



**COMUNE DI NAPOLI**

**Dipartimento di pianificazione urbana**

# **Intervento per la realizzazione di un'attrezzatura sportiva assoggettata ad uso pubblico in Napoli a Via De Chirico n.16 Municipalità IX - Quartiere Pianura**

**Intervento da realizzare ai sensi della V.G. PRG Comune di Napoli art.56 c.III  
Delibera di G.C. n.1882 del 23.03.2006**



arch. Francesco Gamardella  
Via Principe di Piemonte, 11  
80026 Casoria (Na), Italia

**Oggetto dell'intervento:** Realizzazione di un attrezzatura sportiva (campi sportivi) per il gioco del calcio a 5 e calcio a 8 con relativi servizi.

**Luogo dell'intervento:** Napoli - Municipalità IX - Quartiere Pianura  
Via De Chirico

**Dati catastali :** Catasto terreni - Foglio 65, particella 1317

**I PROGETTISTI** arch. FRANCESCO GAMARDELLA  
AlboArchitetti Napoli n. 11815

**IL PROPONENTE** POLVERINO ANNA  
nata a Napoli il 07.01.1962  
c.f. PLVNN62A47F8390

**PROGETTO  
PRELIMINARE**

<b>S.R.</b>	<b>F.G.</b>	acquisizione pareri pre-progettuali enti competenti	<b>30.07.2013</b>	<b>3.1</b>
REDATTO	APPROVATO	DESCRIZIONE REVISIONE	DATA	REV.
TAVOLA:	GRADO:	TITOLO:		
<b>REL_04</b>	<b>RELAZIONI PROGETTO PRELIMINARE</b>	<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b> Modellizzazione sismica - Relazione geotecnica sulle indagini - Stratigrafie - Certificati delle prove eseguite		
FILENAME:	W.O. NUMBER:	RIF. COMMESSA:	FORMATO:	SCALA:
	2012/01-Pianura	2013/06-Urb_Pianura	A4	-

# COMUNE DI NAPOLI

- PROVINCIA DI NAPOLI -

## ELABORATI:

Ai sensi di: D.M. 14.01.2008 e s.m.i

RELAZIONE GEOLOGICA

---

MODELLIZZAZIONE SISMICA

---

GEOTECNICA SULLE INDAGINI - *Include Certificati Geotecnici*

---

## OPERE:

OGGETTO: REALIZZAZIONE DI UN'ATTREZZATURA SPORTIVA ASSOGGETTATA AD  
USO PUBBLICO

---

UBICAZIONE: VIA DE CHIRICO N. 16 – QUARTIERE PIANURA

---

RICHIEDENTE: POLVERINO ANNA

---

DATA ELABORATO: 1 agosto 2013

dott. Antonio Massimiliano Laudiero

## INDICE

PREMESSA .....	2
CARATTERISTICHE GEOLOGICHE STRUTTURALI E STRATIGRAFICHE DELL'AREA.....	3
CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DELL'AREA.....	6
PERIMETRAZIONI DELL'ADB DELLA CAMPANIA NORD- OCCIDENTALE.....	7
COLONNA STRATIGRAFICA LOCALE.....	9

## APPENDICE

---

*Modellizzazione sismica*

*Relazione geotecnica sulle indagini*

*Documento di sintesi*

*Stratigrafie*

*Certificati delle prove eseguite*

## PREMESSA

Il presente documento costituisce la relazione Geologica per:

REALIZZAZIONE DI UN'ATTREZZATURA SPORTIVA ASSOGGETTATA AD USO PUBBLICO

Professionista incaricato:

- **dott. LAUDIERO Antonio Massimiliano, iscr. Albo Geologi Campania n. 1416**  
*Sede dello studio di geologia applicata: via G. Verdi 18- Afragola (NA).*

Committente:

- **Sig.ra POLVERINO Anna**  
*Proprietaria*

Ubicazione dell'intervento da realizzare:

- **Comune di Napoli , via De Chirico 16 – Quartiere Pianura**

Nella definizione geolitologica e idrogeologica dei terreni di fondazione, la zona è stata studiata sia nella porzione di territorio interessata dai limiti di proprietà, sia nel contesto areale cui fa parte, pertanto si sono eseguiti sopralluoghi in zona e limitrofe. In seguito, confrontando la bibliografia di zona con carotaggi geognostici, prove penetrometriche ed indagini sismiche eseguite si è potuto ricostruire la litostratigrafia di zona.

In questo lavoro si riporta:

1. l'inquadramento geografico e geologico generale dell'area;
2. la stratigrafia del sottosuolo;
3. la caratterizzazione idrogeologica;

Il presente documento è stato redatto in conformità alle seguenti normative vigenti in materia:

- **L. 2 febbraio 1974 n. 64 e succ. mod. ed int.**
- **D.M. 14 gennaio 2008 – e succ. mod. ed int.**
- **L.R. 9/83 e succ. mod. ed int.**

In conformità alle norme generali del Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico emanato dall'Autorità di Bacino della Campania Nord-Occidentale, di cui il comune di Napoli ne è territorialmente compreso, la zona è stata valutata in funzione delle perimetrazioni attuate secondo le relazioni e le tavole riassuntive dall'Autorità di Bacino.

## CARATTERISTICHE GEOLOGICHE STRUTTURALI E STRATIGRAFICHE DELL'AREA

Il sito in esame è situato nella zona di Pianura, facente parte della periferia occidentale del Comune di Napoli. È localizzato nella Tavola n. 22 – Lago Patria della Carta topografica programmatica della Regione Campania - di cui in figura 1 ne è mostrato lo stralcio con l'individuazione della zona investigata.

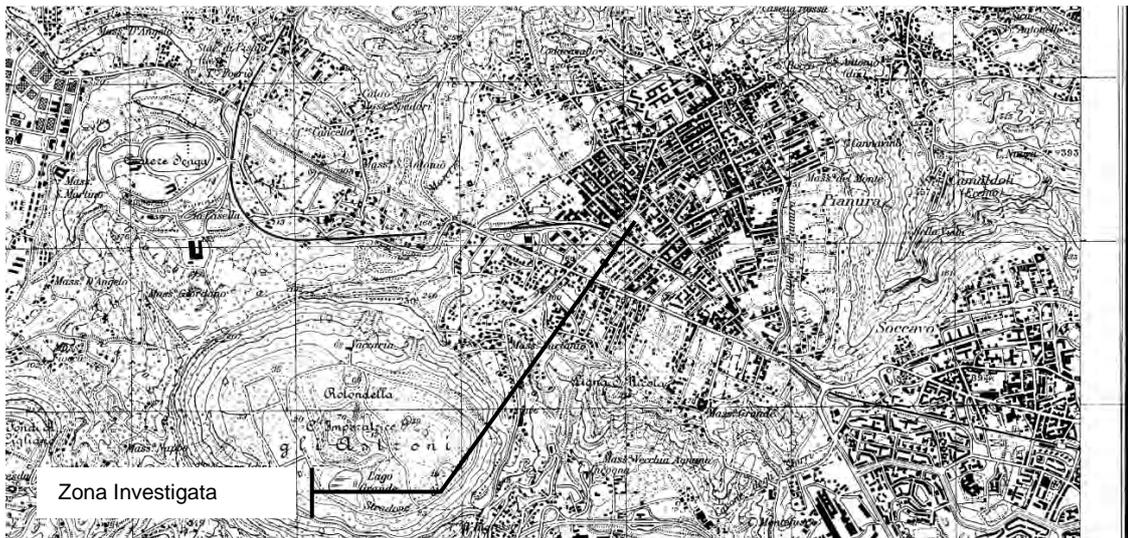


Figura 1: Stralcio Tav. N. 22 – Lago Patria

L'area oggetto d'intervento, ha quota media di 160 metri s.l.m., è localizzata tra il bordo nord orientale della caldera degli Astroni e le colline dei Camaldoli. La morfologia della zona è strettamente collegata all'attività vulcanica della regione.

La struttura morfologica di base è la Caldera, formata da un'ampia zona perimetrale con al centro una grossa depressione formata a seguito delle due eruzioni maggiori (Ignimbrite campana 39.000 y b.p. e Tufo Giallo Napoletano 12.000 y b.p.).

