

**Dr. Geol. Filomena Miragliuolo**

ISCRIZIONE ALBO GEOLOGI REGIONE CAMPANIA N°1400

VIA S. ANTONIO, 9

80075, FORIO (NA)

TEL E FAX 081/983450; 3283334413 ; E-MAIL : filomenamiragliuolo@libero.it

**COMUNE DI SERRARA FONTANA (NA)**

**VIA FALANGA**

**OGGETTO :**

**Progetto di adeguamento e  
riqualificazione di via Falanga.**

---

*Relazione Geologica*

---

IL COMMITTENTE:

**Spett.le "IschiaGeoTermia S.r.l."**

IL GEOLOGO:

**Dott.ssa Filomena Miragliuolo**

*Filomena Miragliuolo*



# Indice

**Premessa**

**Inquadramento geologico strutturale generale**

**Inquadramento geomorfologico dell'area**

**Inquadramento geolitologico dell'area**

**Inquadramento idrologico e idrogeologico**

**Vincoli e inquadramento dell'intervento nel contesto dello studio geologico di cui agli artt 11, 12 e 14 della L.R. 8/83**

**Caratterizzazione dei terreni**

- Indagini
- Modello geologico dell'area
- Rischio liquefazione

**Caratterizzazione sismica del sito**

**Conclusioni sulla compatibilità dell'intervento con le disposizioni del vigente**

**PSAI in riferimento agli aspetti geologici di competenza**

**Bibliografia consultata**

**Allegati:**

- Stralcio di Carta Geolitologica tratta dal PAI dell'Autorità di Bacino N.O.
- Certificati indagini penetrometriche eseguite dalla Inge s.r.l.
- Certificati Masw
- Tav. 1

## Premessa

Su incarico della **"IschiaGeoTermia S.r.l."** è stato elaborato il seguente studio geologico per il progetto di adeguamento e riqualificazione di via Falanga.

Adeguamento necessario per motivi operativi legati alla realizzazione di una centrale geotermoelettrica, mediante sperimentazione di impianto pilota, su di un pianoro ubicato nel tratto terminale di via Falanga.

Gli interventi, la cui localizzazione è riportata nella TAV 1 allegata, consisteranno in:

- Ampliamento curva di ingresso sulla SP 202 via L. Fiore con demolizione e ricostruzione del muro a Nord ( Quadrante I, intervento n.1, Foto 1 )
- Demolizione del vecchio palo e spostamento dei quadri Enel Distribuzione per ampliamento prima curva a sinistra dopo l'accesso di via Falanga (Quadrante I, Intervento n. 2, Foto 2 )
- Demolizione/ricostruzione per circa 20 m del muro in pietrame a secco sul lato destro per ampliamento di circa 1 m della carreggiata stradale (Quadrante I, Intervento n. 3, Foto 3)
- Ricostruzione dei muri di sottoscarpa, messa in sicurezza della scarpata di monte, canalizzazione delle acque, ricostruzione della barriera/balaustra stradale sul lato di valle dell'ultimo tratto di via Falanga" (Quadrante II, intervento n. 4)

Le aree su cui sono previste le opere in oggetto e per i cui dettagli progettuali si rimanda agli elaborati tecnici di specie, ad eccezione dell'intervento n. 1, sono individuate nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI) dell'Autorità di Bacino della Campania Centrale, adottato con delibera del Comitato Istituzionale n. 1 del 23/02/2015, e pubblicato sul BURC n.20 del 23/03/2015, come aree a rischio da frana (Fig. 1).

Pertanto nella stesura della presente si è tenuto conto dei "Criteri per la Redazione dello Studio di Compatibilità Geologica nelle Aree a Rischio Frana (art. 36 N.d.A.)", obbligatorio per gli interventi ricadenti in tali aree e finalizzato a verificare la

compatibilità geologica degli interventi in progetto, con le disposizioni del vigente PSAI.

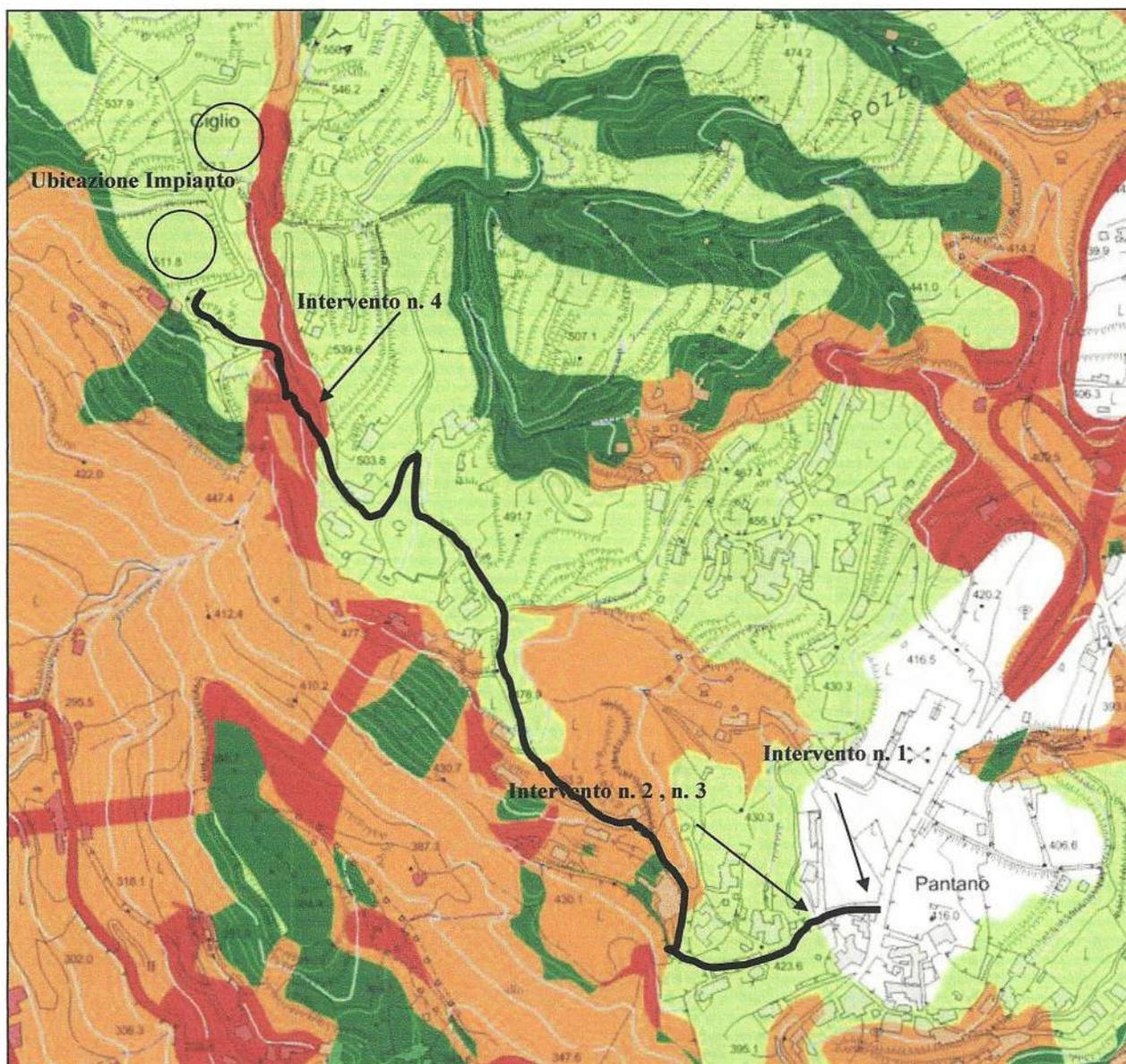
Lo studio geologico è stato redatto in conformità alle prescrizioni normative previste dal D.M.14 gennaio 2008, par. 6.2.1 e alle istruzioni applicative del paragrafo C.6.2.1. della circolare n. 617 (caratterizzazione e modellazione geologica del sito).

In accordo con il suddetto D.M. 14/01/2008, lo studio, riguarda una zona significativamente estesa, in relazione al tipo di intervento e al contesto geologico in cui questo si colloca; definisce i caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici e geomorfologici del sito e fornisce gli elementi necessari ai tecnici progettisti per effettuare le scelte e gli approfondimenti ritenuti più opportuni.

Per la ricostruzione del modello geologico sono state utilizzate, oltre ad osservazioni di campagna e dati bibliografici, le indagini penetrometriche dinamiche pesanti DPSH eseguite dalla Inge S.r.l. nell'area in oggetto. Di queste si allegano i certificati e l'ubicazione delle stesse.

Si compone inoltre di un capitolo sulla modellazione sismica del sito (C10.1) per la ricostruzione del quale è stata utilizzata una prova sismica Vs30 Metodo MASW, realizzata nell'area in studio e di cui si riportano, in allegato, i certificati redatti.

Fig. 1) Stralcio della cartografia del Rischio Frane redatta dall'Autorità di Bacino della Campania Centrale (Ex A.d.B. N. O. e Bacino Sarno), con ubicazione interventi.  
 Fonte: Sito Istituzionale Autorità di Bacino Campania Centrale



## LEGENDA

- |   |                            |  |                         |
|---|----------------------------|--|-------------------------|
|  | R4 - Rischio molto elevato |  | Percorso di via Falanga |
|  | R3 - Rischio elevato       |  |                         |
|  | R2 - Rischio medio         |  |                         |
|  | R1 - Rischio moderato      |  |                         |
|  | Limite di bacino           |  |                         |

## Inquadramento geologico strutturale generale

L'isola d'Ischia delimita la parte nord-occidentale del golfo di Napoli; con una superficie di 46,4 km<sup>2</sup>, rappresenta la parte emersa di un campo vulcanico molto più ampio dell'isola attuale, esteso per almeno 600 Km<sup>2</sup> nel quale di sono sviluppate decine di bocche eruttive, strutture calderiche e strutture risorgenti.

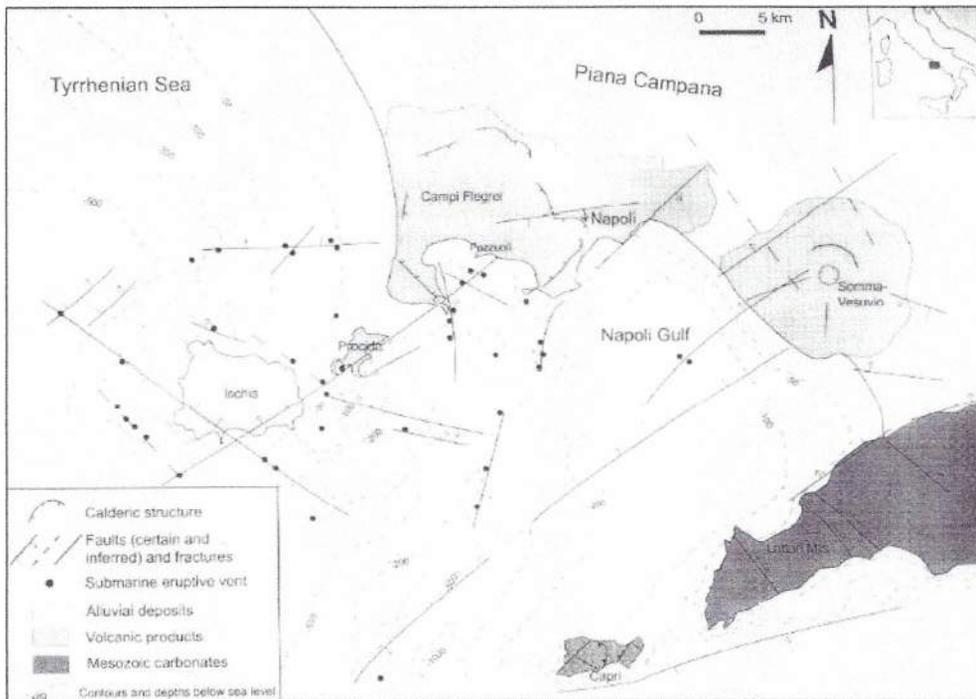


Fig. 2) *Mapa strutturale dell'area vulcanica napoletano. Acocella & Funicello, 1999*

La storia vulcanica dell'isola d'Ischia è strettamente connessa alle fasi tettoniche distensive che hanno interessato il margine occidentale dell'Appennino tra il Pliocene e il Quaternario, causando il collasso della catena appenninica e la formazione del bacino del Tirreno e della Piana Campana ( Ippolito et al. 1973). L'estensione è avvenuta attraverso faglie normali ad andamento NW - SE e subordinatamente a sistemi di faglie da normali a strike slip, che separano il graben in blocchi e consentono ai magmi di risalire in superficie. (Fig.2)

La tettonica regionale ha guidato l'instaurarsi dell'attività vulcanica recente su alcune direzioni preferenziali nell'isola d'Ischia (Zuppetta et al 1993); infatti le fratture

aventi direzione NE - SW che bordano l'allineamento Ischia-Procida-Campi Flegrei in parte controllano anche la storia tettonica ed eruttiva dell'isola.

L' espressione superficiale di questo sistema di fratture nella parte sud-orientale dell'isola è data dalla faglia sulla quale sono allineati gli edifici vulcanici di Vateliero, Molaro e Cava Nocelle, (Fig. 3) attivi tra 2,6 e 1,9 ka b.p. (de Vita et al, 2006), mentre nel settore sud-occidentale, l'area morfologicamente depressa compresa tra S. Angelo e Citara è legata ad una faglia di direzione NW - SE.

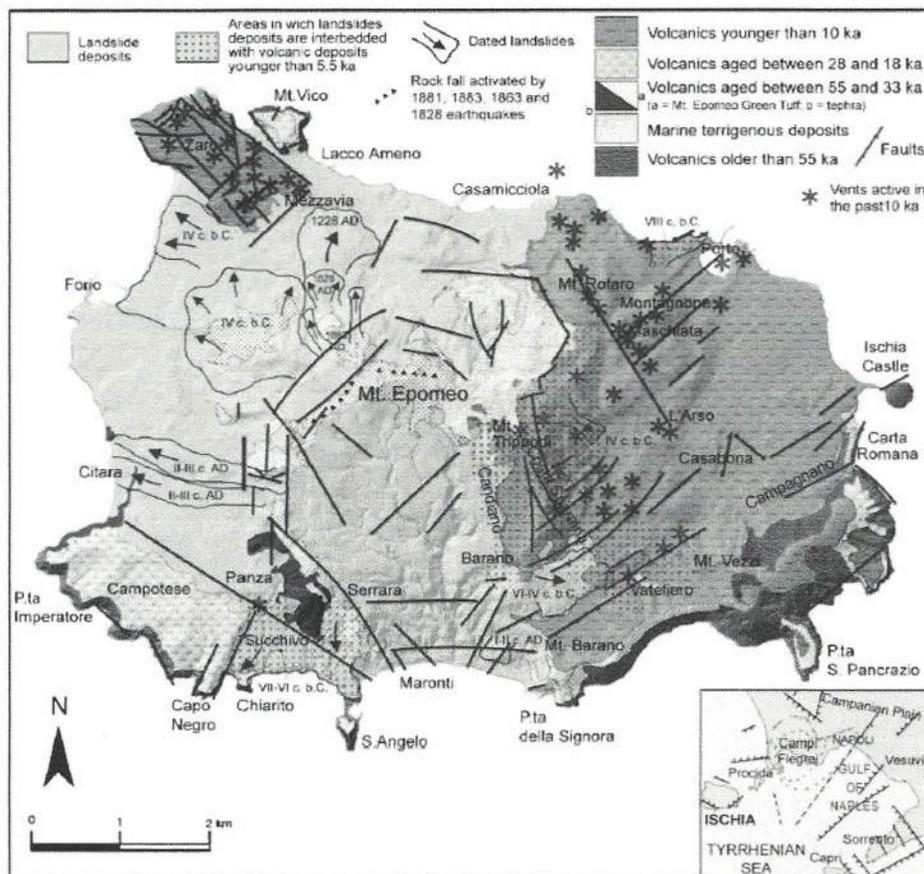


Fig. 3) Carta geologica dell'isola d'Ischia. Da de Vita et al, 2006

Oltre alle strutture tettoniche ad andamento regionale sono riconoscibili tutta una serie di faglie e fratture associate al sollevamento del blocco risorgente del Monte Epomeo.

