

Comune di Casalnuovo di Napoli

Programma Integrato Urbano PIÙ EUROPA - Progetto M.U.S.A.

Area retrostante parrocchia San Giacomo al Corso Umberto I
destinata a parcheggio e a verde pubblico attrezzato

RELAZIONE GEOLOGICA

COMUNE DI CASALNUOVO DI NAPOLI
(Provincia di Napoli)

Prot. **0016518** in Arrivo del **17-04-2014**

Mittente VIGLIOTTI MARCO DOTT.GEOLOGO- SANTA MARIA



Dott. Geol. Marco VIGLIOTTI, Via Appia, 207/bis - 81028 Santa Maria a Vico (CE) E.mail: geolmarcovigliotti@gmail.com

SOMMARIO

PREMESSA	2
1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	6
3. ASSETTO GEOLOGICO DI CASALNUOVO.....	7
4. GEOMORFOLOGIA E CONDIZIONI DI STABILITÀ.....	11
5. IDROGEOLOGIA.....	12
6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	15
7. PIANO DI INDAGINI	20
7.1 Prove penetrometriche dinamiche tipo DPSH	21
7.2 Analisi spettrale delle onde superficiali con il metodo MASW	21
7.3 Prospezione geoelettrica	24
8. CARATTERIZZAZIONE DEL SITO	27
8.1 Caratteristiche generali.....	27
8.2 Caratterizzazione geotecnica	28
8.3 Caratterizzazione sismica.....	39
8.3.1 Determinazioni della categoria di suolo e condizioni topografiche del sito secondo la normativa sismica D.M. 14.01.2008	42
8.4 Caratterizzazione geoelettrica	43
9. CONCLUSIONI.....	46
10. BIBLIOGRAFIA CONSULTATA.....	48

PREMESSA

Nell'ambito del Programma PIÙ EUROPA messo in essere come necessario complemento al più ampio progetto denominato M.U.S.A. che prevede la riqualificazione urbana dei principali assi viari della città di Casalnuovo di Napoli (C.so Umberto I, Via Arcora, Via Vittorio Emanuele), il Comune ha dato incarico allo scrivente, iscritto nell'Elenco Speciale dell'Albo dei Geologi della Regione Campania (matr. 303), con Determinazione III Settore Pian. Urban. e LL.PP. n. 20 del 19-02-2014, di procedere alla caratterizzazione geologica, dell'area retrostante parrocchia San Giacomo al Corso Umberto I destinata a parcheggio e a verde pubblico attrezzato, finalizzata alla redazione di una relazione da allegare al progetto definitivo di Programma Integrato Urbano PIÙ EUROPA in cui è incluso l'intervento.

Il presente lavoro ha lo scopo di valutare l'idoneità dei luoghi dal punto di vista geologico, morfologico e geotecnico. Esso è basato su una revisione di dati desunti dalla letteratura scientifica, di lavori già eseguiti in zone limitrofe e di dati acquisiti *ex novo*.

Ciò in accordo con la vigente legislazione (D.M. 21/01/81 e D.M. 11/03/88 G.R. 5447/2002) in materia d'indagini geognostiche, con particolare riguardo alle aree dichiarate sismiche, in quanto il territorio comunale Casalnuovo di Napoli è classificato di seconda categoria a "media sismicità" per il quale è adottato un grado di sismicità $s=9$ e un coefficiente di intensità sismica $c = 0,07g$.

1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area comunale di Casalnuovo di Napoli, a nord-est del capoluogo regionale, nella Piana Campana, è rappresentata nelle tavolette I.G.M. (1957) 184 I S.E. *Pomigliano d'Arco* e 184 I N.E. *Acerra*, nel Foglio 447 – *Napoli* della Carta Topografica d'Italia in scala 1:50.000 (1988), nella Tavola 23 *Napoli* della Carta Tecnica programmatica Regionale della Campania alla scala 1:25.000 (1987) e negli elementi 448052 *Pomigliano d'Arco*, 448053 *Casalnuovo*, 448094 *Volla* e 447121 *Casoria* della Carta Tecnica Regionale (2004-2005).

Il territorio comunale sub-pianeggiante, ad una quota topografica media di ca. 30 m s.l.m., si sviluppa tra la pianura a sud dei Regi Lagni (26 m s.l.m.) e la destra orografica della testata del Fosso di Volla (17 m s.l.m.), raggiungendo la massima quota di 40 m s.l.m. in località Botteghelle ad est della collina di Capodichino (Napoli – Casoria; Fig. 1). Casalnuovo si colloca a circa 12 Km dall'attuale cratere del Vesuvio, sulle propaggini nord-occidentali più distali del complesso vulcanico del Somma.

Il Lago Spirito Santo, il Canale del Camignano, nell'estremo settore nord-orientale, e il Fosso di Volla rappresentano i maggiori elementi idrografici dell'area.

Il sito di indagine (Fig. 2) presso il quale sarà svolto l'intervento di riqualificazione urbanistica è accessibile attraverso via Campana ed occupa l'area retrostante parrocchia San Giacomo al Corso Umberto I in corrispondenza di un terreno (NCT fg. 1 p.lla 100, fg. 2 p.lla 67 e p.lla 70) attualmente incolto.



Figura 2 - Localizzazione (in giallo) del sito di indagine.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Casalnuovo di Napoli, nel Foglio 183-184 *Isola d'Ischia-Napoli*, della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, è al centro della Piana Campana, un profondo *graben* (Ippolito *et alii*, 1973), o *half-graben* (Milia & Torrente, 1999), la cui origine è conseguenza di una fase tettonica distensiva, iniziata nel Plio-Pleistocene, che ha generato sistemi di faglie, ad andamento appenninico (NO-SE), antiappenninico (NE-SO) e in misura minore in direzione longitudinale (S-O), lungo i quali si è verificata la dislocazione delle unità carbonatiche mesozoiche ribassate a profondità variabili tra i 5000 e 3000 metri (cf., tra gli altri, Ippolito *et alii*, 1973; AGIP, 1977; Ortolani & Aprile 1985; Romano *et alii*, 1994; Cinque *et alii*, 2000; Aprile *et alii*, 2004). Lungo le principali linee di frattura si è impostato il vulcanismo potassico della Provincia Romana e Campana, attualmente palese attraverso gli apparati vulcanici del Roccamonfina, dei Campi Flegrei e del Somma Vesuvio (Oliveri, 1966; Ippolito *et alii*, 1973; Rolandi *et alii*, 2003).