All'interno della depressione si sono sviluppati successivamente numerosi crateri tra cui Gli Astroni, sul cui versante occidentale è impostato il sito oggetto del presente studio.

Il sito in interesse trovasi sul versante Nord all'esterno del cratere degli Astroni, che si ritiene sia stato generato circa 3700 anni fa nel ciclo di attività post-caldera subaerea recente. Alla prima fase è ascrivibile la cupola trachitica della Caprara affiorante sul versante orientale. A questa è seguita una fase esplosiva, con conseguente costruzione dell'attuale apparato vulcanico, i cui prodotti piroclastici sono visibili soprattutto presso l'ingresso del cratere. Durante l'ultima fase sono stati messi in posto il Toppo dell'Imperatrice, costituito prevalentemente da scorie, e la Rotondella, una colata scoriaea originatasi dallo stesso Toppo dell'Imperatrice.

L'edificio craterico risulta perfettamente conservato e presenta un orlo di forma ovale, con un'estensione di 247 ettari, un perimetro di circa 6 km, un diametro massimo di circa 2 km e un dislivello compreso tra 9 metri e 261 metri s.l.m. (sperone di Torre Nocera).

Da un punto di vista morfologico il cratere degli Astroni viene classificato come "Ash Ring", anello di cenere, data la forma del cratere ampio e svasato, con un elevato rapporto larghezza/profondità e versanti a bassa pendenza. È costituito prevalentemente da ceneri e scorie vulcaniche originate da grandi eruzioni freato-magmatiche, cioè caratterizzate dal contatto tra magma incandescente e falda acquifera presente nel sottosuolo. È proprio a seguito di queste eruzioni particolarmente violente che tutti i crateri dell'area flegrea non presentano la classica struttura a "cono" e sono difficilmente rintracciabili rocce laviche. Sul fondo del cratere sono presenti tre rilievi detti "colle dell'Imperatrice" (76 m s.l.m.), "colle della Rotondella" (59 m s.l.m.) e i "Pagliaroni" (17 m s.l.m.), costituiti essenzialmente da scorie vulcaniche. Nella parte più bassa del cratere sono presenti tre piccoli specchi d'acqua denominati "lago Grande", "Cofaniello piccolo" e "Cofaniello grande", tutti privi di sorgenti ed alimentati esclusivamente dalla falda acquifera sottostante. Le sorgenti termali, di cui esistono testimonianze storiche risalenti al XIII secolo, sono completamente scomparse.

Il sito investigato ricade nel Foglio 183-184 della Carta Geologica d'Italia, Napoli – Isola d'Ischia, di cui in Figura 2 si riporta uno stralcio.



**Figura 2:** Stralcio F. 183-184 della Carta Geologica d'Italia "Napoli – Isola d'Ischia".

L'area fa parte del più esteso sistema vulcanico dei Campi Flegrei con Ischia e Procida, collocato nella porzione sud occidentale della Piana Campana, e rappresenta, unitamente al Somma-Vesuvio, una delle principali aree di vulcanismo attivo dell'Italia meridionale, che ha avuto inizio nel quaternario circa 150.000

anni fa sull'isola di Ischia e successivamente sull'isola di Procida, mentre le manifestazioni relative ai Campi Flegrei sono avvenute di seguito, probabilmente in ambiente sottomarino.

L'area dei Campi Flegrei è connessa all'omonimo sistema vulcanico rappresentato dalla grande struttura calderica collassata circa 36.000 anni fa, con un diametro di circa 12 km. È una struttura risultante dal collasso provocato da due eventi eruttivi particolarmente importanti, L'Ignimbrite Campana (39.000 anni fa che rappresenta il deposito piroclastico a più alta magnitudo dell'area campana con volumi di materiale eruttato dell'ordine dei 150 Km<sup>3</sup>) ed il Tufo Giallo Napoletano (12.000 anni fa con una stima del volume di materiale eruttato dell'ordine dei 20-50 Km<sup>3</sup>). Il diametro interno della caldera flegrea è di circa 11 km, ed ha subito un abbassamento totale di circa 1600 m in seguito ai collassi provocati dalle eruzioni dell'Ignimbrite Campana, del Tufo Giallo Napoletano, e del sottore circolare Agnano-Astroni-Solfatara.

In bibliografia scientifica l'attività vulcanica dei Campi Flegrei è stata suddivisa in 4 fasi. In particolare, al primo ciclo corrispondono i prodotti precedenti l'eruzione dell'IC; al secondo ciclo corrispondono i prodotti dell'IC e della formazione Piperno-Breccia Museo; al terzo sono associati i Tufi Biancastri Stratificati, i Tufi Antichi affioranti nella zona di Napoli, il vulcano di Torregaveta ed il TGN.

Durante il quarto ciclo si sono formati i vulcani di tufo giallo pseudostratificato, i vulcani piroclastici monogenici, con di scorie e cupole laviche. E' a questo ciclo, circa 4000 anni fa, che gli autori fanno corrispondere l'eruzione di Capo Miseno, Porto Miseno e Bacoli.

## CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DELL'AREA

L'Unità idrogeologica dei Campi Flegrei è delimitata a nord dall'alveo dei Camaldoli e ad est dalla Valle del Sebeto, tale direttrice rappresenta il contatto stratigrafico in affioramento del TGN in luogo dei depositi piroclastici sciolti.

Nell'area flegrea la stratigrafia del sottosuolo varia da zona a zona, per giacitura, spessori e granulometria dei litotipi costituenti, con la conseguenza di una circolazione idrica sotterranea molto complessa, rappresentata da falde sovrapposte, con alimentazioni anche rilevanti di acqua geotermica.

I punti preferenziali di recapito delle acque sotterranee della struttura dei Campi Flegrei sono rappresentati a Nord dal lago Fusaro e dai canali di bonifica (c.ca 10 milioni di m<sup>3</sup>/anno). A sud della struttura, la falda defluisce direttamente verso il mare con c.ca 20 milioni di m<sup>3</sup>/anno.

La zona in interesse è rappresentata da acque calde per la presenza in profondità di un corpo magmatico, che surriscaldando per conduzione la falda marina profonda, crea dei moti convettivi all'interno dell'acquifero, con la conseguente risalita di vapori attraverso le fratture principali, riscaldando così anche le falde superficiali.

La falda dei Campi Flegrei riceve alimentazione dai Massicci Carsici, le quali acque subiscono modifiche chimiche e mescolamenti durante il percorso nella piana da parte di acque profonde di risalita.

