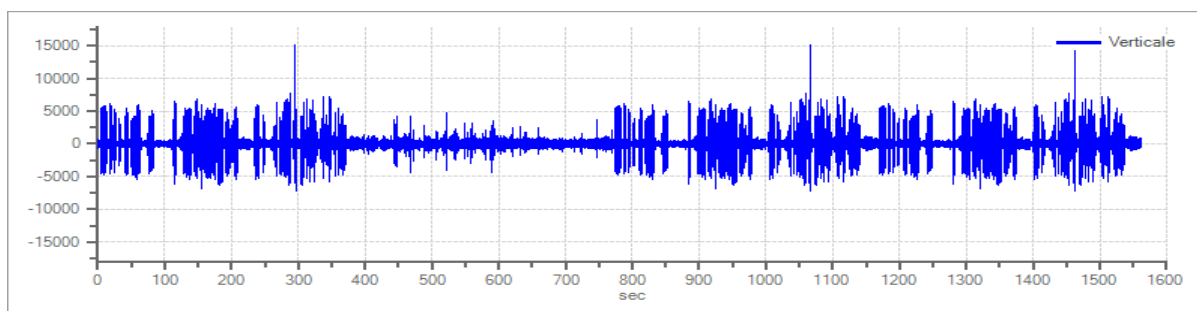
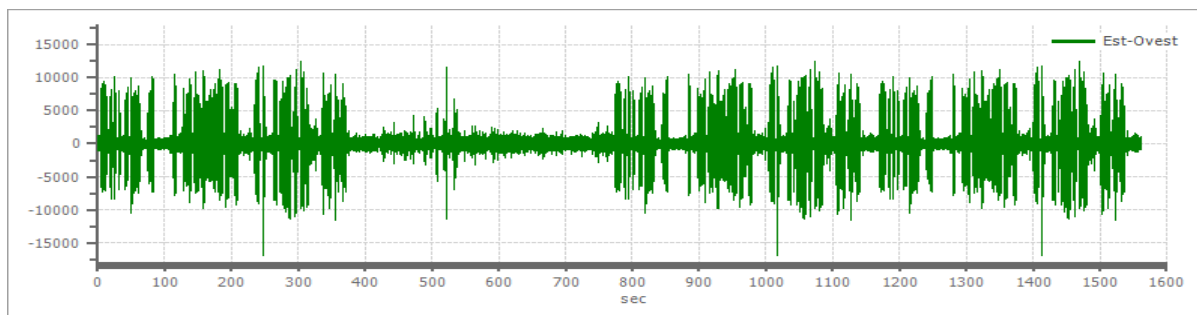
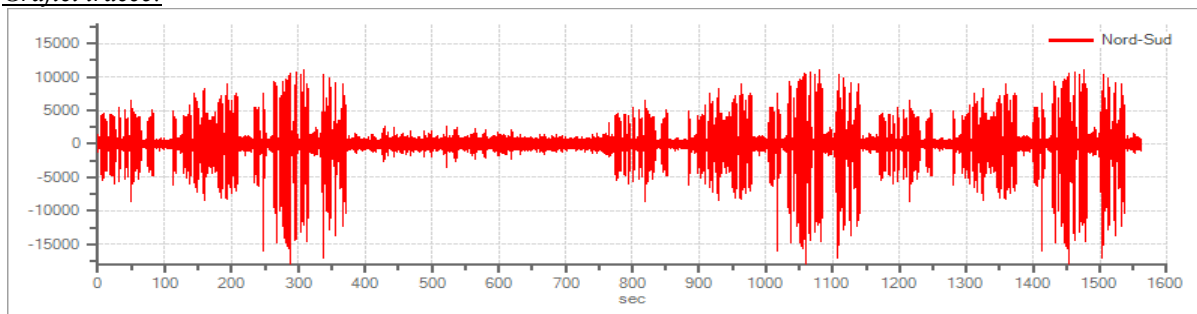
INDAGINE SISMICA HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO (HVS04) – PIANO PRIMO INTERNO

Tracce in Input

Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3
Durata registrazione: 1562 s
Frequenza di campionamento: 300.00 Hz
Numero campioni: 468600
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

Grafici tracce:



Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

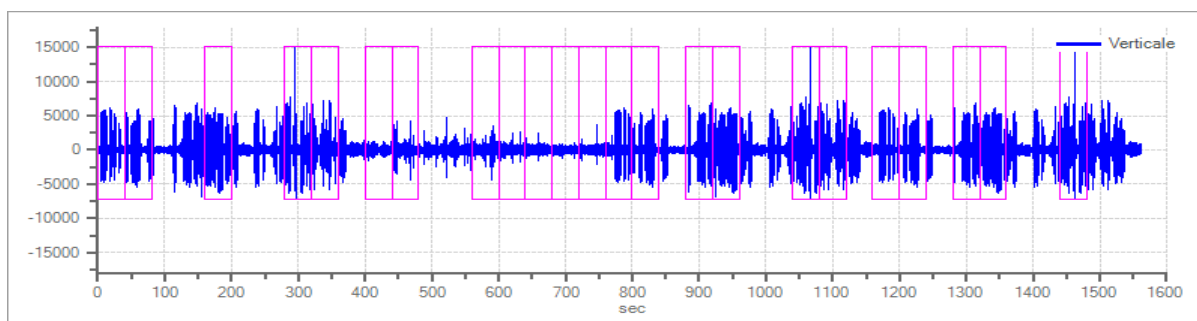
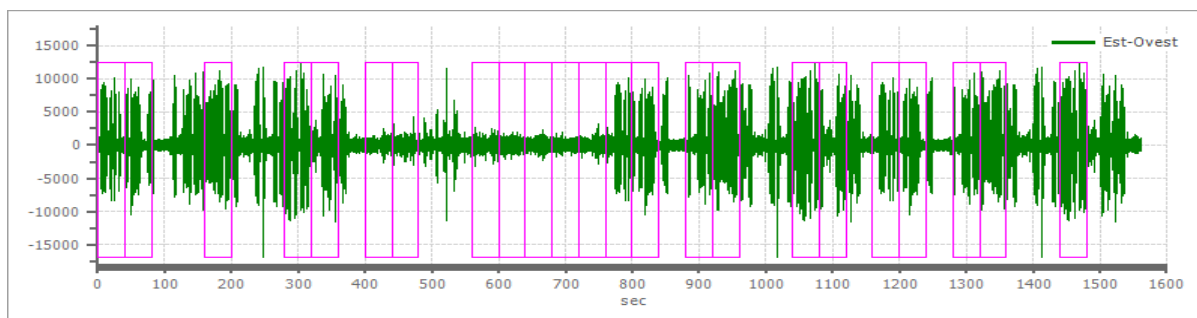
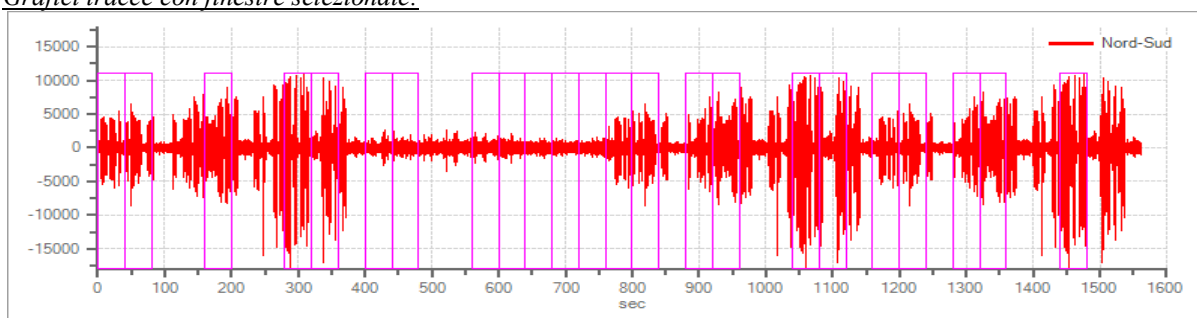
Numero totale finestre selezionate: 23
Numero finestre incluse nel calcolo: 23
Dimensione temporale finestre: 40.000 s
Tipo di lisciamento: Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento: 20.00 %
Coefficiente di banda: 15.00

Tabella finestre:

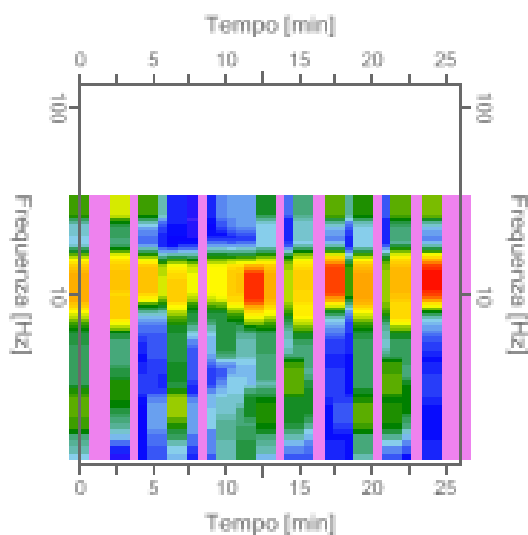
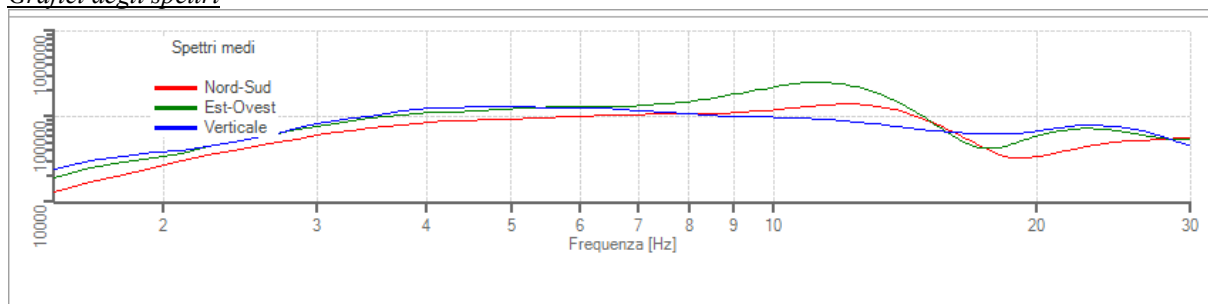
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	40	Inclusa
2	40	80	Esclusa
3	160	200	Inclusa

4	280	320	Inclusa
5	320	360	Inclusa
6	400	440	Inclusa
7	440	480	Inclusa
8	560	600	Inclusa
9	600	640	Inclusa
10	640	680	Inclusa
11	680	720	Inclusa
12	720	760	Inclusa
13	760	800	Inclusa
14	800	840	Esclusa
15	880	920	Inclusa
16	920	960	Inclusa
17	1040	1080	Inclusa
18	1080	1120	Inclusa
19	1160	1200	Inclusa
20	1200	1240	Esclusa
21	1280	1320	Inclusa
22	1320	1360	Inclusa
23	1440	1480	Inclusa

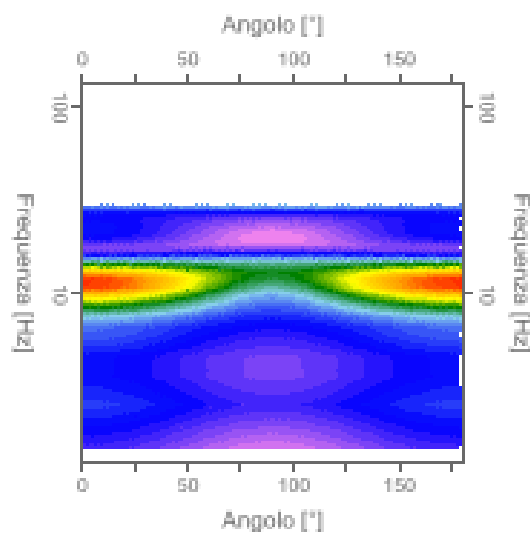
Grafici tracce con finestre selezionate:



Grafici degli spettri



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

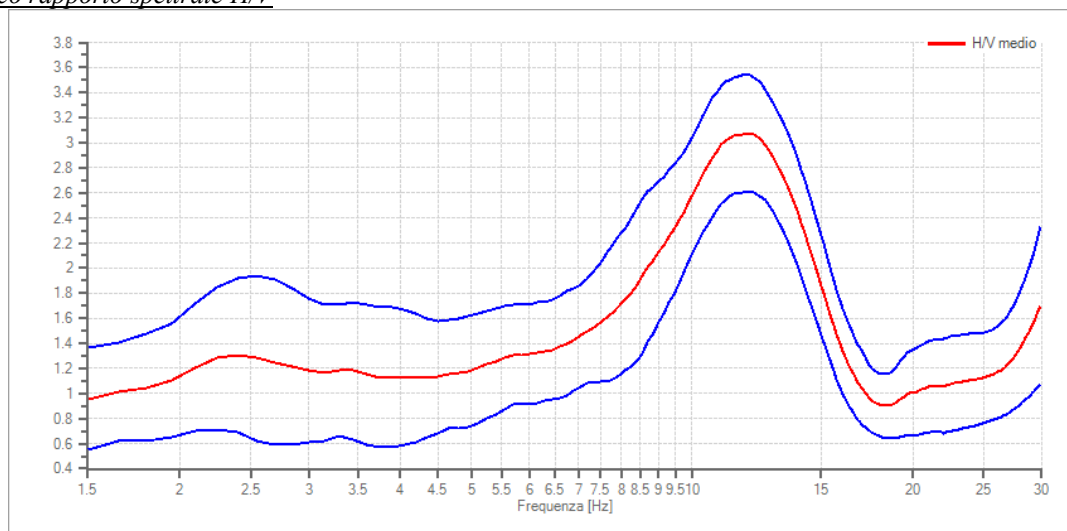
Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	30.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo liscio:	Konno & Ohmachi
Percentuale di liscio:	10.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media geometrica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 11.85 Hz \pm 0.15 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V

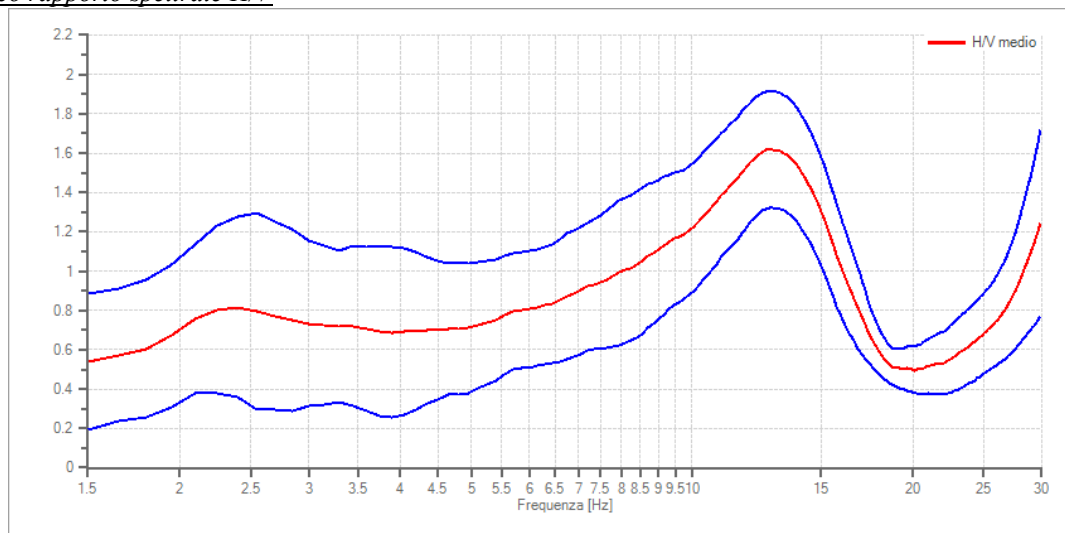
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 30.00 Hz
Frequenza minima: 0.50 Hz
Passo frequenze: 0.15 Hz
Tipo lisciamento: Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento: 10.00 %
Tipo di somma direzionale: Nessuna (**Direzione NS**)

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 12.90 Hz ± 0.18 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V

Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 30.00 Hz
Frequenza minima: 0.50 Hz
Passo frequenze: 0.15 Hz
Tipo lisciamento: Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento: 10.00 %
Tipo di somma direzionale: Nessuna (**Direzione EO**)

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 11.40 Hz ± 0.17 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V