La profonda depressione strutturale attualmente risulta colmata, a profondità maggiori, da depositi marino-transizionali poggiati direttamente su depositi carbonatici mesozoici e/o su i lembi residui della serie cenozoica, e piroclastici ed alluvionali, nelle parti più superficiali (cf., tra gli altri, Ippolito *et alii*, 1973; AGIP, 1977; Ortolani & Aprile 1985; Romano *et alii*, 1994; Bellucci, 1998; Aprile *et alii*, 2004).

L'attuale assetto stratigrafico della Piana è il risultato dell'intensa attività vulcanica flegrea e vesuviana. Tra i prodotti vulcanici messi in posto negli ultimi 290.000 anni, alcuni rappresentano importanti *marker* stratigrafici utili per realizzare correlazioni stratigrafiche tra le unità presenti nel sottosuolo della Piana.

Tra questi, legato alla messa in posto dell'Ignimbrite Campana (IC), il Tufo Grigio Campano (TGC), è quello maggiormente diffuso in tutta la Piana, stratigraficamente collocato al di sopra di depositi marino-transizionali datati 55÷50 ka (Romano *et alii*, 1994). La messa in posto dell'ignimbrite avvenne circa 39 anni fa (De Vivo *et alii*, 2001).

Al disopra del TGC, nella Piana Campana si estendono, con spessori estremamente variabili, i depositi della formazione del Tufo Giallo Napoletano (TGN), datati 15 Ka (Deino *et alii*, 2004). Il passaggio tra TGC e il TGN talora è marcato dalla presenza di un paleosuolo.

Il TGC ed il TGN rappresentano i principali depositi dei Campi Flegrei; essi sono facilmente riconoscibili in affioramento e all'interno di una sequenza di carotaggio. Talora è possibile riconoscere in alcune sequenze stratigrafiche prodotti piroclastici di eruzioni minori post-TGN: eruzione di Agnano-Monte Spina (4100 anni B.P.; de Vita *et alii*, 1998), eruzione di Astroni (3.800 anni B.P.; Di Vito *et alii*, 1999).

Il complesso vulcanico del Somma-Vesuvio che occupa la porzione sud-orientale della Piana Campana, che durante la sua attività ha visto alternarsi eruzioni effusive, di modesta entità con formazione di coni di scorie e colate laviche, eruzioni esplosive, di media entità, ed eruzioni esplosive di tipo pliniano.

Una stratigrafia dei principali eventi eruttivi vesuviani di dettaglio è proposta in Santacroce (1987). I prodotti del Somma-Vesuvio più antichi in affioramento sono datati 25 ka (eruzione di Codola); affiorano solo in zone distali rispetto al vulcano e coprono il deposito dell'Ignimbrite Campana, sotto forma di pomici da caduta. Nelle aree prossimali al vulcano, invece, i depositi più antichi affioranti lungo il versante settentrionale sono rappresentati dalle Lave del Somma, un'unità litostratigrafica costituita da una sequenza di colate laviche intervallate da livelli di scorie. Queste lave hanno un'età superiore a 17 ka (età del C¹⁴ di un paleosuolo ad esse sovrastanti; Delibrias *et alii*, 1979).

Sul Complesso delle Lave del Somma, si ritrova il Complesso delle Piroclastiti del Somma-Vesuvio, costituito da prodotti vulcanoclastici rappresentati da pomici da caduta e dai prodotti lapillici e cineritici della Formazione di Sarno (età: ca. 17 ka b.p.; Rolandi, 1997), di Ottaviano (pomici di Mercato; età: ca. 8 ka b.p.; Rolandi *et alii*, 1993), di Avellino (età: ca. 3,6 ka b.p.; Delibrias *et alii*, 1979) e i depositi legati all'attività del 79 d.C. e del 472 d.C. (Rolandi *et alii*, 1998). Nel settore settentrionale del Somma il Complesso delle Piroclastiti del Somma-Vesuvio presenta spessori medi di 25 m (Bellucci, 1998).

3. ASSETTO GEOLOGICO DI CASALNUOVO

L'assetto stratigrafico e tettonico del territorio di Casalnuovo di Napoli è strettamente legato all'evoluzione della Piana Campana e all'attività vulcanica dei Campi Flegrei e del

Somma-Vesuvio. Dati di carotaggio evidenziano come i prodotti vulcanici siano alternati e/o interdigeriti, sia posizione primaria che rimaneggiati; nel settore più meridionale in corrispondenza del Fosso di Volla, si alternano depositi di ambiente palustre e lacustre, ricchi alle volte di molluschi di acque dolci, talora torbosi.

Tutto ciò si traduce nell'impossibilità di realizzare uno schema stratigrafico dei depositi unico valido per tutto il territorio comunale; tuttavia, nonostante l'accertata variabilità latero-verticale si può riconoscere una discreta omogeneità nella costituzione delle successioni stratigrafiche per settori di territorio.

In generale in tutte le successioni stratigrafiche analizzate, è possibile riconoscere almeno tre livelli guida; dal basso verso l'alto:

- depositi ascrivibili all'eruzione del TGC quelli maggiormente diffusi nell'area a profondità variabili tra 7 e 16 metri.
- tefrite leucitica (ottavianite) presente a profondità comprese tra 8 e 12 metri;
- cinerite addensata (riferibile all'eruzione di Avellino) presente mediamente nei primi 3 metri di profondità;

Tali livelli con l'ausilio di tre riconosciuti orizzonti pedogenizzati sepolti (paleosuoli) consentono correlazioni tra i vari livelli piroclastici intercettati durante i carotaggi.

