



# COMUNE DI COLLE VAL D'ELSA

PROVINCIA DI SIENA



REGIONE TOSCANA



## REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO E DELLE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 14.448,72 kW COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMOICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA

Denominazione Impianto:

IMPIANTO GRACCIANO 1

Ubicazione:

Comune di Colle Val D'Elsa (SI)  
Località Casino Di Scarna

ELABORATO  
**021100\_IMP\_R**

Geo.04 - REPORT DELLE INDAGINI REALIZZATE

Cod. Doc.: GRA20\_021100\_IMP\_R



**Project - Commissioning – Consulting**

Municipiul Bucuresti Sector 2  
Str. GRIGORE IONESCU Nr. 63, Camera 1, Bl. T73  
Scara 2, Etaj 4, Ap. 42  
RO43492950

Scala: 1:5.000

PROGETTO

Data:  
15/11/2021

PRELIMINARE



DEFINITIVO



AS BUILT



Richiedente:

**CCEN GRACCIANO Srl**  
Piazza Walther Von Vogelweide, 8  
39100 Bolzano  
Provincia di Bolzano  
P.IVA 03080580214  
ITALY

Tecnici e Professionisti:

**Dott. Geol. Giovanni Soldo:**  
Iscritto al n.481 dell'Ordine dei Geologi della Basilicata  
  
**Collaboratore:**  
**Dott. Geol. Luigi SALVIULO**  
Iscritto al n.433 dell'Ordine dei Geologi di Basilicata

Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Approvato	Autorizzato
01	17/02/2021	Progetto Definitivo	F.P.L.	F.P.L.	F.P.L.
02	15/11/2021	Revisione	F.P.L.	F.P.L.	F.P.L.
03					
04					

Il Tecnico

Dott. Geol. **Giovanni Soldo**  
(Iscritto al n. 481, dell'Ordine dei Geologi della Basilicata)

Il Richiedente:

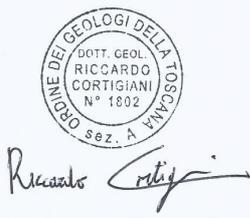
**CCEN GRACCIANO S.r.l.**  
Piazza Walther Von Vogelweide n.8 – 39100 Bolzano (BZ)  
P.Iva: 03080580214



**Geologica Toscana**  
Viale G. Marconi, 106 - 53036 Poggibonsi (SI)  
Tel 0577935891 [www.geologikatoscana.eu](http://www.geologikatoscana.eu)  
Email [info@geologikatoscana.eu](mailto:info@geologikatoscana.eu)

**RELAZIONE GEOFISICA E REPORT SULL'INDAGINE GEOGNOSTICA  
ESEGUITA PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO  
IN LOC. CASINO DI SCARNA NEL COMUNE DI COLLE DI VAL D'ELSA (SI)**



Geologo Responsabile:	Committente: DOTT. GEOL. GIOVANNI SOLDO
	<b>GRUPPO DI LAVORO:</b> Dott. Geol. Paolo Castellani, Dott. Geol. Stefano Nastasi, Dott. Geol. Damiano Guarguaglini, Dott. Geol. Annalisa Fontanelli, Dott. Geol. Andrea Castellani, Dott. Geol. Riccardo Cortigiani <b>COLLABORATORE:</b> Dott. Geol. Aurora Martini
Anno: Marzo 2021	Lavoro nr. 1.159

## § 1) PREMESSA

Su incarico e per conto del Dott. Geol. Giovanni Soldo abbiamo eseguito un'indagine geofisica e geognostica in Loc. Casino di Scarna nel Comune di Colle di Val d'Elsa (SI) (vedi fig.1).

Nello specifico sono state eseguite le seguenti indagini (per la loro ubicazione vedi fig.2):

- **INDAGINI GEOGNOSTICHE**

1 Prova penetrometrica dinamica DPSH

- **INDAGINI SISMICHE**

1 Stendimento di sismica di tipo MASW;

Le indagini sono state effettuate nella giornata del 19 marzo 2021.