Dal punta di vista strutturale, infatti, in letteratura tutti i lavori concordano nel ritenere Ischia una caldera risorgente. Le ricostruzioni eseguite da vari autori nel corso degli anni prevedono che la struttura calderica si sia formata durante un primo ciclo di attività vulcanica che si è concluso circa 75.000 anni fa ed il cui bordo è

delimitato dagli alti strutturali di Monte Vico, Panza e Monte Vezzi, Successivamente, circa 55.000 anni fa, la caldera si è riattivata con l'eruzione di una importante unità ignimbratica nota come "Tufo Verde del monte Epomeo".

La caldera presenta una forma ellittica con asse maggiore allungato ENE-WSW, e i recenti studi eseguiti da Berrino et alii (2008) e Paoletti et alii (2009), che individuano nel campo vulcanico ischitano una grande anomalia gravimetrica positiva associata ad anomalie magnetiche di notevole intensità, fanno ritenere che essa sia caratterizzata da un sistema di alimentazione molto superficiale riconducibile ad un complesso intrusivo trachitico superficiale di tipo laccolitico o sill. Ciò si traduce con la presenza di gradienti di temperatura in profondità di oltre  $180^{\circ}$  C/Km che, abbinati alla circolazione di fluidi idrotermali che funzionano da "mezzi di trasporto" del calore di origine magmatica, rendono Ischia una delle aree vulcaniche di maggiore interesse geotermico in Campania.

Fino a 28.000 anni fa la distribuzione dei centri eruttivi è avvenuta lungo la struttura calderica, tra 28.000 e 18.000 anni fa l'attività vulcanica si è invece spostata nel settore SW e lungo il bordo SE dell'isola. Tra i 10.000 anni fa e il 1302, anno dell'ultima eruzione (quella del centro eruttivo dell'Arso), l'attività si è concentrata nei settori orientali e settentrionali dell'isola con emissione di duomi e colate laviche.

Le modalità di sollevamento e deformazione del blocco del Monte Epomeo hanno influenzato la distribuzione dei centri vulcanici attivi degli ultimi 10.000 anni, i quali sono prevalentemente concentrati lungo i margini dello stesso.

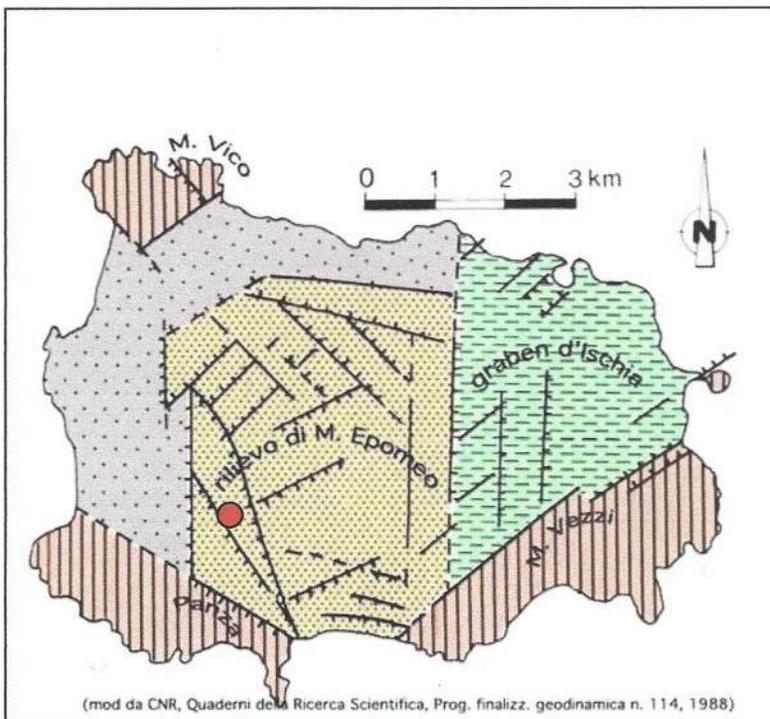
La struttura del blocco risorgente, rappresentato dal monte Epomeo, si trova in posizione centrale rispetto alla caldera ed ha in pianta una forma quadrangolare delimitata da faglie. Ne consegue che l'isola può essere suddivisa in quattro zone a seconda delle caratteristiche strutturali prevalenti (Fig.4):

- L'Horst (pilastro) vulcano tettonico del Monte Epomeo, dove gli elementi tettonici visibili sono esclusivamente connessi al suo sollevamento ed occupa la parte centro occidentale dell'isola;

- Il graben (fosso) di Ischia dove si intersecano le faglie dell'Horst, fratture e faglie ad andamento regionale e che occupa la parte nord orientale dell'isola;
- Gli alti strutturali di Monte Vezzi, Panza e Monte Vico costituiti da strutture ereditate dalla più antica attività vulcanica;
- Le aree depresse marginali che circondano l'horst e raggiungono il mare.

In particolare l'area in studio [●] si colloca nel settore centrale del blocco risorgente

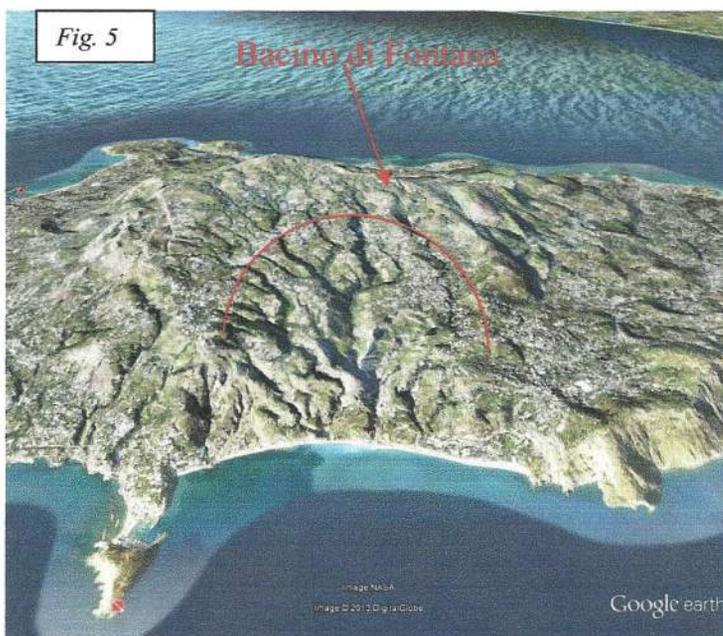
Fig. 4) Schema strutturale



che si sviluppa a partire dal crinale del Monte Epomeo fino al litorale dei Maronti.

L'area è delimitata da un sistema di faglie che hanno permesso alla struttura di sbloccarsi verso l'alto (faglie dirette N-S ed E-W), nonché da tutto un sistema di faglie a direzione prevalente NE-SW che ne hanno permesso il successivo collasso, andando a costituire quello che viene

definito "Bacino di Fontana" (Fig. 5), un 'area depressa a forma di anfiteatro,

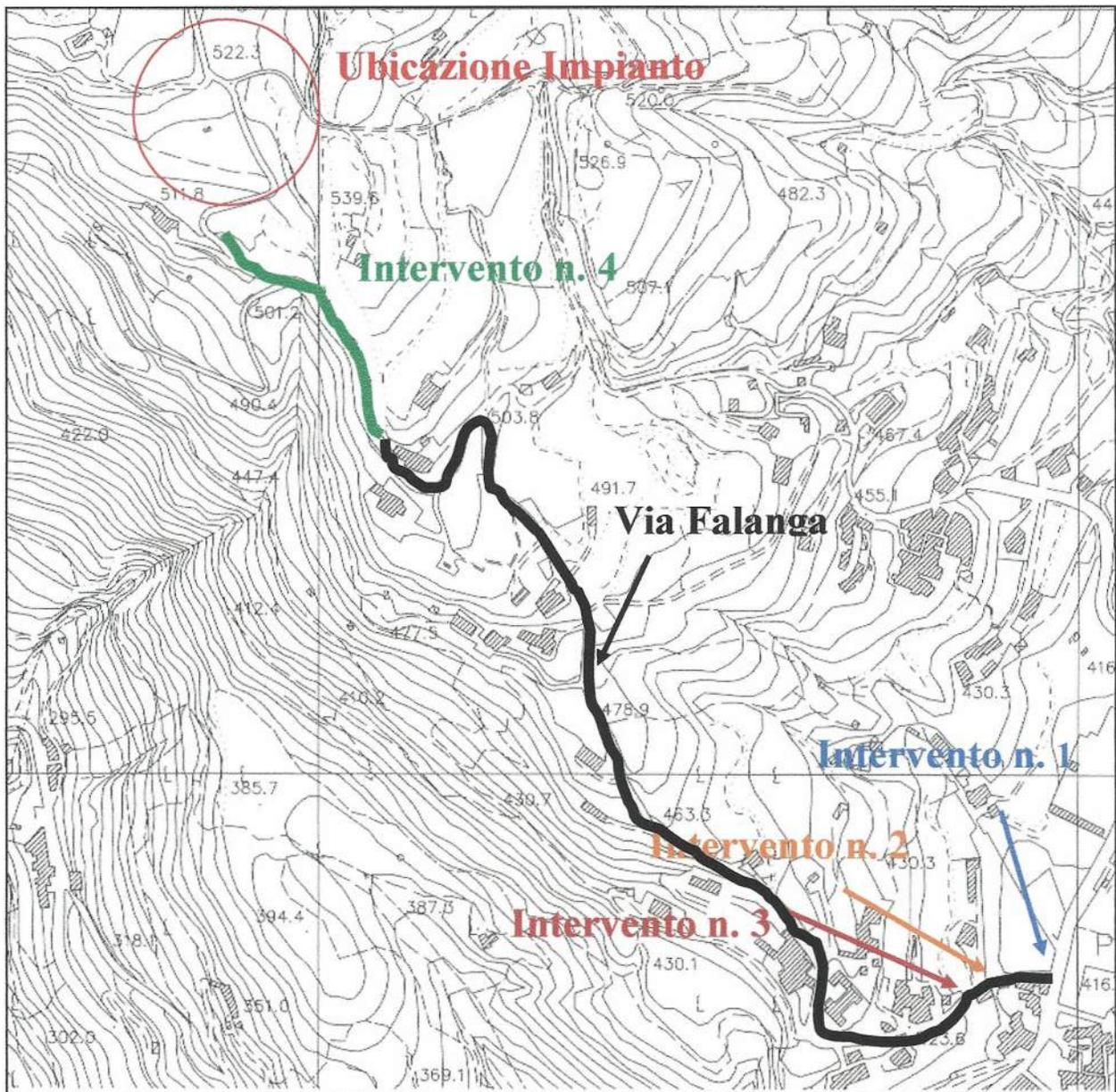


delimitata al coronamento da tufo verde e dissecata da un gran numero di solchi di erosione torrentizia, che con andamento dendritico sfociano sul litorale dei Maronti.

## Inquadramento geomorfologico generale dell'area

Via Falanga è una piccola stradina carrabile che partendo dalla quota di circa 416 m s.l.m. (incrocio con via Lorenzo Fiore) si inerpica sul crinale del versante sud-occidentale del monte Epomeo, fino a giungere alla quota di circa 520 m s.l.m. dove dovrà essere ubicato l'impianto geotermico in premessa citato.

Fig.6) Stralcio aerofotogrammetrico con ubicazione interventi



L'area é compresa nella CTR Elemento 464072 "Serrara Fontana" (Fig. 6)

L'assetto geomorfologico dell'area (Fig. 7) risulta strettamente legato alla evoluzione tettonica subita. Il sollevamento differenziato e la complessa strutturazione dei settori limitrofi hanno definito una configurazione morfometrica abbastanza aspra, con notevole esasperazione della pendenza del rilievo su terreni e unità geologiche dalle caratteristiche litotecniche e geomeccaniche abbastanza sfavorevoli (prevalentemente rocce deboli e/o incoerenti) e quindi predisposte al dissesto.

Il versante sudoccidentale del monte Epomeo, sulla cui sommità si inserisce la stradina, è delimitato da versanti di faglia, (legati a faglie ad andamento SE - NW che svincolano il blocco in sollevamento del Monte Epomeo), su cui si sono sviluppate pareti acclivi, impostate sull'unità del Tufo Verde, che risultano dissecate e denudate in più punti a seguito di fenomeni franosi di varia entità e tipologia.

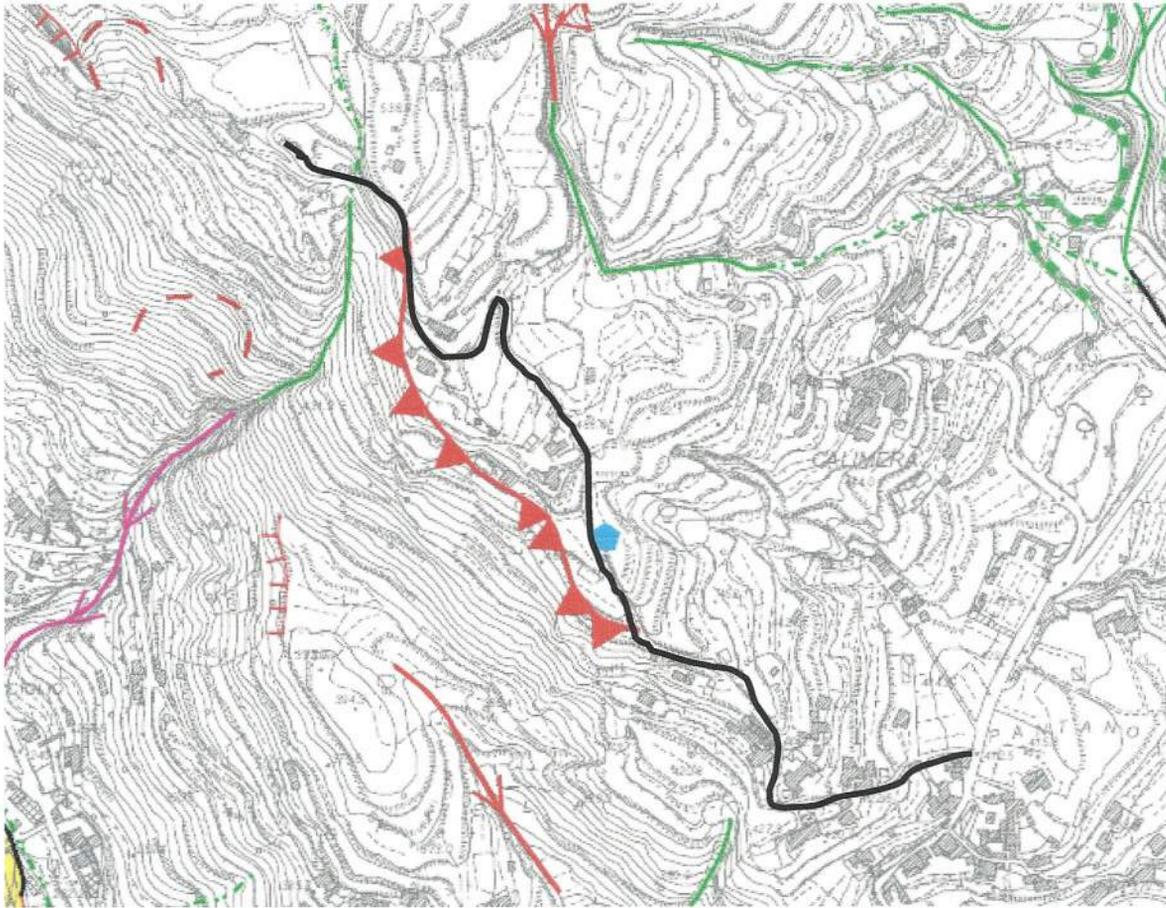
Nel settore nord - orientale, è invece evidente la continuità latero-verticale della struttura vulcano tettonica del Monte Epomeo costituita dalle unità del substrato, Tufo Verde del Monte Epomeo ed unità epiclastiche, mascherate ed addolcite, procedendo verso SE da corpi detritici ed alluvionali s.l. della copertura superficiale.