I depositi riferibili all'Ignimbrite Campana nel sottosuolo sono quelli maggiormente diffusi. È segnalata in il settore posto a nord del tracciato della S.S. 7/bis e a ridosso della stessa in una fascia di territorio, ampia da 100 a 250 metri, posta a sud della medesima arteria stradale statale. È assente nelle parti più depresse nel settore sud del territorio comunale (aree di Feneria e di Salice) ed in corrispondenza dell'alveo del Lagno Camignano, probabilmente asportati da fenomeni erosivi.

Il banco di TGC ha generalmente una consistenza litoide; nelle parti più profonde del banco prevale il colore grigio mentre nelle parti più superficiali il colore è giallo (a seguito dei processi di zeolitizzazione) e talora rossastri (ignimbrite sommitale). A partire dalla S.S. 7/bis procedendo verso sud e la depressione del Volla lo spessore del banco di tufo si riduce progressivamente, sovente degradato e scarsamente litificato, fino ad annullarsi. Nelle aree comprese tra Tavernanova e Rione Fico il banco di tufo, a luoghi, è assente probabilmente

asportato a seguito dell'azione erosiva connessa all'evoluzione idrografica del bacino del Fiume Sebeto.

Dal punto di vista litologico il deposito ignimbrico è costituito da una pasta cineritica, che in volume supera il 50% del volume totale, contenente pomici dall'alto verso il basso da grigie a nere, di dimensioni da centimetriche a decimetriche, scorie e subordinatamente litici; sovente è possibile riconoscere e cristalli di sanidino.

La struttura si presenta a luoghi omogenea e compatta talora vacuolare; la granulometria varia da una sabbia ghiaiosa a un limo sabbioso ghiaioso.

Un deposito lavico (riferibile ad una tefrite leucitica a tendenza basanitica, ottavianite; con molta probabilità una delle ultime effusioni del Somma Recente) è diffuso in località Casarea ad una profondità compresa tra 8 e 13 metri che sfuma verso l'alto in deposito di scorie di circa 50 cm, a cui segue, dopo un livello di pozzolana alterata, un paleosuolo con a tetto le pomici di Agnano (pomici e lapillo misto a cenere) e le pomici di Astroni separate da un altro paleosuolo.

Talora il deposito lavico si rinviene a letto del TGN in facies grigia chiaramente costituita da sabbia addensata grigia con elementi lapidei

La lava si presenta alla sommità scoriacea e fratturata; osservata macroscopicamente si notano in una massa di fondo grigio scuro cristalli di leucite, augite, olivina.

Una cinerite addensata (definita localmente come *terramascolo*) è segnalata in circa l'85% del territorio comunale ad una profondità compresa tra 1,20 e 3,50 metri; si tratta di una cenere pisolitica molto compatta, talvolta addirittura a consistenza lapidea, che presenta a letto, con l'intervallo di un "paleosuolo" di pochi centimetri, uno strato di pomici e lapillo potente circa 1 metro ascrivito all'eruzione vesuviana di Avellino.

Nella tradizione edilizia locale l'orizzonte di cinerite addensata rappresenta un ottimo piano fondale.

In superficie la coltre superficiale pedogenizzata o i depositi piroclastici fortemente rimaneggiati presentano caratteristiche granulometriche e strutturali strettamente legate agli ambienti deposizionali.

Nei dintorni di Capo Mazzo sono segnalati i prodotti rimaneggiati del Somma–Vesuvio limosi (limnosuoli); tale variazione laterale di facies potrebbe essere stata determinata dalla sussistenza di un'area paludosa.

Nella fascia di territorio posta più a sud, specificamente quelle a cavallo della S.S. 7/bis e di località Tavernanova, Masseria Manna, Colonica e Volla Contrada, sono presenti depositi piroclastici sciolti rimaneggiati (ceneri, sabbie, pomici e lapilli) probabilmente legati all'azione di paleoalvei.

In località Casarea, invece, sono presenti terreni piroclastici sciolti sabbiosi e sabbioso-limosi con intercalati livelli e lenti di scorie laviche principalmente del Somma – Vesuvio e subordinatamente dei Campi Flegrei. Anche in quest'area una cinerite pisolitica addensata, a luoghi assente, si rinviene entro i 2 metri di profondità.

In corrispondenza di Salice e Feneria, infine, i terreni affioranti sono costituiti da piroclastiti limose e subordinatamente limo-sabbiose rimaneggiate. Talora sono completamente sommersi a seguito della risalita della falda che sovente affiora a tratti in superficie.

Su tutto il territorio in superficie non si osservano lineamenti tettonici capaci di esplicitare una qualche condizionamento. La depressione di Volla, localizzata in prossimità del confine sud occidentale del territorio comunale, rappresenta l'unica evidenza strutturale dell'area: il suo margine occidentale è caratterizzato da una scarpata di faglia (Posillipo-Ponti Rossi) con direzione SO-NE e dissecata, in corrispondenza di Santa Maria del Pianto, da una scarpata di faglia secondaria diretta E-O. Essa demarca il limite tra il dominio flegreo e quello vesuviano.

Il limite orientale della Depressione di Volla è attualmente ricoperto e nascosto dalle lave del Somma, esso tuttavia sembra ricalcare il lineamento tettonico SO-NE individuato dalla carta del tetto delle lave del Somma (Bellucci, 1994).

4. GEOMORFOLOGIA E CONDIZIONI DI STABILITÀ.

Il territorio comunale è sub-pianeggiante presentando pendenze che non risultano mai accentuate; i valori più elevati, infatti, sono compresi tra il 2 ed il 3 %, nell'area posta tra la S.S. 7/bis ed il Fosso Volla mentre nella rimanente parte di territorio sono comprese tra lo 0,5 ed il 2%.

Nel territorio, per quanto subpianeggiante, si possono individuare due alti morfologici:

- a partire da Botteghelle esso degrada leggermente verso la località Capomazzo a NNE, verso Tavernanova ad est ed in maniera più accentuata verso le località Salice e Feneria a sud;

- l'area di Casarea degrada dolcemente sia verso Contrada a NW che verso il territorio del comune di Volla a ovest.

