



CONSORZIO GENERALE DI BONIFICA DEL BACINO INFERIORE DEL VOLTURNO

VIA ROMA, 80 - CASERTA

“Comprensorio irriguo in sx Regi Lagni -Lavori di costruzione della rete di adduzione primaria, secondaria e terziaria per il completamento dell’impianto irriguo in sinistra Regi Lagni”

PROGETTO ESECUTIVO I Lotto 2° Stralcio ~ Sub Comprensorio Alto II Lotto ~ Sub Comprensorio Medio

ALLEGATO G	Relazione Sismica
-----------------------	-------------------

IL PROGETTISTA: Dott.Ing. Massimiliano Capezzuto	IL R.U.P.: Dott.Ing. Camillo Mastracchio
IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE: Geom. Giuseppe Conte Geom. Francesco Piccirillo P.I. Antonio D’Aiello	

Rev.	Data		Cod.
0	Novembre 2014	Emissione	P.E. 05-2014

Comune di
GIUGLIANO IN CAMPANIA
provincia di Napoli

OGGETTO : **COMPENSORIO IRRIGUO IN SINISTRA REGI LAGNI**
LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA RETE DI ADDUZIONE
PRIMARIA, SECONDARIA E TERZIARIA PER IL COMPLETAMENTO
DELL'IMPIANTO IRRIGUO IN SINISTRA REGI LAGNI
I LOTTO, 2° STRALCIO SUB COMPENSORIO ALTO II LOTTO, SUB COMPENSORIO MEDIO
REALIZZAZIONE SOTTOPASSI STRADALI E FERROVIARI

	Contenuto :	data :
RELAZIONE	SISMICA	Gennaio 2015

COMMITTENTE: *Consorzio di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno*



Comune di
GIUGLIANO IN CAMPANIA
provincia di Napoli

OGGETTO :

COMPENSORIO IRRIGUO IN SINISTRA REGI LAGNI
LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA RETE DI ADDUZIONE
PRIMARIA, SECONDARIA E TERZIARIA PER IL COMPLETAMENTO
DELL'IMPIANTO IRRIGUO IN SINISTRA REGI LAGNI
I LOTTO, 2° STRALCIO SUB COMPENSORIO ALTO II LOTTO, SUB COMPENSORIO MEDIO
REALIZZAZIONE SOTTOPASSI STRADALI E FERROVIARI

	<i>Contenuto :</i>	<i>data :</i>
RELAZIONE	SISMICA	<i>Gennaio 2015</i>

COMMITTENTE: *Consorzio di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno*

**GEOLOGO****O. R. G. n° 1147**

PROGRAMMA DI INDAGINE

Il programma delle indagini geofisico eseguito è stato indirizzato alla definizione della categoria di sottosuolo così come prescrive la normativa vigente. Per tale motivazione si sono scelte tipologie di indagine che permettessero tali definizioni.

Il quadro complessivo delle indagini può essere così riassunto in ordine temporale di esecuzione:

- *sismica di superficie metodo M.A.S.W. per la determinazione della categoria di sottosuolo in una postazione vicina all'area di realizzazione dei manufatti (vedi planimetria a margine).*
- **sono stati eseguiti numero TRE stendimenti MASW.**

DATI GENERALI

LAVORI DI REALIZZAZIONE DI MANUFATTI PER SOTTOPASSI STRADALI

COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno

Collocazione Prova (punto di stazione in WGS84)

PROVA MASW NUMERO UNO (punto iniziale stendimento)

Latitudine: 40,932930 N
Longitudine: 14,095885 E
quota: 50,00 metri sul livello del mare

PROVA MASW NUMERO DUE (punto iniziale stendimento)

Latitudine: 40,933605 N
Longitudine: 14,067565 E
quota: 36,00 metri sul livello del mare

PROVA MASW NUMERO TRE (punto iniziale stendimento)

Latitudine: 40,938805 N
Longitudine: 14,102945 E
quota: 52,00 metri sul livello del mare

CARATTERISTICHE SISMOGRAFO

Produttore : DMT Gmbh **Modello:** Summit II Compact
Venditore Autorizzato per l'Italia: Geostudi Astier s.r.l.
Convertitore A/D a tecnologia delta digma 24 bit canali: 24
geofoni: Geospace ad asse verticale da 4,5 hz


SOFTWARE

Produttore : ELIOSOFT
Venditore Autorizzato per l'Italia: Pasi s.r.l. Torino
Versione: ACCADEMY agg. 5.20 (apr. 2013)
Matricola: 4040

A corredo dello Studio Geologico per lo studio in oggetto, *come da incarico della committenza*, è stata eseguita una campagna d'indagine geofisica, a mezzo sismica di tipo attiva con misure di onde superficiali per come prescrivono: il D.M. 11/03/1988 ***“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce e successive modificazioni”***; la Circolare del Min. LL.PP. n.° 30483 del 24/09/88 (***L. 02/02/74 n.° 64, art. 1 D.M. 11/03/88***) ***“Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”***; l'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 e successive integrazioni e modificazioni ***“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”***; D.M. del 14/01/2008 ***“Norme tecniche per le costruzioni”***.

STRUMENTAZIONE E TIPO DI ELABORAZIONE**DEI DATI PER SISMICA ATTIVA**

L'indagine attiva viene eseguita mediante l'utilizzo un sismografo DMT modello SUMMIT II. Il sismografo 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	DMT Summit II	
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		

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. La strumentazione è in grado di effettuare misure a rifrazione (onde P ed S). La sorgente sismica è costituita da una massa battente, mazza dal peso di 8 kg che funge contemporaneamente da starter poiché collegato a mezzo di trigger al sismografo, che batte su una piastra metallica.

INDAGINE SISMICA ATTIVA SUPERFICIALE

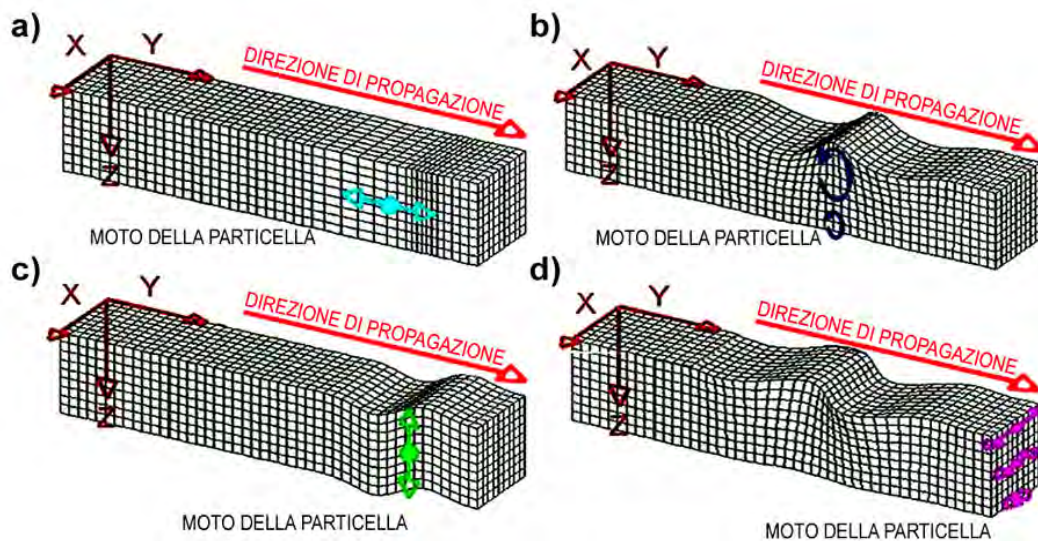
PRINCIPI DEL METODO, TECNICHE DI PROSPEZIONE, STRUMENTAZIONE ELABORAZIONE DEI DATI, PARAMETRI ELASTODINAMICI RILEVABILI

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) figura, 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.



Rappresentazione grafica delle direzioni di oscillazione delle particelle che costituiscono il mezzo nel caso della propagazione di **a) Onde longitudinali P** (direzione di oscillazione coincidente con quella di propagazione dell'onda); **c) Onde di taglio S** (direzione di oscillazione perpendicolare alla direzione di propagazione dell'onda); **b) Onde di Raleigh 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 *sismo-strati* 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 $\gamma < 10^{-6}$)

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA FASI ESECUZIONE PROVE
UBICAZIONE PROVE GEOFISICHE REALIZZATE
PUNTO PROVA MASW NUMERO UNO

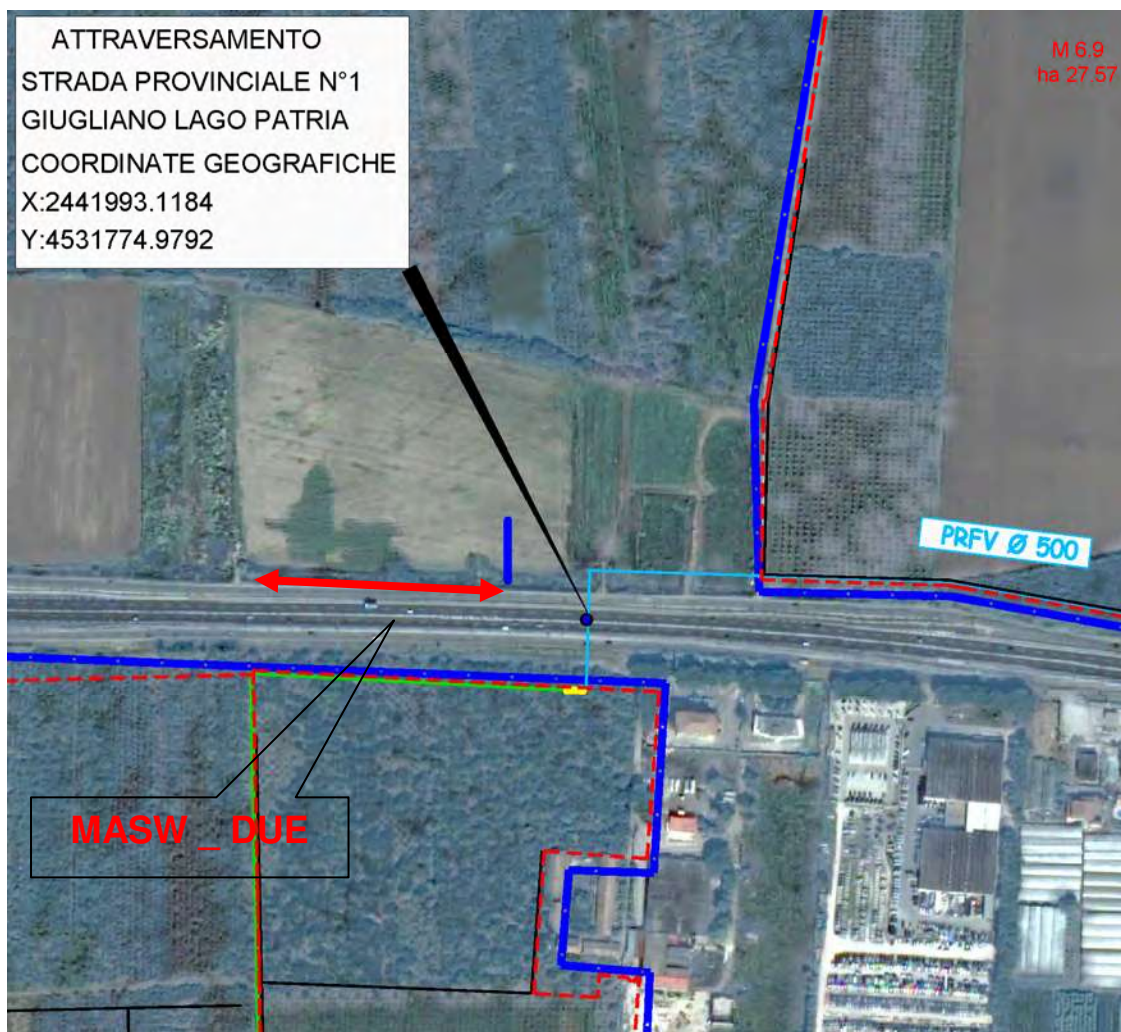


Profilo sismico MASW _ UNO



**Sismografo utilizzato
(DMT mod. Summit II)**

PUNTO PROVA MASW NUMERO DUE

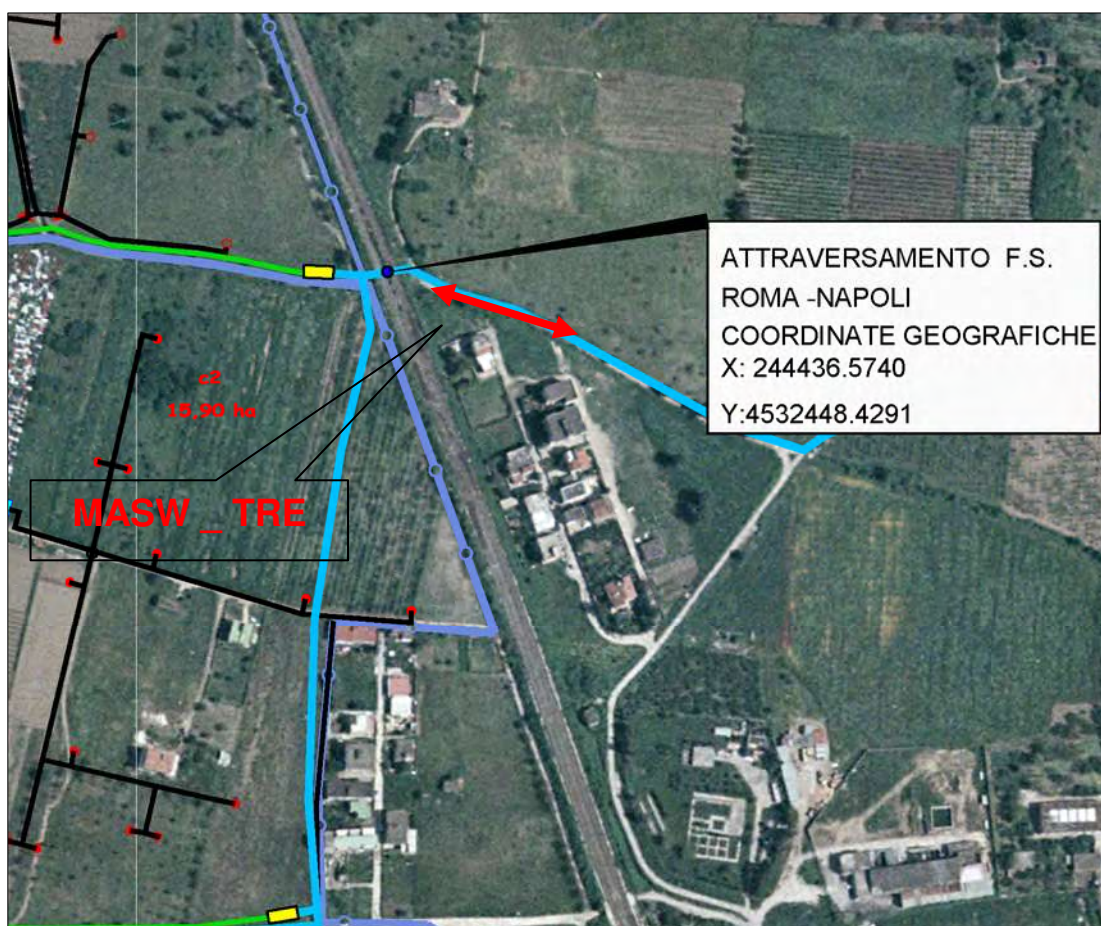


Profilo sismico MASW _ DUE



**Sismografo utilizzato
(DMT mod. Summit II)**

PUNTO PROVA MASW NUMERO TRE



Profilo sismico MASW _ TRE



**Sismografo utilizzato
(DMT mod. Summit II)**

CENNI TEORICI MASW

Il rilievo geofisico MASW (multichannel analysis of surface waves) è utilizzato per la determinazione dei profili verticali della velocità delle onde di taglio (V_s) tramite inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh effettuata con algoritmi genetici. Trattasi di una tecnica non invasiva, veloce e pratica. Osservando il segnale che si propaga nel suolo a seguito di una energizzazione si può notare che la quasi totalità dell'energia si propaga tramite onde S.

Recenti studi hanno consentito di creare un modello matematico per trattare le onde S, cercando di godere del vantaggio della elevata energia associata a questo tipo di propagazione.