Le differenti caratteristiche litologico -strutturali condizionano le tipologie di dissesti presenti lungo il tracciato stradale.

In generale, ciò che si osserva, è che laddove i versanti si impostano nelle facies litoidi del tufo verde o/e in quelle maggiormente coerenti dei depositi da debris-flow, la presenza di fratturazioni variamente orientate rappresenta un importante carattere predisponente all'innescio di fenomeni franosi del tipo crollo e/o crollo-ribalamento, soprattutto in condizioni dinamiche e/o in occasione di intense precipitazioni.

Laddove invece, i versanti si impostano negli accumuli detritici da debris flow con caratteristiche di depositi sabbiosi-ghiaiosi, si osservano fenomeni di erosione superficiale evolventi a vere e proprie frane da scorrimento traslativo e/o colate dove il ruolo destabilizzante è giocato dalle acque di infiltrazione.

Fig.7) Stralcio di Carta Geomorfologica tratto dal PAI dell'Autorità di Bacino della Campania Centrale (Ex AdB N.O. Campania) (modificato)



**Legenda**

— percorso di via Falanga

**FORME DI ORIGINE VULCANO-TETTONICA E STRUTTURALE**

—▲— Orlo di versante di faglia

—|— Cornice, orlo di scarpata ripida influenzata dalla struttura (a tratteggio, ove presunto)

**FORME, PROCESSI E DEPOSITI DI VERSANTE DI ORIGINE GRAVITATIVA**

—○— Relitto di coronamento di frana      ● Colata rapida - quiescente

**FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALLA AZIONE DELLE ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI**

— Tratto di alveo da moderatamente a molto inciso

**FORME DI ORIGINE COMPLESSA**

→ Vallecola di origine fluvio-gravitativa

## Inquadramento geolitologico dell'area

Gli affioramenti presenti lungo la stradina mettono in evidenza la presenza di due

Fig.8) Depositi di debris avalanche



unità distinte.

Lungo il tratto terminale di via Falanga, dove è previsto l'intervento n. 4, sono presenti depositi clastici molto grossolani prevalentemente massivi, di colore verde grigio formati da blocchi e megablocchi (da metrici a decametrici) di tufi appartenenti alle unità

tufacee idrotermalizzate del Monte Epomeo e rocce epiclastiche indurite, localmente immersi in una matrice grossolana di sabbie, lapilli e blocchi formata dagli stessi tufi idrotermalizzati che ne costituiscono la massa prevalente (Fig.8).

Si tratta di depositi di *debris avalanche* (valanghe di detrito) formatisi sul versante meridionale del blocco risorgente del Monte Epomeo e definiti nella recente letteratura come "Unità di Bocca di Serra" (Carta geologica della Regione Campania, Foglio 464 "Isola d'Ischia"). L'anfiteatro di distacco della valanga è modificato dalle strutture di svincolo, faglie dirette subverticali, che hanno consentito il sollevamento del blocco centrale risorgente.

I terreni attribuiti a questa unità, che affiorano diffusamente all'interno del vasto anfiteatro del bacino di Serrara Fontana tra il Monte Epomeo a nord, il rilievo di Bocca di Serra ad Ovest e il litorale dei Maronti a sud con spessori variabili tra i 10 e gli oltre 100 metri, per quanto concerne il presente studio, sono visibili solo lungo la parete che delimita il tratto di intervento n. 4.

Lungo il restante tratto di strada, le evidenze di campagna sui fronti di scavo osservati (Fig.9), indicano la presenza di depositi detritici, che rappresentano gli accumuli di fenomeni franosi legati a meccanismi del tipo *debris flow*, connessi al sollevamento

Fig.9) Depositi di debris-flow



stadiale dell'horst del Monte Epomeo; tali terreni, nel complesso, sono descrivibili come una formazione piroclastica caotica di colore variabile dal marrone al verdastro al beige giallastro, generalmente ben

addensata, costituita da un'insieme di elementi poligenici di varia pezzatura con dimensioni variabili da millimetrici a metrici, formati da Tufo Verde (che rappresenta l'ossatura dell'Horst vulcano tettonico del Monte Epomeo), materiale piroclastico di eiezione vulcanica, qualche frammento lavico di natura alcali-trachitica, il tutto inglobato in una matrice piroclastica da sabbioso a limosa-argillosa derivante dalla degradazione dello stesso tufo.

Questa formazione, affiora in gran parte del territorio comunale, ed è connessa allo smantellamento dell'Horst, durante il suo sollevamento. Infatti ogni fase di sollevamento è stata accompagnata da grossi fenomeni gravitativi con produzione di enormi cumuli di materiale. Questi cumuli hanno ripreso a franare per poi arrestarsi e ripartire di nuovo al successivo sollevamento. Il ripetersi di questo fenomeno ha provocato nel materiale un reimpasto tanto da renderlo un deposito gravitativo simile ad una formazione tufacea. In realtà trattasi di un complesso pseudocoerente, la cui coesione è probabilmente da attribuire alle modalità deposizionali cioè al trasporto in

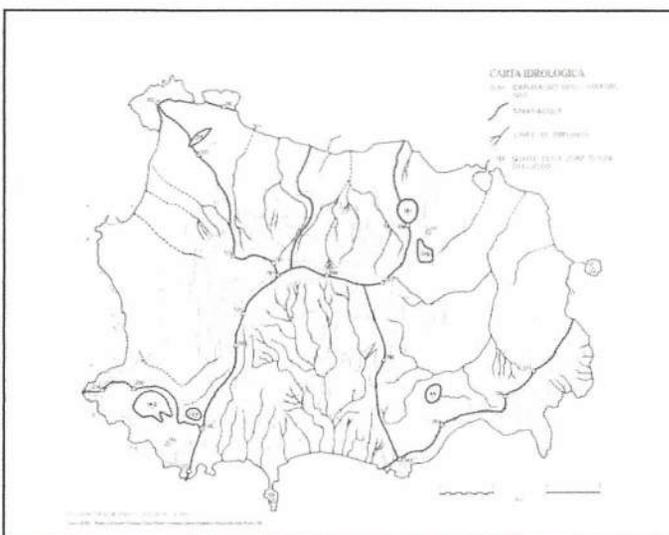
massa con un abbondante percentuale di acqua con meccanismi del tipo colata fangosa (mud – flow) ed alla successiva perdita del contenuto d'acqua per fenomeni di autostipamento.

Tali materiali, vengono accorpati in un' unica unità geolitologica anche se è possibile, all'interno di essi, riconoscere diverse facies; in particolare, lungo la stradina si presentano di colore verdastro massivi, ben addensati, tessituralmente granulo sostenuti, con inclusi eterometrici di dimensioni raramente superiori ai 10 cm, costituiti prevalentemente da frammenti di tufo verde, pomici, tufiti e raramente inclusi alcalitrachitici.

La consuetudine di accorpare in un 'unica unità geolitologica i *debris flow* presenti sul territorio, è legata al fatto che pur presentando caratteristiche granulometriche variabili dalle ghiaie sabbiose alle sabbie limose con ghiaia, possiedono simili caratteristiche litotecniche; si presentano ben addensati, compatti e non spingenti, tanto da permettere l'autoportanza di cavità antropiche anche di discrete dimensioni, e risultano fortemente degradabili in presenza di acqua.

A tetto dei succitati depositi lungo la stradina è presente una coltre di terreni meno addensati, ascrivibili a *terreno vegetale e/o riporto* accumulati in posto per la realizzazione della stessa. Presentano spessori difficilmente quantificabili, anche per la difficoltà di eseguire indagini così puntuali e tali da caratterizzarli; sono comunque presenti soprattutto nell'area di intervento n. 4, con spessori stimabili intorno ai 2 m.

Fig. 11) Carta Idrologica dell'isola



## Inquadramento idrologico e idrogeologico

### Circolazione idrica superficiale

I bacini imbriferi dell'isola d'Ischia possono essere raggruppati in cinque regioni, in ognuna delle quali essi

presentano caratteristiche idrauliche e morfologiche strettamente dipendenti dalla litologia e dall'assetto strutturale come sintetizzato nella "Carta idrologica" redatta da Rittmann & Gottini (L'isola d'Ischia – Geologia, 1981).

Il bacino della regione meridionale, in cui ricade l'area in studio, comprende il bacino di Fontana e l'altro secondario di Succhivo.

Il bacino imbrifero di Fontana è caratterizzato da un gran numero di "cave", cioè di burroni e gole incisi nel materiale detritico che riempie la conca di Fontana con uno spessore che localmente oltrepassa i 100 m. Hanno in media una direzione SSE, e per lo più sono asciutti; soltanto durante forti piogge si possono formare in essi effimeri torrenti. Rigagnoli perenni si trovano soltanto a valle delle sorgenti dell'Olmitello e di Nitrodi, rispettivamente a SW e NW di Barano d'Ischia.

Nel bacino imbrifero di Succhivo, la direzione media dei solchi di erosione è S 15° W. La diversa direzione delle "cave" è presumibilmente legata all'esistenza di cupole di lava nel sottosuolo.

Per quanto riguarda la circolazione idrica nell'ambito della strada in oggetto, essa è caratterizzata da dilavamenti diffusi che seguendo le linee di massima pendenza tendono a essere smaltiti tramite le cunette, a tratti presenti, e che dovranno essere adeguatamente ricostruite.

#### Caratteristiche di permeabilità dei litotipi

La permeabilità dei terreni detritici presenti, del tipo per porosità, è di grado medio-basso, in funzione del rapporto granuli matrice e dell'assortimento granulometrico di quest'ultima, con modalità di circolazione idrica sotterranea prevalentemente subverticale.

I tufi presentano caratteristiche di permeabilità del tipo per porosità e fessurazione di grado da medio a basso in relazione al grado di fratturazione e alterazione subitica. La capacità ricettiva nei confronti delle aliquote di apporto meteorico è comunque

piuttosto bassa in funzione soprattutto della morfologia molto acclive dell'area di affioramento degli stessi.

#### Caratteristiche idrogeologiche - Circolazione idrica sotterranea

I dati disponibili in letteratura (Corniello et al., 1994; Celico et al., 1999), nonché i recenti studi condotti da Sbrana et alii, permettono di definire le caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero vulcanico dell'isola d'Ischia. (Fig.12)

La presenza di prodotti effusivi (duomi e colate laviche) ed esplosivi (Tufo Verde del M. Epomeo, Tufo di Citara, scorie vulcaniche, pomici, etc.) ai quali sono intercalati e sovrapposti depositi continentali originati dal loro disfacimento, nonché formazioni sedimentarie di origine marina, le modalità di messa in posto nonché le vicissitudini vulcano tettoniche che li hanno interessati, si traducono con la presenza di un acquifero composito, costituito da una disordinata successione di orizzonti relativamente più permeabili, separati da livelli poco permeabili o addirittura impermeabili.

La presenza di faglie e fratture condiziona fortemente il deflusso idrico sotterraneo, permettendo la risalita localizzata di fluidi caldi profondi, testimoniati dalle diverse manifestazioni fumaroliche in superficie nonché dalla presenza di acque sotterranee calde (con temperature talora superiori agli 80 °C) fortemente mineralizzate.

Le conoscenze geologiche acquisite permettono di distinguere due zone principali caratterizzate da modalità di deflusso idrico differenti, coincidenti grosso modo con le maggiori strutture vulcano-tettoniche dell'isola: *il graben* di Ischia Porto e *l'horst* del M. Epomeo con le sue aree marginali.

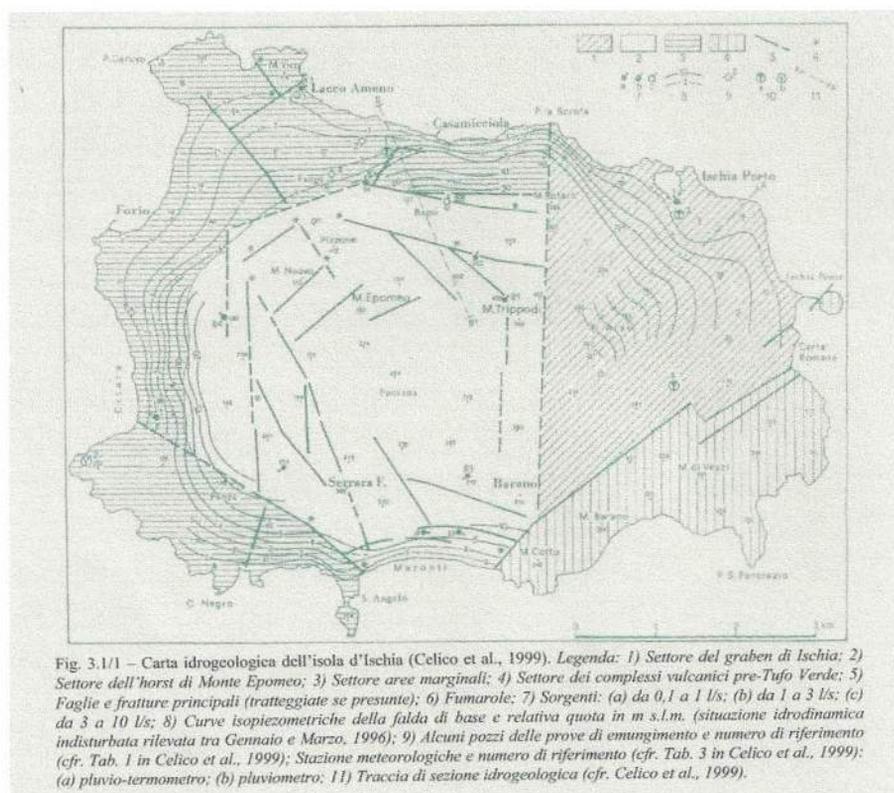
Nell'area del graben (Celico et al 1999), l'acquifero è costituito prevalentemente da lave fessurate e depositi piroclastici recenti a granulometria prevalente sabbioso-ghiaiosa, con una trasmissività variabile tra  $10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s e  $10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s, e gradienti idraulici mediamente minori di 0,5%. La falda assume nell'insieme un deflusso radiale con recapito ultimo a mare.