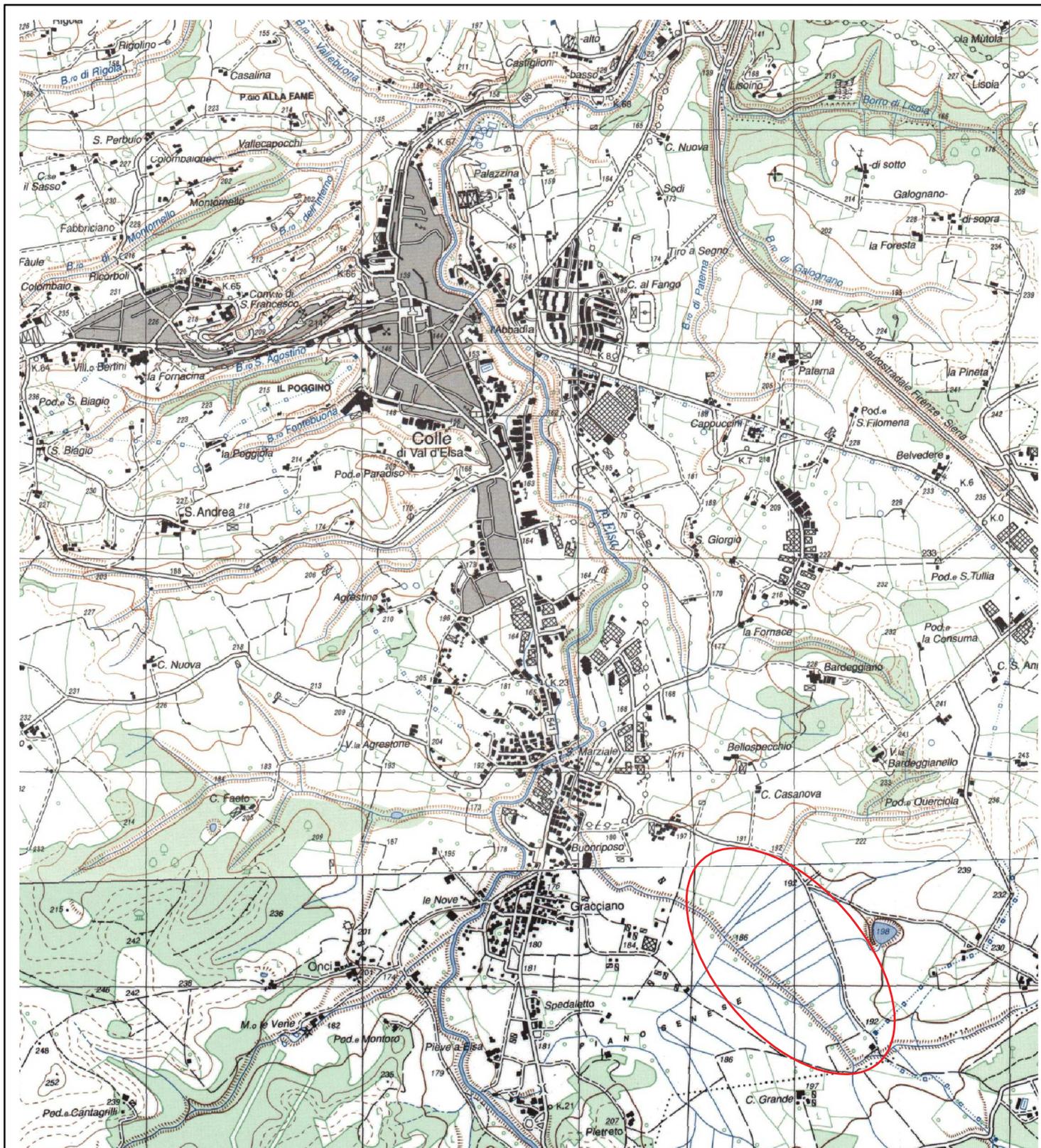
## § 2) INDAGINE GEOGNOSTICA

La prova penetrometrica è stata eseguita per determinare l'andamento e la consistenza dei litotipi presenti e per la determinazione delle caratteristiche geotecniche del terreno.

### 2.1) Modalità esecutive delle prove penetrometriche

La prova penetrometrica è stata eseguita con un penetrometro statico-dinamico Pagani TG 63 - 200 avente (con le modalità dinamiche) le seguenti caratteristiche:

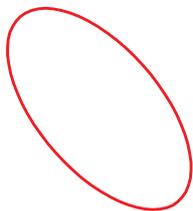
- massa battente (M)	63,50 Kg
- altezza di caduta (h)	75 cm
- area della punta (A)	20,43 cmq
- angolo al vertice della punta	90°
- peso delle aste (P)	6,31 Kg/metro



Scala 1:25.000

FIG. 1

UBICAZIONE DELL'AREA



AREA IN ESAME





FIG. 2  
UBICAZIONE INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA

Scala 1:5.000

**DPSH1**



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA E RELATIVO NUMERO DI RIFERIMENTO

**MASW**



STENDIMENTO DI SISMICA DI TIPO MASW



E' stato misurato il numero di colpi (N) necessari per infiggere nel terreno le aste di 20 in 20 centimetri, procedendo nell'infissione senza rivestimento essendo trascurabile l'attrito laterale, in quanto la sezione della punta è maggiore di quella delle aste (durante le prove le aste si sono mantenute costantemente libere).