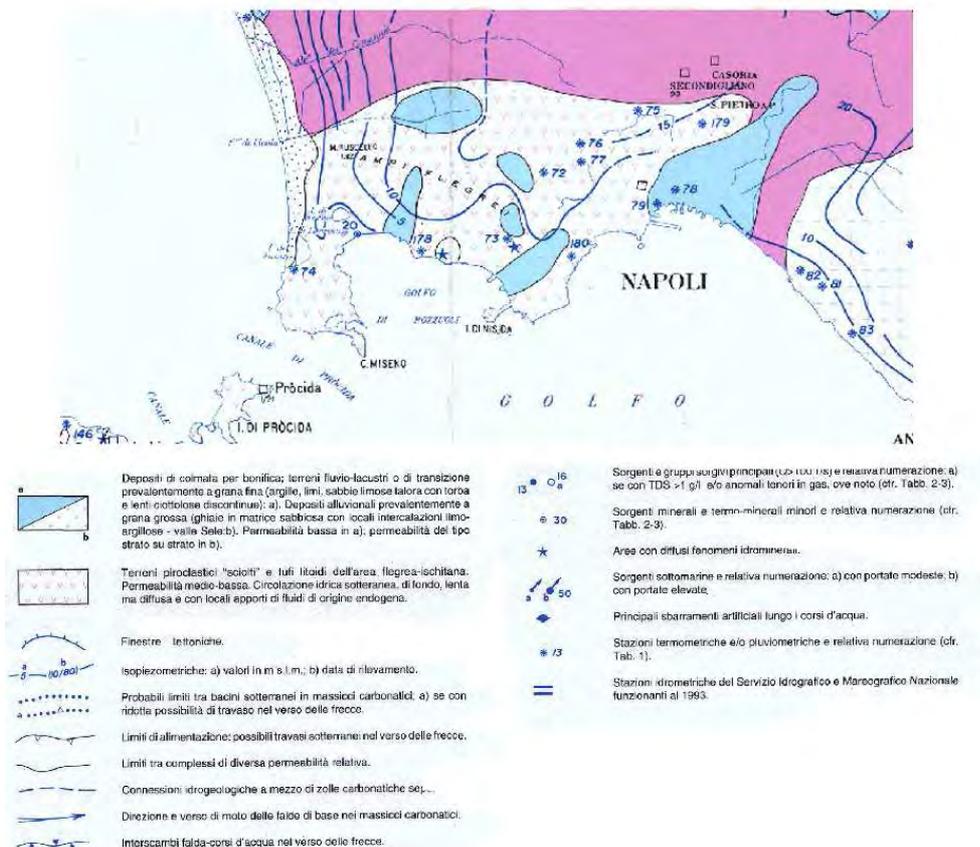


FIGURA 3: Carta Idrogeologica della Campania

## PERIMETRAZIONI DELL'ADB DELLA CAMPANIA NORD- OCCIDENTALE

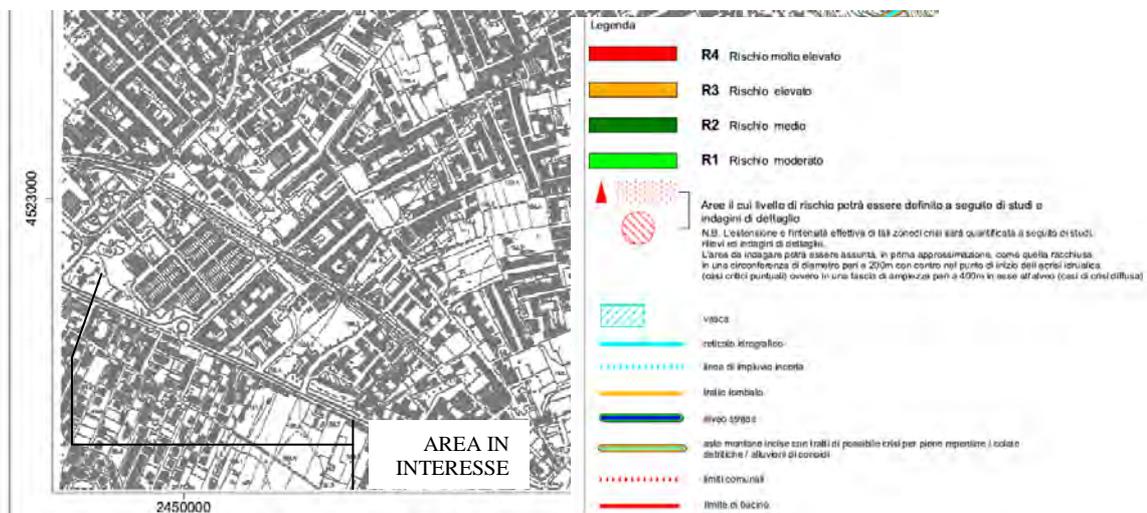
Il territorio comunale di cui il sito in oggetto è tra quelli regolamentati dal Piano Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico, emanato dall'Autorità di Bacino della Campania Nord Occidentale.

Il piano stralcio per l'assetto idrogeologico è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, le norme d'uso del suolo e gli interventi riguardanti l'assetto idrogeologico del territorio di competenza dell'Autorità di Bacino.

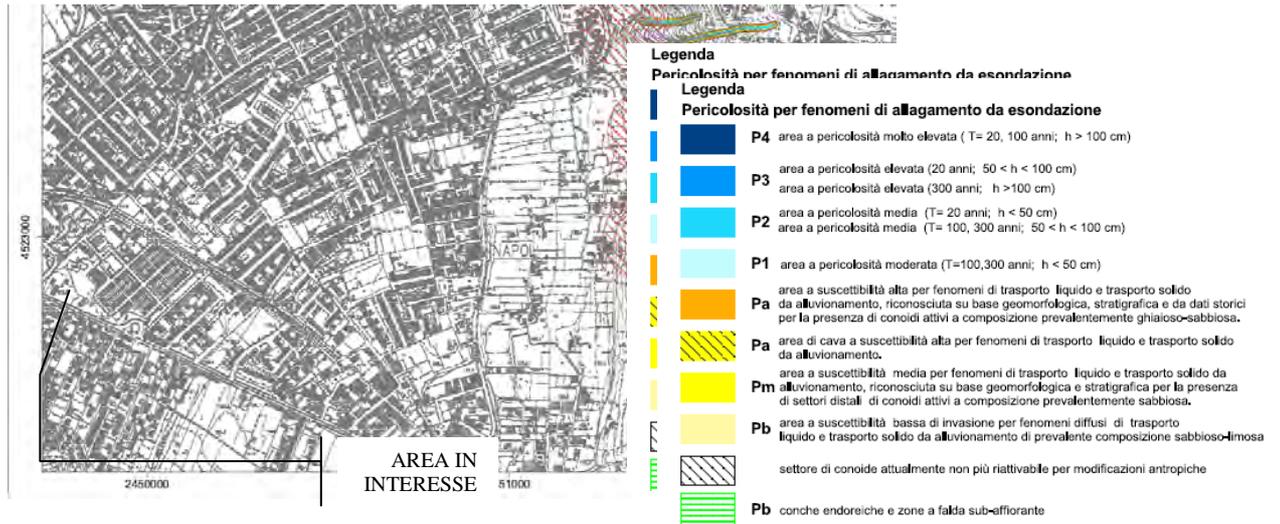
In base alle relazioni ed alle tavole riassuntive del Piano stralcio dell'Aut. di Bacino della Campania Nord Occidentale, si è esaminata la zona oggetto di studio in funzione della sua vulnerabilità rispetto al territorio, così come definita nel Piano Stralcio per la difesa dal rischio idraulico e dal rischio frane. A tal fine si è considerata la seguente cartografia:

1. Carta della pericolosità da fenomeni di esondazione ed alluvionamento;
2. Carta del rischio idraulico;
3. Carta della suscettività all'innesco di frane;
4. Carta della pericolosità relativa (suscettibilità) da frana;
5. Carta del rischio da frana.

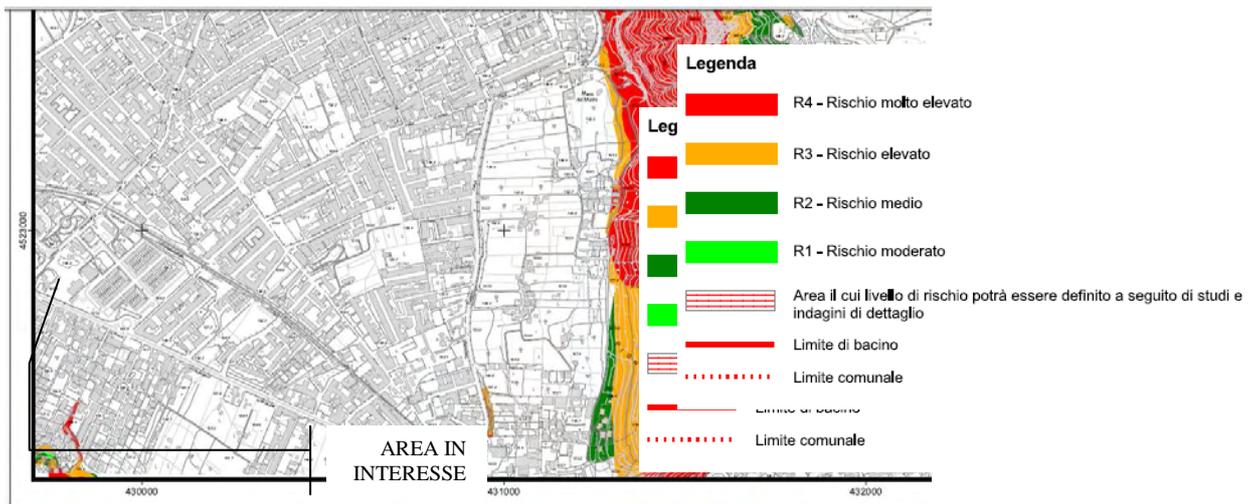
Dallo studio cartografico, così come mostrato in basso, si riconosce che la zona oggetto di studio non è perimetrata come zona soggetta a dissesto idrogeologico, sia per quel che concerne il rischio idraulico, che il rischio da frane, pertanto non subisce le prescrizioni dettate dalle norme di attuazione dell'Aut. di Bacino.