Nell'area del M. Epomeo e lungo la fascia marginale, l'acquifero è costituito prevalentemente da tufi e lave fessurate e piroclastiti sciolte, localmente sono presenti depositi detritico-alluvionali e sedimenti di origine marina. Ciò si traduce in una circolazione idrica scomposta in falde sovrapposte con una trasmissività mediamente più bassa, variabile tra  $10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s e  $10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s.

Le pendenze piezometriche della falda di base, dove gioca un ruolo fondamentale l'alimentazione da parte del mare, risultano comprese tra 1% e il 3%, ma superano il 10% nel caso delle falde sospese, alimentate prettamente da acque piovane, che circolano nei materiali di frana ed alimentano sorgenti di portata ridotta (in media 0,002 m<sup>3</sup>/s), poste a varie altezze lungo i versanti e di difficile schematizzazione. Alcune, sono andate completamente perdute, seppellite sotto eventi franosi che si sono prodotti lungo i fossi di erosione. Caccioppoli nel suo "L'acqua potabile nell'isola delle acque termominerali " del 1944 racconta che "In Cava Pagliarito esisteva una grande sorgente che ha dato il nome al paese di Fontana, ma che è scomparsa oltre 150 anni or sono in seguito ad una frana che l'ha seppellita" e che "a Serrara in località Pantano esisteva una piccola sorgente dello stesso nome che, fino a non molti anni addietro, essendo privata, conduceva l'acqua, a mezzo di una breve condotta in terracotta, in una cisterna dal proprietario... e che in seguito ad una frana è rimasta seminterrata..."

Ai fini applicativi del presente studio, per l'area in esame, le indagini eseguite, nonché la bibliografia consultata, non indicano la presenza di falde freatiche superficiali (almeno per i primi 15 m dal p.c.) in grado di interferire nella risposta dei terreni alle sollecitazioni statiche e dinamiche.

Fig. 12) Carta idrogeologica dell'isola d'Ischia (Celico et al., 1999)



## Vincoli e inquadramento dell'intervento nel contesto dello studio geologico di cui agli artt 11, 12 e 14 della L.R. 8/83

L'area è soggetta a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. 30.12.1923 n°3267.

L'area è sottoposta a vincolo paesaggistico ai sensi del P.T.P. dell'Isola d'Ischia, approvato con D. M. 08/02/1999, pubblicato sulla G.U. n° 94 del 23/04/1999

L'area non ricade in zona SIC (Siti di Interesse Comunitario) o ZPS (Zone di Protezione Speciale).

L'area degli interventi non ricade in aree a vincolo archeologico.

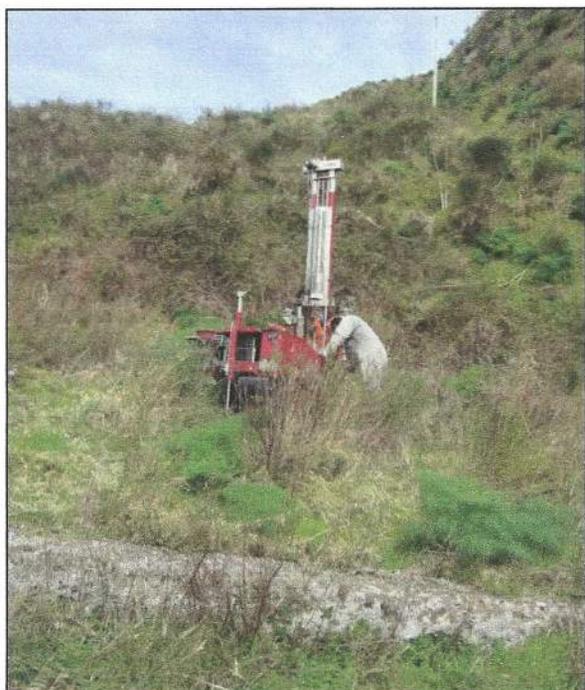
L'area non ricade in zona classificata a Rischio Idraulico.

Per quanto riguarda il Rischio Frana si rimanda alla Fig. 1 da cui si evince che: l'intervento n. 4 ricade in zona classificata a Rischio da Frana molto elevato R4; gli interventi n. 2 e n. 3 ricadono in zone classificate a Rischio da Frana moderato R1; l'intervento n. 1 non ricade in zone classificate a Rischio da frana.

## Caratterizzazione dei terreni

### - Indagini

Come indicato in premessa, per la ricostruzione del modello geologico, oltre a dati di carattere bibliografico e a osservazioni di campagna ci si è avvalsi dell'ausilio di prove penetrometriche realizzate con il penetrometro dinamico pesante (Emilia 30) della Pagani, di cui si riportano in allegato i certificati redatti, ubicate in zone limitrofe alle aree di intervento.



In particolare la DPSH 06 è stata realizzata nei pressi dell'intervento n. 4; i dati della DPSH01 fanno riferimento ad indagini agli atti della scrivente eseguite nei pressi dell'area di ubicazione degli interventi 1, 2 e 3 (Via Lorenzo Fiore loc. Cercola Secca comm. Mattera Francesco).

Le prove penetrometriche dinamiche consistono nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ) misurando il numero di colpi  $N$  necessari.

Sono prove molto diffuse ed utilizzate nel territorio data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione e la loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il terreno attraversato con un'immagine in continuo.

Nel caso in studio trattandosi di terreni piroclastici granulari, classificabili dal punto di vista granulometrico, come sabbie ghiaiose limose, il parametro  $N_{SPT}$  ricavato dalle indagini (corretto sulla base delle litologie presunte), rappresenta una misura *in situ*, indicativa del grado di addensamento degli stessi.

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) il penetrometro dinamico utilizzato presenta le seguenti caratteristiche tecniche: massa battente  $M = 63,5$  Kg, altezza di caduta  $H = 0,75$  m, avanzamento  $\delta = 30$  cm, punta conica ( $\alpha = 60^\circ$ ), diametro  $D = 50,5$  mm, area base cono  $A = 20$  cm<sup>2</sup>, rivestimento/fango assente. Coefficiente di correlazione con  $N_{SPT} = 1.01$

La prova DPSH 06 è stata spinta fino alla profondità di 10,20 m dal p.c.

La prova DPSH 01 è stata spinta fino alla profondità di 8,40 m dal p.c.

I dati ottenuti, elaborati tramite correlazioni indirette, sono stati successivamente confrontati con dati di letteratura.

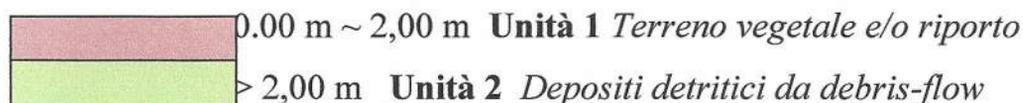
Si riportano i riferimenti bibliografici utilizzati per le correlazioni, e in allegato i certificati redatti:

- Resistenza alla punta  $R_p$  (kg/cm<sup>2</sup>) D'Apollonia et alii 1970
- Densità relativa  $D_r$  (%) Skempton
- Angolo di Attrito  $\phi$  (°) Schmertmann
- Modulo di Deformazione o Edometrico  $E$  (Kg/cm<sup>2</sup>) Schmertmann
- Modulo di Taglio per Basse Deformazioni  $G_0$  (Kg/cm<sup>2</sup>) Sherif & Ishibashi

- *Modello Geologico*

A causa della presenza di differenti unità litostratigrafiche è necessario distinguere tra l'area dove saranno realizzati gli interventi n. 1,2,3 e quella n. 4.

Per quanto riguarda l'area degli interventi n. 1, 2, 3, le evidenze di campagna sui fronti di scavo osservati, le indagini eseguite, nonché conoscenze pregresse e/o fonti bibliografiche, permettono di definire la seguente colonna stratigrafica:



Per quanto concerne **l'unità 1** permane una certa difficoltà nello stabilirne gli esatti spessori lungo la strada, in quanto questi sono legati alle condizioni morfologiche preesistenti la sua realizzazione. Sono stati pertanto stimati dalla sottoscritta sulla base di considerazioni di natura generale; è comunque parere della scrivente che gli spessori maggiori della coltre siano presenti nell'ambito dell'intervento n. 4, (cioè nel tratto che dal ristorante conduce a Piano Tredici) data la sua ubicazione "a mezza costa".

Si riportano di seguito i parametri che nella pratica usuale si utilizzano per tali terreni:

Peso dell'unità di volume  $\gamma = 1,300 - 1,600 \text{ T/m}^3$

Angolo di resistenza al taglio di picco  $\phi' = 27^\circ - 28^\circ$

Coesione  $c' = \text{nulla}$

Per quanto concerne **l'unità 2** trattasi di una formazione piroclastica caotica massiva, costituita prevalentemente da clasti di Tufo Verde del Monte Epomeo e subordinatamente litici lavici e tufi epiclastici, delle dimensioni variabili dai pochi cm ai decimetri, immersi in una matrice sabbioso-limosa, derivante dalla

*Fig.15) depositi detritici da debris-flow*



degradazione dei clasti stessi,

granulometricamente classificabili come sabbie ghiaiose limose (Fig. 15).

Si presentano ben addensati e cementati tanto da presentare caratteri pseudolitoidi ma è importante sottolineare che in realtà trattasi di una coesione apparente dovuta a tensioni

molecolari agenti tra fluidi e particelle di terreno definita da vari studi come

“suzione”. In altri termini si osserva che nei terreni piroclastici incoerenti la condizione di parziale saturazione permette l’insorgenza di una pressione, inferiore alla pressione atmosferica, la quale conferisce all’ammasso un miglioramento delle caratteristiche di resistenza al taglio, talora considerevole. Ovviamente tale suzione dipende dal contenuto d’acqua che il terreno possiede; quando il terreno tende alla saturazione, in condizioni non drenate, cioè quando la velocità di applicazione dei carichi è tale da non permettere la dissipazione delle sovrappressioni neutre, la suzione tende a zero con evidente scadimento dei parametri meccanici.

Per la definizione delle proprietà meccaniche (angolo d’attrito, modulo di deformazione e taglio dinamico) possono essere utilizzati i risultati della prova penetrometrica opportunamente elaborati, mediante correlazioni note dalla letteratura tecnica specializzata, per il dettaglio dei quali si rimanda ai certificati allegati. Va comunque sottolineato che l’esperienza su tali terreni ha dimostrato una notevole dispersione dei valori, legata alla forte eterogeneità granulometrica degli stessi. Pertanto è consuetudine a favore della sicurezza, che i parametri geotecnici consigliabili per questi terreni siano parametri medi, desunti cioè dalla media di un gran numero di prove sul territorio.

Peso dell’unità di volume  $\gamma = 1,400 - 1,600 \text{ T/m}^3$  con un valore medio di  $1,500 \text{ T/m}^3$

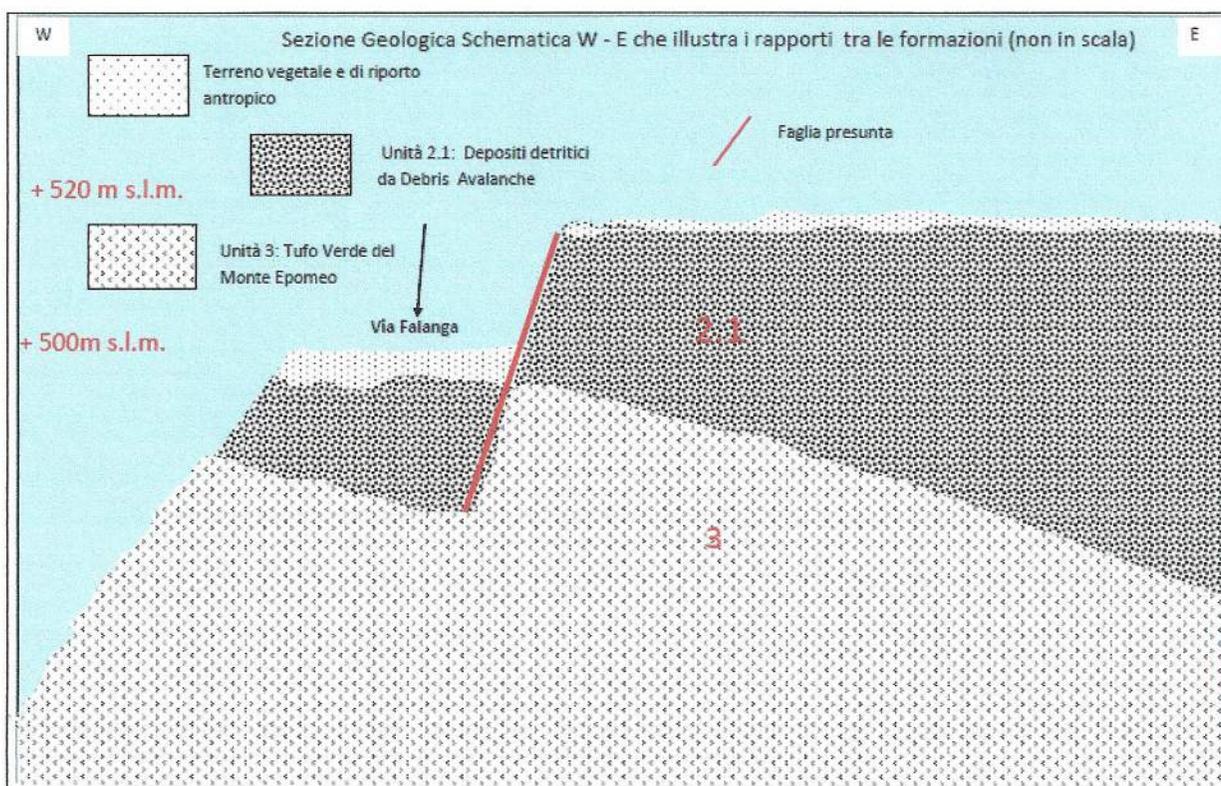
Angolo di resistenza al taglio di picco  $\phi' = 31^\circ - 34^\circ$  con un valore medio di  $32^\circ$

Coesione  $c' = 0,01 \text{ Mpa} - 0,04 \text{ Mpa}$  con un valore medio consigliato di  $0,01 \text{ Mpa}$

È comunque parere della scrivente che trascurare l’apporto della coesione a favore di un calcolato incremento dell’angolo d’attrito, porta a considerare condizioni di massima resistenza al taglio costantemente inferiori a quelle derivanti dai parametri peggiori ricavati dalle prove di laboratorio.

Comunque , in linea generale, su tali tipi di terreno non si pongono grosse limitazioni sulla fattibilità delle fondazioni anche se dovrà essere accertata l'uniformità litologica del piano di posa evitando cioè di poggiare la struttura in parte sui terreni detritici e in parte sui blocchi litoidi in essa imballati

Per quanto concerne l'intervento n. 4 si riporta la seguente sezione geologica che illustra le condizioni del sito:



L'unità 2.1 è costituita da *Depositi detritici da debris avalanche* derivanti dal disfacimento del Tufo Verde dell'Epomeo. Affiora nell'ultimo tratto di via Falanga, sulla parete a monte della stessa, con altezza massima di circa 20 m ed è nota in letteratura come *Unità di Bocca di Serra* (Carta Geologica, Regione Campania "Isola d'Ischia").