I risultati sono riportati in diagrammi numerici aventi in ordinata la profondità e in ascissa il numero di colpi, nonché l'elaborazione della resistenza dinamica alla punta sempre in rapporto alla profondità.

## **2.2) Esame dei risultati**

L'interpretazione della prova penetrometrica dinamica è basata, quale che sia il procedimento seguito, sul numero di colpi (N) necessari all'infissione delle aste di 20 in 20 centimetri, oltre all'indispensabile e preventiva conoscenza geologica del sito in esame.

L'andamento del diagramma, unitamente al numero di colpi (N) che lo determina, consente di ricostruire una stratigrafia indiretta dello spessore attraversato, che viene riportata in figura 3.

***I tabulati sono invece riportati in Allegato 1.***

## **§ 3) INDAGINE SISMICHE**

Le indagini geofisiche mirano a ricostruire per via indiretta le caratteristiche stratigrafiche dei terreni investigati.

La loro esecuzione non è particolarmente invasiva, è rapida (quantomeno rispetto alle indagini geognostiche) e permette di ottenere risultati attendibili.

### **3.1 Indagine sismica di tipo MASW**

Il principio ispiratore della tecnica MASW è il carattere dispersivo delle onde di Rayleigh e di Love quando queste si propagano in un mezzo stratificato.

La dispersione consiste nella variazione della velocità di fase a diverse frequenze, con l'aumento della lunghezza d'onda (abbassamento di frequenza) la profondità coinvolta dalla propagazione dell'onda è progressivamente maggiore.

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente: Dott. Geol. Giovanni Soldo

Data: 19/03/2021

Descrizione: Prova penetrometrica per realizzazione di un impianto solare fotovoltaico

Località: Loc. Casino di Scarna - Colle di Val d'Elsa (SI)