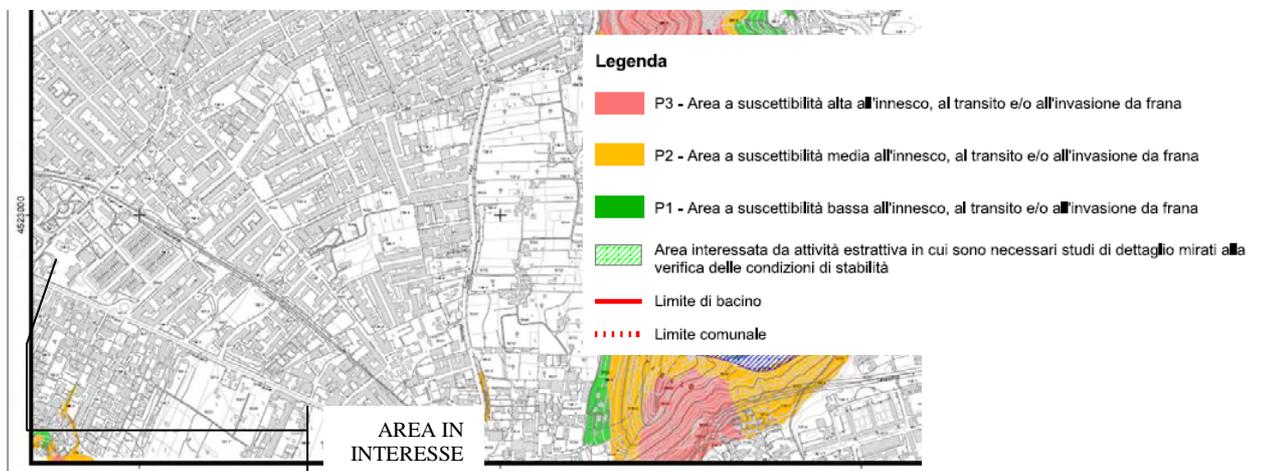
CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO



CARTA DEL PERICOLO IDRAULICO



CARTA DEL RISCHIO FRANE



CARTA DEL PERICOLO FRANE

## **COLONNA STRATIGRAFICA LOCALE**

Il sito in interesse trovasi sul versante occidentale del Cratere degli Astroni. Al suolo si rinvencono prodotti indifferenziati noti come piroclastiti antiche del settore continentale dei Campi Flegrei: trattasi di una sequenza di depositi piroclastici incoerenti eterometrici separati da paleosuoli. A circa 18 metri dal piano campagna si rinvencono depositi tufacei con pomici alterate e scorie.

In allegato le colonne stratigrafiche sono riportate in modo dettagliato.

# MODELLIZZAZIONE SISMICA

- Ai sensi di: D.M. 14.01.2008 e s.m.i.- Delibera n. 49 del 28.01.2010 della Regione Campania -



## ***Caratteristiche Tecniche-Strumentali***

Metodologia di acquisizione:	Masw [Multichannel Analysis of Surface Waves];
Tipologia di acquisizione:	Multicanale [24 canali];
Sensori geofonici:	4,5 Hz
Sismografo:	SARA Electronic Instruments S.r.l. di Perugia, modello DOREMI processore Pentium IV esterno - trattamento di dati Floating Point 32 bit incremento multiplo del segnale ed opzione per l'inversione di polarità, attivazione di filtri "passa alto", "passa basso" e "notch" in acquisizione o post-acquisizione
Trigger:	geofono starter esterno con possibilità di pre-trigger (0-10 ms)
Sorgente energizzante:	massa battente da 5 kg su piastra di battuta.
Distanza intergeofonica:	2 metri.

**RESPONSABILE**  
**Dott. Antonio M. Laudiero**

## CENNI TEORICI

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base del sito di costruzione. L'attuale normativa definisce le forme spettrali per ciascuna della probabilità di superamento nel periodo di riferimento, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

$a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;

$F_0$  valore massimo del valore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

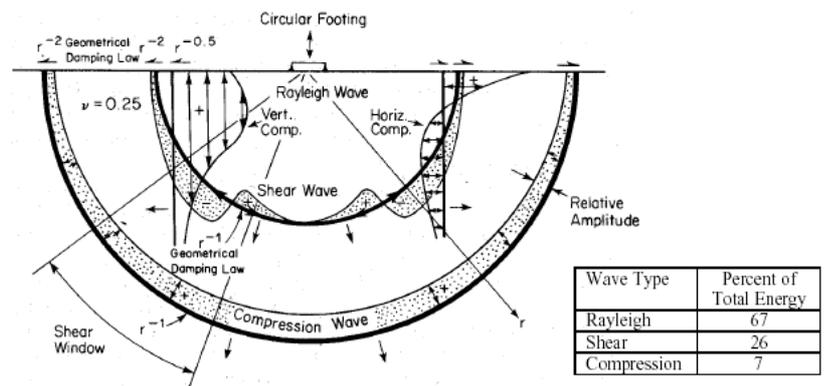
$T_c^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Tali valori sono tabellati, ed adottati in funzione di diversi parametri da determinare in situ, tra cui la *Categoria di Sottosuolo* e le *Condizioni Topografiche*.

Le categorie di sottosuolo di riferimento sono:

Cat.	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi,</i> caratterizzati da valori di $V_{s30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3 metri.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti,</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fine).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti,</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_u < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{spt30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina)
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C e D per spessore non superiore a 20 m,</i> posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s)
<i>In aggiunta ci sono altre 2 categorie per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o argille d'elevata sensibilità</i>	
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u30} < 20$ 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.

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 generici



Evidenziamo quindi come il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.

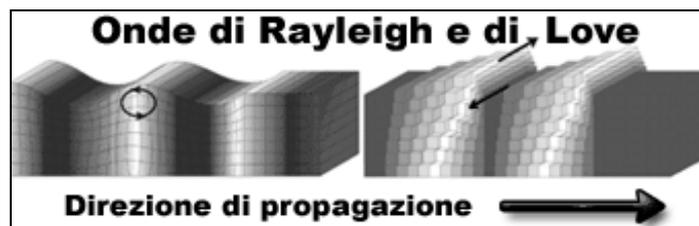


Figura 1: Rappresentazione grafica della propagazione delle onde superficiali di Rayleigh.

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 (Achenbach, J.D., 1999, Aki K. And Richards, P.G., 1980) o, detto in maniera equivalente, la velocità di fase (o di gruppo) apparente, delle onde Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione.

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che le onde, ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta, si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, mentre le onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

Con il metodo Masw, quindi, le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori che consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5Hz e 70Hz, quindi dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo e fino a spingersi ai -30m-50m, in funzione della rigidità del suolo.

## **STRUMENTAZIONE e METODOLOGIA**

L'indagine è stata eseguita utilizzando un acquisitore digitale multicanale della SARA Electronic Instruments S.r.l. di Perugia, modello DOREMI, con processore Pentium IV esterno, display VGA a colori in LCD-TFT 15". Computer portatile a supporto, trattamento del segnale a 16 bit, trattamento di dati Floating Point 32 bit, supporto di memorizzazione mediante Hard-Disk da 40 Gb, con funzione di incremento multiplo del segnale ed opzione per l'inversione di polarità, attivazione di filtri "passa alto", "passa basso" e "notch" in acquisizione o post-acquisizione; inoltre, i guadagni sono selezionabili da software manualmente per ogni canale o in modo automatico e le acquisizioni sono automaticamente registrate sullo strumento. Il trigger è dato da un geofono starter esterno, con possibilità di pre-trigger (0-10 ms).

Sono stati utilizzati 24 ricevitori (geofoni) da 4,5 Hz capaci di misurare il campo di moto della direzione verticale, e come sorgente energizzante, una massa battente (martello) da 5 Kg battuta su una piastra metallica.