L'analisi delle onde S mediante tecnica MASW viene eseguita mediante la trattazione spettrale del sismogramma, cioè a seguito di una trasformata di Fourier, che restituisce lo spettro del segnale. In questo dominio, detto dominio trasformato, viene separato il segnale relativo alle onde S da altri tipi di segnale, come onde P, propagazione in aria. L'osservazione dello spettro consente di notare che l'onda S si propaga a velocità variabile a seconda della frequenza dell'onda stessa, questo fenomeno è detto dispersione, ed è caratteristico di questo tipo di onde.

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 deve essere considerata una interpretazione, e per questo il software di analisi WIN-MASW utilizzato consente di modificare anche manualmente (o attraverso modellazione manuale) la curva di dispersione. In tal modo la curva di dispersione sperimentale è confrontata con quella relativa ad un modello sintetico che è 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 fase di interpretazione è comunemente detta fase di inversione. Le fasi di interpretazione sono state rigorosamente controllate dal tecnico elaboratore, 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.

L'ARRAY DEI GEOFONI

Data la necessità di analizzare con elevato dettaglio le basse frequenze (tipicamente anche al di sotto dei 20 Hz), sono stati utilizzati geofoni (ad asse verticale) Geospace GSD11 da 4.5Hz. L'acquisizione è stata eseguita con un array

lineare di quarantotto metri, con i geofoni collocati su una linea retta, ad una interdistanza di metri due l'uno dall'altro, posizionati, dove necessario, su idonei supporti per asfalto. È il caso di precisare che la teoria da cui nasce la metodologia MASW impone che il sito investigato non abbia variazione stratigrafica lungo l'array, infatti, durante la fase di inversione, il modello del terreno è a strati piani e paralleli (di estensione infinita).

Questo tipicamente segna un limite pratico alla lunghezza dell'array (e quindi anche alla profondità di indagine). E' infatti assolutamente controproducente imporre l'uso di array esageratamente lunghi se per far questo, a causa della eventuale stratigrafia variabile, i ricevitori collocati nella prima parte dell'array danno informazioni discordanti con quelle ottenute dall'ultima parte dell'array, che sono quindi da considerarsi inutili ed inoltre fonte di un cospicuo segnale di disturbo.

LA SORGENTE - LE RIPETIZIONI – IL POSIZIONAMENTO

Data la necessità di dover raccogliere un segnale relativamente pulito da rumori ambientali, le energizzazioni dovrebbero essere eseguite usando potenze elevate rispetto al rumore di fondo. Questo tipicamente non è così semplice da realizzare. Nell'eseguire le singole energizzazioni si sono attesi momenti di relativo silenzio (transito assente di autoveicoli).

Per assicurare la corretta interpretazione del dato in fase di elaborazione l'energizzazione è stata più volte ripetuta, sommando successivamente i segnali ottenuti in modo aritmetico, ottenendo così un aumento del rapporto segnale-rumore. Nel caso specifico sono state eseguite tre ripetizioni + altre tre, invertendo la posizione della sorgente che è stata posizionata esternamente all'array, in asse con esso, sia da un lato che dall'altro, ad una distanza dal primo geofono di metri quattro e cinque (distanza disponibile). Avendo un array di lunghezza limitata, ben si è prestato allo scopo una banale mazza munita di un peso di otto kologrammi.

Principali caratteristiche del software sono:

Analisi di sezioni bidimensionali del terreno su dati raccolti mediante acquisizioni multiple, ottenute tramite la traslazione dell'array dei ricevitori.

Interfaccia grafica studiata per rendere semplice l'uso degli strumenti disponibili, come:

- L'impostazione dei parametri che definiscono il modello sintetico per l'inversione del modello del terreno in modalità interattiva.
- Picking dello spettro per l'estrazione della curva di dispersione.
- Editing della curva di dispersione sperimentale.
- Algoritmi di calcolo completi, veloci ed efficienti:
- calcolo spettro FK, FV, FX.
- molteplici finestre di windowing (boxcar, hamming, hanning, blackman,...).
- parametrizzazione del modello sintetico del terreno in strati.
- controllo dei principali parametri dell'inversione (numero massimo delle iterazioni, tolleranza sui parametri, quantificazione del disturbo).

- Esportazione delle immagini nei più comuni formati grafici.
- Editing della curva di dispersione sperimentale.

L'elaborazione dei dati di campagna si compone delle seguenti fasi:

Pre-processing, per:

A - Pulizia da fenomeni di disturbo sul segnale utile, dovuto a sorgenti ambientali non controllabili.

B - Assemblaggio di array virtuali, per ovviare alla limitazione del numero di geofoni disponibili in campagna.

C - Analisi spettrale, mediante FFT, del sismogramma ottenuto, condotta mediante l'utilizzo di vari parametri matematici, che consentono di adattarsi alle esigenze dell'utente.

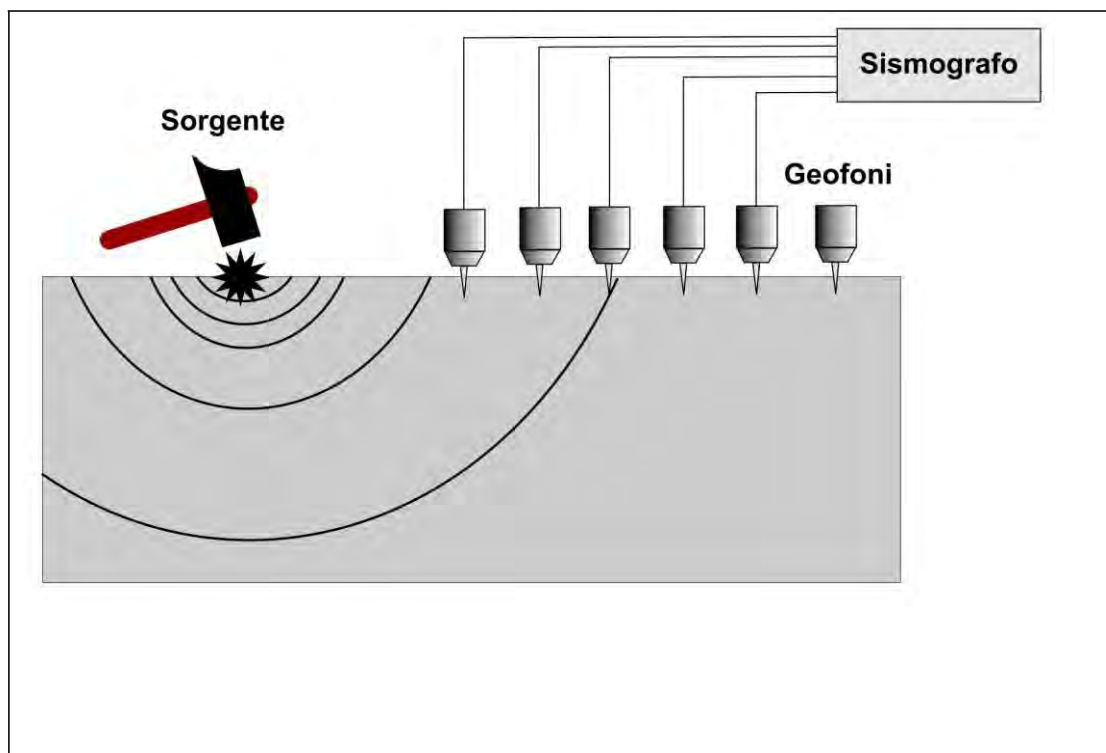
D - Estrazione (manuale od automatica) della curva di dispersione sperimentale, e sua visualizzazione nel dominio della frequenza o della lunghezza d'onda.

E - Generazione di una curva di dispersione, basata su modello sintetico del terreno, mediante la caratterizzazione, per ciascuno strato, dello spessore dello strato stesso, della velocità delle onde S, della velocità delle onde P, della densità del terreno. Inversione del modello sintetico in modalità interattiva o automatica (inversione basata sulle velocità delle onde S o sugli spessori degli strati).

F - A seguito della interpretazione eseguita viene fornito anche il valore della Vs30 del sito, consentendone la classificazione secondo le normative tecniche, attualmente in corso, in materia di progettazione antisismica.

Acquisizione di dati per analisi MASW

Acquisire dati per indagini MASW non è troppo diverso rispetto un'acquisizione per studi a rifrazione (o riflessione). E' sufficiente effettuare uno stendimento di geofoni (i normali geofoni a componente verticale se desideriamo analizzare le onde di Rayleigh o quelli a componente orizzontale per le onde di Love) allineati con la sorgente (vedi figura) ed utilizzare una sorgente ad impatto verticale (martello) per generare onde di Rayleigh o una "di taglio" per quelle di Love (i dati di acquisizione della prova eseguita in sito, sono riportati in tabella successiva).



Stendimento sismico.

Nel caso si utilizzi una sorgente ad impatto verticale (la classica martellata) e geofoni a componente verticale, si acquisiranno dati utili all'analisi delle onde di Rayleigh. Nel caso si utilizzino invece geofoni a componente orizzontale (con asse perpendicolare allo stendimento) e sorgente "di taglio", si otterrà un dataset utile all'analisi delle onde di Love.

	Su copertura sedimentaria
Distanza tra geofoni (m)	2,00 metri
Lunghezza totale stendimento	50,00 metri
Distanza sorgente-primo geofono (m)	1° offset = 2,00 metri
Geofoni per le Rayleigh orizzontali	Comuni geofoni a componente orizzontale
Frequenza	4,50 Hz
Tempo di registrazione (s)	2 secondi
Numero di geofoni	24
dt (intervallo di campionamento)	0.00025 s (0.25 ms, 0.25 millisecondi)
Raccomandazioni	Nessun AGC (Automatic Gain Control) Nessun filtro Stesso valore di guadagno per tutti i canali (evitando che le tracce vicine vadano in saturazione e, contemporaneamente, non perdendo segnale a quelle lontane)

Dati riassuntivi riguardo i parametri di acquisizione suggeriti per acquisizioni MASW su terreni sedimentari sciolti.

Materiale	Vs (m/s)
Suoli scadenti e torbe	60 – 130
Suoli compatti	130 – 350
Suoli molto compatti e ghiaie	350-600
Roccia tenera od alterata	600-1000
Roccia integra	> 1000

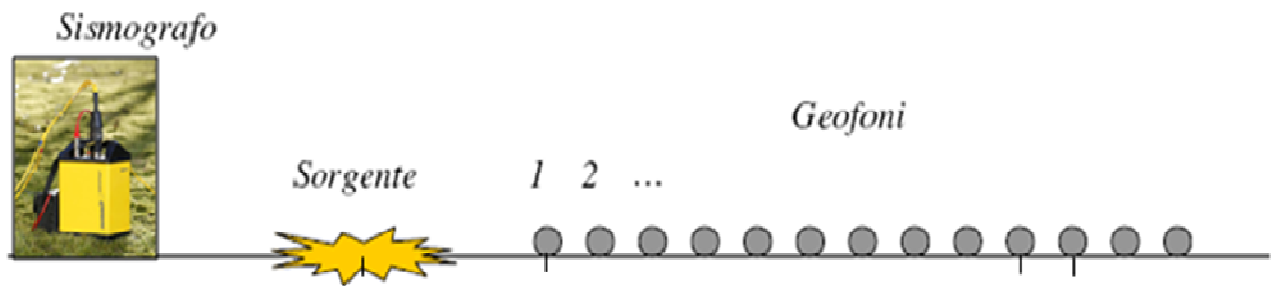
Valori indicativi della VS per alcuni materiali.



Sismografo DMT mod. Summit II



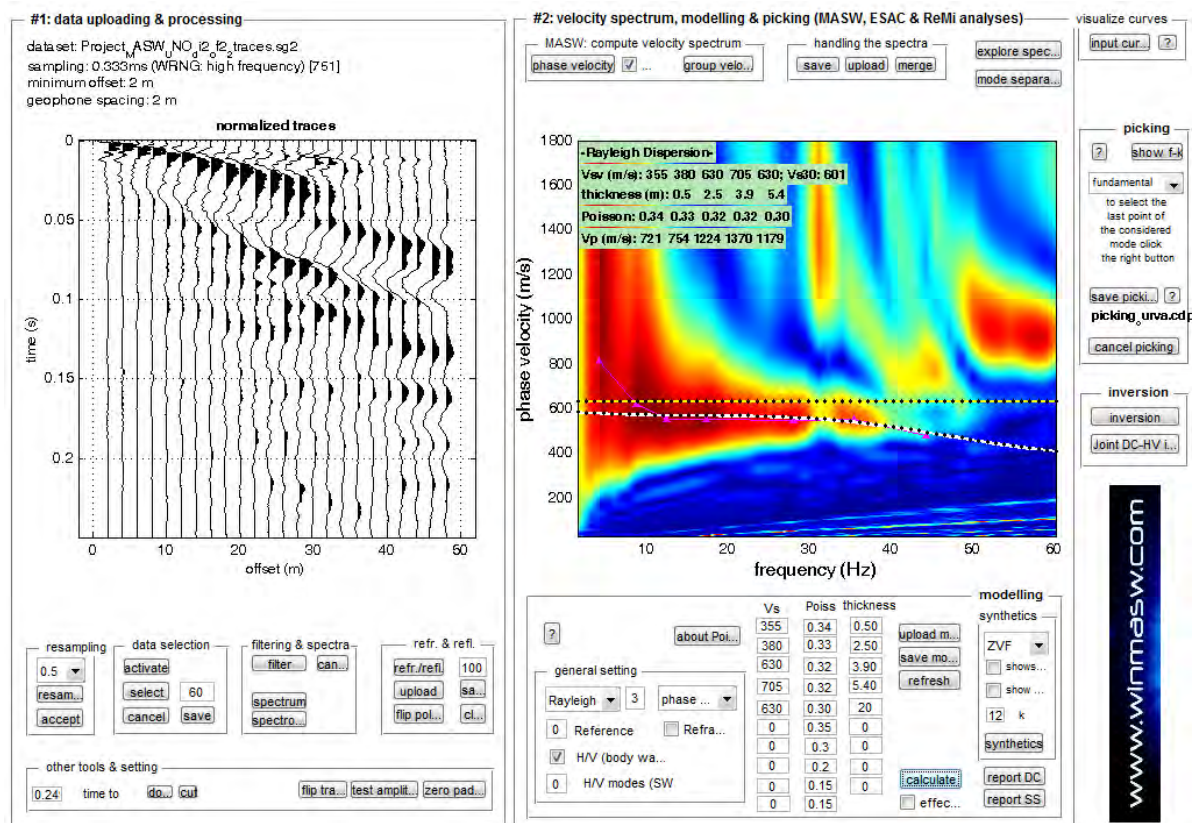
Geofono Geospace da 4,50 Hz utilizzato



Stendimento sismico

Elaborazione dati per analisi MASW _ UNO

Il profilo MASW indicante gli spessori dei litotipi e le velocità riscontrate nell'area esaminata è riportato a margine; si riportano di seguito i principali parametri sismici elaborati (software WIN-MASW).



Schermata di calcolo con sismogramma e spettro

dispersion curve or velocity spectrum — analysis

input file Rayleigh
phase ...

number of layers & constraints

option#1 option#2 (recommended)

2 number of ☒ small... reference model

☒ force search space ?

inversion (genetic) menu

80 individuals/models (min 8 - max 7000) ?

80 generations (min 8 - max 400) ?

☒ Vp & density optimization

velocity spectra inversion

ZVF (Ray: vert. source ...)