I due bassi morfologici di Capomazzo, a nord, e Salice-Feneria, a sud, sembrano delimitati a tratti da due orli di terrazzo probabilmente alterati nel tempo da interventi antropici. L'area di Salice-Feneria presenta le quote più basse del territorio tali che in prossimità della Depressione di Volla la falda freatica talora affiorata rendendo a luoghi paludosa l'area.

La stabilità dei depositi superficiali, scarsamente o per nulla litificati, è assicurata dalle condizioni giaciture ed i fenomeni erosivi, a causa delle modeste pendenze e della regimazione efficace delle acque superficiali di ruscellamento, sono praticamente assenti; le acque di ruscellamento superficiali, non assorbite dai terreni permeabili, sono incanalate in parte nella rete fognaria comunale ed in parte negli alvei e lagni che, nella parte nord-orientale, trovano recapito nei Regi Lagni e, nella parte meridionale, nel Fosso Volla.

La differente vergenza è il risultato della presenza di uno spartiacque superficiale, orientato in senso NW-SE, lungo la direzione Botteghelle-Tavernanova-Casarea.

Fenomeni di instabilità sono legati prevalentemente alla presenza di ipogei artificiali rappresentati da cavità, cunicoli e gallerie di collegamento tra le stesse, discenderie, "canne di pozzo". La loro presenza è legata alle attività estrattive del tufo vulcanico, utilizzato come

pietra da costruzione, e delle piroclastiti costituite soprattutto da pomici e lapilli, impiegate come malte nell'edilizia.

La maggiore diffusione degli ipogei è nel centro storico dell'area urbana. Bonetti & Cravero (1995) hanno ipotizzato l'esistenza in un centinaio di cavità.

Attualmente manca una banca dati ed un rilevamento sistematico degli ipogei; la memoria storica è tramandata soprattutto attraverso la tradizione orale; gli ipogei rilevati sono stati rinvenuti nel corso di scavi per l'edilizia, connessa allo sviluppo urbanistico della città, oppure in occasione di sprofondamenti, crolli e dissesti.

L'instabilità degli ipogei è legata soprattutto al fatto che:

- il banco di tufo presenta sistemi di fratture irregolari, naturali, più o meno estesi;
- i materiali piroclastici sciolti posti a tetto del banco di tufo sono molto sensibili all'azione dell'acqua: la frazione granulometricamente più sottile viene allontanata per erosione selettiva delle acque infiltrate determinando il cedimento dello scheletro della roccia sotto l'azione della gravità che si traduce, in crolli e, in superficie, nella formazione voragini. Pertanto, la stabilità risulta compromessa laddove sussistono infiltrazioni d'acqua prodotte da perdite nelle reti idriche e fognarie.

5. IDROGEOLOGIA

I caratteri stratigrafici e strutturali dei depositi superficiali della Piana Campana, così come descritti al § 2., si possono così sintetizzare dall'alto al basso:

- terreni sciolti piroclastitici ed alluvionali limo – sabbiosi recenti, talora con torba nelle zone del basso Volturno, dei Regi Lagni e del Fosso Volla, di spessore variabile da qualche metro a 15 – 20 metri, sostituiti verso mare da depositi prevalentemente sabbiosi, dunari e di spiaggia, e depositi limo argillosi di interduna;
- depositi del Tufo Giallo Napoletano si presentano in facies litoide e/o incoerente di pozzolana; la facies litoide si estende radialmente dai Campi Flegrei al fosso Volla, ai Ponti Rossi (Napoli) a Qualiano; la facies pozzolanica borda esternamente la facies litoide; ambedue le facies vanno assottigliandosi radialmente verso l'esterno;

- depositi del Tufo Grigio Campano sono rinvenuti in tutta la Piana tranne in una stretta fascia nei pressi del basso corso del fiume Volturno, in corrispondenza della depressione del Volla, nella zona di Marigliano, ed in un'area ristretta dell'Alveo dei Camaldoli; gli spessori massimi si rinvencono nella zona di Caserta (70 metri) in una ristretta area a E di Giugliano (50 metri) ed in un'area tra Aversa, Giugliano ed il lago Patria (40 metri); esso può essere in facies litoide o incoerente localmente intercalata da breccie; sovrapposte intercalate e sottoposte ad esso si ritrovano, con spessori variabili da 1 a 7 metri, lave scoriacee e compatte in una vasta area compresa fra il lago Patria, Aversa, Giugliano e Casoria;

- depositi alluvionali costituiti da piroclastiti sciolte, rimaneggiate, con granulometria da sabbioso-grossolana a limo-argillosa che fa sovente passaggio lateralmente a terreni non dissimili ma di ambiente marino; lo spessore complessivo oscilla dai 100 ai 150 metri;

- unità limo-sabbiosa e limo-argillosa di probabile ambiente marino; si rinviene a profondità maggiori di 150 – 200 metri.

Nella Piana si distinguono due acquiferi sovrapposti separati dal livello di Ignimbrite Campana, che a seconda del suo spessore e della sua integrità litica conferisce caratteristiche generali di confinamento, ed a luoghi caratteristiche di semiconfinamento (zona di Acerra), o non confinamento (basso Volturno, Marigliano, fosso Volla) all'acquifero inferiore, che è anche l'acquifero principale, alimentato attraverso travasi sotterranei dai rilievi carbonatici.

Bellucci *et alii* (1990) nel settore della Piana a NE di Napoli riconoscono l'acquifero principale in pressione alla base dell'Ignimbrite Campana in tutta la zona tranne che nel settore di Marigliano, dove, mancando l'Ignimbrite Campana, il complesso assume carattere di acquifero libero. La presenza di uno spartiacque tra Canello e Casoria determina che le direzioni dei flussi sia orientata verso la Depressione del Sebeto (Fosso Volla). Apporti sotterranei significativi alla Depressione pervengono anche dai corpi idrici dell'area collinare di Napoli e del Somma-Vesuvio.

Nel settore settentrionale del territorio comunale la falda idrica è attestata tra i 17 e 13 metri s.l.m. determinando valori di soggiacenza compresi tra i 9 metri, nel settore nord

orientale, e zero in corrispondenza del Fosso di Volia, ma raggiungendo valori di 10 metri in corrispondenza centro storico e 16 m a Tavernanova (Fig. 3). La direzione del deflusso sotterraneo è da NE verso SO.