Il profilo MASW è stato eseguito utilizzando n° 24 geofoni allineati sul terreno con un'interdistanza di 2 metri; i punti di scoppio sono stati posizionati ad una delle estremità del profilo a distanze di 2,00 m, 5,00 m e 8,00 m dal geofono n° 1. La scelta dei tre scoppi è stata effettuata per avere la certezza di generare la dispersione delle onde superficiali a prescindere dai differenti litotipi presenti nel sottosuolo dell'area investigata.

Il software MASW 2007 dell'Ing. Vitantonio Roma consente di analizzare dati sismici (common-shot gathers acquisiti in campagna) in modo tale da poter ricavare il profilo verticale della Vs (velocità delle onde di taglio).

Tale risultato è ottenuto tramite inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh, determinate tramite la tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves).

La procedura si sviluppa in quattro operazioni svolte in successione::

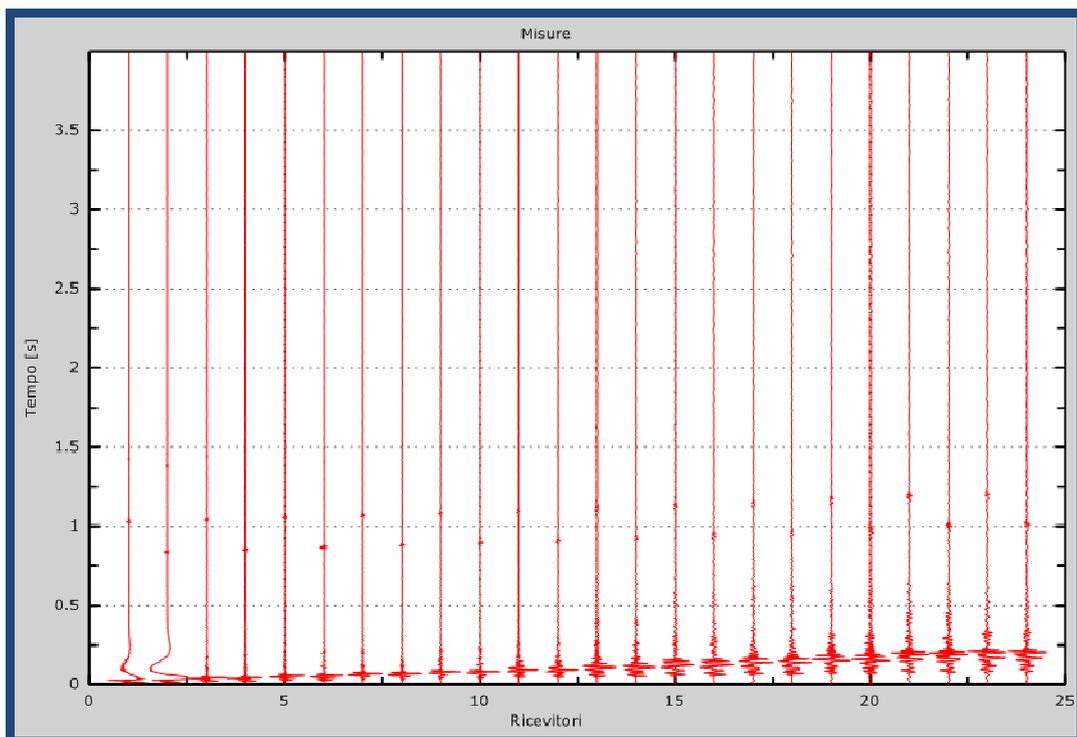
- Fase 1: inserimento della curva apparente di dispersione sperimentale del terreno o determinazione della stessa a partire dalle tracce misurate in sito
- Fase 2: simulazione numerica della curva apparente di dispersione del terreno a partire da un profilo di velocità delle onde di taglio Vs di primo tentativo (profilo iniziale)
- Fase 3: determinazione del profilo di velocità finale delle onde di taglio Vs, che rende ottimale la sovrapposizione della curva apparente di dispersione sperimentale e della curva apparente di dispersione simulata numericamente
- Fase 4: caratterizzazione geotecnica sismica e determinazione del tipo di suolo sulla base del profilo di velocità finale delle onde di taglio Vs.

Il software MASW è caratterizzato dai seguenti aspetti:

- Consente di considerare i modi superiori (fino a 50 modi) delle onde di Rayleigh.
- Consente di eseguire sia una ricerca manuale sia una ricerca automatica del profilo di velocità delle onde di taglio  $V_s$ .
- Consente di elaborare le tracce misurate per determinare la curva di dispersione sperimentale.
- Consente di calcolare la  $V_{s30}$  del sito esaminato.
- Consente di stimare un errore del profilo di velocità  $V_s$  sulla base del grado di incertezza dei dati misurati in sito.
- Consente di analizzare siti inversamente dispersivi con forti contrasti di rigidità tra i diversi strati di terreno e/o roccia.
- Consente di considerare l'influenza della falda.
- Consente di mantenere costanti le velocità  $V_s$  di alcuni strati e di variare le  $V_s$  degli altri strati del profilo stratigrafico.

Il software utilizzato è quindi in grado di fornire risultati molto più attendibili rispetto a quelli ottenibili con altre metodologie, fornendoci così maggiori garanzie sui parametri necessari a rilevare il profilo stratigrafico della porzione di terreno investigata.