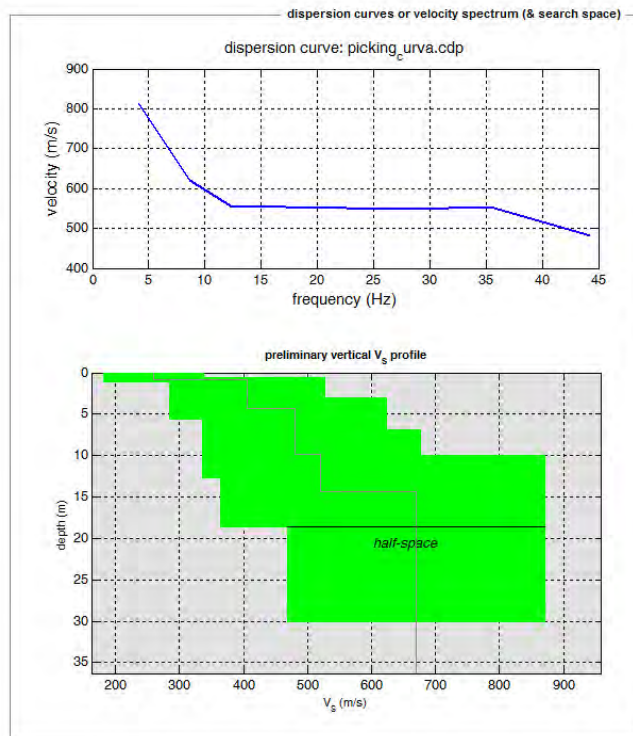
8 number of
12 K factor
25 variability (%) for K factor and

outputting

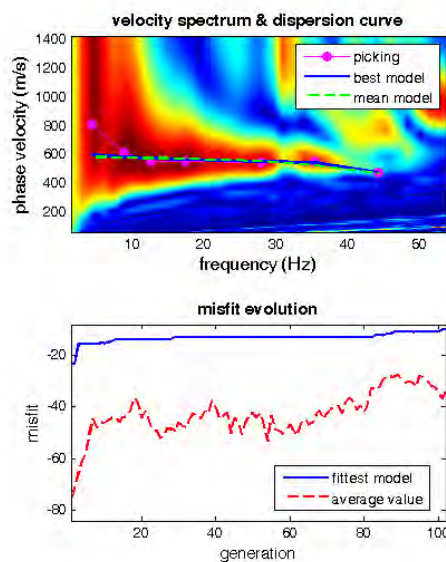
output folder

RUN

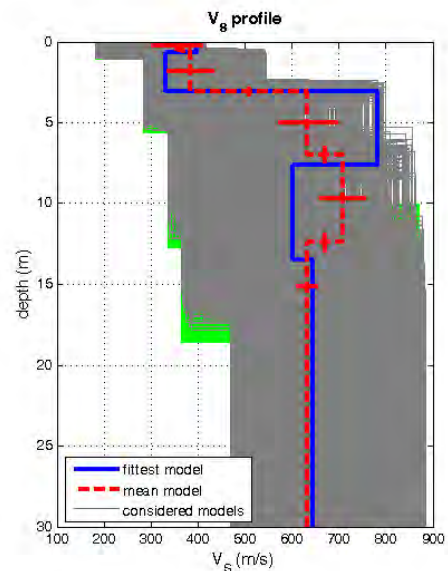
www.wlnmasw.com



migliore modello e modello medio dalla curva di dispersione



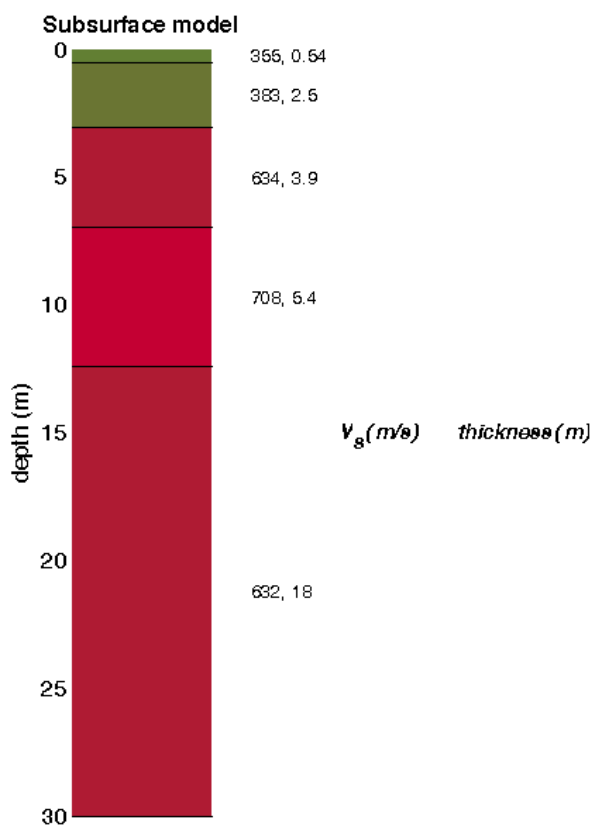
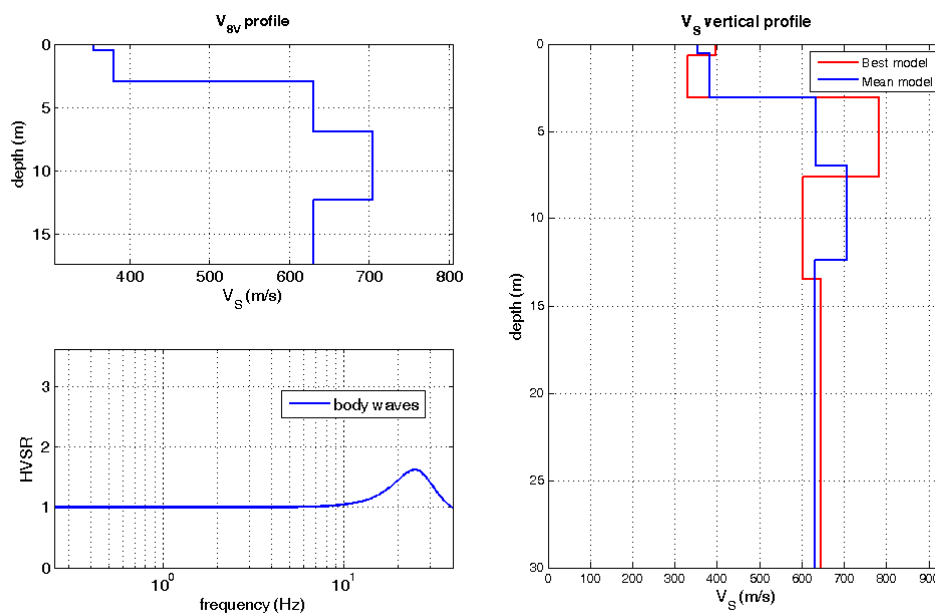
www.wlnmasw.com



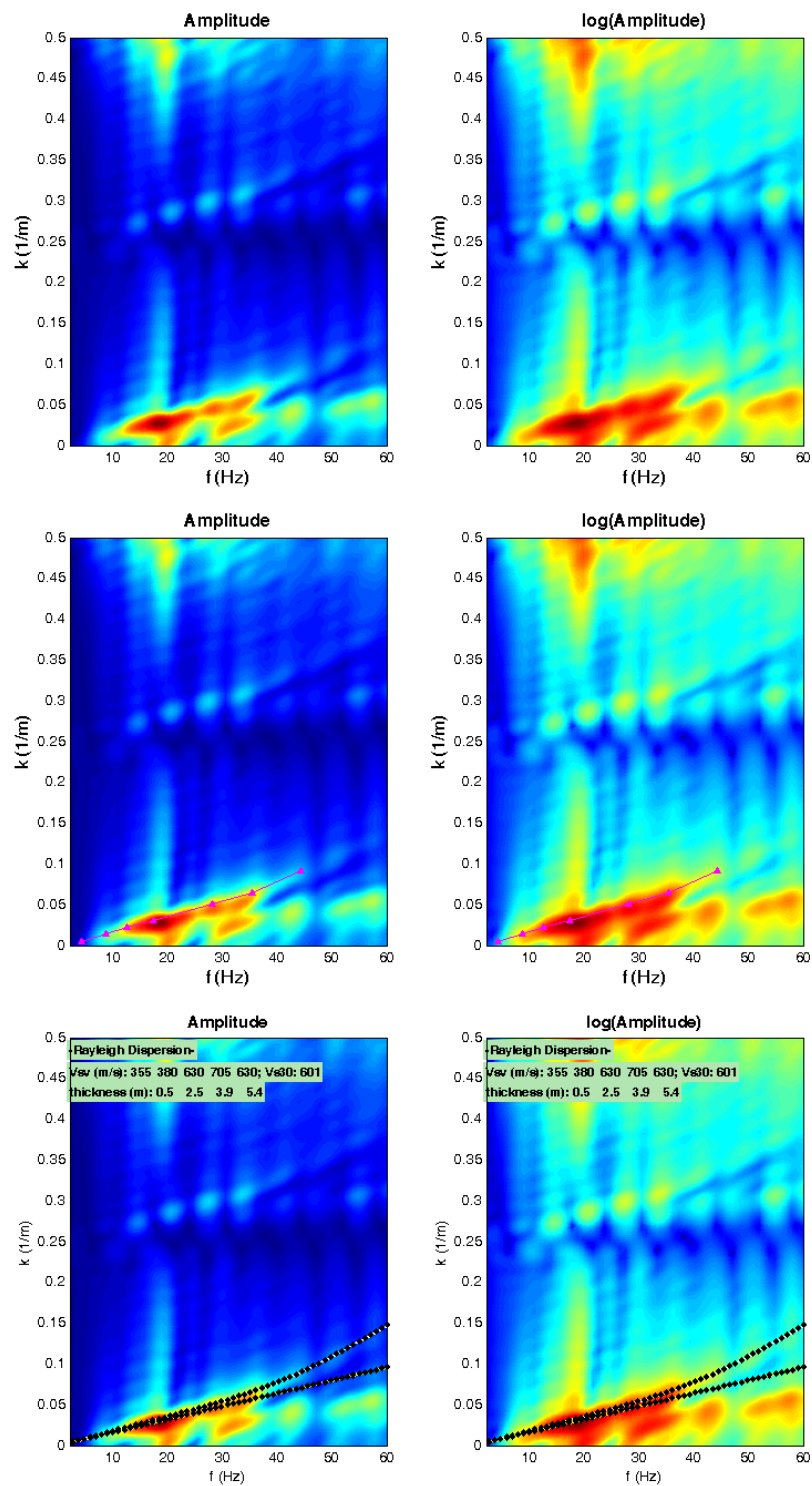
dataset: Project_MASW_NO_di2_f2_traces.sg2
 dispersion curve: picking_c_urva.cdp
 V_{s30} (best model): 599 m/s
 V_{s30} (mean model): 603 m/s

Schermata di calcolo con sismogramma e spettro

profilo del terreno e frequenza del terreno



modello del terreno
con velocità delle onde S e spessori



spettri di dispersione con picking della curva e modello migliore

Elaborazione Profilo Sismico MASW _ UNO

N. strati	Stratigrafia da	Bibliografia	X	Spessore (m.)	Profondità (m.)		Vs (m/sec)	Vp (m/sec)	Poisson %
		Sondaggio	X						
		Prova Penetrom.	X						
strato 1	Coltre di terreni superficiali			0,50	0,00	0,50	355	740	0,34
strato 2	Limi sabbiosi più o meno argillosi			2,50	0,50	3,00	380	750	0,33
strato 3	Limi sabbiosi più o meno argillosi			3,90	3,00	6,90	630	1200	0,33
strato 4	Limi sabbiosi più o meno argillosi			5,40	6,90	12,30	705	1350	0,32
strato 5	Tufo Grigio Campano / Cinerite			Semiconfinato	12,30	>35,00	630	1150	0,30
				Indagato ≈ 35	Indagata ≈ 35				

VALORE Vs 30 = 600 M/SEC

Per definire l'azione sismica di progetto, si valuta l'effetto della risposta sismica locale (RSL) (C7.11.3.1 NTC 2008) determinando la categoria di sottosuolo specifica del sito.

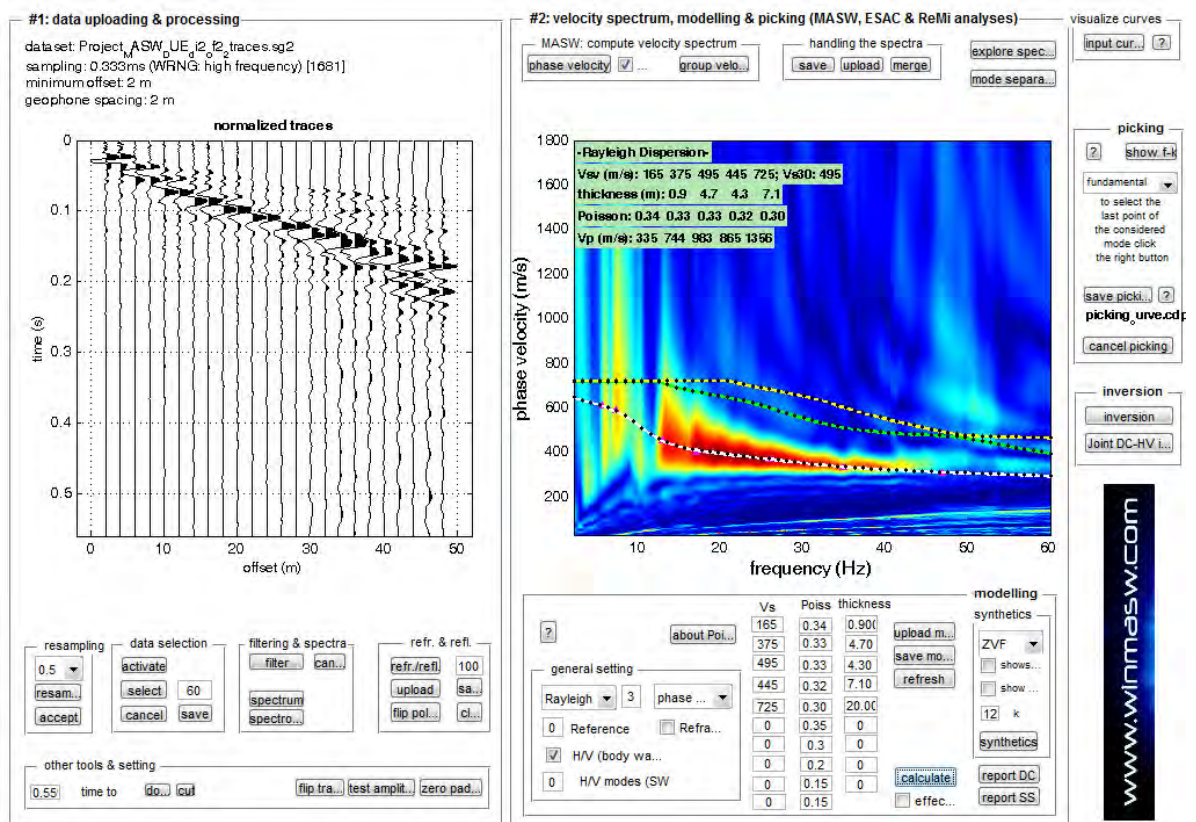
Individuazione categoria di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III) secondo: Vs30

Categoria suolo tipo: B

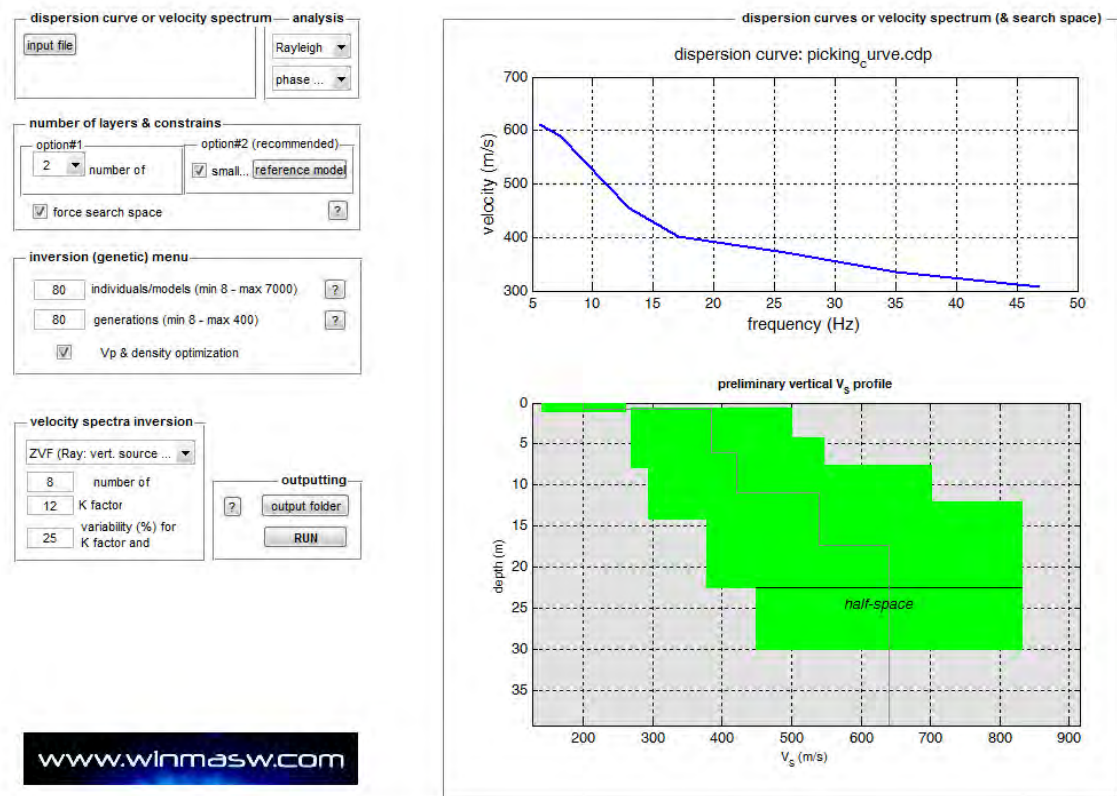
B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