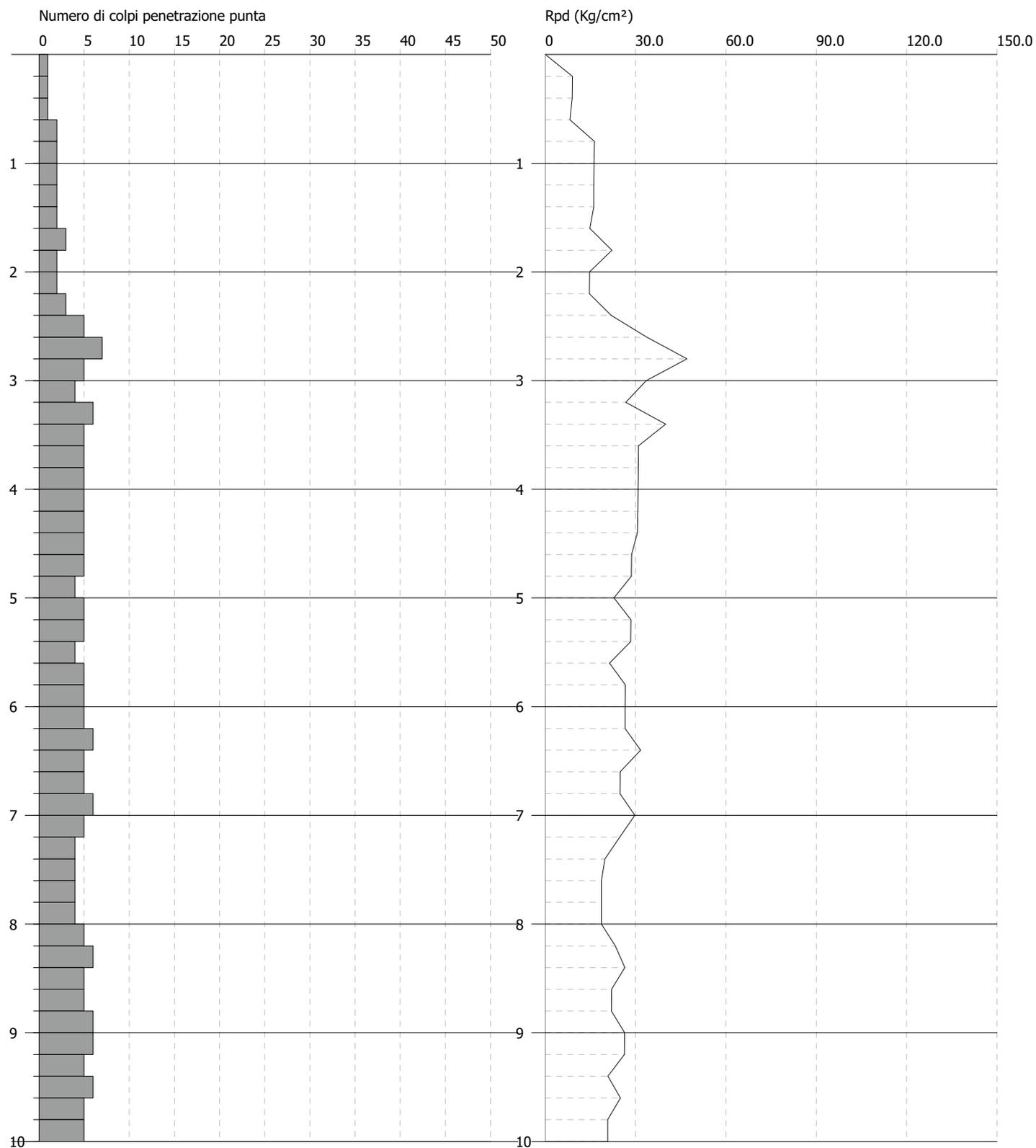


FIG. 3

È quindi possibile, impiegando onde di un certo intervallo di frequenza, caratterizzare le proprietà acustiche dei terreni sino ad una certa profondità.

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali.

Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga.

Questa proprietà si chiama dispersione. Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali. La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.

**L'intero processo comprende tre passi successivi:**

- **l'acquisizione delle onde superficiali (ground roll);**
- **la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza);**
- **l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle  $V_s$ .**

**Per ottenere un profilo  $V_s$  bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore.**

**Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi, in quanto l'inversione di tale curva viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati.**

**I valori preliminari per il rapporto di Poisson e per la densità sono necessari per ottenere il profilo verticale  $V_s$  dalla curva di dispersione e vengono solitamente stimati utilizzando misure prese in loco o valutando le tipologie dei materiali.**

Le onde superficiali riverberate (back scattered) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale, se in prossimità delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento.

Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente.

Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza in funzione della distanza dalla sorgente.

La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione.

La scelta dei parametri di elaborazione così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale.

Una volta scomposto il sismogramma, un'opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza.

La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili ( $x$ ;  $y$ ), il cui legame costituisce la curva di dispersione.

E' anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma.

In questo caso la prova MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N.

Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo  $V_s$  di inversione.

Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente.

In particolare l'analisi MASW è stata realizzata con il seguente tipo di acquisizione:

**acquisizione ZVF** ossia con energizzazione verticale e acquisizione con geofoni verticali per l'analisi MASW della componente verticale delle onde di Rayleigh.

### **3.1.1 Acquisizione dati**

La misura MASW è stata effettuata con strumento combinato PASI MOD.16SG24-N corredato da 12 geofoni a 4.5 Hz.

Il profilo sismico è stato eseguito energizzando artificialmente il terreno e registrando le vibrazioni prodotte mediante captatori, denominati geofoni, collegati ad un ricevitore (sismografo) attraverso un cavo multipolare.

I 12 geofoni, con frequenza minima di soglia di 4,5 Hz, sono stati posizionati ad una distanza di 4 metri l'uno dall'altro così da coprire una distanza orizzontale predeterminata in questo caso 44 metri.

L'energizzazione è avvenuta battendo una mazza da 11 Kg su una piastra in alluminio a 4 metri dal primo geofono; al momento della battuta vengono generate artificialmente onde sismiche nel terreno ed ha inizio la registrazione (*trigger*) con campionamento costante e predeterminato del segnale da parte dei geofoni.

Eseguendo la seconda serie di battute a 6 metri dal primo geofono si ottiene l'inserimento virtuale di 12 geofoni all'interno delle acquisizioni precedentemente effettuate in modo da avere sismogrammi a 24 canali con soli 12 geofoni.

La lunghezza finale risultante dello stendimento è quindi di mt 46,00.

Per ogni scoppio abbiamo utilizzato la metodologia dello *stacking* che consiste nel ripetere più volte le misurazioni al fine di amplificare l'ampiezza del segnale sismico ed ottenere quindi sismogrammi di più facile lettura.

### **3.1.2 Elaborazione dei dati**

Le tracce acquisite sono state elaborate attraverso il software di calcolo winMASW Academy 7.0 (Eliosoft Geophysical Software).

E' stata quindi caricata la registrazione e verificato lo spettro di velocità in group velocity e non con l'abituale velocità di fase.

Abbiamo quindi generato curve di dispersione artificiali da un modello sismostratigrafico immesso manualmente e via, via migliorato per far coincidere le curve di dispersione per i vari modi con lo spettro di velocità risultato dall'analisi.

E' stato eseguito quindi il ripasso grafico dei massimi dello spettro di velocità (*picking*) così da ottenere dei binomi velocità - frequenza.

La fase successiva ha interessato l'inversione analitica di questi dati considerando come modello di partenza quello precedentemente calcolato.

Il metodo d'inversione della curva di dispersione è basato su una tecnica di approssimazione particolarmente sofisticata (algoritmi genetici) che comunque non richiede necessariamente modelli di partenza.