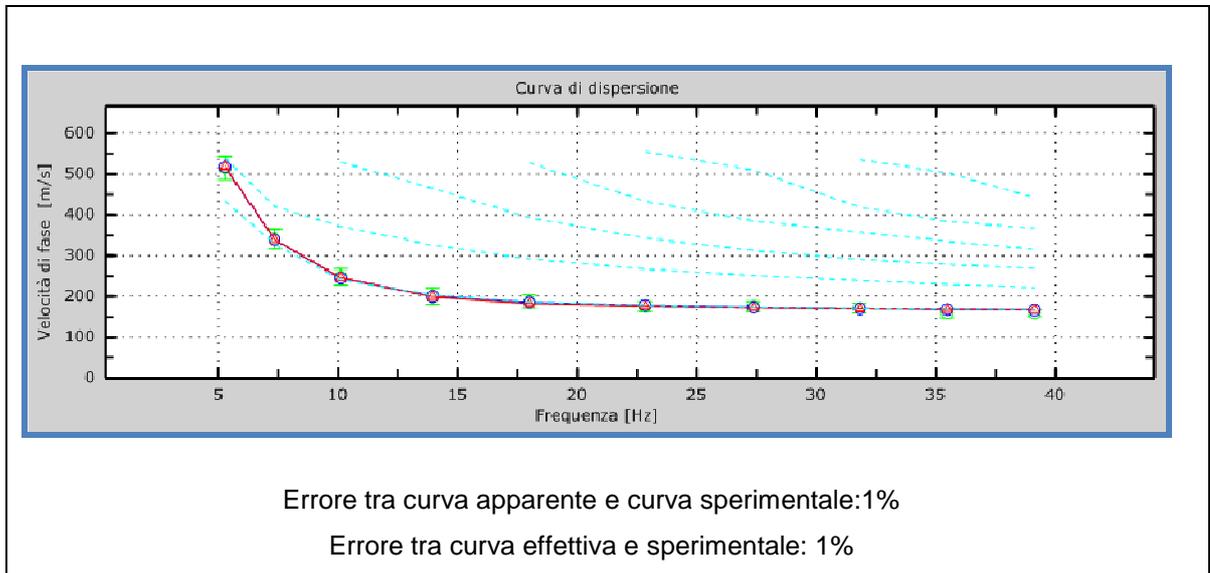
## VISUALIZZAZIONE FORMA D'ONDA



**Figura:** Tracce acquisite in sito – tempo di campionamento 3.5 ms – cons. fino a 24 ricevitori

## CURVA DI DISPERSIONE

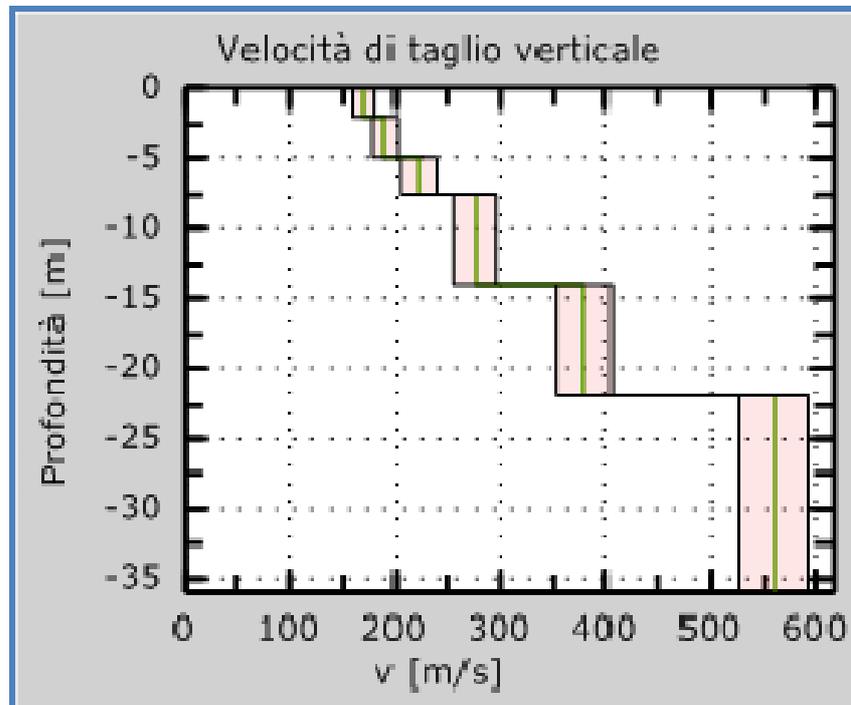
(CURVA MULTIMODALE: MODI DI RAYLEIGH-APPARENTE EFFETTIVA)



**Figura:** Velocità numeriche :punti sperimentali (verde) - modi di Rayleigh (ciano)- curva apparente (blu)- curva numerica (rossa)

## GRAFICO VELOCITA' ONDE S

Profilo di velocità dell'onda S con la profondità



Calcolo profilo di incertezza : **0.5 sigma**

**Figura:** Profilo di velocità Vs iniziale e finale rappresentati graficamente e riportate numericamente successivamente.

## PROFILO IN SITO

Sono stati individuati n. 6 sismostrati principali alle seguenti profondità e alle rispettive velocità delle onde S:

PROFONDITA' z(m)	SPESSORE h(m)	Vs (m/s)
- 2	2	170
da - 2 a - 5	3	190
da - 5 a - 7.50	2.50	222
da - 7.50 a - 14	6.50	276
da - 14 a - 22	8	379
da - 22 a - 35	13	560

Ai fini della classificazione della categoria di suolo, come definito nella nuova normativa sismica, la velocità media ponderata è stata calcolata dal piano campagna ed è stata ottenuta attraverso la formula:

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

Il valore della **Vs30** ottenuto per il sito pari a **306.0 m/s**, e quindi è compreso tra:  
**180 < Vs30 < 360 m/s - La categoria di suolo di fondazione è di tipo C.**

Per configurazioni topografiche superficiali semplici la normativa prescrive di attenersi alla seguente classificazione topografica:

Cat.	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ < i < 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$ .

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

Nell'attribuzione della configurazione topografica si è valutata la zona in funzione della sua morfologia.

**Al sito viene attribuito il codice topografico T1.**

# RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI

- Ai sensi di: D.M. 14.01.2008 e s.m.i.- Delibera n. 49 del 28.01.2010 della Regione Campania -

## Caratteristiche Tecniche-Strumentali

TIPO	DPSH TG 63-200 PAGANI
Passo (cm)	20
Peso maglio (Kg)	63,5
Volata (cm)	75
Area punta (cmq)	20,43
Lunghezza aste (m)	1
Peso Aste (Kg)	6,31
Massa Passiva (Kg)	0,63
Angolo di apertura punta conica (°)	90
Coeff. di correlaz. con Nspt	1,489
Prof. giunzione prima asta (m)	0,4
Energia specifica per colpo (kg/cmq)	11,65565



## In allegato certificazioni geotecniche

LICENZA SOFTWARE: GEOSTRU - DINAMIC PROBING 2011.10.0.360

**RESPONSABILE**

**Dott. Antonio M. Laudiero**

**PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE (DYNAMIC PROBING)**

**DPSH – DPM (... scpt ecc.)**

*Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici*

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ) 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  $\alpha$ )
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$
- 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 battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

Il penetrometro utilizzato è denominato Super Heavy, e nella classificazione ISSMFE dei penetrometri è indicato con la sigla DPSH.

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 è 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 è 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;
- $\delta$  = passo di avanzamento.

Per la valutazione della resistenza dinamica alla punta  $R_{pd}$ , è utilizzata la 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 ( $\delta \cdot N$ );
- $M$  = peso massa battente (altezza caduta  $H$ );
- $P$  = peso totale aste e sistema battuta.

Tutte le elaborazioni sono state eseguite col 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. 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.

## Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

### **Liquefazione**

Permette di calcolare utilizzando dati  $N_{spt}$  il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se  $N_{spt}$  dello strato considerato risulta inferiore a  $N_{spt}$  critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

### **Correzione $N_{spt}$ in presenza di falda**

$N_{spt}$  corretto =  $15 + 0.5 \times (N_{spt} - 15)$

$N_{spt}$  è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

### **Angolo di Attrito**

- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5%.

### **Densità relativa (%)**

- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di  $D_r$  % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

### **Modulo Di Young ( $E_y$ )**

- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

### **Modulo Edometrico**

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

### **Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977

### **Peso di Volume Gamma**

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

### **Peso di volume saturo**

- Terzaghi-Peck 1948-1967

### **Modulo di poisson**

- Classificazione A.G.I.

### **Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)**

- Seed-Idriss 1978-1981 . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio  $\tau$  e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

### **Modulo di deformazione di taglio ( $G$ )**

- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

**Modulo di reazione (K<sub>o</sub>)**

- Navfac 1971-1982 - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso .

**Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q<sub>c</sub>)**

- Robertson 1983 Q<sub>c</sub>

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1**

**Densità relativa**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Densità relativa (%)
[1] - riporto	15,63	0,40	44,15
[2] - terreno vegetale	7,7	1,60	27,68
[3] - Sabbie pozzolaniche	18,46	10,00	48,88

**Angolo di resistenza al taglio**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Angolo d'attrito (°)
[1] - riporto	15,63	0,40	31,14
[2] - terreno vegetale	7,7	1,60	27,73
[3] - Sabbie pozzolaniche	18,46	10,00	32,18

**Modulo di Young**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - riporto	15,63	0,40	64,89
[2] - terreno vegetale	7,7	1,60	41,1
[3] - Sabbie pozzolaniche	18,46	10,00	73,38

**Modulo Edometrico**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - riporto	15,63	0,40	59,57
[2] - terreno vegetale	7,7	1,60	43,28
[3] - Sabbie pozzolaniche	18,46	10,00	65,38

**Classificazione AGI**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Classificazione AGI
[1] - riporto	15,63	0,40	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] - terreno vegetale	7,7	1,60	POCO ADDENSATO
[3] - Sabbie pozzolaniche	18,46	10,00	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] - riporto	15,63	0,40	1,90
[2] - terreno vegetale	7,7	1,60	1,65
[3] - Sabbie pozzolaniche	18,46	10,00	1,96

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - riporto	15,63	0,40	1,95
[2] - terreno vegetale	7,7	1,60	1,90
[3] - Sabbie pozzolaniche	18,46	10,00	1,97

**Modulo di Poisson**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Poisson
[1] - riporto	15,63	0,40	0,32
[2] - terreno vegetale	7,7	1,60	0,34
[3] - Sabbie pozzolaniche	18,46	10,00	0,32

**Modulo di deformazione a taglio dinamico**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - riporto	15,63	0,40	670,53
[2] - terreno vegetale	7,7	1,60	435,07
[3] - Sabbie pozzolaniche	18,46	10,00	742,30

**Modulo di reazione Ko**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Ko
[1] - riporto	15,63	0,40	3,25
[2] - terreno vegetale	7,7	1,60	1,60
[3] - Sabbie pozzolaniche	18,46	10,00	3,78

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - riporto	15,63	0,40	46,89
[2] - terreno vegetale	7,7	1,60	23,1
[3] - Sabbie pozzolaniche	18,46	10,00	55,38

## DOCUMENTO DI SINTESI

### CONSIDERAZIONI DI NATURA GEOLOGICA

- Il sito investigato presenta una stratificazione piano-parallela.
- Gli orizzonti attraversati sono tutti di natura vulcanica, in particolare nella sezione più superficiale vi è terreno vegetale frammisto a materiale da riporto, al di sotto del quale si rinvengono materiali piroclastici in sede, costituiti essenzialmente da pozzolane sabbiose.
- Il substrato di zona è costituito dal tufo vulcanico litoide presente dai 22 metri dal p.c.
- Il sottosuolo del sito investigato non presenta cavità e/o vuoti antropici e/o naturali, ha una morfologia pianeggiante e non sono emersi indicatori di dissesto; le aree su cui graveranno le opere in progetto si ritengono stabili.
- La zona è stata esclusa dalle perimetrazioni delle aree a rischio dissesto idrogeologico redatte dall'AdB della Campania Nord-Occidentale, cui l'area in esame ne è territorialmente compresa.
- Il livello freatico si rinviene oltre i 100 metri dal p.c.