Elaborazione dati per analisi MASW _ DUE

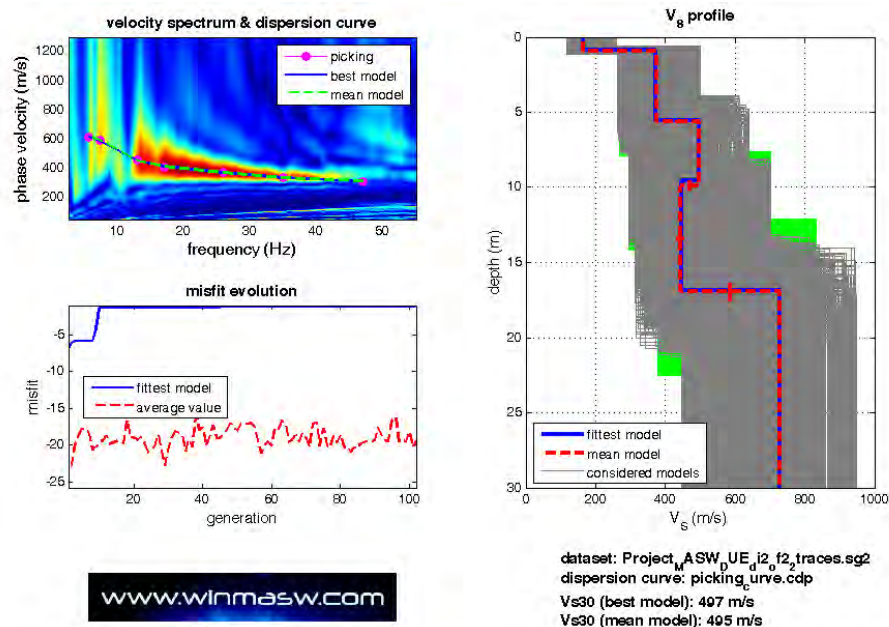
Il profilo MASW indicante gli spessori dei litotipi e le velocità riscontrate nell'area esaminata è riportato a margine; si riportano di seguito i principali parametri sismici elaborati (software WIN-MASW).



Schermata di calcolo con sismogramma e spettro

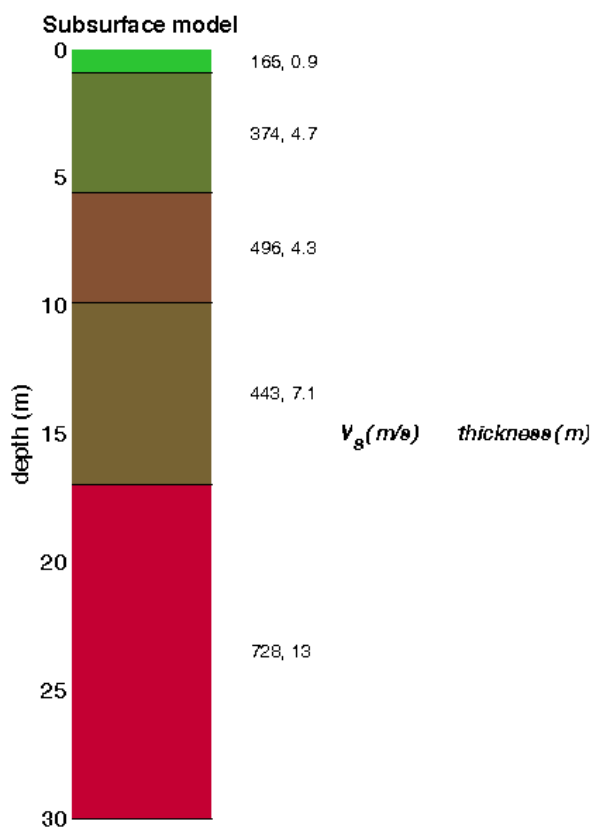
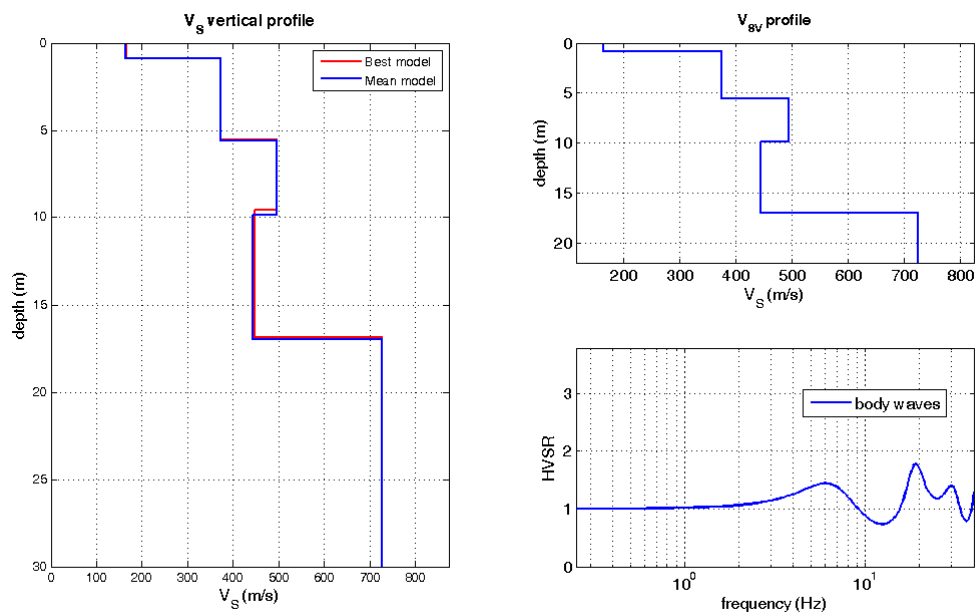


migliore modello e modello medio dalla curva di dispersione

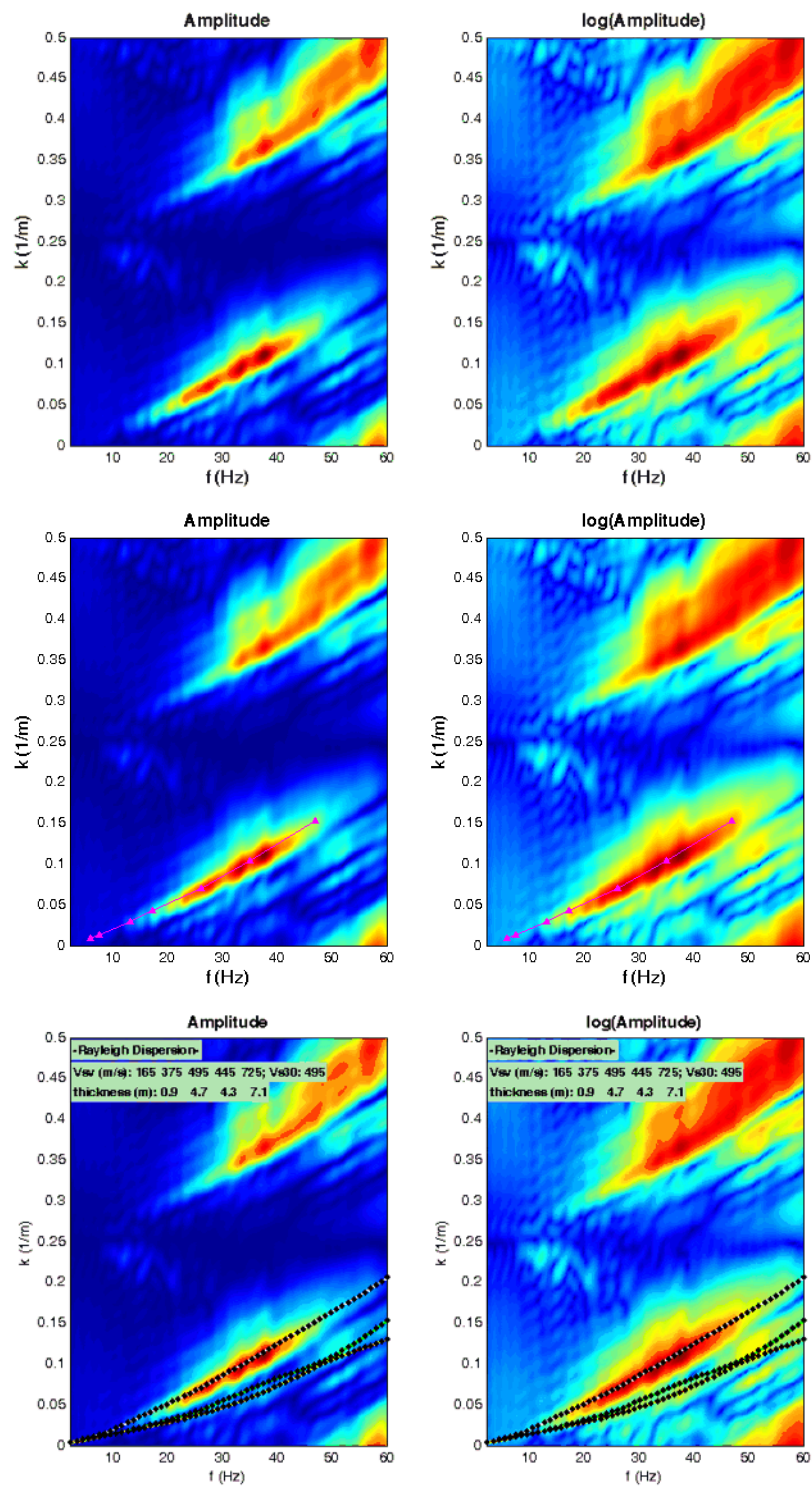


Schermata di calcolo con sismogramma e spettro

profilo del terreno e frequenza del terreno



modello del terreno
con velocità delle onde S e spessori



spettri di dispersione con picking della curva e modello migliore

Elaborazione Profilo Sismico MASW _ DUE

N. strati	Stratigrafia da	Bibliografia	X	Spessore (m.)	Profondità (m.)		Vs (m/sec)	Vp (m/sec)	Poisson %
		Sondaggio	X						
		Prova Penetrom.	X						
strato 1	Coltre di terreni superficiali			0,90	0,00	0,90	165	335	0,34
strato 2	Limi sabbiosi più o meno argillosi			4,70	0,90	5,60	375	750	0,33
strato 3	Limi sabbiosi più o meno argillosi			4,30	5,60	9,90	495	1000	0,33
strato 4	Limi sabbiosi più o meno argillosi			7,10	9,90	17,00	445	950	0,32
strato 5	Tufo Grigio Campano / Cinerite			Semiconfinato	17,00	>35,00	725	1350	0,30
				Indagato \approx 35	Indagata \approx 35				

VALORE Vs 30 = 495 M/SEC

Per definire l'azione sismica di progetto, si valuta l'effetto della risposta sismica locale (RSL) (C7.11.3.1 NTC 2008) determinando la categoria di sottosuolo specifica del sito.

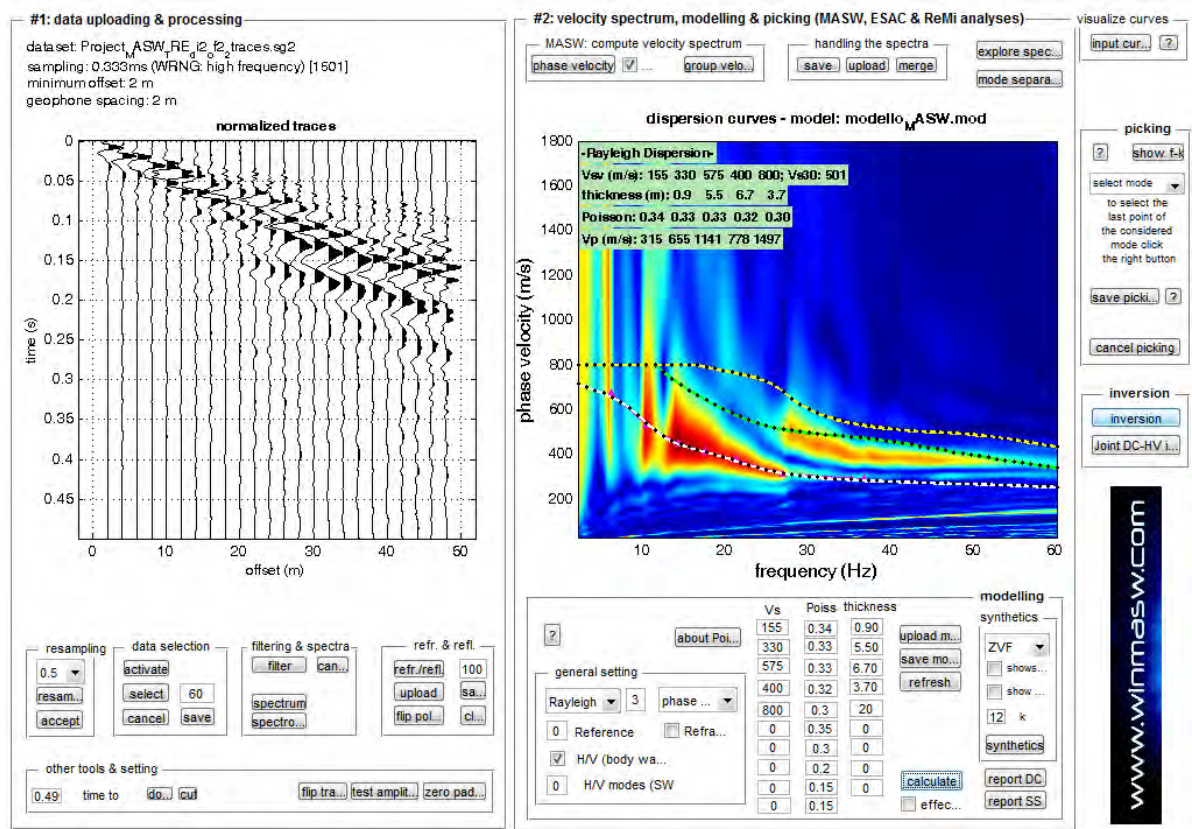
Individuazione categoria di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III) secondo: Vs30

Categoria suolo tipo: B

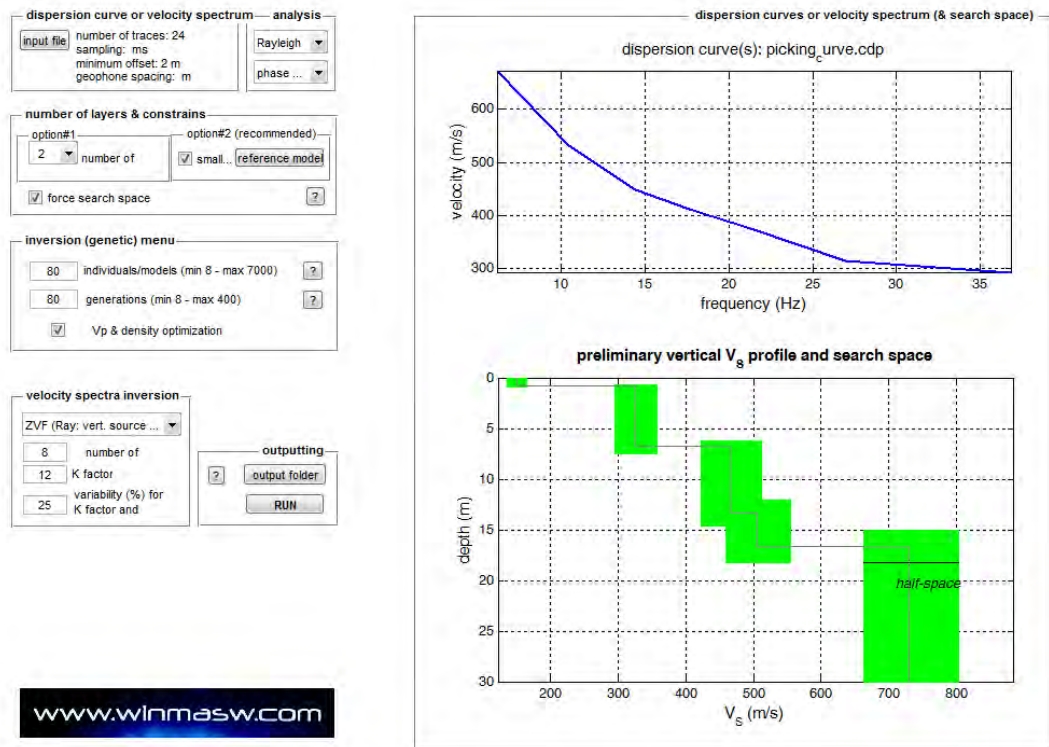
B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