Lanciata l'inversione il programma ha ricercato il modello medio e il modello migliore, tra i vari possibili nello spazio di ricerca che abbiamo precedentemente fissato.

La scelta dello spazio di ricerca è stata effettuata in modo oculato tenendo conto delle caratteristiche geologiche dell'area.

**Di seguito riportiamo i risultati analitici e la seguente interpretazione con la parametrizzazione della  $V_{s30}$  del MASW.**

### MASW

#### **Modello medio**

$V_s$  (m/s): 72, 127, 183, 220, 291, 189, 307, 352, 404, 455, 419, 484

Thickness (m): 0.4, 1.1, 1.1, 2.2, 1.1, 2.7, 2.4, 5.6, 3.7, 9.1, 20.3

Density (gr/cm<sup>3</sup>) (approximate values): 1.61, 1.79, 1.79, 1.87, 1.90, 1.79, 1.96, 1.95, 1.96, 1.97, 1.96, 1.99

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 8, 29, 60, 90, 161, 64, 184, 241, 320, 408, 344, 465

#### Approximate values for $V_p$ and Poisson

$V_p$  (m/s): 158, 333, 335, 464, 535, 329, 670, 642, 676, 710, 683, 754

Poisson: 0.37, 0.41, 0.29, 0.35, 0.29, 0.25, 0.37, 0.29, 0.22, 0.15, 0.20, 0.15

**$V_{s30}$  292 m/sec**

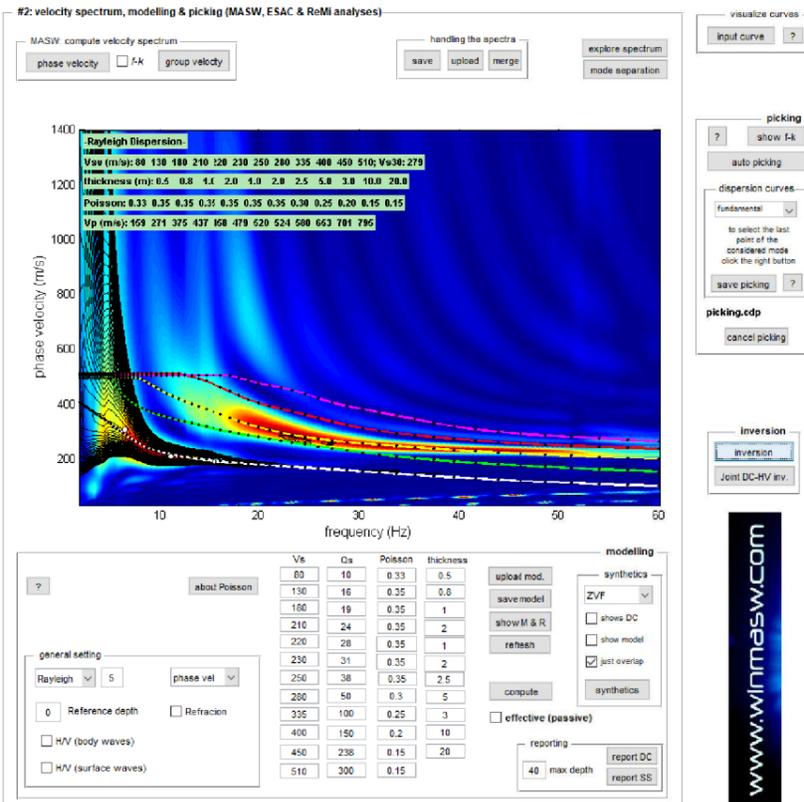
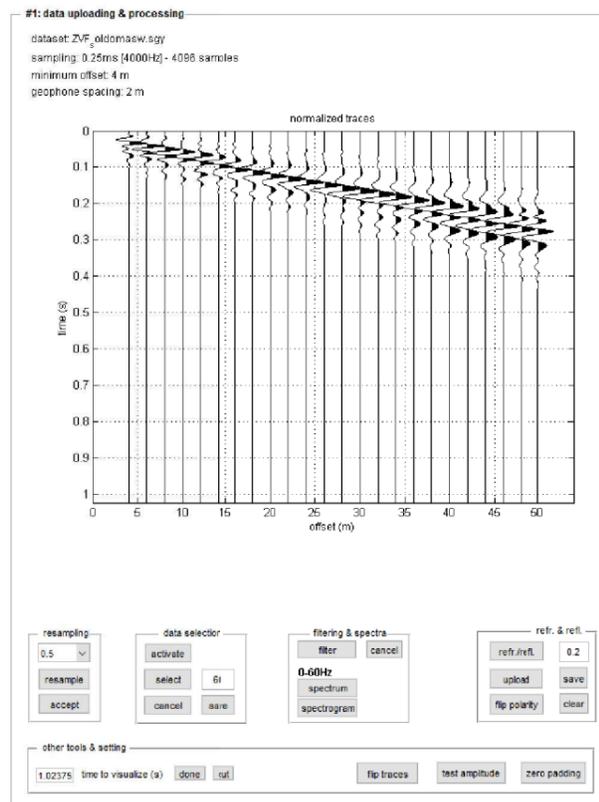
### **3.1.3) Elaborazione sismostratigrafica**

In fig. 4 si può constatare come la velocità delle onde S abbia valori molto bassi che incrementano gradualmente con la profondità dal piano campagna.