Trattasi di depositi epiclastici massivi, molto grossolani formati da blocchi da decametrici a plurimetrici di tufo verde e da tufi epiclastici, subordinati litici lavici, tufi cineritici; localmente i blocchi sono immersi in matrice sabbiosa grossolana. (Fig. 16; 16 bis)

Lungo il tratto in oggetto, subverticale, la fitta vegetazione, nonchè l'inaccessibilità con i normali mezzi, non ha permesso l'analisi delle reali condizioni geostrutturali.

Fig. 16) Depositi da debris-avalanche

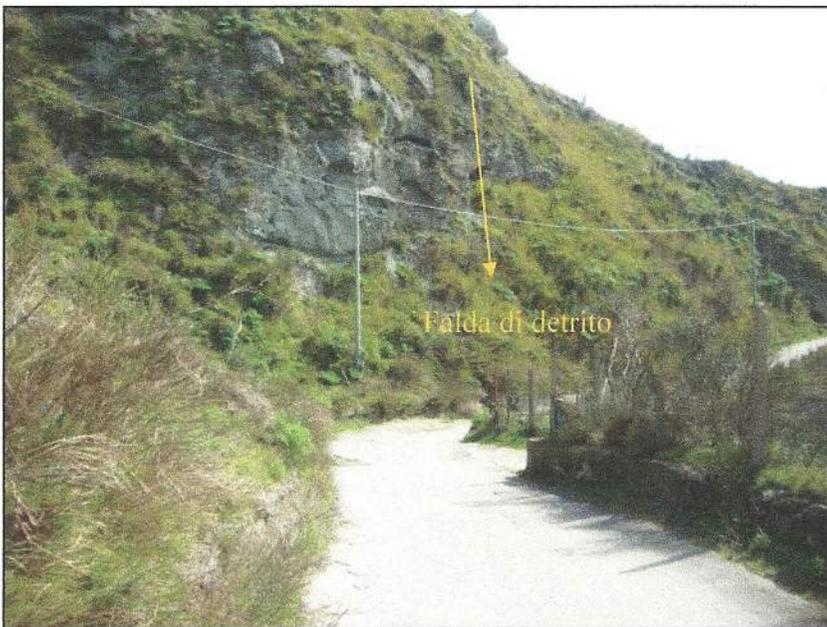
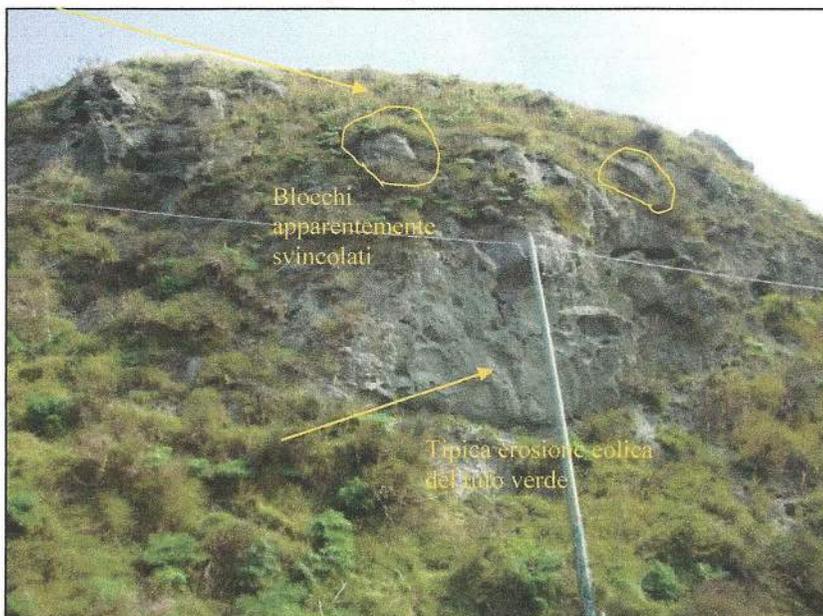


Fig. 16 bis) Particolare



Nel complesso, a meno di più dettagliati studi a cui eventualmente si rimanda, sono evidenti megablocchi di tufo caratterizzati da una forte alterazione superficiale connessa a processi di case-hardening associata ad erosione eolica, i cui effetti sono rappresentati da un materiale detritico accumulatisi alla base del versante (Falda di detrito), e blocchi di varia dimensione, apparentemente in precario equilibrio, i cui vincoli potranno essere stabiliti mediante ispezione diretta nel corso della messa in sicurezza dello stesso.

Trattandosi di fenomeni franosi riconducibili a crolli, si consiglia a tal fine, una preliminare pulizia del versante, mediante il diserbamento in superficie e il disgaggio degli elementi instabili, seguito da un intervento di rafforzamento corticale, mediante l'utilizzo di una rete di contenimento in aderenza al versante, adeguatamente dimensionata e per i cui dettagli si rimanda agli elaborati di specie che saranno prodotti.

Ai fini applicativi, va considerato che anche nei settori di versante apparentemente caratterizzati dalla presenza di elementi litoidi e coerenti, è comunque presente una variabilità strutturale che condiziona la qualità dell'ammasso. La presenza di fenomeni di alterazione superficiale con prevalente disgregazione di tipo granulare, fratture variamente orientate e inclinate che separano volumi anche di grosse dimensioni, determinano comportamenti assimilabili più ad una terra che ad una roccia per ciò che attiene ai possibili cinematismi di instabilità. Sarà quindi opportuno un approccio che tenga conto dell'instabilità globale dello stesso e quindi che per qualsiasi verifica, vengano utilizzati i criteri della meccanica delle terre e non della meccanica delle rocce.

Sulla base di tali considerazioni si possono assegnare *ai terreni* che costituiscono il versante i seguenti parametri:

Peso dell'unità di volume  $\gamma = 1,500 - 1,800 \text{ T/m}^3$  con un valore medio di  $1,600 \text{ T/m}^3$

Angolo di resistenza al taglio di picco  $\phi' = 28^\circ - 32^\circ$  con un valore medio di  $30^\circ$

Coesione  $c' = 0,01 \text{ Mpa} - 0,05 \text{ Mpa}$

**L'unità 3**, comprende un deposito ignimbrico di natura alcalitrachitica con colorazione variabile dal verde smeraldo al verde grigiastro, noto in letteratura come *Tufo Verde dell'Epomeo*. Presenta abbondanti pomici porfiriche ed inclusi di rocce ignee e cristalli, principalmente di biotite e alcalifeldspati immersi in una matrice scarsamente vetrosa. È interessato da una più o meno intensa fratturazione e a luoghi da una forte alterazione superficiale connessa a processi di esfoliazione, case-

hardening, erosione eolica, ed alterazione chimica da attività fumarolica. Le caratteristiche geotecniche sono pertanto molto variabili, in relazione all'alterazione subita; vengono comunque accorpati all'interno delle rocce tenere, con valori di resistenza a compressione uniassiale di circa 15 MPa e, in base alla classificazione di Bieniawski (1976), valori medi dell'angolo di attrito di circa 30° (Mele & Del Prete, 1998).

### - *Rischio Liquefazione*

I terreni in oggetto **non risultano potenzialmente liquefacibili** se soggetti a sollecitazioni di tipo ciclico, secondo quanto ricavato con metodi analitici in molti studi già eseguiti applicando la metodologia proposta da Seed e Idris (1970).

Generalmente risultano infatti maggiormente suscettibili di liquefazione i terreni monogranulari fini (cioè con buona classazione del sedimento), in falda, aventi dimensioni comprese fra 1 mm e 0.01 mm, con coefficiente di uniformità compreso tra 2 e 10, bassa densità relativa e bassa resistenza penetrometrica.

### **Caratterizzazione sismica del sito**

Si fa presente che in ambito di Macrozonazione sismica, ai sensi della O.P.C.M. 3274/03, per il calcolo dell'azione sismica, il territorio nazionale è stato suddiviso in zone sismiche, ciascuna contrassegnata da un diverso valore del parametro  $a_g$  = accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A (formazioni litoidi molto rigide assimilabili al bedrock)

**Serrara Fontana** è inserita nell'elenco di **zona 2** caratterizzata da un valore di  $a_g$  di ancoraggio dello spettro di risposta elastico pari a:  **$a_g = 0,25 g$**

e da un valore di accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni compreso tra:  **$0,15g < a_g < 0,25g$**

Con l'entrata in vigore del **D.M. 14 gennaio 2008**, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio **“sito dipendente”** e non più tramite un criterio **“zona dipendente”**.

L'azione sismica di progetto, in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione, viene definita partendo dalla **“pericolosità di base”** del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica. Il moto generato da un terremoto in un sito dipende infatti dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono.

Per definire l'azione sismica di progetto è dunque necessaria l'identificazione della categoria di sottosuolo di riferimento. Per la determinazione di tale categoria, ai sensi



delle **NCT 2008**, è possibile utilizzare lo stendimento sismico MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), eseguita sulla strada, che in sintesi, utilizza per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali, le onde di Rayleigh cioè la componente principale delle onde di superficie e la loro proprietà dispersiva. Si

riportano in allegato i certificati prodotti dalla INGE s.r.l. di Castel Morrone Caserta. Da questa analisi si ricava il valore della velocità equivalente  $V_{s,30}$  di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità, richiesta dalla normativa per la definizione della categoria di sottosuolo.

Nel nostro caso il valore misurato è:

$$V_{s,30} = 356 \text{ m/s}$$

Da cui ricaviamo che la categoria di sottosuolo di fondazione è **C** - *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati, o terreni a grana fine mediamente consistenti*, con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < N_{SPT,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < c_{u,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).

Riguardo le condizioni topografiche, in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, la categoria topografica che maggiormente si avvicina alle reali condizioni di sito per l'intervento n. 4 è la T4 pertanto  $S_T = 1.4$ ; mentre per gli interventi n. 1, 2, 3 la categoria topografica che maggiormente si avvicina alle reali condizioni di sito è la T2 pertanto  $S_T = 1.2$

### **Conclusioni sulla compatibilità degli interventi con le disposizioni del vigente PSAI in riferimento agli aspetti geologici di competenza**

Nel progetto di adeguamento e riqualificazione di via Falanga, ricadono porzioni del territorio di Serrara Fontana, individuate nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI) dell'Autorità di Bacino della Campania Centrale, adottato con delibera del Comitato Istituzionale n. 1 del 23/02/2015, e pubblicato sul BURC n.20 del 23/03/2015, come aree a rischio elevato da frana **R3** e molto elevato **R4**, con grado di pericolosità relativa (susceptibilità) da frana elevato **P3** e molto elevato **P4**.

Nelle norme di attuazione del vigente PSAI (Titolo III Capo II, art.21, comma 1, lettera b) "*Nelle aree perimetrate a rischio molto elevato da frana sono ammessi esclusivamente la realizzazione, l'ampliamento o la ristrutturazione delle opere di urbanizzazione primaria pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi pubblici essenziali che non siano altrimenti localizzabili o.....e a condizione che siano realizzate idonee opere di mitigazione del rischio.....omissis*"

Rientrando le opere citate in premessa all'interno del succitato articolo, nel presente studio geologico si è relazionato in merito alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche dell'area che, abbinate ad indagini in sito specifiche, hanno portato alla definizione del modello geologico e alla individuazione delle criticità presenti nell'ambito morfologico significativo delle aree di intervento, in grado di fornire gli elementi necessari ai tecnici progettisti per effettuare le scelte e gli approfondimenti ritenuti più opportuni.

Sulla base di quanto descritto, per quanto di competenza, gli **interventi in progetto sono compatibili con le norme di attuazione del vigente P.A.I.** in quanto sono:

- migliorativi delle condizioni di sicurezza del territorio e di difesa del suolo, tramite la ricostruzione dei muri di contenimento, la canalizzazione delle acque e la ricostruzione della barriera/balaustra stradale.
- non costituiscono in nessun caso un fattore di aumento della pericolosità da dissesti di versante, attraverso significative e non compatibili trasformazioni del territorio.
- non compromettono la stabilità dei versanti
- migliorano le condizioni di sicurezza del territorio adottando interventi volti all'attenuazione o all'eliminazione definitiva delle specifiche cause di rischio esistenti, mediante interventi di protezione superficiale (rafforzamenti corticali mediante georeti e ancoraggi) rispondenti a criteri di basso impatto ambientale.

La sottoscritta, ai sensi della normativa vigente che regola l'attività professionale del Geologo, rimane a disposizione della committenza per eventuali chiarimenti e/o approfondimenti tecnici per quanto di competenza.