Elaborazione dati per analisi MASW _ TRE

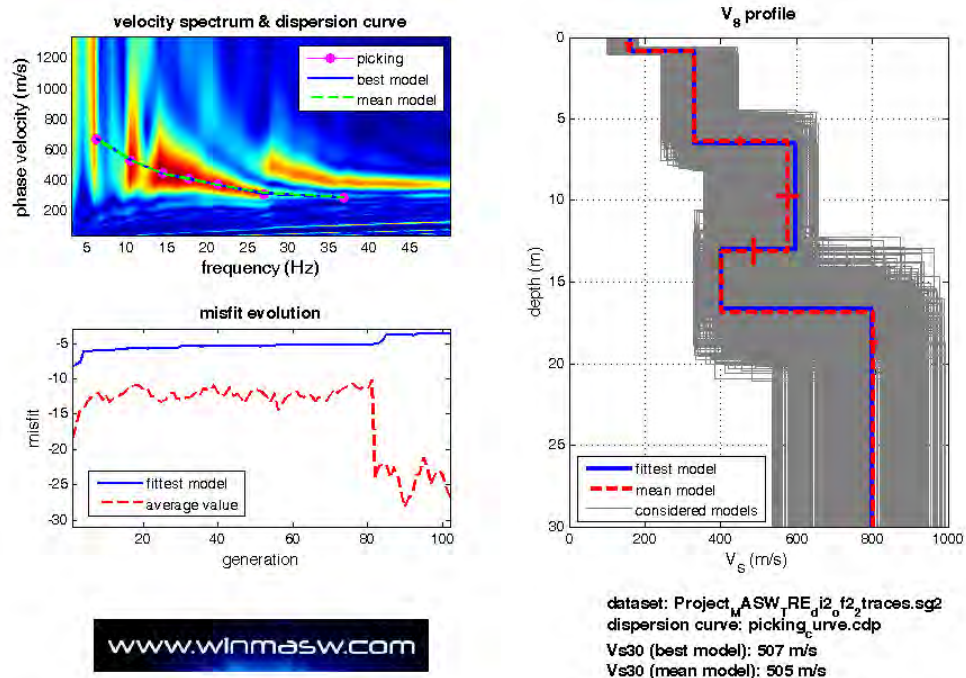
Il profilo MASW indicante gli spessori dei litotipi e le velocità riscontrate nell'area esaminata è riportato a margine; si riportano di seguito i principali parametri sismici elaborati (software WIN-MASW).



Schermata di calcolo con sismogramma e spettro

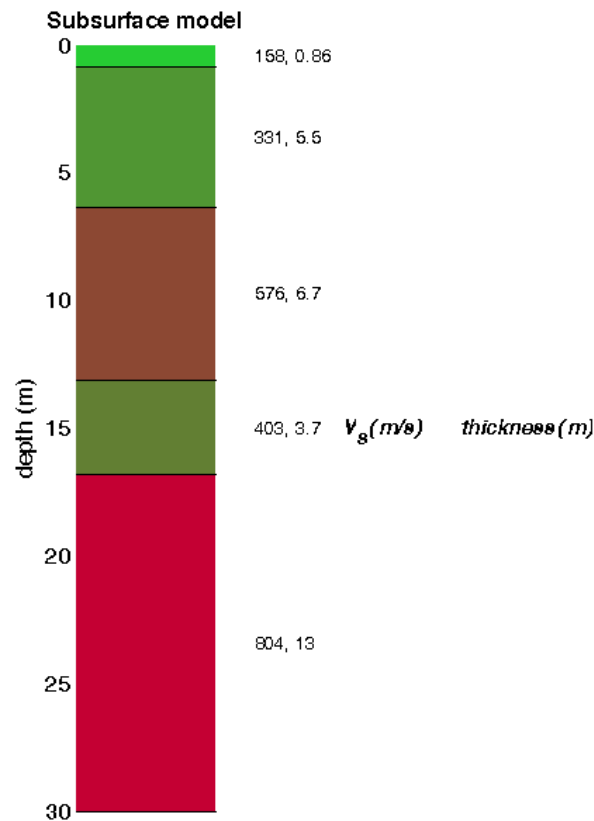
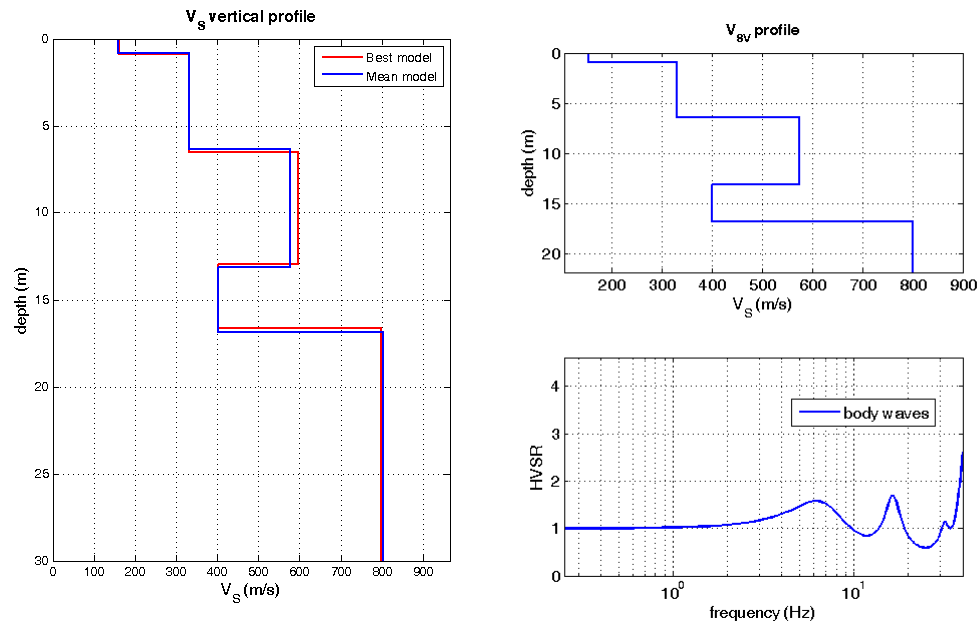


migliore modello e modello medio dalla curva di dispersione

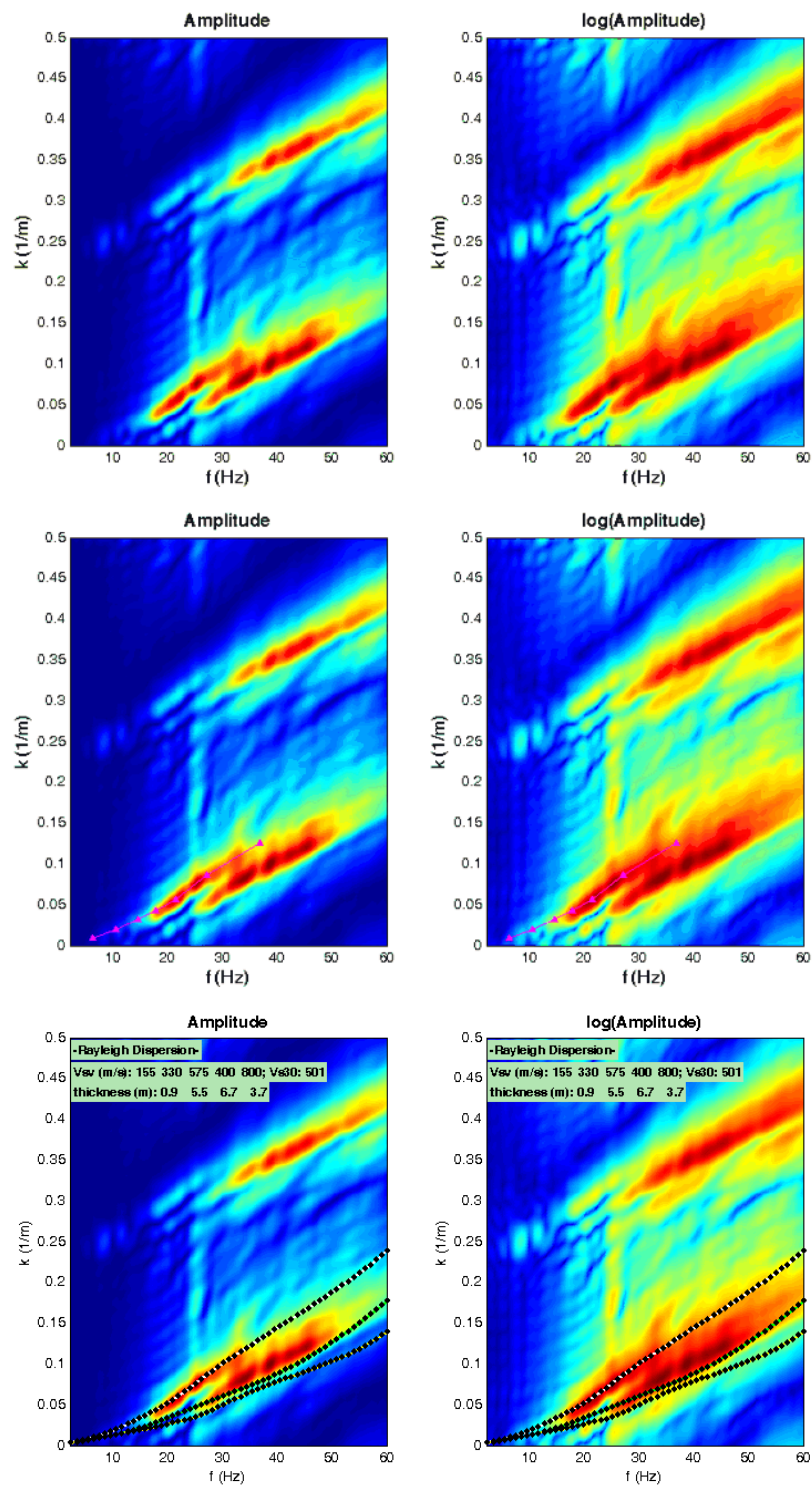


Schermata di calcolo con sismogramma e spettro

profilo del terreno e frequenza del terreno



modello del terreno
con velocità delle onde S e spessori



spettri di dispersione con picking della curva e modello migliore

Elaborazione Profilo Sismico MASW _ TRE

N. strati	Stratigrafia da	Bibliografia	X	Spessore (m.)	Profondità (m.)		Vs (m/sec)	Vp (m/sec)	Poisson %
		Sondaggio	X						
		Prova Penetrom.	X						
strato 1	Coltre di terreni superficiali			0,80	0,00	0,80	155	350	0,34
strato 2	Limi sabbiosi più o meno argillosi			5,50	0,80	6,30	330	660	0,33
strato 3	Limi sabbiosi più o meno argillosi			6,70	6,30	13,00	575	1150	0,33
strato 4	Limi sabbiosi più o meno argillosi			3,70	13,00	16,70	400	900	0,32
strato 5	Tufo Grigio Campano / Cinerite			Semiconfinato	16.70	>35,00	800	1450	0,30
				Indagato \approx 35	Indagata \approx 35				

VALORE Vs 30 = 505 M/SEC

Per definire l'azione sismica di progetto, si valuta l'effetto della risposta sismica locale (RSL) (C7.11.3.1 NTC 2008) determinando la categoria di sottosuolo specifica del sito.

Individuazione categoria di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III) secondo: Vs30

Categoria suolo tipo: B

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 cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

VS₃₀

CATEGORIA STRATIGRAFICA DEL SUOLO SECONDO IL D.M. 14/01/2008 NTC

La normativa sismica, 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): $V_s = V_p \cdot \text{RadQ}[(1-2\nu)/(2-2\nu)]$.

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:

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

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.

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 cu30 > 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 < cu30 < 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 cu30 < 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 Vs > 800 m/s).
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs30 inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < cu30 < 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.

Tabella - "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. La caratterizzazione sismica dei terreni è stata effettuata tenendo conto di tutti i dati ricavati dalle indagini geotecniche eseguite; in particolare, per il calcolo della rigidità (**R**), si sono utilizzate le informazioni provenienti dalla analisi delle indagini sismiche eseguite in sito e riportate in precedenza: tre prove sismica di superficie metodo MASW.

TIPOLOGIA E NUMERO DI INDAGINI

Per la caratterizzazione stratigrafica e per la stima dei parametri elasto-dinamici del sito oggetto d'intervento, è stata eseguita una campagna di indagine con sismica passiva ed attiva di superficie così come descritto in premessa; da tale informazioni si può definire una velocità ponderata delle onde S pari ai un

VALORE Vs 30 = 600 M/SEC

VALORE Vs 30 = 495 M/SEC

VALORE Vs 30 = 505 M/SEC

Categoria suolo tipo: B

Alvignano, gennaio 2015

Il tecnico

*dott. geol. Vincenzo DEL GENIO
Ordine Geologi Campania n° 1147*



convenzionalmente eseguita sulla base della velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio entro 30m di profondità. La caratterizzazione sismica dei terreni è stata effettuata tenendo conto di tutti i dati ricavati dalle indagini geotecniche eseguite; in particolare, per il calcolo della rigidità (**R**), si sono utilizzate le informazioni provenienti dalla analisi delle indagini sismiche eseguite in sito e riportate in precedenza: tre prove sismica di superficie metodo MASW.