### CONSIDERAZIONI DI NATURA GEOTECNICA

- Ogni strato geotecnicamente definito presenta caratteristiche geomeccaniche pressoché omogenee.
- La parametrizzazione geotecnica è stata ricavata da procedure di calcolo universalmente riconosciute e tutte le elaborazioni sono state eseguite col programma di calcolo automatico Dynamic Probing della GeoStru Software. [Licenza N. DINAMIC PROBING 2011.10.0.360]
- I parametri geotecnici caratteristici per ogni strato individuato sono sintetizzati nella tabella sotto riportata:

Sintesi parametri geotecnici PROVA ... Nr.1											
Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m <sup>3</sup> )	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )	Fi (°)	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Elastico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0,4	15,63	Incoerente	1,9	1,95	31,14	0	59,57	64,89	0,32	670,53
2	1,6	7,7	Incoerente	1,65	1,9	27,73	0	43,28	41,1	0,34	435,07
3	10,0	18,46	Incoerente	1,96	1,97	32,18	0	65,38	73,38	0,32	742,3

TABELLA SINTESI GEOTECNICI

- Non si sono riscontrati fenomeni di liquefazione in atto o potenziale.

---

### CONSIDERAZIONI DI NATURA SISMICA

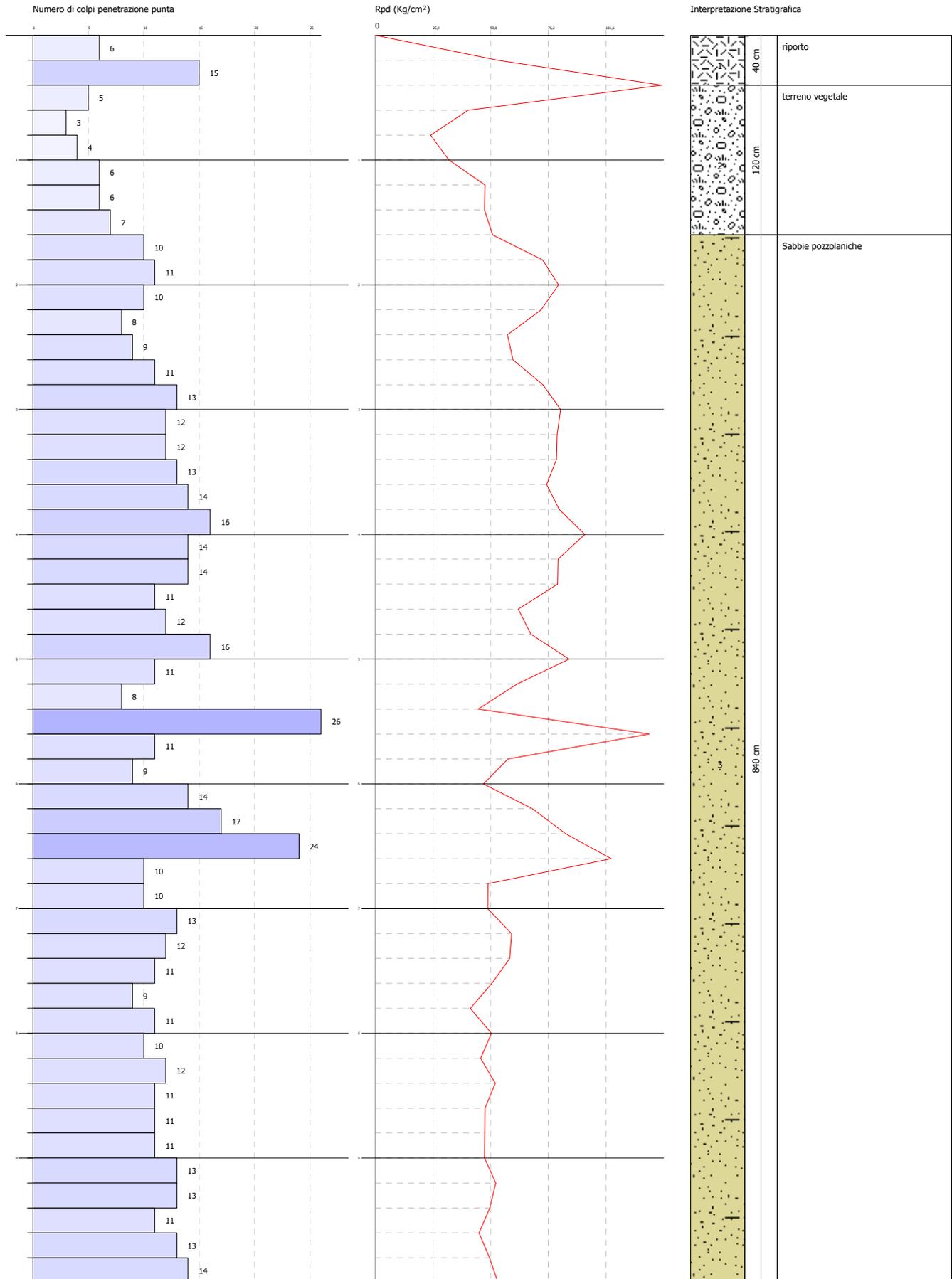
---

- Il valore della Vs30 ottenuto per il sito pari a 306.0 m/s, e quindi è compreso tra:  $180 < Vs30 < 360$  m/s. La categoria di suolo di fondazione è di tipo C.
- Nell'attribuzione della configurazione topografica si è valutata la zona in funzione della sua morfologia, ed al sito viene attribuito il codice topografico T1.

La fattibilità delle opere in progetto in considerazione ai carichi gravanti sui terreni di fondazione è vincolata al rispetto dei parametri geotecnici forniti.

Alla luce di quanto esposto, avendo fornito la descrizione geolitologica e idrogeologica del sottosuolo dell'area in oggetto, nonché la definizione dei parametri geotecnici e sismici caratterizzanti i terreni interessati alle sollecitazioni delle opere in progetto, si rimanda al progettista i calcoli e le verifiche delle strutture nel rispetto delle indicazioni fornite.