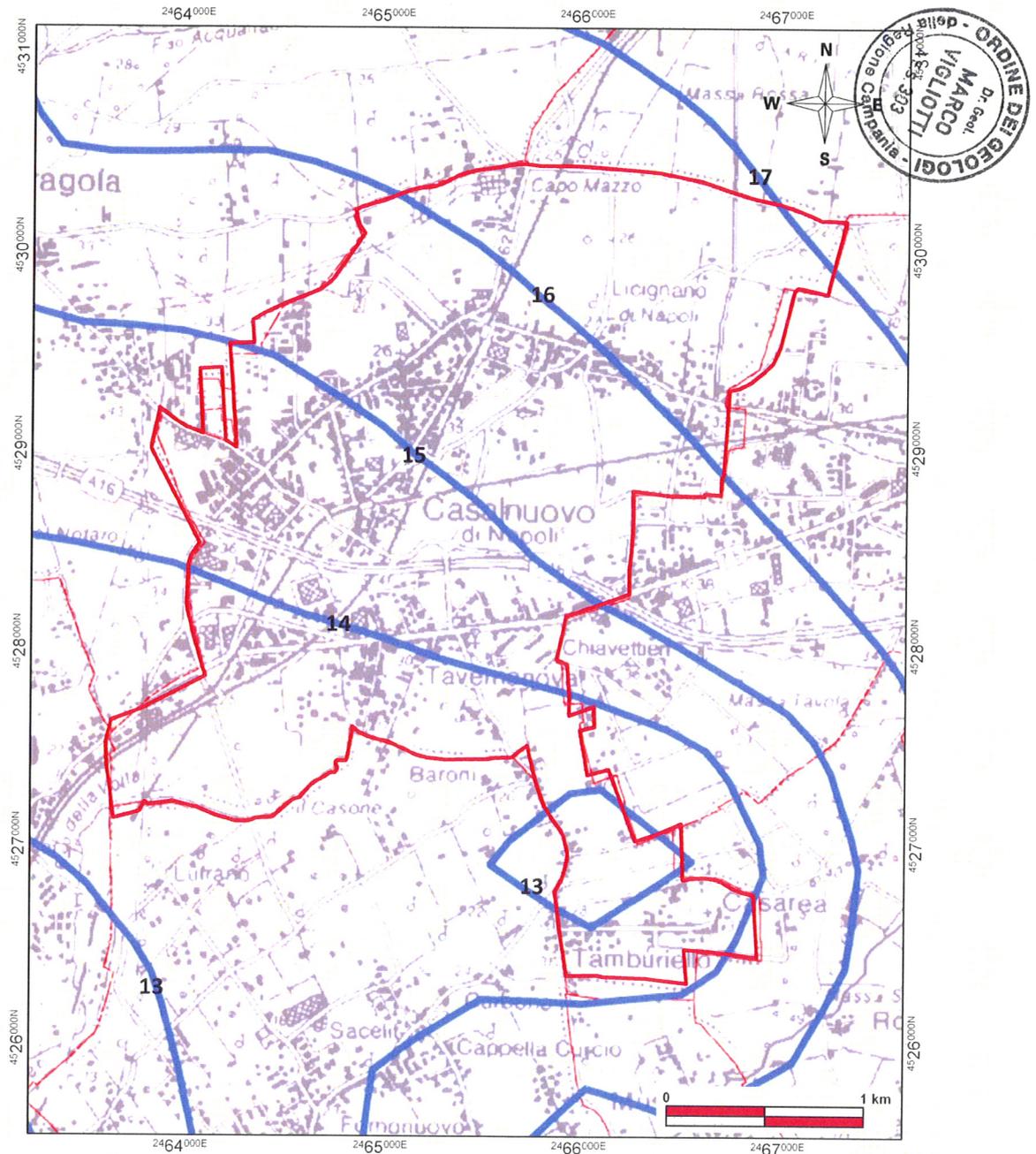


Figura 3 - Stralcio della Carta della Piezometria della falda principale (da AA. VV., 2004)

6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Il territorio di Casalnuovo di Napoli è sottoposto a sollecitazioni sismiche legate all'attività vulcanica dei Campi Flegrei e del Somma-Vesuvio, ma è anche influenzato dall'attività sismica appenninica.

Nell'ambito della difesa dai rischi naturali, la zonazione sismica tende a definire aree a risposta omogenea rispetto al rischio sismico. Il territorio comunale di Casalnuovo di Napoli, risulta esterno all'isosista di VIII° come si evince dalla *Carta d'Italia delle massime intensità macrosismiche* che hanno probabilità di manifestarsi in un arco di tempo di mille anni.

Nell'ambito del territorio italiano sono state definite schematicamente tre categorie di rischio, aree sismiche di I, II e III categoria, assegnando a ciascuna un grado di sismicità S pari rispettivamente a 12, 9 e 6. Casalnuovo di Napoli, già classificato di III categoria sismica, così come è riportato nella classificazione redatta dal Servizio Sismico Nazionale (D.M. 07/03/1981), risulta riclassificato di II categoria nell'*Aggiornamento della classificazione sismica dei comuni della Regione Campania* (Delibera di Giunta Regionale n°5447 del 7 novembre 2002).

Quindi considerando che il territorio oggetto del presente studio è stato riclassificato di II categoria sismica, il relativo grado sismico S risulta pari a 9.

Il Coefficiente d'Intensità macrosismica corrispondente a tale grado di sismicità risulta uguale a:

$$c = (S-2)/100 = 0.07$$

Successivamente l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (O.P.C.M.) del 20-03-2003 ha individuato quattro macrozone, nelle quali sono stati inseriti tutti i comuni d'Italia, caratterizzate ciascuna da un valore dell'accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria "A". Il territorio del Comune di Casalnuovo di Napoli è stato inserito nella "zona 2" caratterizzata da un'accelerazione orizzontale massima su suolo di "Categoria A" $ag = 0.25g$.

a) *Terremoto di riferimento*

Negli ultimi 550 anni la fascia di territorio in cui è compreso l'area di Casalnuovo di Napoli è stata interessata dai terremoti con intensità sismica di soglia maggiore di 4 (scala MSK) riportati in Tabella I.