**Serrara Fontana 20/04/2015**

**Il Geologo**

**Dott.ssa Filomena Miragliuolo**



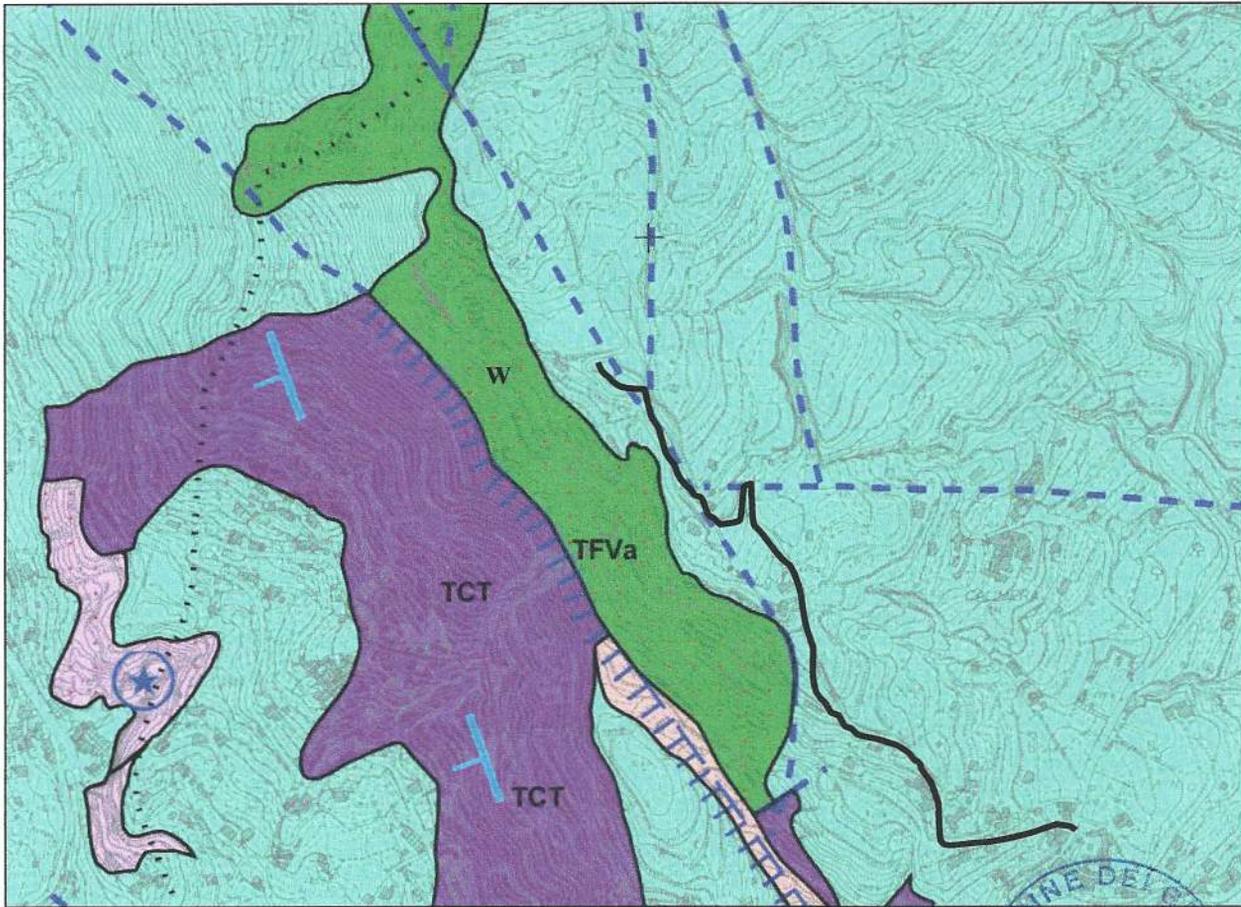
## Bibliografia consultata

- Autorità di Bacino Nord-Occidentale della Campania - AA.VV. (2002) - *Piano per l'assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Nord-Occidentale della Campania*. TPS srl Napoli - SELCA srl Firenze, 4 vol.
- Autorità di Bacino Nord-Occidentale della Campania - AA.VV. (2010) - *Piano per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Nord-Occidentale della Campania* - Aggiornamento anno 2010.
- Autorità di Bacino della Campania Centrale - AA.VV. (2015) - *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PSAI) AdB Campania Centrale* - Delibera di C.I. n. 1 del 23/02/15.
- ACOCELLA V. & FUNICIELLO R. (1999). *The interaction between regional and local tectonics during resurgent doming, the case of the Island of Ischia, Italy*. J. Volcanol. Geotherm. Res., 88, 109 - 123.
- BERRINO G., CORRADO G. & RICCARDI U. (2008). *Sea gravity data in the Gulf of Naples. A contribution to delineating the structural pattern of the Phlegraean Volcanic District*. J. Volcanol. Geotherm. Res., 175, 241-252.
- CELICO P., STANZIONE D., ESPOSITO L., FORMICA F., PISCOPO V., DE ROSA B.M. (1999) - *La complessità idrogeologica di un'area vulcanica attiva: l'isola d'Ischia (Napoli - Campania)*. Boll. Soc. Geol. It., 118, pp. 485 -504.
- DEL PRETE S. & MELE R. (1999) - *L'Influenza dei fenomeni di instabilità di versante nel quadro morfoevolutivo della costa dell'isola d'Ischia*. Boll. Soc. Geol. It., 118 (2), 339-360.
- DEL PRETE S., MELE R. (2006) - *Il contributo delle informazioni storiche per la valutazione della propensione al dissesto nell'isola d'Ischia (Campania)*. Rend. Soc. Geol. It., n. sr., 2 pp. 29-47.
- de VITA S., SANSIVERO F., ORSI G. & MAROTTA E. (2006) - *Ciclycal slope instability and volcanism related to volcano-tectonism in resurgent calderas: the Ischia island (Italy) case study*. Engineering Geology, v 86, pp. 148 - 165.
- GUADAGNO F.M., MELE R. (1995) - *La fragile Isola d'Ischia*. Vol. Speciale di Geologia Applicata ed Idrogeologia, vol. XXX- parte I, pp. 177-187.
- IPPOLITO F., ORTOLANI F. & RUSSO M. (1973). *Struttura marginale tirrenica dell'Appennino Campano, reinterpretazione di dati di antiche ricerche di idrocarburi*. Mem. Soc. Geol. It., 12, 227 - 250.
- MELE R. & DEL PRETE S. (1998) - *Fenomeni di instabilità dei versanti in Tufo Verde di Monte Epomeo (isola d'Ischia - Campania)*. Boll. Soc. Geol. It., 117 (1), 93 - 112.
- Note Illustrative Carta Geologica della Regione Campania "Foglio 464 Isola di Ischia". - AA.VV. (2011)
- ORSI G., GALLO G. & CIVETTA L. (1990) - *Evoluzione geologica e magmatologica dell'isola d'Ischia*. Soc. It. Mineral. Petrol. - Conv. Autunnale " Genesi e differenziazione del magmatismo potassico del bordo tirrenico".
- ORTOLANI et. Al. (1986) - *Relazione "Indagine geologico - tecnica e geognostica relativa al Piano Regolatore Generale del territorio comunale di Serrara Fontana"*.
- PAOLETTI V., DI MAIO R., CELLA F. FLORIO G., MOTSCHKA K., ROBERTI N., SECOMANDI M., SUPPER R., FEDI M. & RAPOLLA A. (2009). *The Ischia volcanic*

*island (Southern Italy), Inferences from potential field. J. Volcanol. Geotherm. Res., 179, 69-86.*

- RITTMANN A. & GOTTINI V. (1980) - *L'isola d'Ischia. Geologia. Boll. Servizio Geologico It., 101, 131-274.*
- SBRANA A., FULIGNATI P., MARIANELLI P., BOYCE A.J. & CECCHETTI A. (2009) - *Exhumation of an active magmatic-hydrothermal system in a resurgent caldera environment. The example of Ischia Island (Italy). J. Geol. Soc. London., 166, 1061-1073.*
- VEZZOLI V. (1988) - *Island of Ischia. C.N.R., Quaderni de "La Ricerca Scientifica".*
- ZUPPETTA A., SAVA A. & ZUPPETTA C. (1993) - *Evoluzione tettonica dell'isola d'Ischia: un modello per gli ultimi 35 ka di attività. Boll. Soc. Geol. It., 112, 353-369.*

**Stralcio di carta geolitologica (Scala 1:10.000), tratta dal PAI dell'Autorità di Bacino Nord-Occidentale della Regione Campania**



**Legenda**



**Dfr**

Accumuli detritici da debris flow: depositi di accumulo di fenomeni franosi affioranti in gran parte dell'isola d'Ischia e legati a meccanismi deposizionali del tipo debris-flow connessi all'attività vulcano-tettonica associata alle fasi di surrezione del Monte Epomeo. Si tratta di depositi detritici, di colore variabile dal beige al marrone al verdastro, costituiti da inclusi eterometrici (da millimetrici a metrici) ed eterogenei (tufi, lave, pomici, scorie, marne) immersi in una matrice da sabbiosa a limoso argillosa. Tessitualmente si presentano sia granulo sostenuti che matrice sostenuti e, generalmente, risultano ben cementati ed addensati. In prevalenza derivano dal rimaneggiamento dei depositi associati alla formazione del Tufo Verde, alla formazione di Citara, alla formazione delle Tufiti del Monte Epomeo ed alla Formazione di Colle Jetto; subordinatamente dal rimaneggiamento di prodotti lavici, scoriacei, pomicei e tufacei di formazioni con minor

deposizione areale. Tali depositi, in talune aree, hanno spessori in affioramento superiori ai 100 metri.



**TCT**

Tufi di Citara: depositi piroclastici costituiti da alternanze di depositi tufacei a tessitura caotica, con tufi a lapilli pomicei sottilmente stratificati, da flusso e surge piroclastico. Il deposito affiora a Monte Vico, tra Punta Imperatore e la spiaggia di Citara, a Capo Negro e nel settore sudoccidentale del Monte Epomeo e si presenta ben cementato, ma molto fratturato in particolare nelle aree prossimali a faglie e/o fratture



**TFV**

Tufo Verde: deposito ignimbrico di natura alcalitrachitica con colorazione variabile dal verde smeraldo al verde grigiastro. La facies saldata (TVF<sub>a</sub>), di colore verde presenta abbondanti pomice porfiriche ed inclusi di rocce ignee e cristalli, principalmente di biotite e alcalifeldspati immersi in una matrice scarsamente vetrosa. Tale deposito costituisce l'ossatura del Monte Epomeo ed è interessato da una più o meno intensa fatturazione ed a luoghi da una forte alterazione superficiale connessa a processi di esfoliazione, case-hardening, erosione eolica ed alterazione chimica da attività fumarolica.



Faglie dirette; i trattini indicano la parte ribassata

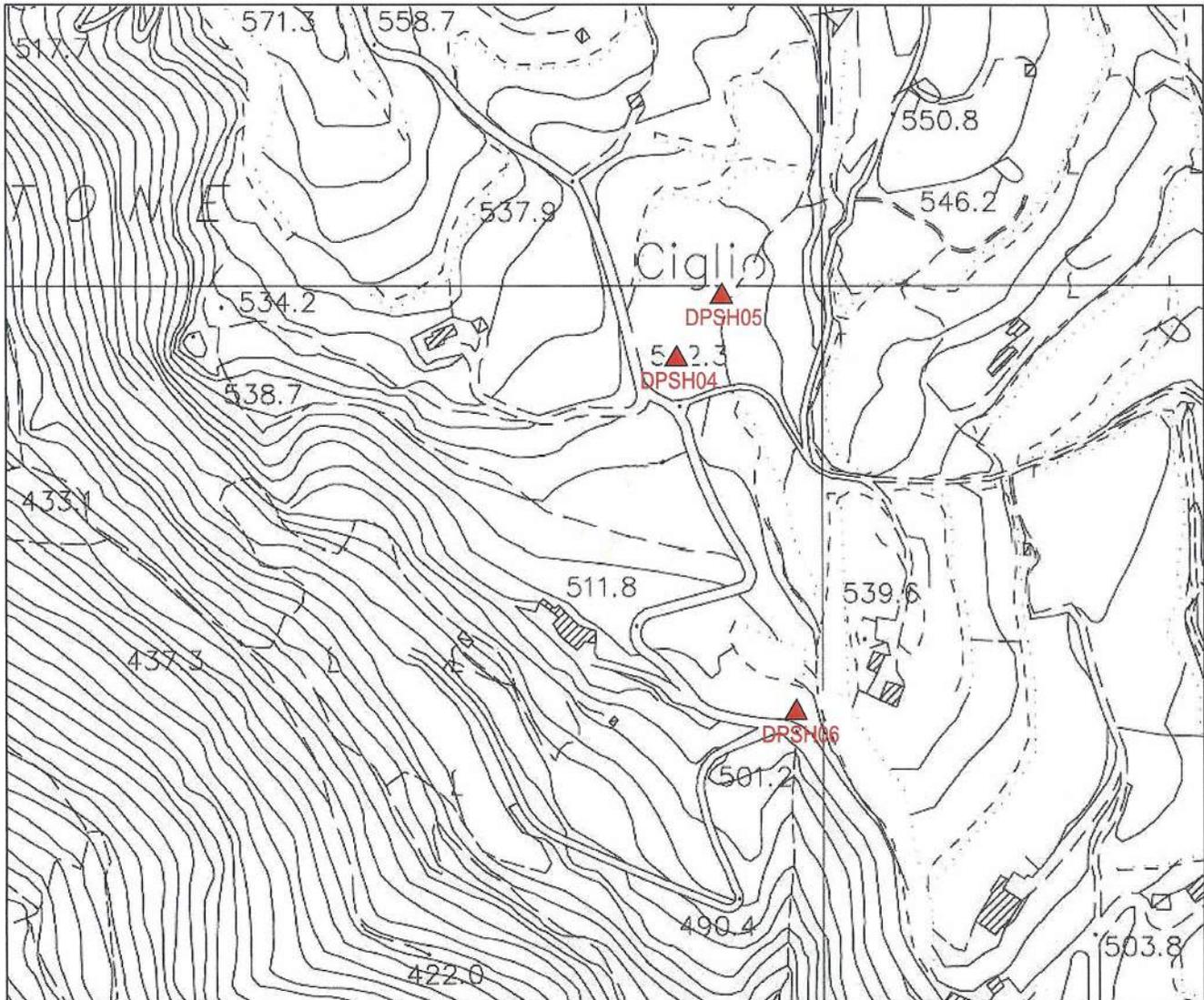


Percorso indicativo di via Falanga



**Aut. Min. N°154 del 19/04/2011** esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prelievo di campioni e prove in sito di cui all'art. 59 DPR. 380/01 (Sondaggi, prelievo campioni, prove SPT, prove di permeabilità; prove penetrometriche: DPSH, CPT, CPTe, CPTU; prove di carico su piastra; misura del peso di volume; CBR, perforazioni inclinate e orizzontali, monitoraggio e controlli.

## Planimetria Ubicazione Indagini



- ▲ Prova penetrometrica dinamica DPSH
- Sondaggio Geognostico
- Prova penetrometrica statica CPT
- ▲ Prova penetrometrica DPSH con prel. campione
- Prova penetrometrica CPT con prel. campione

### Dati e legenda

**Accettazione:** PS/A043/15 del 24/03/15

**Committente:** Dott. Geol. Miragliuolo Filomena

**Proprietà:**

**Cantiere:** Ischiageotermia Srl Via Falanga - Serrara Fontana (NA)



Il Direttore del Laboratorio  
Dott. Geol. Giuseppe Riello

Aut. Min. n. 154 del 19/04/11 esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prel. di campioni e prove in sito di cui all'art. 59 DPR. 380/01 (Sondaggi, prelievo campioni, prove SPT, prove di permeabilità; prove penetrometriche: DPSH, CPT, CPTC, CPTU; prove di carico su piastra; misura del peso di volume; CBR; perforazioni inclinate e orizzontali; monitoraggio e controlli)

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE (D.P.S.H.)

Standard utilizzato: Emilia (30) [peso maglio Kg 63.5, volata cm 75, area punta cmq 20, angolo di apertura della punta 60°]

Committente: Dott. Geol. Miragliuolo Filomena

Id Int. 057 / 15

Cantiere: Ischiageotermia Srl Via Falanga - Serrara Fontana (NA)

Coordinate lat. e long.: N40.71601 / E13.88676 Data esecuz. prova: 24/03/2015

Prova (n): DPSH 06 Certificato n° 0153/15 del 25/03/2015 Accett. n.: PSA043 / 15

### VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO DINAMICO PESANTE

Prof. (m)	Colpi (N)								
0.30	5	9.30	30						
0.60	7	9.60	24						
0.90	10	9.90	25						
1.20	12	10.20	20						
1.50	6								
1.80	3								
2.10	5								
2.40	6								
2.70	9								
3.00	11								
3.30	7								
3.60	11								
3.90	9								
4.20	7								
4.50	2								
4.80	4								
5.10	6								
5.40	5								
5.70	4								
6.00	8								
6.30	20								
6.60	28								
6.90	20								
7.20	14								
7.50	16								
7.80	9								
8.10	11								
8.40	11								
8.70	6								
9.00	24								

IL RESPONSABILE DI SITO

IL RESPONSABILE DI SITO  
Dott. Geol. Carmelita Ventrone

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Giuseppe Riello



**INGE s.r.l.**

Via Taverna Vecchia, 19

81020 Castel Morrone (CE)

Tel e fax 0823-399115-399961

Aut. Min. n. 154 del 19/04/11 esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prel. di campioni e prove in sito di cui all'art. 59 DPR. 380/01 (Sondaggi, prelievo campioni, prove SPT, prove di permeabilità; prove penetrometriche: DPSH, CPT, CPTe, CPTU; prove di carico su piastra; misura del peso di volume; CBR; perforazioni inclinate e orizzontali; monitoraggio e controlli)

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE (D.P.S.H.)