Il geologo  
dott. Antonio M. Laudiero





TRIVEL SONDAGGI Srl  
Area P.I.P. Lotto n. 37  
80020 - Giugnano (NA)  
Tel 081654569 fax 0816810433  
guida@trivelsondaggi.it  
www.trivelsondaggi.it



Autorizzazione del Ministero delle Infrastrutture n. 1271 del 08/02/2011  
esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prelievo di campioni  
e prove in sito art. 59 D.P.R. 380/2001 - Circolare 7619/STC del 08/09/10

## PROVA PENETROMETRICA

Committente:	DR. GEOL. A. LAUDIERO p/c SIG. RA POLVERINO ANNA
Riferimento:	NAPOLI
Località:	PIANURA, VIA DE CHIRICO, 16
Commessa:	208-13

Modello Penetrometro:	PAGANI TG 63-200 DPSH
Normativa:	DIN 4094
Peso massa battente (kg):	63,500
Peso accessori (kg):	0,630
Peso di ogni asta (kg):	6,310
Lunghezza aste (cm):	100
Area della punta (cm <sup>2</sup> ):	20,43
Angolo di apertura della punta (°):	90
Altezza di caduta (cm):	75
Intervallo di penetrazione (cm):	20
Coefficiente di sicurezza:	3,00
Coefficiente di correlazione:	1,47

Il Responsabile di sito  
DR. GEOL. ROSARIO GUIDA



Il Direttore  
DR. GEOL. ROBERTO ROLANDI



Software SGEO



TRIVEL SONDAGGI Srl  
 Area P.A.P. Lotto n. 37  
 80028 - Origgio (VA)  
 Tel. 0332-45577 Fax 0332-461443  
 guida@trivelsondaggi.it  
 www.trivelsondaggi.it



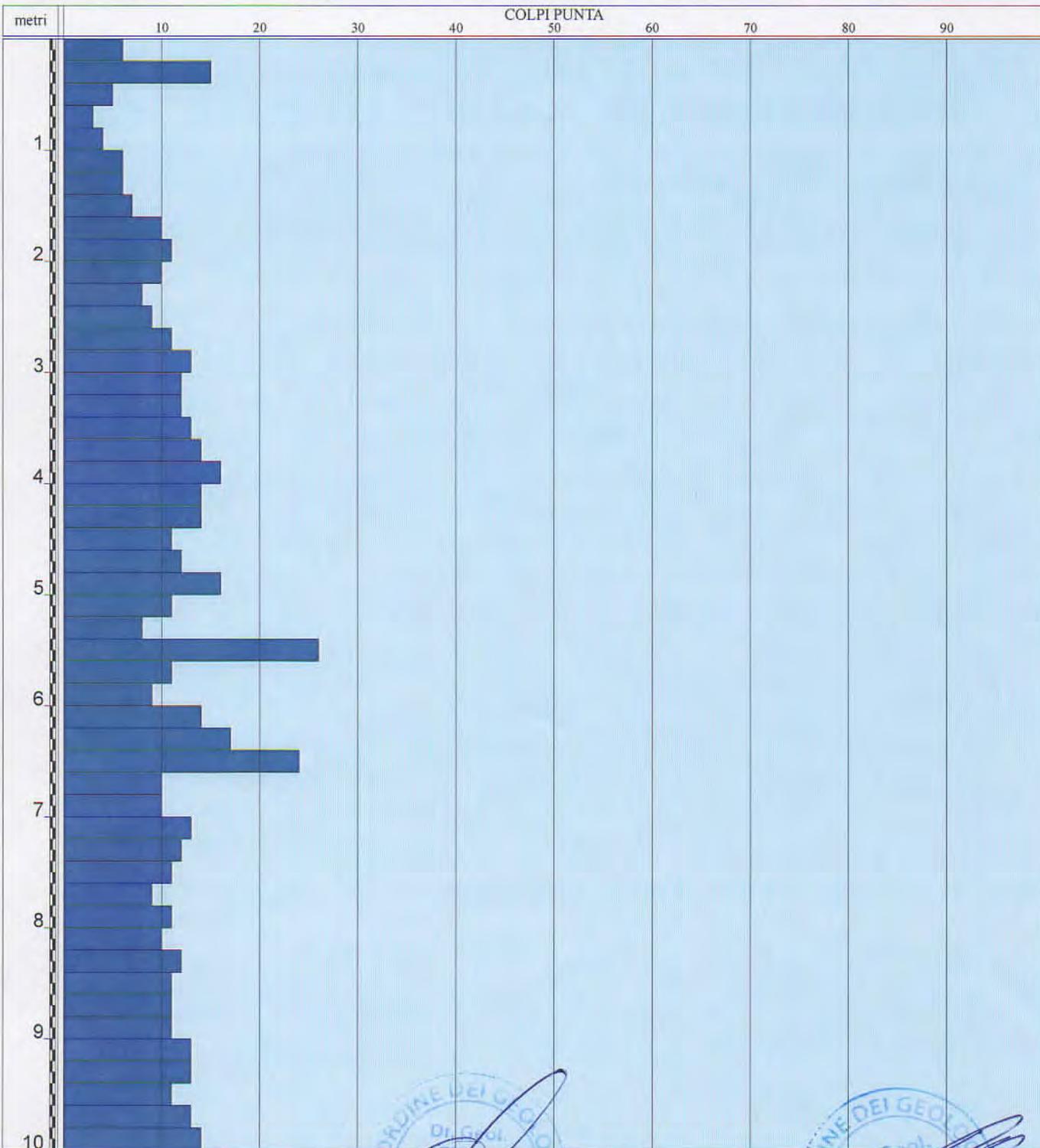
Autorizzazione del Ministero delle Infrastrutture n. 1271 del 08/02/2011  
 esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prelievo di campioni  
 e prove in sito art. 59 D.P.R. 380/2001 - Circolare 7619/STC del 08/09/10

Certificato n° 0812 del 30/07/2013	Verbale di accettazione n° 0434 del 30/07/2013	Commessa: 208-13
Committente: DR. GEOL. A. LAUDIERO p/c SIG. RA POLVERINO ANNA		Prova: DPSH 354
Riferimento: NAPOLI		Data: 30/07/2013
Località: PIANURA, VIA DE CHIRICO, 16		Quota:
Attrezzatura: PAGANI TG 63-200 DPSH		Coord: 429670 E - 4523305 N

SCALA 1 : 50

**PROVA PENETROMETRICA - DPSH 354**

Pagina 1/2



Il Responsabile di sito  
 DR. GEOL. ROSARIO GUIDA

Il Direttore  
 DR. GEOL. ROBERTO ROLANDI





Certificato n° 0812 del 30/07/2013	Verbale di accettazione n° 0434 del 30/07/2013	Commessa: 208-13
Committente: DR. GEOL. A. LAUDIERO p/c SIG. RA POLVERINO ANNA		Prova: DPSH 354
Riferimento: NAPOLI		Data: 30/07/2013
Località: PIANURA, VIA DE CHIRICO, 16		Quota:
Attrezzatura: PAGANI TG 63-200 DPSH		Coord: 429670 E - 4523305 N

### PROVA PENETROMETRICA - DPSH 354

Profondità m	Colpi punta	Profondità m	Colpi punta
0,20	6	8,20	10
0,40	15	8,40	12
0,60	5	8,60	11
0,80	3	8,80	11
1,00	4	9,00	11
1,20	6	9,20	13
1,40	6	9,40	13
1,60	7	9,60	11
1,80	10	9,80	13
2,00	11	10,00	14
2,20	10		
2,40	8		
2,60	9		
2,80	11		
3,00	13		
3,20	12		
3,40	12		
3,60	13		
3,80	14		
4,00	16		
4,20	14		
4,40	14		
4,60	11		
4,80	12		
5,00	16		
5,20	11		
5,40	8		
5,60	26		
5,80	11		
6,00	9		
6,20	14		
6,40	17		
6,60	24		
6,80	10		
7,00	10		
7,20	13		
7,40	12		
7,60	11		
7,80	9		
8,00	11		

Il Responsabile di sito  
 DR. GEOL. ROSARIO GUIDA

Il Direttore  
 DR. GEOL. ROBERTO ROLANDI

Certificato n° 0812 del 30/07/2013	Verbale di accettazione n° 0434 del 30/07/2013	Commessa: 208-13
Committente: DR. GEOL. A. LAUDIERO p/c SIG. RA POLVERINO ANNA		Prova: DPSH 354
Riferimento: NAPOLI		Data: 30/07/2013
Località: PIANURA, VIA DE CHIRICO, 16		Quota:
Attrezzatura: PAGANI TG 63-200 DPSH		Coord: 429670 E - 4523305 N

**PROVA PENETROMETRICA - DPSH 354**

Allegato



Le coordinate relative ai punti d' indagine, sono state rilevate in campagna con GPS, modello TRIMBLE sc, con errore max di 2,00 m, riferite al sistema geodetico WGS -84 in coordinate piane U.T.M., nel fuso di appartenenza (Fuso 33).

Software SGEO

Il Responsabile di sito  
 DR. GEOL. ROSARIO GUIDA

Il Direttore  
 DR. GEOL. ROBERTO ROLANDI