TIPOLOGIA E NUMERO DI INDAGINI

Per la caratterizzazione stratigrafica e per la stima dei parametri elasto-dinamici del sito oggetto d'intervento, è stata eseguita una campagna di indagine con sismica passiva ed attiva di superficie così come descritto in premessa; da tale informazioni si può definire una velocità ponderata delle onde S pari a un

VALORE Vs 30 = 600 M/SEC

VALORE Vs 30 = 495 M/SEC

VALORE Vs 30 = 505 M/SEC

Categoria suolo tipo: B

Alvignano, gennaio 2015



Comune di
GIUGLIANO IN CAMPANIA
provincia di Napoli

OGGETTO :

COMPENSORIO IRRIGUO IN SINISTRA REGI LAGNI
LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA RETE DI ADDUZIONE
PRIMARIA, SECONDARIA E TERZIARIA PER IL COMPLETAMENTO
DELL'IMPIANTO IRRIGUO IN SINISTRA REGI LAGNI
I LOTTO, 2° STRALCIO SUB COMPENSORIO ALTO II LOTTO, SUB COMPENSORIO MEDIO
REALIZZAZIONE SOTTOPASSI STRADALI E FERROVIARI

	<i>Contenuto :</i>	<i>data :</i>
ALLEGATO	PROVE DI LABORATORIO	<i>Gennaio 2015</i>

COMMITTENTE: *Consorzio di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno*



Comune di
GIUGLIANO IN CAMPANIA
provincia di Napoli

OGGETTO :

COMPENSORIO IRRIGUO IN SINISTRA REGI LAGNI
LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA RETE DI ADDUZIONE
PRIMARIA, SECONDARIA E TERZIARIA PER IL COMPLETAMENTO
DELL'IMPIANTO IRRIGUO IN SINISTRA REGI LAGNI
I LOTTO, 2° STRALCIO SUB COMPENSORIO ALTO II LOTTO, SUB COMPENSORIO MEDIO
REALIZZAZIONE SOTTOPASSI STRADALI E FERROVIARI

	<i>Contenuto :</i>	<i>data :</i>
ALLEGATO	PROVE DI LABORATORIO	<i>Gennaio 2015</i>

COMMITTENTE: *Consorzio di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno*

**GEOLOGO****O. R. G. n° 1147**

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Norma di riferimento: - ASTM D 2488-00

MC-41 Rev. 00
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 011/2015
del: 19.01.2015

Certificato n°: 052-2015
Data certificato: 22.01.2015

Richiedente: I.GEO. Sas
Committente: Consorzio di bonifica del bacino inferiore del fiume Voltumo
Cantiere: Realizzazione di un pozzetto spingitubo
Giugliano in Campania (Na)
Data di prova: 19.01.2015

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
CPT1	CI	3,00-3,50	indisturbato	17.01.2015

DATI GENERALI

Contenitore:	Fustella	Pocket penetrometer Test (MPa)	***
Diametro (cm):	9,5	Pocket vane Test (MPa)	***
Lunghezza (cm):	40,0	Classe di Qualità (AGI)	Q5
Peso netto campione estratto (N)	50,6	Colore (Tabella colori Munsell)	2,5Y Olive Brown 4/4

DESCRIZIONE LITOLOGICA

Sabbia limosa, di colore marrone verdastro, contenente pomici millimetriche, poco addensata

FOTOGRAFIA

Tecnico sperimentatore
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio
Dr Geol. G. VERRILLO

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI

Norma di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-1, 2, 3 - ASTM D854 - ASTM D2216

MC-01 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 011/2015
del: 19.01.2015

Certificato n°: 053-2015
Data certificato: 22.01.2015

Richiedente: I.GEO. Sas
Committente: Consorzio di bonifica del bacino inferiore del fiume Volturno
Cantiere: Realizzazione di un pozzetto spingitubo
Giugliano in Campania (Na)
Data di prova: 19.01.2015

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
CPT1	C1	3,00-3,50	indisturbato	17.01.2015

RISULTATI DELLE PROVE

Grandezze indici rilevate in laboratorio

γ_n	Peso dell'unità di volume naturale	KN/m ³	12,91
γ_s	Peso specifico dei granuli	KN/m ³	24,50
w	Contenuto di acqua naturale	%	20,76

Grandezze indici derivate analiticamente

γ_d	Peso dell'unità di volume secco	KN/m ³	10,69
n	Porosità	%	56,36
e	Indice dei vuoti	---	1,29
s_r	Grado di saturazione	%	40,17
γ_{sat}	Peso dell'unità di volume saturo	KN/m ³	16,22
γ'	Peso dell'unità di volume sommerso	KN/m ³	6,41

Tecnico sperimentatore
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio
Dr Geol. G. VERRILLO

ANALISI GRANULOMETRICA

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - ASTM D422 - CNR 23

MC - 03 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 011/2015
del: 19.01.2015

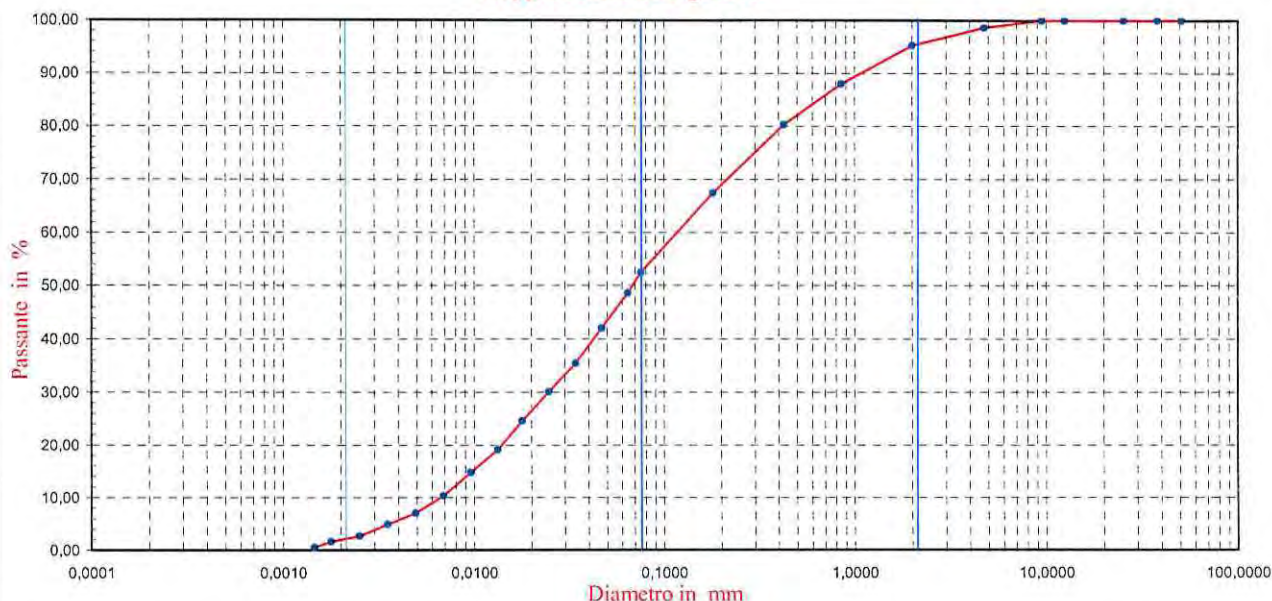
Certificato n°: 054-2015
Data certificato: 22.01.2015

Richiedente: I.GEO. Sas
Committente: Consorzio di bonifica del bacino inferiore del fiume Volturno
Cantiere: Realizzazione di un pozzetto spingitubo
Giugliano in Campania (Na)
Data di prova: 19.01.2015

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
CPT1	C1	3,00-3,50	indisturbato	17.01.2015

Rappresentazione grafica



SETACCIATURA

Diametro (mm)	50,00	37,50	25,40	19,00	9,50	4,75	2,00	0,85	0,425	0,180	0,075
Passante (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,69	95,27	87,99	80,33	67,49	52,52

SEDIMENTAZIONE

D. (mm)	0,0642	0,0468	0,0341	0,0247	0,0178	0,0133	0,0095	0,0069	0,0049	0,0035	0,0025	0,0018	0,0014
P. (%)	48,71	42,14	35,58	30,10	24,63	19,16	14,78	10,40	7,12	4,93	2,74	1,64	0,55

Composizione granulometrica				Definizione granulometrica:	
Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Sabbia con limo	
4,73	46,56	45,97	2,74		

Tecnico sperimentatore
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio
Dr Geol. G. VERRILLO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 011/2015

Certificato n°: 055-2015

del: 19.01.2015

Data certificato: 22.01.2015

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Consorzio di bonifica del bacino inferiore del fiume Volturno

Cantiere: Realizzazione di un pozzetto spingitubo

Giugliano in Campania (Na)

Data di prova: 19.01.2015

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
CPT1	C1	3,00-3,50	indisturbato	17.01.2015

Tipo di prova	Consolidata drenata	
Velocità di prova	0,0145	mm/min

Caratteristiche del campione

	Sezione (cm ²)	Altezza iniziale (mm)	Peso Volume (KN/m ³)	Contenuto acqua iniziale (%)	Contenuto acqua finale (%)
Provino 1	36,00	23,00	12,99	19,83	48,22
Provino 2	36,00	23,00	12,97	21,70	48,25
Provino 3	36,00	23,00	12,79	21,42	48,42

Fase di consolidazione

	Tempo (ore)	Carico applicato (KPa)	Cedimento (mm)
Provino 1	24	50	0,45
Provino 2	24	100	0,82
Provino 3	24	150	1,15

ATTREZZATURA UTILIZZATA: MATEST n/s S277-01/AD/0005

Tecnico sperimentatore
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio
Dr Geol. G. VERRILLO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 5 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 011/2015

Certificato n°: 055-2015

del: 19.01.2015

Data certificato: 22.01.2015

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Consorzio di bonifica del bacino inferiore del fiume Volturno

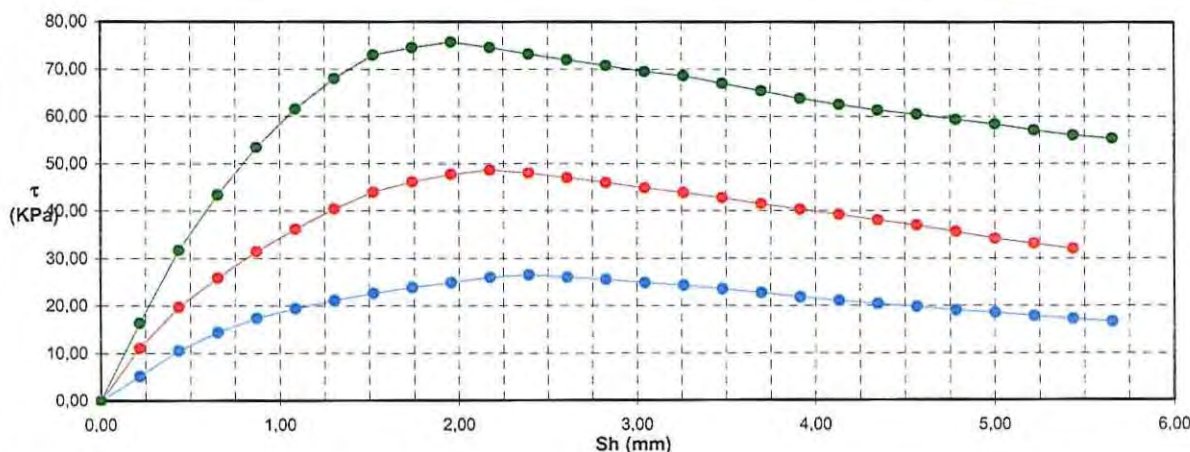
Cantiere: Realizzazione di un pozzetto spingitubo

Giugliano in Campania (Na)

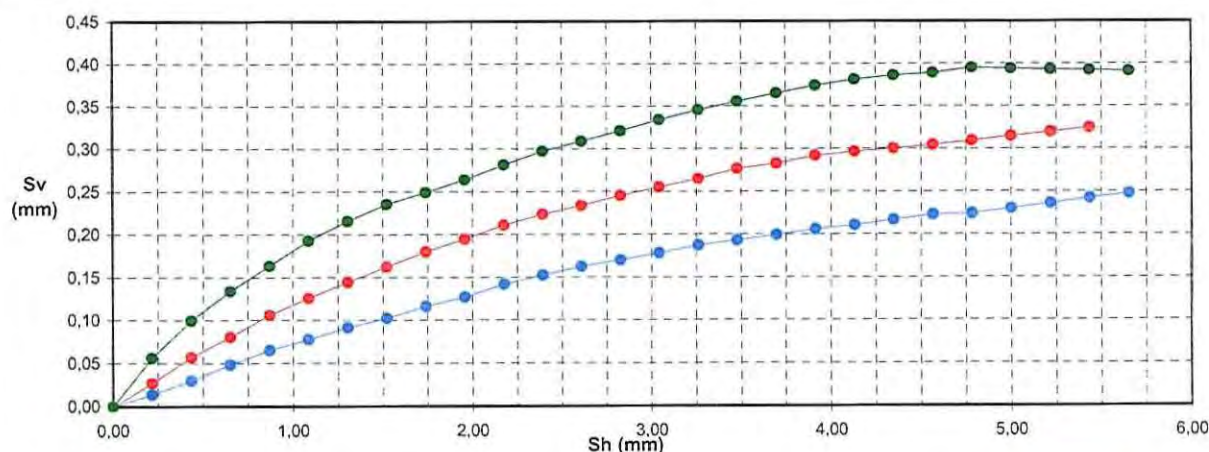
Data di prova: 19.01.2015

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
CPT1	C1	3,00-3,50	indisturbato	17.01.2015



Provino 1 Provino 2 Provino 3



Provino 1 Provino 2 Provino 3

Tecnico sperimentatore
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio
Dr Geol. G. VERRILLO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 6 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 011/2015

Certificato n°: 055-2015

del: 19.01.2015

Data certificato: 22.01.2015

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Consorzio di bonifica del bacino inferiore del fiume Volturno

Cantiere: Realizzazione di un pozzetto spingitubo

Giugliano in Campania (Na)

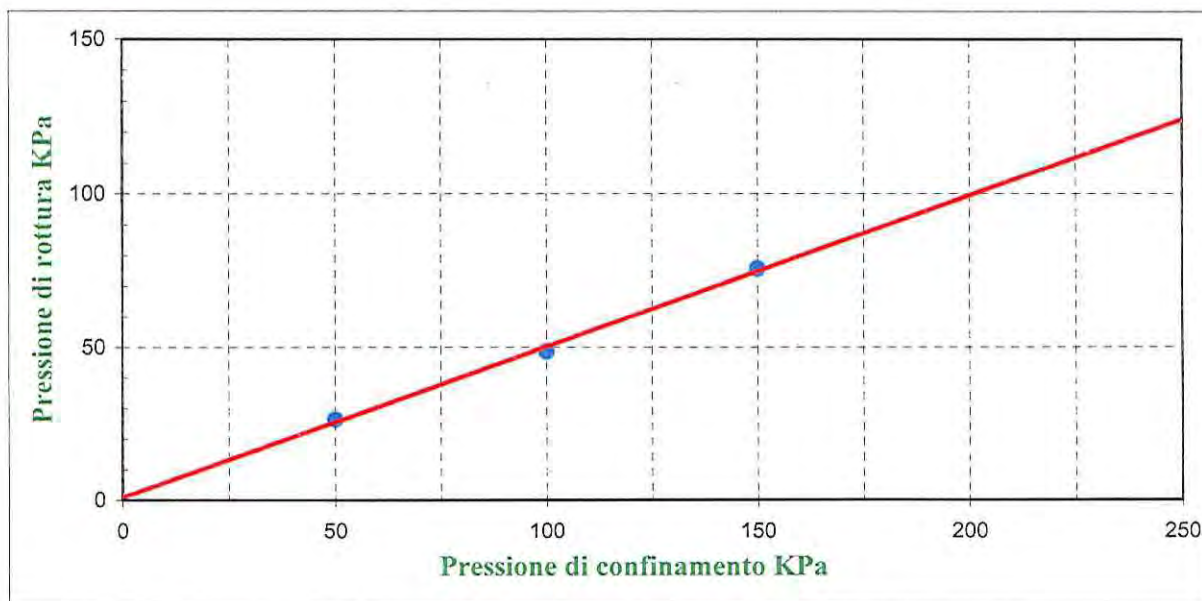
Data di prova: 19.01.2015

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
CPT1	C1	3,00-3,50	indisturbato	17.01.2015

Parametri meccanici a rottura

	Press. di consolidazione (KPa)	Press. di rottura (KPa)	Def. a rottura (mm)
Provino 1	50,00	26,50	2,39
Provino 2	100,00	48,60	2,18
Provino 3	150,00	75,70	1,96



Risultati sperimentali

Angolo di attrito 26,20 Gradi
Coesione 1,07 KPa

Tecnico sperimentatore
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio
Dr Geol. G. VERRILLO

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Norma di riferimento: - ASTM D 2488-00

MC-41 Rev. 00
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 011/2015 Certificato n°: 056-2015
del: 19.01.2015 Data certificato: 22.01.2015

Richiedente: I.GEO. Sas
Committente: Consorzio di bonifica del bacino inferiore del fiume Volturno
Cantiere: Realizzazione di un pozzetto spingitubo
Giugliano in Campania (Na)
Data di prova: 19.01.2015

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
CPT2	C1	3,00-3,50	indisturbato	17.01.2015

DATI GENERALI		PROVE SPEDITIVE	
Contenitore:	Fustella	Pocket penetrometer Test (MPa)	***
Diametro (cm):	9,5	Pocket vane Test (MPa)	***
Lunghezza (cm):	40,0	Classe di Qualità (AGI)	Q5
Peso netto campione estratto (N)	50,6	Colore (Tabella colori Munsell)	5Y Olive 5/3

DESCRIZIONE LITOLOGICA

Sabbia limosa, di colore verdastro, con pomici millimetriche, poco addensata

FOTOGRAFIATecnico spacciatore
Dr Geol. F. MARTONEDirettore del Laboratorio
Dr Geol. G. VERRILLO

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI

Norma di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-1, 2, 3 - ASTM D854 - ASTM D2216