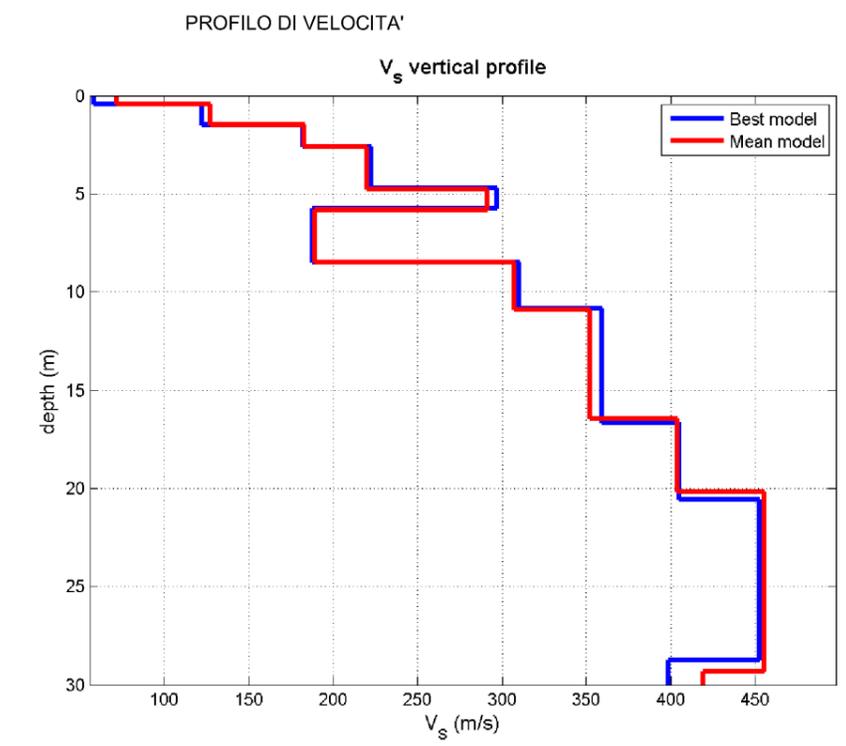
Questa evidenza è in accordo con quanto rilevato anche dalla prova penetrometrica dinamica realizzata.

**La  $V_{s30}$  ottenuta risulta di 292 m/sec propria di una categoria di suolo di tipo C:**  
*“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360”.*

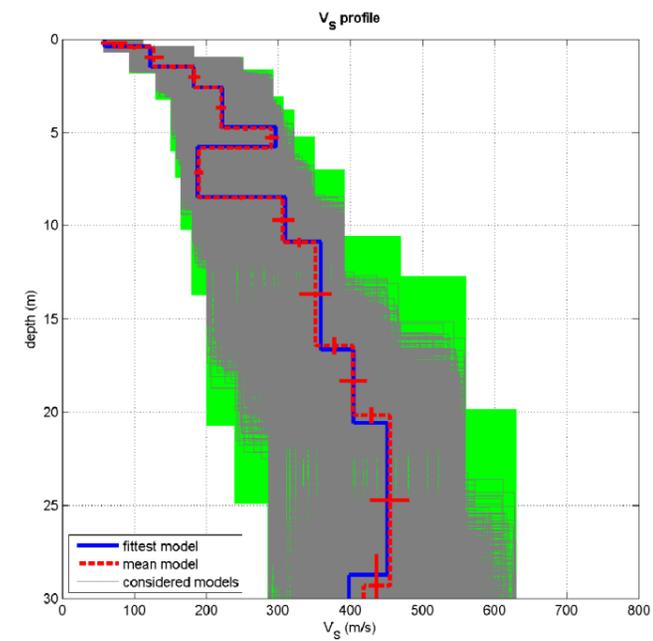
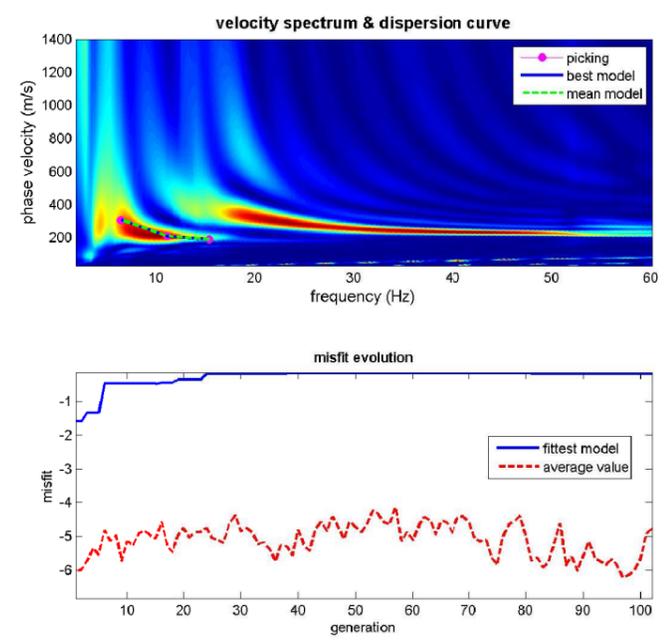
Poggibonsi, 22.03.2021  
**Per Geologica Toscana s.n.c.**  
Dott. Geol. Riccardo Cortigiani