Anno	Latitudine	Longitudine	Località Epicentro	Intensità sismica x 10
1456	40,943	14,373	ACERRA	75
1805	40,941	14,272	FRATTAMAGGIORE	60
1857	40,943	14,373	ACERRA	40
1905	40,905	14,29	CASORIA	40
1930	40,956	14,301	CAIVANO	60
1962	40,905	14,29	CASORIA	65
1962	40,943	14,373	ACERRA	60
1962	40,956	14,301	CAIVANO	60
1980	40,943	14,373	ACERRA	70
1980	40,921	14,308	AFRAGOLA	70
1980	40,941	14,272	FRATTAMAGGIORE	70
1980	40,956	14,271	FRATTAMINORE	70
1980	40,938	14,261	GRUMO NEVANO	70

Tabella I – Estratto dal catalogo degli eventi sismici in Italia dall'anno 1000 al 1980.

Questi dati consentono di stimare il sisma di progetto con il metodo probabilistico-statistico di Gumbel e di ricavare i valori dell'accelerazione media al bedrock a seguito dei predetti episodi. Applicando la legge di attenuazione per i depositi soffici/sciolti di Kawashima si hanno i dati riportati in Tabella II.

Anno	Magnitudo	Distanza epicentro	Località epicentrale	Probabilità superamento	Tempo superamento (anni)	Accelerazione sismica(g)
1857	3,89	5,9	Acerra	0,07143	1,08	0,0563
1905	3,89	2,4	Casoria	0,14286	1,17	0,0638
1962	5,02	5,09	Acerra	0,21429	1,27	0,1121
1930	5,02	4	Caivano	0,28571	1,4	0,1198
1962	5,02	4	Caivano	0,35714	1,56	0,1198
1805	5,02	3,8	Frattamaggiore	0,42857	1,75	0,1207
1962	5,02	2,4	Casoria	0,5	2	0,1271
1456	5,58	5,9	Acerra	0,57143	2,33	0,1578
1980	5,58	5,9	Acerra	0,64286	2,8	0,1578
1980	5,58	5,1	Frattaminore	0,71429	3,5	0,1622
1980	5,58	4,4	Grumo nevano	0,78571	4,67	0,1622
1980	5,58	3,8	Frattamaggiore	0,85714	7	0,1698
1980	5,58	0	Afragola	0,92857	14	0,1964

Tabella II – Stima del sisma di progetto con metodi statistici (Gumbel).

Sulla base di prove sismiche eseguite (De Falco, 2005) il territorio comunale risulta suddiviso in microaree (Fig. 4) delimitate dalle isolinee di rigidità sismica R (che assume valori compresi tra 1,5 e 0,4) alle quali possono essere attribuiti valori del coefficiente di fondazione (Rapolla, 1996) che passa dal valore 1 di Casarea al valore 1,2 di località Feneria e Salice, e valori medi dell'incremento del coefficiente di intensità sismica c che passa dal valore 0,07 di Casarea al valore 0,084 che caratterizza le località Feneria e Salice, a sud, e le località Botteghelle, Rione Fontana, Licignano, Siviglia e San Giuliano, a nord, nonché un'isola in località Pigna.

Sulla base dei valori del periodo proprio del sottosuolo l'intero territorio comunale è suddiviso in quattro aree delimitate dalle isolinee di periodo proprio.

In corrispondenza di Feneria, a sud, e S. Giuliano, a nord, $T_s \geq 0.2$ s; a sud di Masseria Colonica $T_s \leq 0,1$ mentre la restante parte del territorio $0.2 \leq T_s \leq 0.15$ s.

Ai fini della valutazione preliminare dell'azione sismica di progetto, sulla base della definizione delle categorie di profilo stratigrafico dei suoli di fondazione (O.P.C.M. n. 3274 del 20-03-2003) la maggior parte del territorio comunale rientra nella "Categoria C" e nella "Categoria B". La parte più meridionale della località Feneria è classificata "S2" mentre la zona di Casarea è classificata di "Categoria E". Sulla base di prove sismiche eseguite (De Falco, 2005) il territorio comunale risulta suddiviso in microaree delimitate dalle isolinee di rigidità sismica R (che assume valori compresi tra 1.5 e 0.4) alle quali possono essere attribuiti valori del coefficiente di fondazione (Rapolla, 1996) che passa dal valore 1 di Casarea al valore 1,2 di località Feneria e Salice, e valori medi dell'incremento del coefficiente di intensità sismica c che passa dal valore 0,07 di Casarea al valore 0,084 che caratterizza le località Feneria e Salice, a sud, e le località Botteghelle, Rione Fontana, Licignano, Siviglia e San Giuliano, a nord, nonché un'isola in località Pigna.