MC-01 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 011/2015
del: 19.01.2015

Certificato n°: 057-2015
Data certificato: 22.01.2015

Richiedente: I.GEO. Sas
Committente: Consorzio di bonifica del bacino inferiore del fiume Volturno
Cantiere: Realizzazione di un pozzetto spingitubo
Giugliano in Campania (Na)
Data di prova: 19.01.2015

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
CPT2	C1	3,00-3,50	indisturbato	17.01.2015

RISULTATI DELLE PROVE

Grandezze indici rilevate in laboratorio

γ_n	Peso dell'unità di volume naturale	KN/m ³	12,39
γ_s	Peso specifico dei granuli	KN/m ³	24,71
w	Contenuto di acqua naturale	%	30,00

Grandezze indici derivate analiticamente

γ_d	Peso dell'unità di volume secco	KN/m ³	9,53
n	Porosità	%	61,42
e	Indice dei vuoti	---	1,59
s_r	Grado di saturazione	%	47,47
γ_{sat}	Peso dell'unità di volume saturo	KN/m ³	15,56
γ'	Peso dell'unità di volume sommerso	KN/m ³	5,75

Tecnico sperimentatore
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio
Dr Geol. G. VERRILLO

ANALISI GRANULOMETRICA

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - ASTM D422 - CNR 23

MC - 03 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 011/2015
del: 19.01.2015

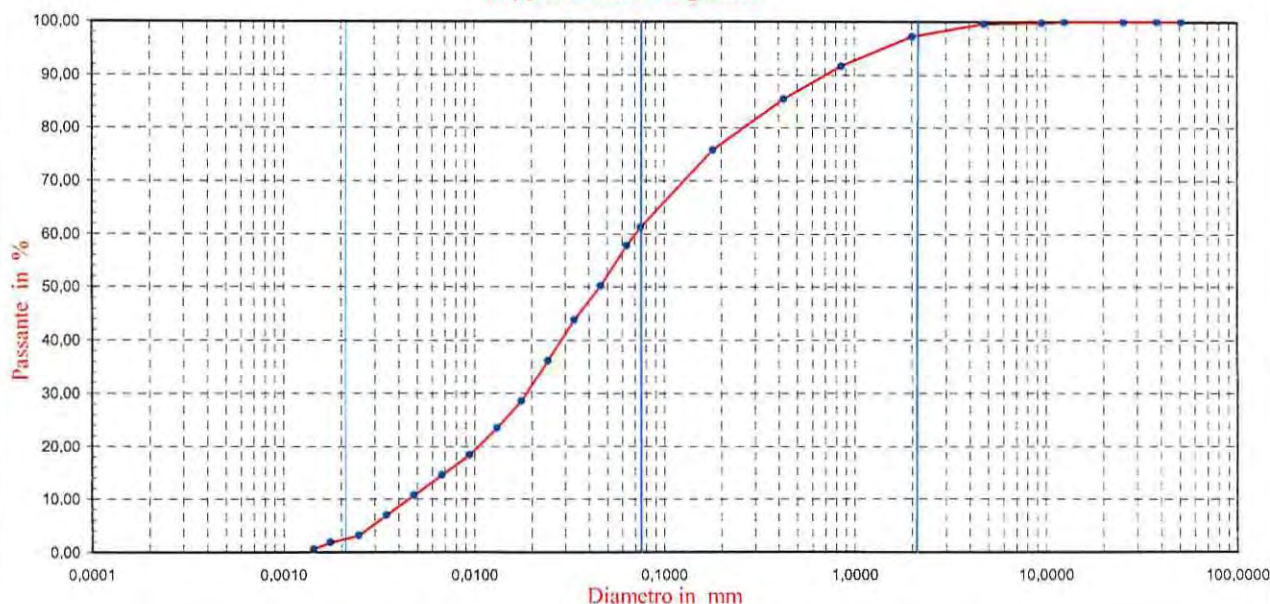
Certificato n°: 058-2015
Data certificato: 22.01.2015

Richiedente: I.GEO. Sas
Committente: Consorzio di bonifica del bacino inferiore del fiume Volturno
Cantiere: Realizzazione di un pozzetto spingitubo
Giugliano in Campania (Na)
Data di prova: 19.01.2015

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
CPT2	C1	3,00-3,50	indisturbato	17.01.2015

Rappresentazione grafica



SETACCIATURA

Diametro (mm)	50,00	37,50	25,40	19,00	9,50	4,75	2,00	0,85	0,425	0,180	0,075
Passante (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	99,85	99,61	97,21	91,70	85,43	75,79	61,25

SEDIMENTAZIONE

D. (mm)	0,0634	0,0463	0,0335	0,0244	0,0177	0,0131	0,0094	0,0068	0,0048	0,0035	0,0025	0,0018	0,0014
P. (%)	57,76	50,14	43,80	36,18	28,56	23,49	18,41	14,60	10,79	6,98	3,17	1,90	0,63

Composizione granulometrica				Definizione granulometrica:
Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Limo con sabbia
2,79	39,45	54,59	3,17	

Tecnico sperimentatore
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio
Dr Geol. G. VERRILLO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 011/2015

Certificato n°: 059-2015

del: 19.01.2015

Data certificato: 22.01.2015

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Consorzio di bonifica del bacino inferiore del fiume Volturno

Cantiere: Realizzazione di un pozzetto spingitubo

Giugliano in Campania (Na)

Data di prova: 19.01.2015

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
CPT2	C1	3,00-3,50	indisturbato	17.01.2015

Tipo di prova	Consolidata drenata	
Velocità di prova	0,0130	mm/min

Caratteristiche del campione

	Sezione (cm ²)	Altezza iniziale (mm)	Peso Volume (KN/m ³)	Contenuto acqua iniziale (%)	Contenuto acqua finale (%)
Provino 1	36,00	23,00	12,38	30,26	61,00
Provino 2	36,00	23,00	12,45	29,74	58,74
Provino 3	36,00	23,00	12,35	30,19	58,41

Fase di consolidazione

	Tempo (ore)	Carico applicato (KPa)	Cedimento (mm)
Provino 1	24	50	0,41
Provino 2	24	100	0,84
Provino 3	24	150	1,17

ATTREZZATURA UTILIZZATA: MATEST n/s S277-01/AD/0004

Tecnico sperimentatore
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio
Dr Geol. G. VERRILLO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 5 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 011/2015

Certificato n°: 059-2015

del: 19.01.2015

Data certificato: 22.01.2015

Richiedente: I.GEO. Sas

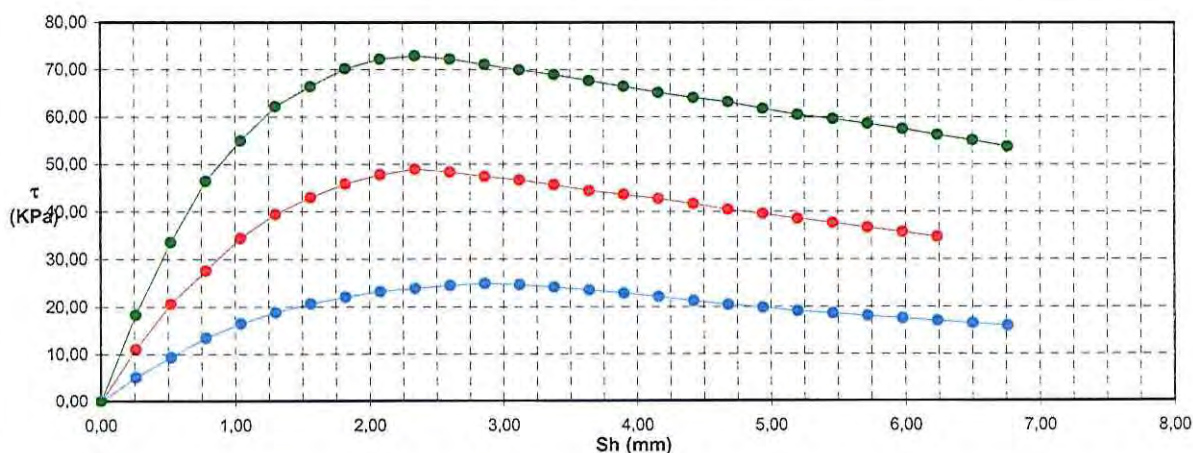
Committente: Consorzio di bonifica del bacino inferiore del fiume Volturno

Cantiere: Realizzazione di un pozzetto spingitubo
Giugliano in Campania (Na)

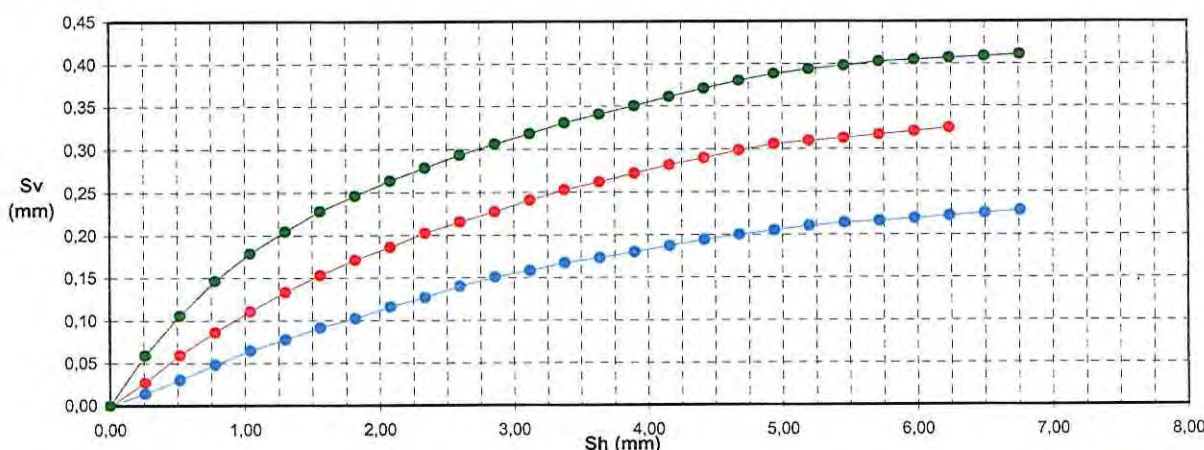
Data di prova: 19.01.2015

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
CPT2	C1	3,00-3,50	indisturbato	17.01.2015



Provino 1 Provino 2 Provino 3



Provino 1 Provino 2 Provino 3

Tecnico sperimentatore
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio
Dr Geol. G. VERRILLO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 6 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 011/2015

Certificato n°: 059-2015

del: 19.01.2015

Data certificato: 22.01.2015

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Consorzio di bonifica del bacino inferiore del fiume Volturno

Cantiere: Realizzazione di un pozzetto spingitubo

Giugliano in Campania (Na)

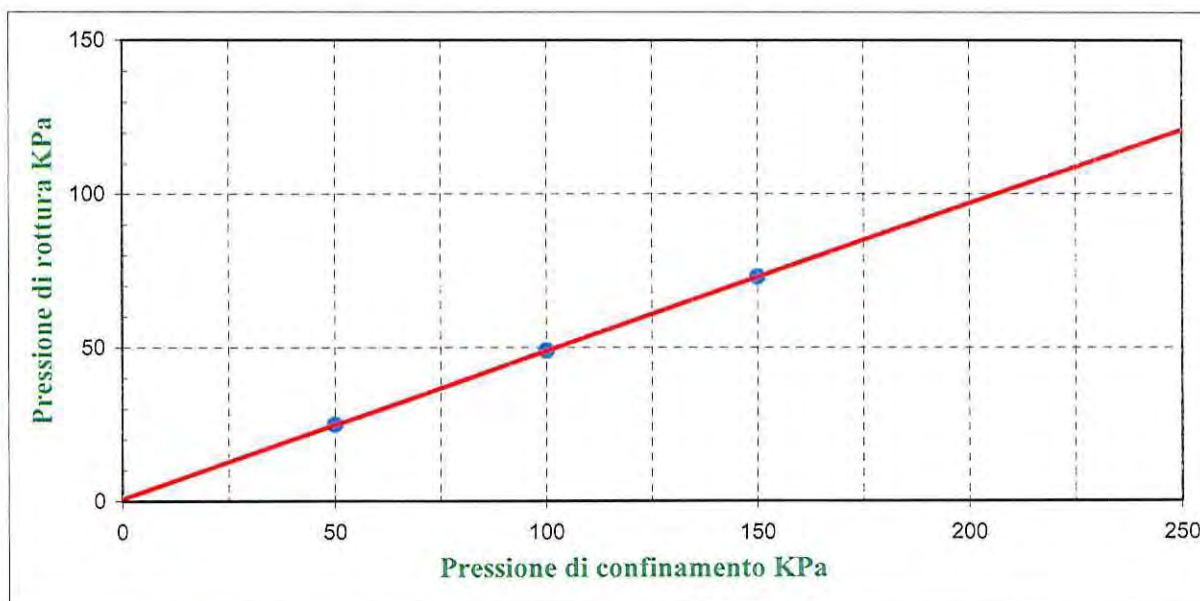
Data di prova: 19.01.2015

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
CPT2	C1	3,00-3,50	indisturbato	17.01.2015

Parametri meccanici a rottura

	Press. di consolidazione (KPa)	Press. di rottura (KPa)	Def. a rottura (mm)
Provino 1	50,00	25,00	2,86
Provino 2	100,00	49,00	2,34
Provino 3	150,00	73,00	2,34



Risultati sperimentali

Angolo di attrito 25,64 Gradi
Coesione 1,00 KPa

Tecnico sperimentatore
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio
Dr Geol. G. VERRILLO

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Norma di riferimento: - ASTM D 2488-00

MC-41 Rev. 00
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 011/2015
del: 19.01.2015

Certificato n°: 060-2015
Data certificato: 22.01.2015

Richiedente: I.GEO. Sas
Committente: Consorzio di bonifica del bacino inferiore del fiume Volturno
Cantiere: Realizzazione di un pozzetto spingitubo
Giugliano in Campania (Na)
Data di prova: 19.01.2015

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
CPT3	C1	3,00-3,50	indisturbato	17.01.2015

DATI GENERALI

Contenitore:	Fustella	Pocket penetrometer Test (MPa)	***
Diametro (cm):	9,5	Pocket vane Test (MPa)	***
Lunghezza (cm):	40,0	Classe di Qualità (AGI)	Q5
Peso netto campione estratto (N)	36,1	Colore (Tabella colori Munsell)	2,5Y Light Olive Brown 5/6

DESCRIZIONE LITOLOGICA

Sabbia limosa, di colore marrone chiaro verdastro, contenente pomici millimetriche, poco addensata

FOTOGRAFIA

Tecnico sperimentatore
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio
Dr Geol. G. VERRILLO

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI

Norma di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-1, 2, 3 - ASTM D854 - ASTM D2216

MC-01 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 011/2015
del: 19.01.2015Certificato n°: 061-2015
Data certificato: 22.01.2015

Richiedente: I.GEO. Sas
Committente: Consorzio di bonifica del bacino inferiore del fiume Volturno
Cantiere: Realizzazione di un pozzetto spingitubo
Giugliano in Campania (Na)
Data di prova: 19.01.2015

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
CPT3	C1	3,00-3,50	indisturbato	17.01.2015

RISULTATI DELLE PROVE**Grandezze indici rilevate in laboratorio**

γ_n	Peso dell'unità di volume naturale	KN/m ³	12,53
γ_s	Peso specifico dei granuli	KN/m ³	24,75
w	Contenuto di acqua naturale	%	30,00

Grandezze indici derivate analiticamente

γ_d	Peso dell'unità di volume secco	KN/m ³	9,64
n	Porosità	%	61,07
e	Indice dei vuoti	—	1,57
s_r	Grado di saturazione	%	48,27
γ_{sat}	Peso dell'unità di volume saturo	KN/m ³	15,63
γ'	Peso dell'unità di volume sommerso	KN/m ³	5,82

Tecnico sperimentatore
Dr Geol. F. MARTONEDirettore del Laboratorio
Dr Geol. G. VERRILLO

ANALISI GRANULOMETRICA

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - ASTM D422 - CNR 23

MC - 03 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 011/2015
del: 19.01.2015