Committente: Dott. Geol. Giovanni Soldo  
 Loc. Casino di Scarna - Colle di Val d'Elsa (SI)



PICKING SPETTRO DI VELOCITA'



www.winmasw.com

dataset: ZVF\_olddomasw.sgy  
 dispersion curve: picking.cdp  
 Vs30 (best model): 288 m/s  
 Vs30 (mean model): 292 m/s

Vs<sub>30</sub> medio = 292 m/sec

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INVERSIONE CURVA DI DISPERSIONE

FIG. 4  
 RISULTANZE DELL'ANALISI SISMICA MASW

**GEOLOGICA TOSCANA s.n.c.**

di Damiano Guarguaglini & C.

## **ALLEGATO 1**

### **Tabulati della prova penetrometrica DPSH**

Prova n. 1

PROVA DPSH Nr.1



Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data 19/03/2021  
 Profondità prova 10.00 mt  
 Falda non rilevata  
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	1	0.855	8.98	10.51	0.45	0.53
0.40	1	0.851	8.94	10.51	0.45	0.53
0.60	1	0.847	8.17	9.64	0.41	0.48
0.80	2	0.843	16.27	19.29	0.81	0.96
1.00	2	0.840	16.20	19.29	0.81	0.96
1.20	2	0.836	16.13	19.29	0.81	0.96
1.40	2	0.833	16.06	19.29	0.80	0.96
1.60	2	0.830	14.78	17.82	0.74	0.89
1.80	3	0.826	22.09	26.73	1.10	1.34
2.00	2	0.823	14.67	17.82	0.73	0.89
2.20	2	0.820	14.62	17.82	0.73	0.89
2.40	3	0.817	21.84	26.73	1.09	1.34
2.60	5	0.814	33.72	41.41	1.69	2.07
2.80	7	0.811	47.04	57.97	2.35	2.90
3.00	5	0.809	33.49	41.41	1.67	2.07
3.20	4	0.806	26.70	33.13	1.34	1.66
3.40	6	0.803	39.92	49.69	2.00	2.48
3.60	5	0.801	30.98	38.68	1.55	1.93
3.80	5	0.798	30.88	38.68	1.54	1.93
4.00	5	0.796	30.79	38.68	1.54	1.93
4.20	5	0.794	30.70	38.68	1.53	1.93

## Prova n. 1

4.40	5	0.791	30.61	38.68	1.53	1.93
4.60	5	0.789	28.64	36.28	1.43	1.81
4.80	5	0.787	28.56	36.28	1.43	1.81
5.00	4	0.785	22.79	29.03	1.14	1.45
5.20	5	0.783	28.41	36.28	1.42	1.81
5.40	5	0.781	28.34	36.28	1.42	1.81
5.60	4	0.779	21.30	27.34	1.06	1.37
5.80	5	0.777	26.56	34.17	1.33	1.71
6.00	5	0.775	26.50	34.17	1.32	1.71
6.20	5	0.774	26.44	34.17	1.32	1.71
6.40	6	0.772	31.66	41.00	1.58	2.05
6.60	5	0.770	24.87	32.29	1.24	1.61
6.80	5	0.769	24.82	32.29	1.24	1.61
7.00	6	0.767	29.73	38.75	1.49	1.94
7.20	5	0.766	24.72	32.29	1.24	1.61
7.40	4	0.764	19.74	25.83	0.99	1.29
7.60	4	0.763	18.67	24.48	0.93	1.22
7.80	4	0.761	18.64	24.48	0.93	1.22
8.00	4	0.760	18.61	24.48	0.93	1.22
8.20	5	0.759	23.22	30.60	1.16	1.53
8.40	6	0.757	27.81	36.73	1.39	1.84
8.60	5	0.756	21.99	29.09	1.10	1.45
8.80	5	0.755	21.95	29.09	1.10	1.45
9.00	6	0.753	26.30	34.90	1.31	1.75
9.20	6	0.752	26.26	34.90	1.31	1.75
9.40	5	0.751	21.85	29.09	1.09	1.45
9.60	6	0.750	24.94	33.25	1.25	1.66
9.80	5	0.749	20.75	27.71	1.04	1.39
10.00	5	0.748	20.72	27.71	1.04	1.39