Standard utilizzato: Emilia (30) [peso maglio Kg 63.5, volata cm 75, area punta cmq 20, angolo di apertura della punta 60°]

Committente: Dott. Geol. Miragliuolo Filomena

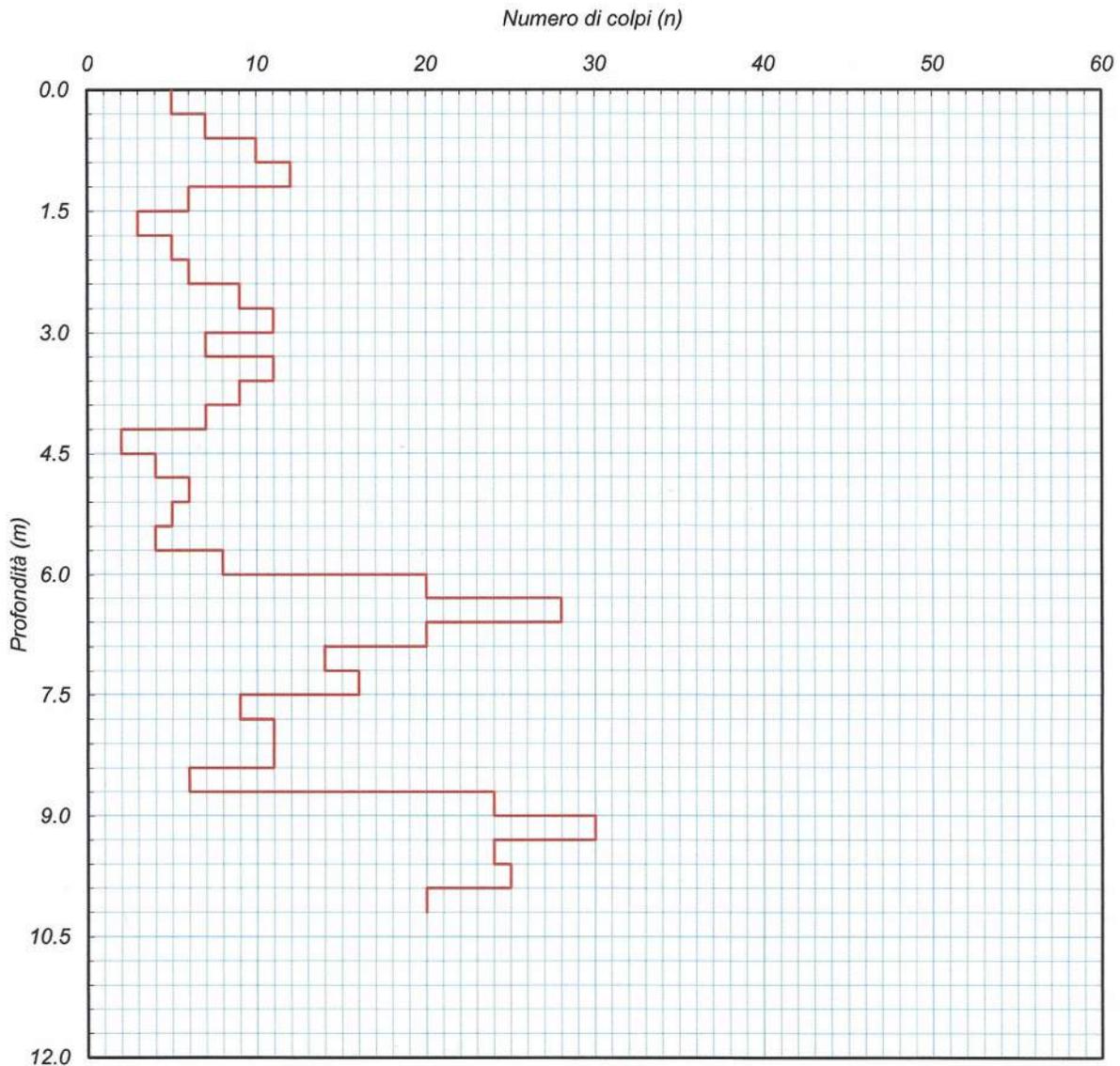
Id Int. 057 / 15

Cantiere: Ischiageotermia Srl Via Falanga - Serrara Fontana (NA)

Coordinate lat. e long.: N40.71601 / E13.88676 Data esecuz. prova: 24/03/2015

Prova (n): DPSH 06 Certificato n° 0153/15 del 25/03/2015 Accett. n.: PSA043 / 15

GRAFICO NUMERO DI COLPI



IL RESPONSABILE DI SITO  
IL RESPONSABILE DI SITO  
Dott. Geol. Carmelita Ventrone

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Giuseppe Riello

**INGE s.r.l.**  
Via Taverna Vecchia, 19  
81020 Castel Morrone (CE)  
Tel e fax 0823-399115-399961

**ATTICO SOA**  
Attestazione n. 3849/23/00 del 04/12/07  
Categoria Os21 Classifica II



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE (D.P.S.H.)

Standard utilizzato: Emilia (30) [peso maglio Kg 63.5, volata cm 75, area punta cmq 20, angolo di apertura della punta 60°]

Committente: Dott. Geol. Miragliuolo Filomena

Cantiere: Ischiageotermia Srl Via Falanga - Serrara Fontana (NA)

Coordinate lat. e long.: N40.71601 / E13.88676 Data esecuz. prova: 24/03/2015

Prova (n): DPSH 06

## STRATIGRAFIA INTERPRETATIVA

### DATI GENERALI

Strato (n)	1	2	3	4	5	6	7
Profondità iniziale (m)	0.00	1.20	2.40	4.20	6.00	6.90	8.70
Profondità finale (m)	1.20	2.40	4.20	6.00	6.90	8.70	10.20
Potenza dello strato (m)	1.20	1.20	1.80	1.80	0.90	1.80	1.50
Peso di volume attribuito (g/cm <sup>3</sup> )	1.35	1.30	1.35	1.30	1.40	1.35	1.40
Pressione vert efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.16	0.31	0.57	0.78	0.97	1.17	1.43
Media numero colpi (N)	9	5	9	5	23	11	25
Media resist. alla Punta (Kg/cm <sup>2</sup> )	28.00	25.00	31.00	17.00	60.00	37.00	60.00

### PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA GRANULARE

Angolo di attrito (°)	32	30	32	30	36	33	37
Densità relativa (%)	53	39	53	39	84	58	88
Mod. di deformazione (Kg/cm <sup>2</sup> )	84	75	93	51	180	111	180
Mod. taglio dinamico (Kg/cm <sup>2</sup> )	41	73	142	183	273	304	414
Stato di addensamento	S	S	S	S	M	M	M

### PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA COESIVA

Coesione non dren. (Kg/cm <sup>2</sup> )	1.39	1.23	1.52	0.81	2.95	1.79	2.93
Modulo edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	61.00	55.00	68.00	37.00	132.00	81.00	132.00
Grado di sovracons. OCR (-)	9.55	1.72	0.60	0.14	0.34	0.13	0.14
Mod. di taglio dinam. (t/m <sup>2</sup> )	7'770	4'913	7'770	4'913	16'154	9'087	17'239
Stato di consistenza	C	Med	C	Med	M C	C	M C

## LEGENDA

### Terreni di natura granulare - Stato di addensamento

M S=Molto sciolto, S=Sciolto, M=Medio, D=Denso, M D=Molto Denso

### Terreni di natura coesiva - Stato di consistenza

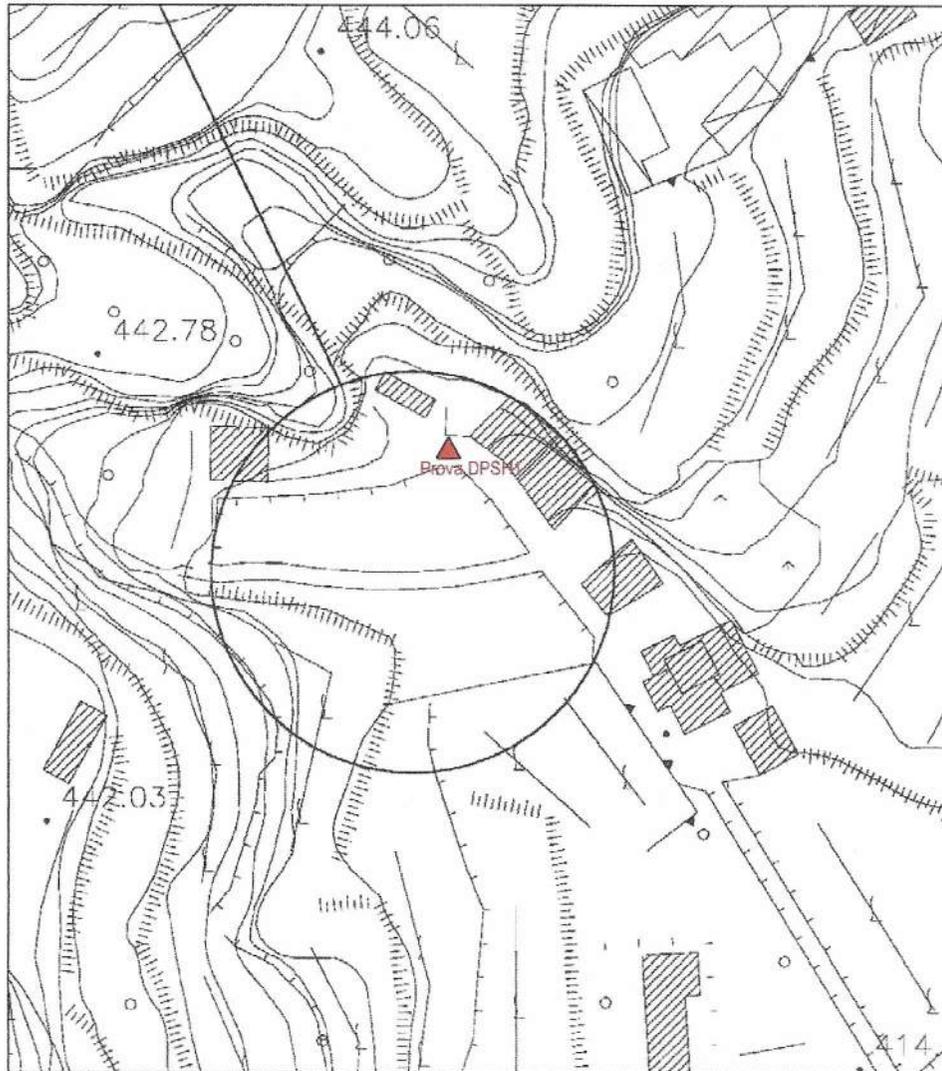
M=Molle, T=Tenero, Med=Medio, C=Compatto, M C=Molto Compatto, D=Duro





**Aut. Min. N°154 del 19/04/2011** esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prelievo di campioni e prove in sito di cui all'art. 59 DPR. 380/01 (Sondaggi, prelievo campioni, prove SPT, prove di permeabilità; prove penetrometriche: DPSH, CPT, CPTE, CPTU; prove di carico su piastra; misura del peso di volume; CBR, perforazioni inclinate e orizzontali, monitoraggio e controlli.

## Planimetria Ubicazione Indagini



- ▲ Prova penetrometrica dinamica DPSH
- Sondaggio Geognostico
- Prova penetrometrica statica CPT
- ▲ Prova penetrometrica DPSH con prel. campione
- Prova penetrometrica CPT con prel. campione

### Dati e legenda

**Accettazione:** PS/A428/11 del 13/12/11

**Committente:** Dott.ssa Miragliuolo Filomena

**Proprietà:**

**Cantiere:** Mattera Francesco Loc. Cercola-Secca Via Lorenzo Fiore - Serrara



Il Direttore del Laboratorio  
Dott. Geol. Giuseppe Riello

Aut. Min. n. 154 del 19/04/11 esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prel. di campioni e prove in sito di cui all'art. 59 DPR. 380/01 (Sondaggi, prelievo campioni, prove SPT, prove di permeabilità; prove penetrometriche: DPSH, CPT, CPTe, CPTU; prove di carico su piastra; misura del peso di volume; CBR; perforazioni inclinate e orizzontali; monitoraggio e controlli)

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE (D.P.S.H.)

Standard utilizzato: Emilia (30) [peso maglio Kg 63.5, volata cm 75, area punta cmq 20, angolo di apertura della punta 60°]

Committente: Dott.ssa Miragliuolo Filomena

Id Int. 639 / 11

Cantiere: Mattera Francesco Loc. Cercola-Secca Via Lorenzo Fiore - Serrara Fontana (NA)

Coordinate lat. e long.: N40.71318 / E13.89154 Data esecuz. prova: 13/12/2011

Prova (n): DPSH 01 Certificato n° PSA428/639/789 del 15/12/2011 Accett. n.: A428 / 11

### VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO DINAMICO PESANTE

Prof. (m)	Colpi (N)								
0.30	1								
0.60	1								
0.90	2								
1.20	3								
1.50	2								
1.80	2								
2.10	1								
2.40	6								
2.70	11								
3.00	14								
3.30	18								
3.60	13								
3.90	22								
4.20	15								
4.50	15								
4.80	14								
5.10	8								
5.40	13								
5.70	16								
6.00	13								
6.30	14								
6.60	11								
6.90	12								
7.20	12								
7.50	14								
7.80	14								
8.10	23								
8.40	27								

IL RESPONSABILE DI SITO

IL RESPONSABILE DI SITO  
Dott. Geol. Carmencita Ventrone

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Giuseppe Riello

**INGE s.r.l.**

Via Taverna Vecchia, 19

81020 Castel Morrone (CE)

Tel e fax 0823-399115-399961

Aut. Min. n. 154 del 19/04/11 esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prel. di campioni e prove in sito di cui all'art. 59 DPR. 380/01 (Sondaggi, prelievo campioni, prove SPT, prove di permeabilità; prove penetrometriche: DPSH, CPT, CPE, CPTU; prove di carico su piastra; misura del peso di volume; CBR; perforazioni inclinate e orizzontali; monitoraggio e controlli)

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE (D.P.S.H.)