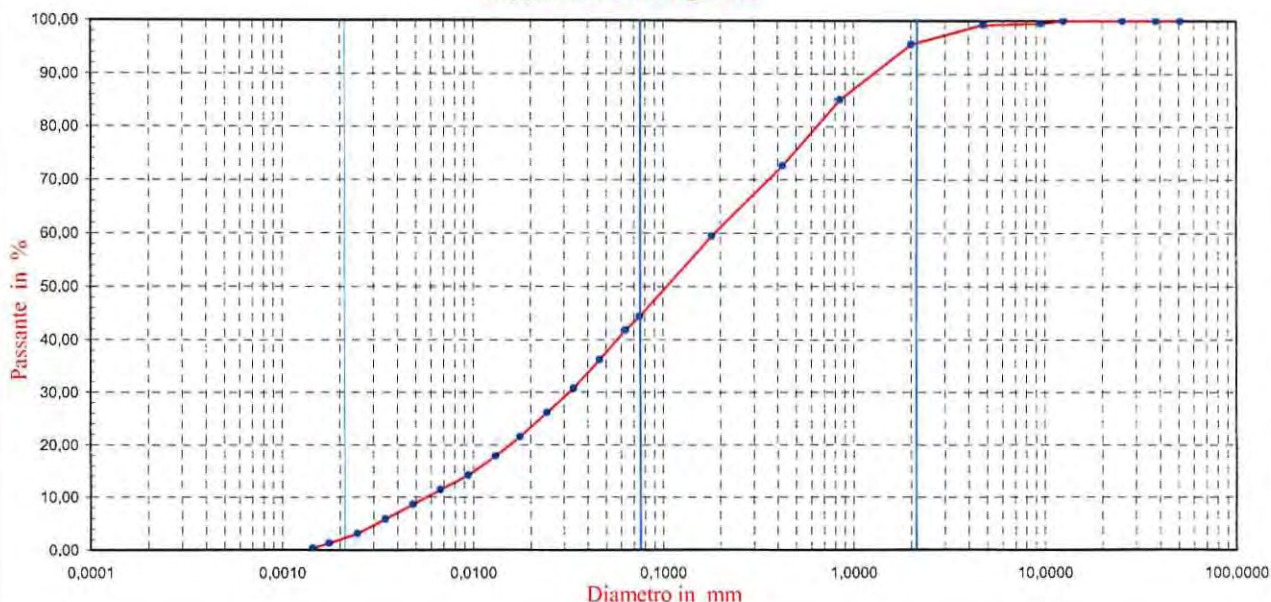
Certificato n°: 062-2015
Data certificato: 22.01.2015

Richiedente: I.GEO. Sas
Committente: Consorzio di bonifica del bacino inferiore del fiume Volturno
Cantiere: Realizzazione di un pozzetto spingitubo
Giugliano in Campania (Na)
Data di prova: 19.01.2015

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
CPT3	C1	3,00-3,50	indisturbato	17.01.2015

Rappresentazione grafica



SETACCIATURA

Diametro (mm)	50,00	37,50	25,40	19,00	9,50	4,75	2,00	0,85	0,425	0,180	0,075
Passante (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	99,50	99,26	95,56	85,09	72,67	59,44	44,44

SEDIMENTAZIONE

D. (mm)	0,0633	0,0462	0,0336	0,0243	0,0176	0,0131	0,0094	0,0067	0,0048	0,0034	0,0025	0,0018	0,0014
P. (%)	41,86	36,34	30,82	26,22	21,62	17,94	14,26	11,50	8,74	5,98	3,22	1,38	0,46

Composizione granulometrica				Definizione granulometrica:	
Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Sabbia con limo	
4,44	53,70	38,64	3,22		

Tecnico sperimentatore
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio
Dr Geol. G. VERRILLO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 011/2015

Certificato n°: 063-2015

del: 19.01.2015

Data certificato: 22.01.2015

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Consorzio di bonifica del bacino inferiore del fiume Volturno

Cantiere: Realizzazione di un pozzetto spingitubo

Giugliano in Campania (Na)

Data di prova: 19.01.2015

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
CPT3	C1	3,00-3,50	indisturbato	17.01.2015

Tipo di prova	Consolidata drenata	
Velocità di prova	0,0140	mm/min

Caratteristiche del campione

	Sezione (cm ²)	Altezza iniziale (mm)	Peso Volume (KN/m ³)	Contenuto acqua iniziale (%)	Contenuto acqua finale (%)
Provino 1	36,00	23,00	12,53	30,26	60,01
Provino 2	36,00	23,00	12,51	29,74	58,21
Provino 3	36,00	23,00	12,54	30,19	57,02

Fase di consolidazione

	Tempo (ore)	Carico applicato (KPa)	Cedimento (mm)
Provino 1	24	50	0,42
Provino 2	24	100	0,78
Provino 3	24	150	1,11

ATTREZZATURA UTILIZZATA: LBG SRL cella di carico AEP n° 13436

Tecnico sperimentatore
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio
Dr Geol. G. VERRILLO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 2 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 011/2015

Certificato n°: 063-2015

del: 19.01.2015

Data certificato: 22.01.2015

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Consorzio di bonifica del bacino inferiore del fiume Volturno

Cantiere: Realizzazione di un pozzetto spingitubo
Giugliano in Campania (Na)

Data di prova: 19.01.2015

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
CPT3	C1	3,00-3,50	indisturbato	17.01.2015

Dati relativi al provino 1

σ_v 50 KPa														
dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa
0	0,00	0,000	0,000	0,0										
15	0,21	0,010	0,019	5,2										
30	0,42	0,026	0,034	9,5										
45	0,63	0,042	0,049	13,5										
60	0,84	0,055	0,058	16,2										
75	1,05	0,068	0,069	19,2										
90	1,26	0,085	0,077	21,3										
105	1,47	0,099	0,084	23,2										
120	1,68	0,110	0,089	24,9										
135	1,89	0,125	0,093	25,9										
150	2,10	0,135	0,095	26,4										
165	2,31	0,146	0,097	26,9										
180	2,52	0,156	0,097	27,0										
195	2,73	0,162	0,098	27,1										
210	2,94	0,173	0,096	26,8										
225	3,15	0,180	0,094	26,2										
240	3,36	0,187	0,092	25,7										
255	3,57	0,194	0,090	25,0										
270	3,78	0,200	0,087	24,1										
285	3,99	0,205	0,085	23,5										
300	4,20	0,210	0,083	23,0										
315	4,41	0,214	0,080	22,3										
330	4,62	0,216	0,079	21,9										
345	4,83	0,219	0,077	21,4										
360	5,04	0,222	0,075	20,7										
375	5,25	0,225	0,072	20,1										
390	5,46	0,228	0,071	19,7										
405	5,67	0,231	0,068	19,0										

Pressione a rottura 27,1 (KPa)
Deformazione a rottura 2,73 (mm)

Tecnico sperimentatore
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio
Dr Geol. G. VERRILLO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 3 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 011/2015

Certificato n°: 063-2015

del: 19.01.2015

Data certificato: 22.01.2015

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Consorzio di bonifica del bacino inferiore del fiume Volturno

Cantiere: Realizzazione di un pozzetto spingitubo

Giugliano in Campania (Na)

Data di prova: 19.01.2015

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
CPT3	C1	3,00-3,50	indisturbato	17.01.2015

Dati relativi al provino 2

σ_v 100 KPa														
dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa
0	0,00	0,000	0,000	0,0										
15	0,21	0,028	0,040	11,2										
30	0,42	0,057	0,069	19,1										
45	0,63	0,081	0,094	26,0										
60	0,84	0,105	0,113	31,5										
75	1,05	0,125	0,130	36,2										
90	1,26	0,143	0,144	40,0										
105	1,47	0,161	0,153	42,5										
120	1,68	0,176	0,162	44,9										
135	1,89	0,191	0,167	46,4										
150	2,10	0,204	0,170	47,3										
165	2,31	0,216	0,173	48,1										
180	2,52	0,229	0,175	48,5										
195	2,73	0,242	0,176	48,8										
210	2,94	0,252	0,176	48,9										
225	3,15	0,264	0,174	48,2										
240	3,36	0,275	0,171	47,4										
255	3,57	0,281	0,168	46,8										
270	3,78	0,288	0,166	46,0										
285	3,99	0,294	0,162	45,0										
300	4,20	0,298	0,159	44,2										
315	4,41	0,305	0,156	43,2										
330	4,62	0,310	0,152	42,2										
345	4,83	0,315	0,148	41,2										
360	5,04	0,321	0,144	40,1										
375	5,25	0,327	0,141	39,2										
390	5,46	0,330	0,138	38,2										
405	5,67	0,334	0,133	37,0										
420	5,88	0,336	0,129	35,7										

Pressione a rottura 48,9 (KPa)
Deformazione a rottura 2,94 (mm)

Tecnico sperimentatore
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio
Dr Geol. G. VERRILLO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 5 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 011/2015
del: 19.01.2015

Certificato n°: 063-2015
Data certificato: 22.01.2015

Richiedente: I.GEO. Sas

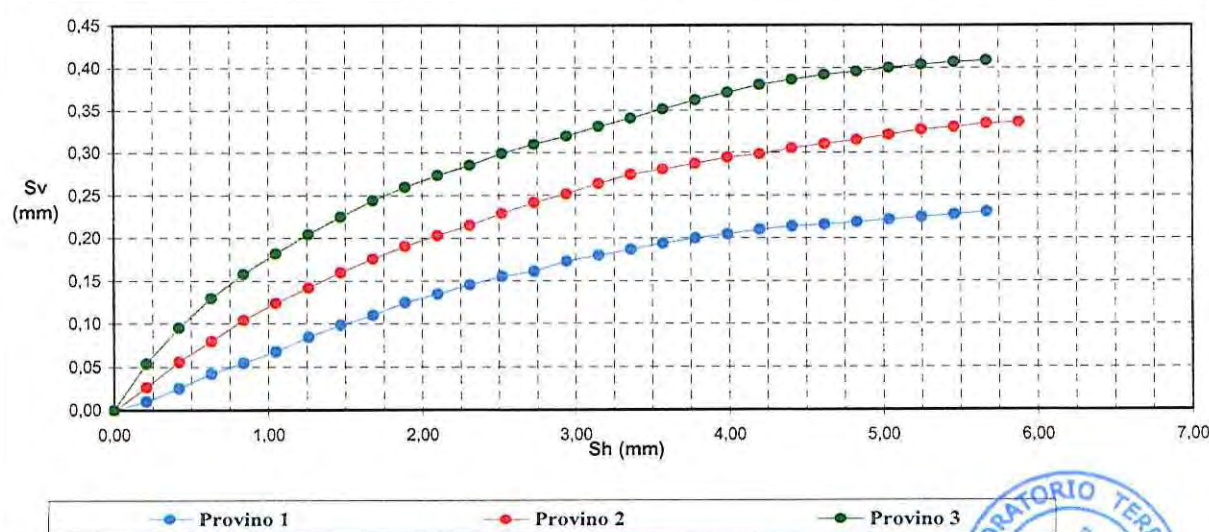
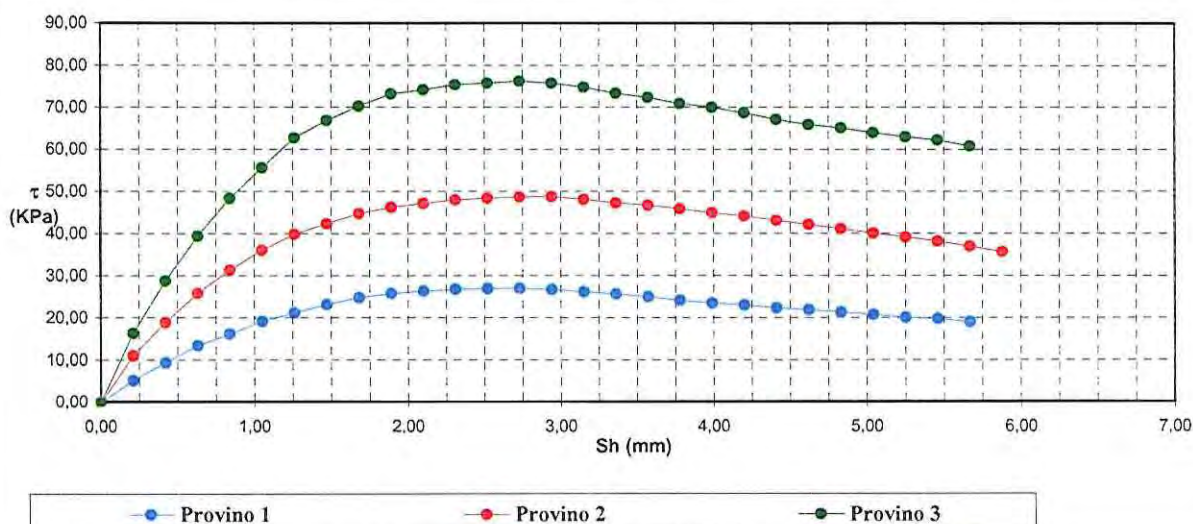
Committente: Consorzio di bonifica del bacino inferiore del fiume Volturno

Cantiere: Realizzazione di un pozzetto spingitubo
Giugliano in Campania (Na)

Data di prova: 19.01.2015

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
CPT3	C1	3,00-3,50	indisturbato	17.01.2015



Tecnico sperimentatore
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio
Dr Geol. G. VERRILLO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 6 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 011/2015
del: 19.01.2015

Certificato n°: 063-2015
Data certificato: 22.01.2015

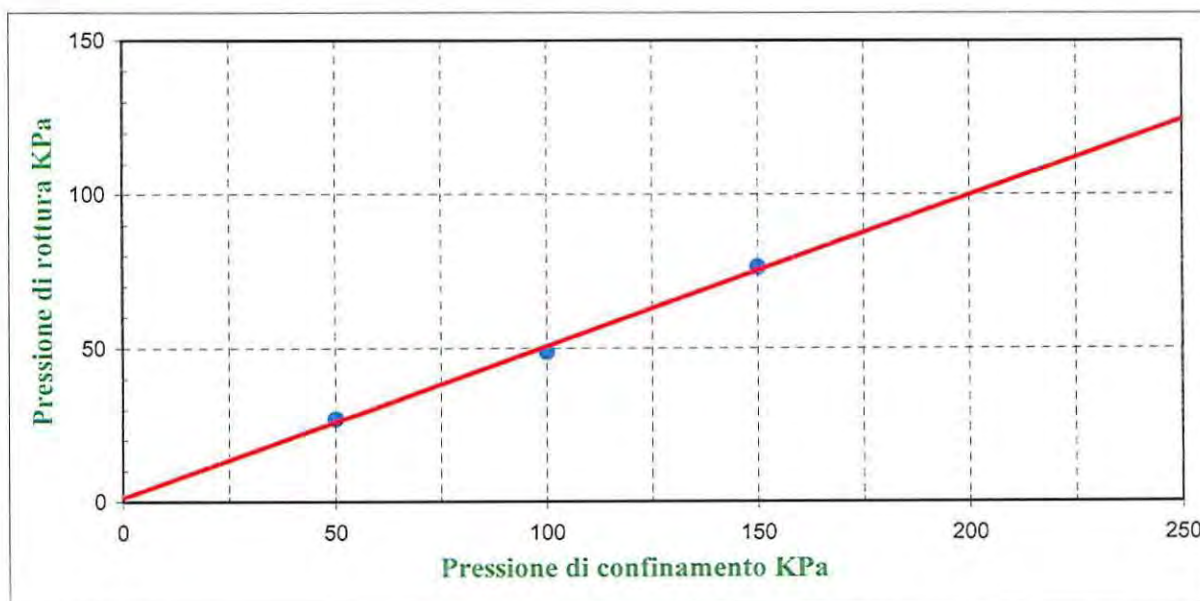
Richiedente: I.GEO. Sas
Committente: Consorzio di bonifica del bacino inferiore del fiume Volturno
Cantiere: Realizzazione di un pozzetto spingitubo
Giugliano in Campania (Na)
Data di prova: 19.01.2015

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
CPT3	C1	3,00-3,50	indisturbato	17.01.2015

Parametri meccanici a rottura

	Press. di consolidazione (KPa)	Press. di rottura (KPa)	Def. a rottura (mm)
Provino 1	50,00	27,10	2,73
Provino 2	100,00	48,90	2,94
Provino 3	150,00	76,30	2,73



Risultati sperimentali

Angolo di attrito 26,20 Gradi
Coesione 1,57 KPa

Tecnico sperimentatore
Dr Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio
Dr Geol. G. VERRILLO