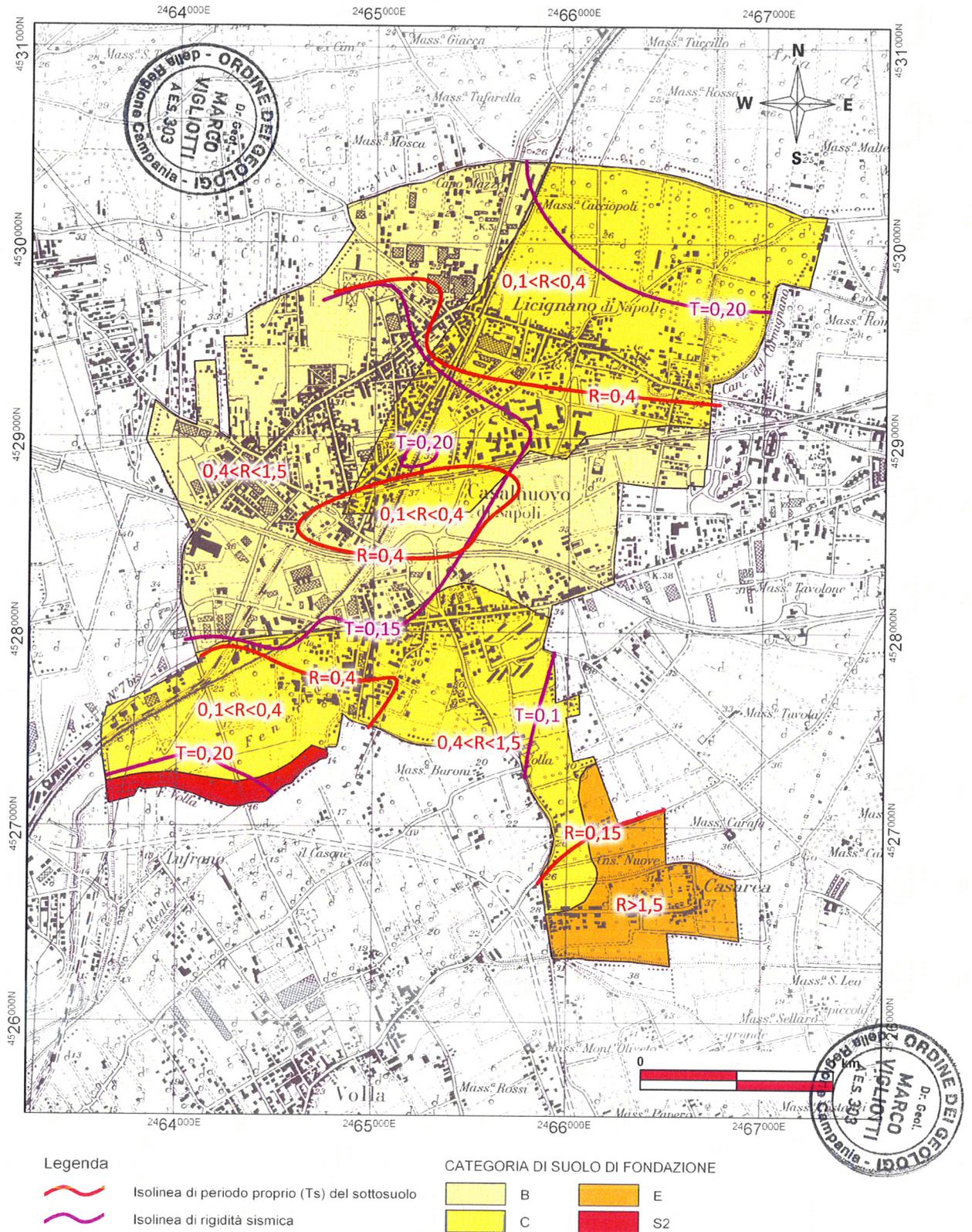


Figura 4 - Carta della microzonazione sismica (da De Falco, 2005, modificata); B: suoli di fondazione appartenenti alla "Categoria B", caratterizzati da valori della velocità media di propagazione entro 30 metri di

profondità delle onde di taglio (V_{s30}) compresi tra 360 e 800 m/s; C: suoli di fondazione appartenenti alla "Categoria C", caratterizzati da valori della velocità media di propagazione entro 30 metri di profondità delle onde di taglio (V_{s30}) compresi tra 180 e 360 m/s; E: Suoli di fondazione appartenenti alla "Categoria E", caratterizzati da strati superficiali alluvionali, con valori di V_{s30} simili a quelli di tipo "C" o "D" e spessore compreso tra 5 e 20 metri, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ m./s; S2: suoli di fondazione appartenenti alla "Categoria S2", caratterizzati da livelli di terreno soggetti a liquefazione (indice di liquefazione basso).

7. PIANO DI INDAGINI

Ogni opera di ingegneria civile interagisce con un volume significativo parte del sottosuolo. Il comportamento dell'opera dipende, oltre che dai carichi applicati, dalla geometria e dalle proprietà fisico-meccaniche dell'opera e dalle caratteristiche del sottosuolo all'interno del volume significativo. Al fine di caratterizzare il sottosuolo è stato predisposto un piano di indagini indirette (Fig. 5) che ha previsto la realizzazione di:

- sei prove penetrometriche dinamiche del tipo DPSH (*Dynamic Probing Super Heavy*);
- un'analisi spettrale delle onde superficiali con il metodo MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*);
- una prospezione geoelettrica con misure multielettrodo di resistività.