Standard utilizzato: Emilia (30) [peso maglio Kg 63,5, volata cm 75, area punta cmq 20, angolo di apertura della punta 60°]

Committente: Dott.ssa Miragliuolo Filomena

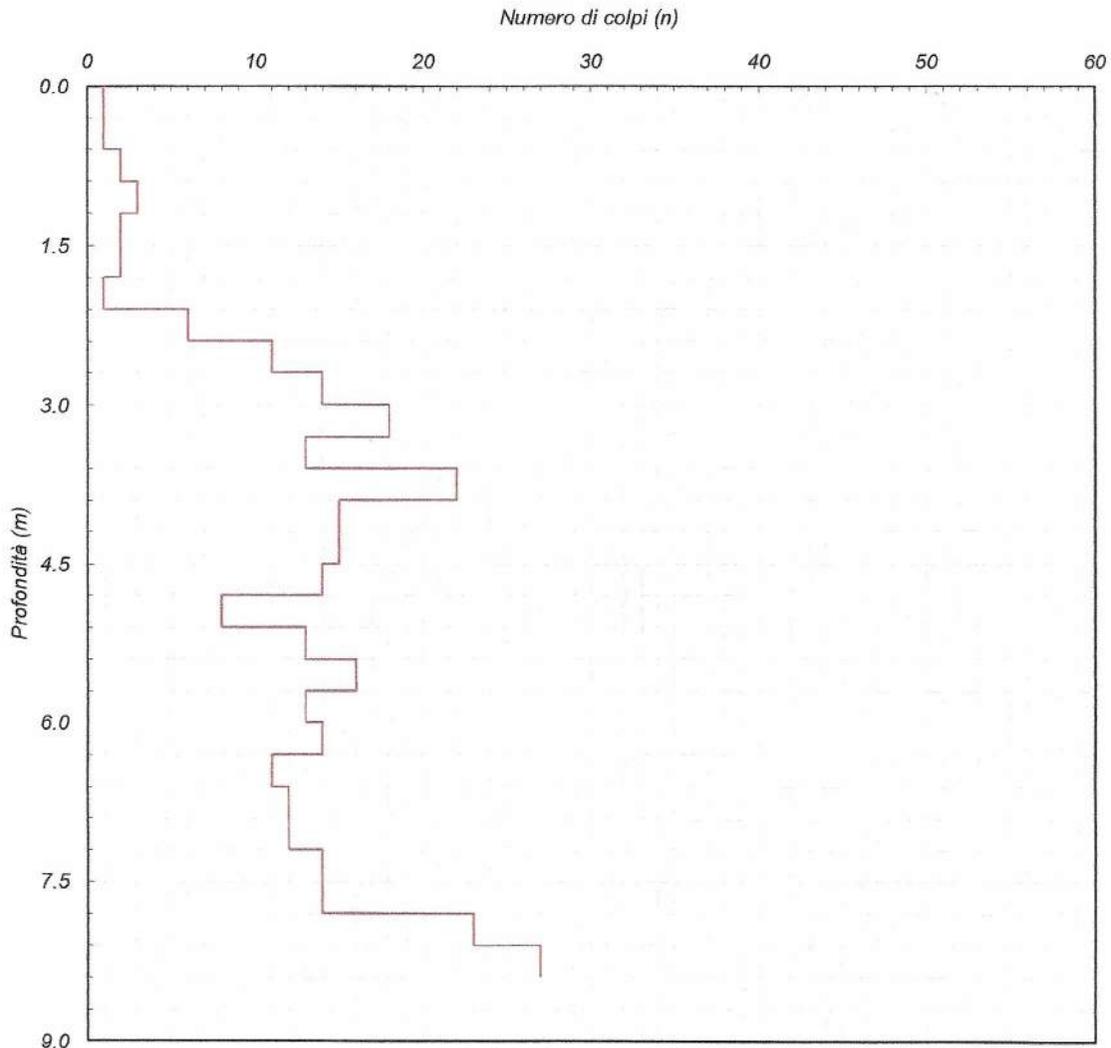
Id Int. 639 / 11

Cantiere: Mattera Francesco Loc. Cercola-Secca Via Lorenzo Fiore - Serrara Fontana (NA)

Coordinate lat. e long.: N40.71318 / E13.89154 Data esecuz. prova: 13/12/2011

Prova (n): DPSH 01 Certificato n° PSA428/639/789 del 15/12/2011 Accett. n.: A428 / 11

GRAFICO NUMERO DI COLPI



IL RESPONSABILE DI SITO

IL RESPONSABILE DI SITO  
Dott. Geol. Carmencita Ventrone

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Giuseppe Riello

**INGE s.r.l.**

Via Taverna Vecchia, 19  
81020 Castel Morrone (CE)

Tel e fax 0823-399115-399961

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE (D.P.S.H.)

Standard utilizzato: Emilia (30) [peso maglio Kg 63.5, volata cm 75, area punta cmq 20, angolo di apertura della punta 60°]

Committente: Dott.ssa Miragliuolo Filomena

Cantiere: Mattera Francesco Loc. Cercola-Secca Via Lorenzo Fiore - Serrara Fontana (NA)

Coordinate lat. e long.: N40.71318 / E13.89154 Data esecuz. prova: 13/12/2011

Prova (n): DPSH 01

### STRATIGRAFIA INTERPRETATIVA

#### DATI GENERALI

Strato (n)	1	2	3
Profondità iniziale (m)	0.00	2.10	7.80
Profondità finale (m)	2.10	7.80	8.40
Potenza dello strato (m)	2.10	5.70	0.60
Peso di volume attribuito (g/cm <sup>3</sup> )	1.30	1.40	1.40
Pressione vert efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.27	1.09	1.18
Media numero colpi (N)	2	13	25
Media resist. alla Punta (Kg/cm <sup>2</sup> )	6.00	43.00	62.00

#### PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA GRANULARE

Angolo di attrito (°)	28	33	37
Densità relativa (%)	25	63	88
Mod. di deformazione (Kg/cm <sup>2</sup> )	18	129	186
Mod. taglio dinamico (Kg/cm <sup>2</sup> )	60	283	341
Stato di addensamento	M S	M	M

#### PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA COESIVA

Coesione non dren. (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.29	2.10	3.04
Modulo edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	13.00	94.00	136.00
Grado di sovracons. OCR (-)	0.54	6.02	5.10
Mod. di taglio dinam. (t/m <sup>2</sup> )	2'404	10'352	17'239
Stato di consistenza	T	C	M C

#### LEGENDA

##### Terreni di natura granulare - Stato di addensamento

M S=Molto sciolto, S=Sciolto, M=Medio, D=Denso, M D=Molto Denso

##### Terreni di natura coesiva - Stato di consistenza

M=Molle, T=Tenero, Med=Medio, C=Compatto, M C=Molto Compatto, D=Duro



## PROVA SISMICA Vs30 METODO MASW

Committente: Dott.ssa Geol. Miragliuolo Filomena

Protocollo n.: 057/15

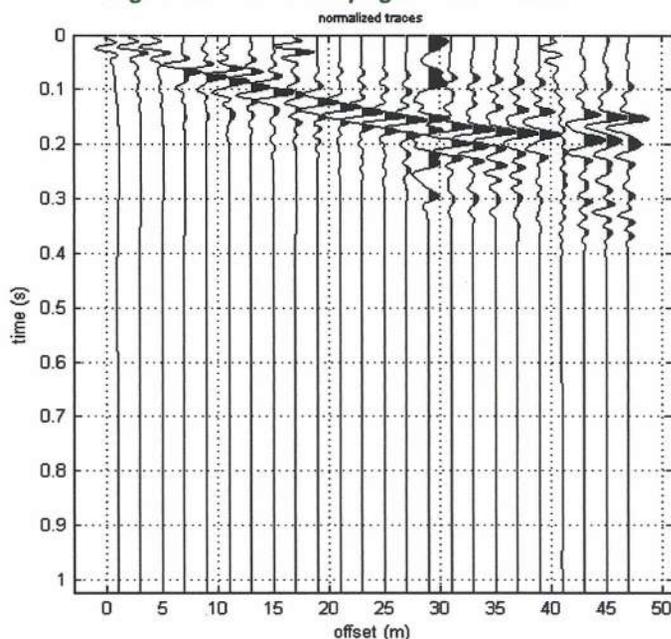
Cantiere: Ischiageotermia Srl Via Falanga - Serrara Fontana (NA)

Data esecuzione prova: 24/03/2015

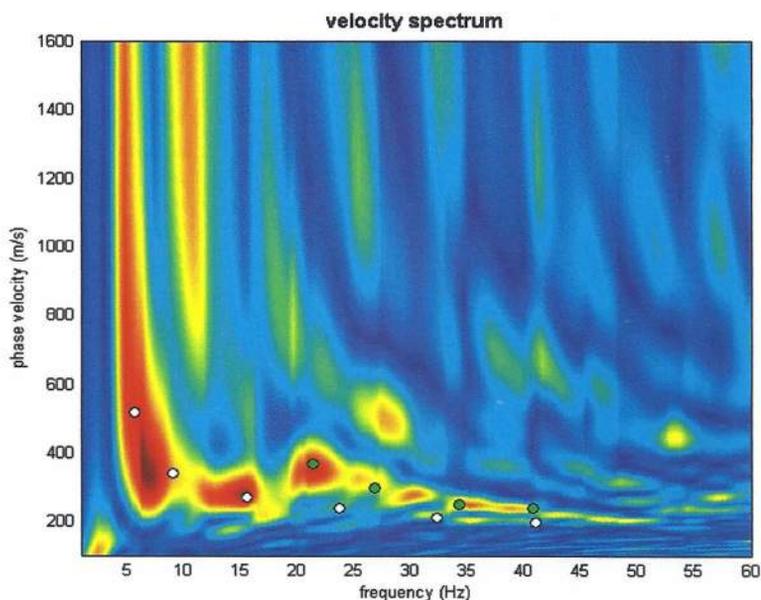
Prova MASW: M2

Data emissione certificato: 25/03/2015

### Registrazione di campagna delle tracce



### Analisi delle frequenze ed individuazione della curva di dispersione



IL RESPONSABILE DEL SETTORE  
Dott. Geol. Carmencita Ventrone



## PROVA SISMICA Vs30 METODO MASW

Committente: Dott.ssa Geol. Miragliuolo Filomena

Protocollo n.: 057/15

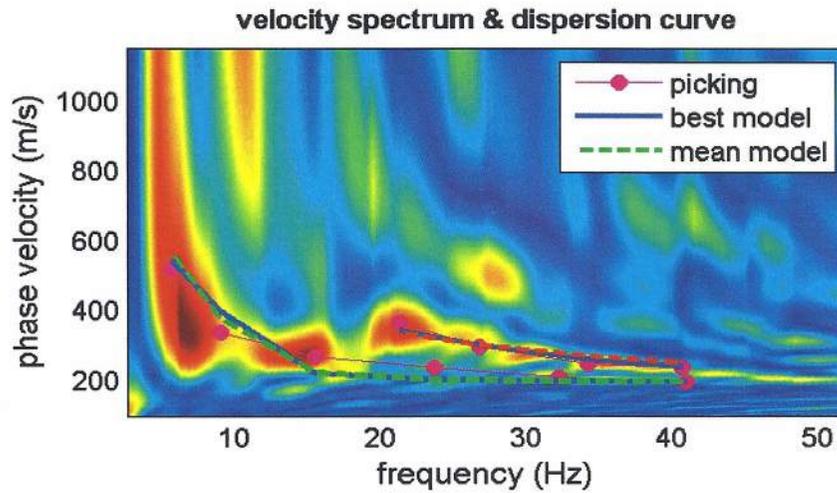
Cantiere: Ischiageotermia Srl Via Falanga - Serrara Fontana (NA)

Data esecuzione prova: 24/03/2015

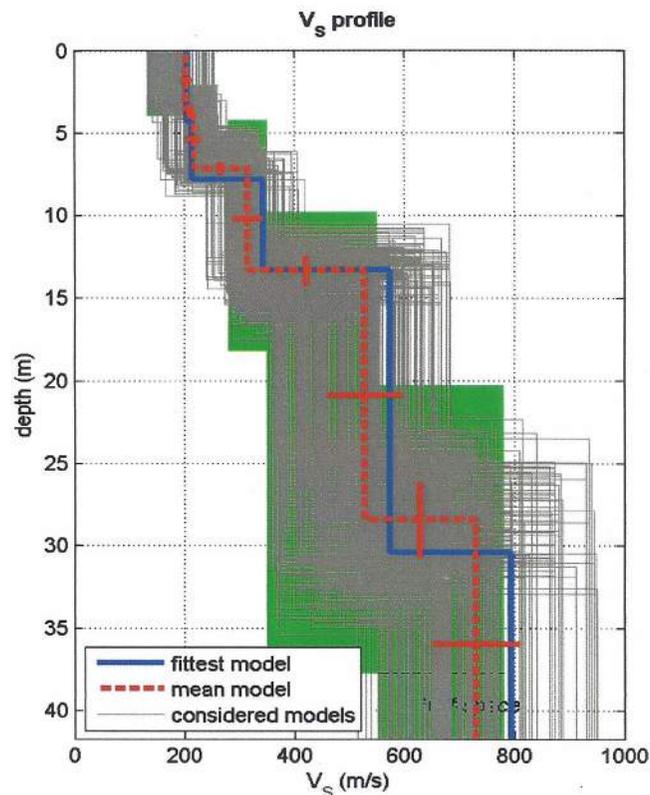
Prova MASW: M2

Data emissione certificato: 25/03/2015

Curva di dispersione misurata - calcolata dal modello del terreno



Risultati dell'inversione della curva di dispersione



IL RESPONSABILE DEL SETTORE  
Dott. Geol. Carmencita Ventrone



**INGE s.r.l.**

Via Taverna Vecchia, 19

81020 Castel Morrone (CE)

Tel/Fax 0823399115 Cell. 3483850177 - 3486033921

## PROVA SISMICA Vs30 METODO MASW

Committente: Dott.ssa Geol. Miragliuolo Filomena

Protocollo n.: 057/15

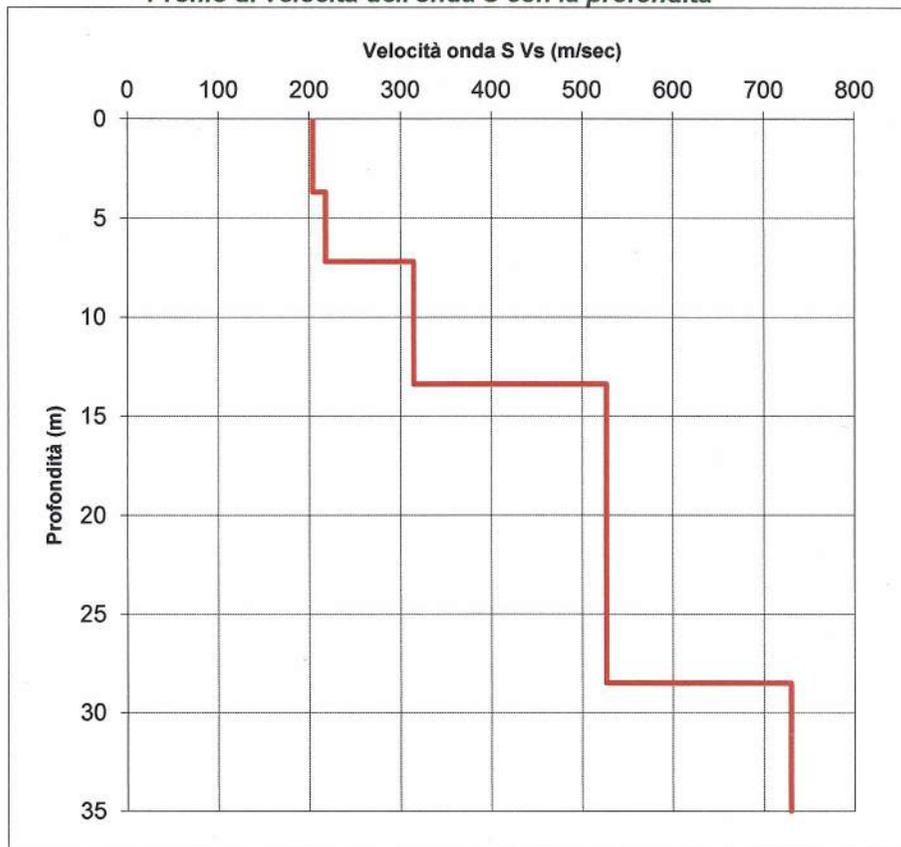
Cantiere: Ischiageotermia Srl Via Falanga - Serrara Fontana (NA)

Data esecuzione prova: 24/03/2015

Prova MASW: M2

Data emissione certificato: 25/03/2015

Profilo di velocità dell'onda S con la profondità



Calcolo del Vs30

Profondità (m)		Velocità	Spess/Veloc
Da	a	(m/sec)	Hi/Vi
0.00	3.70	204	0.0181
3.70	7.20	218	0.0161
7.20	13.40	315	0.0197
13.40	28.50	527	0.0287
28.50	35.00	730	0.0089

**VALORE DI Vs30 CALCOLATO (m/sec)**  
**356**

**Categoria di sottosuolo**

**C**



IL RESPONSABILE DEL SETTORE  
Dott. Geol. Carmencita Ventrone