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
2.4	1.92	17.9	Incoerente - coesivo	0	1.62	1.86	0.19	1.47	2.82	1° Strato
10	5.05	34.47	Incoerente - coesivo	0	1.88	1.9	1.1	1.47	7.42	2° Strato

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

### TERRENI COESIVI

#### Coesione non drenata (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmert mann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman n	De Beer
[1] - 1° Strato	2.82	2.40	0.18	0.35	0.15	0.12	0.27	0.54	0.26	0.65	0.14	0.23	0.35
[2] - 2° Strato	7.42	10.00	0.46	0.93	0.25	0.30	0.73	1.03	0.66	0.99	0.37	0.00	0.93

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - 1° Strato	2.82	2.40	Robertson (1983)	5.64
[2] - 2° Strato	7.42	10.00	Robertson (1983)	14.84

#### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - 1° Strato	2.82	2.40	12.94	42.30	30.55	35.25
[2] - 2° Strato	7.42	10.00	34.04	--	77.47	92.75

#### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - 1° Strato	2.82	2.40	12.03	28.20
[2] - 2° Strato	7.42	10.00	64.93	74.20

## Prova n. 1

### Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - 1° Strato	2.82	2.40	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - 2° Strato	7.42	10.00	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

### Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - 1° Strato	2.82	2.40	Meyerhof	1.62
[2] - 2° Strato	7.42	10.00	Meyerhof	1.88

### Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] - 1° Strato	2.82	2.40	Meyerhof	1.86
[2] - 2° Strato	7.42	10.00	Meyerhof	1.90

### Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - 1° Strato	2.82	2.40		0
[2] - 2° Strato	7.42	10.00		0

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - 1° Strato	2.82	2.40	13.16	37.29	43.15	14.79
[2] - 2° Strato	7.42	10.00	18.39	42.6	43.48	27

### Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - 1° Strato	2.82	2.40	2.82	27.81	20.81	28.79	30.24	30.74	0	<30	21.5	27.85	27.31	22.51
[2] - 2° Strato	7.42	10.00	7.42	29.12	22.12	30.08	28.03	32.66	0	<30	25.55	29.23	32.3	27.18

### Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - 1° Strato	2.82	2.40	2.82	---	22.56	---	---	---
[2] - 2° Strato	7.42	10.00	7.42	---	59.36	---	---	---

### Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - 1° Strato	2.82	2.40	2.82	---	33.26	20.02	50.58
[2] - 2° Strato	7.42	10.00	7.42	---	42.71	52.68	71.09

### Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - 1° Strato	2.82	2.40	2.82	Classificazione A.G.I.	SCIOLTO
[2] - 2° Strato	7.42	10.00	7.42	Classificazione A.G.I.	POCO ADDENSATO

### Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
[1] - 1° Strato	2.82	2.40	2.82	Meyerhof et al.	1.44
[2] - 2° Strato	7.42	10.00	7.42	Meyerhof et al.	1.64

**Prova n. 1****Peso unità di volume saturo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - 1° Strato	2.82	2.40	2.82	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.87
[2] - 2° Strato	7.42	10.00	7.42	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.90

**Modulo di Poisson**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - 1° Strato	2.82	2.40	2.82	(A.G.I.)	0.35
[2] - 2° Strato	7.42	10.00	7.42	(A.G.I.)	0.34

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - 1° Strato	2.82	2.40	2.82	172.25	235.51
[2] - 2° Strato	7.42	10.00	7.42	427.65	425.33

**Velocità onde di taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - 1° Strato	2.82	2.40	2.82	Ohta & Goto (1978) Limi	84.78
[2] - 2° Strato	7.42	10.00	7.42	Ohta & Goto (1978) Limi	137.6

**Liquefazione**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] - 1° Strato	2.82	2.40	2.82	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - 2° Strato	7.42	10.00	7.42	Seed e Idriss (1971)	--

**Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] - 1° Strato	2.82	2.40	2.82		---
[2] - 2° Strato	7.42	10.00	7.42		---

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - 1° Strato	2.82	2.40	2.82		---
[2] - 2° Strato	7.42	10.00	7.42		---