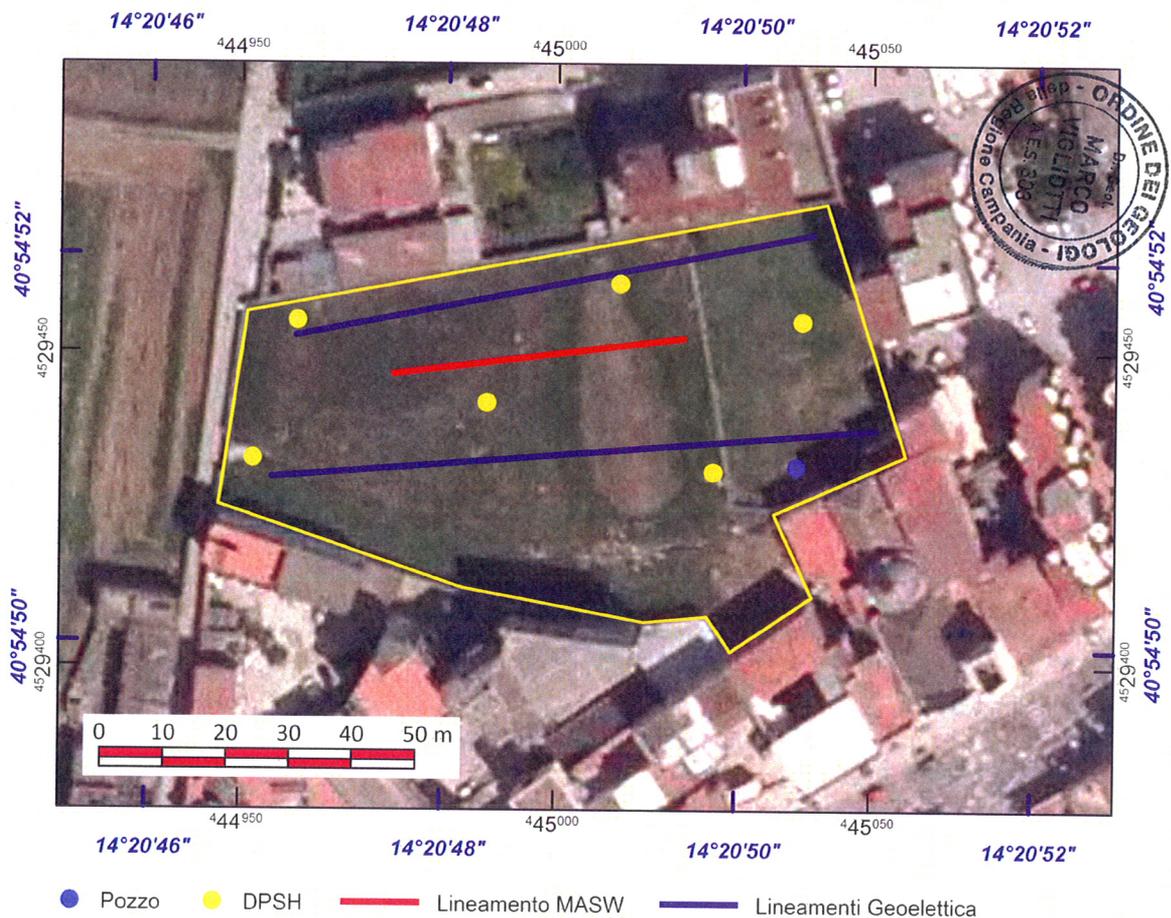


Figura 5 - Localizzazione delle piano di indagini realizzate

7.1 Prove penetrometriche dinamiche tipo DPSH

Le prove penetrometriche dinamiche tipo *Dynamic Probing Super Heavy* (DPSH) consistono nell'infissione continua di una punta conica standard fino alla profondità prefissata, misurando il numero di colpi necessario alla penetrazione ogni 20 cm.

I risultati delle prove penetrometriche sono correlati indirettamente ai parametri di resistenza al taglio del terreno mediante relazioni più o meno supportate da dati sperimentali e reperibili nella letteratura scientifica.

Questo metodo di indagine, di tipo indiretto, viene comunemente associato ad una prospezione diretta (tramite sondaggi e/o scavi), per avere un quadro litostratigrafico e geotecnico più completo ed affidabile.

Per l'esecuzione della prova è stato utilizzato un penetrometro dinamico Pagani TG-63-200 le cui caratteristiche sono:

- Rif. Norme _____ DIN 4094
- Peso Massa battente _____ 63,5 Kg
- Altezza di caduta libera _____ 0,75 m
- Peso sistema di battuta _____ 0,63 Kg
- Diametro punta conica _____ 51,00 mm
- Area di base punta _____ 20,43 cm²
- Lunghezza delle aste _____ 1 m
- Peso aste a metro _____ 6,31 Kg/m
- Profondità giunzione prima asta _____ 0,40 m
- Avanzamento punta _____ 0,20 m
- Numero colpi per punta N _____ 20
- Coeff. di correlazione _____ 1,47
- Rivestimento/fanghi _____ NO
- Angolo di apertura punta _____ 90°

7.2 Analisi spettrale delle onde superficiali con il metodo MASW

Il D.M. 14.01.2008, ex Ordinanza 3274 del 20/03/03 del Presidente del Consiglio dei Ministri ha introdotto la nuova normativa tecnica in materia di progettazione antisismica. Tra le importanti novità relative alle metodologie di calcolo delle strutture è stato introdotto

l'uso di coefficienti per la determinazione dello spettro elastico di risposta che dipendono dalla classificazione dei suoli, per la definizione dell'azione sismica di progetto, in 5 categorie principali (dalla A alla E; Tab. III) a cui ne sono aggiunte altre 2 (S1 ed S2 per le quali sono richiesti studi speciali per definire l'azione sismica da considerare), distinte sulla base del parametro V_{s30} , o in alternativa del valore di NSPT o c_u .

Categoria	Descrizione del profilo stratigrafico	Parametri		
		V_{s30} (m/s)	NSPT	c_u (kPa)
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi, caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 3 m.	> 800	-	-
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità.	$360 < V_{s30} < 800$	>50	>250
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri.	$180 < V_{s30} < 360$	$15 < NSPT < 50$	$70 < c_u < 250$
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti.	<180	<15	<70
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ m/s.			

Tabella III - Categorie di sottosuolo

Il parametro V_{s30} , rappresenta la velocità media di propagazione delle onde S entro 30 m di profondità (al di sotto del piano di fondazione) ed è calcolato mediante la seguente espressione:

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

dove:

- h_i è lo spessore (in metri) dell'i-esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità;
- $V_{s,i}$ è la velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N è il numero di strati compresi nei primi 30 m di profondità.

Le tecniche investigative per l'acquisizione di questo parametro sono varie e possono essere distinte in tre tipologie così sintetizzabili:

- prove in foro di sondaggio opportunamente attrezzato (down hole e cross hole);
- profili sismici (riflessione o rifrazione) con geofoni orizzontali ed energizzatori di onde SH;
- modellazione del sottosuolo mediante l'analisi delle onde di Rayleigh (SASW, MASW, Refraction Microtremor, SPAC e FTAN) e l'impiego di geofoni verticali.

Relativamente alla modellazione del sottosuolo dell'area in oggetto, è stata effettuata un'analisi spettrale delle onde superficiali con il metodo MASW (*Multichannel Analysis of Surface Wave*; Park *et alii*, 1999): la registrazione simultanea di 12 o più canali (separati da 0,5 m a 10 m) fornisce una ridondanza statistica delle misure di velocità di fase e ne avvalorata la veridicità. Il salvataggio delle tracce nel dominio temporale, previsto dal metodo, permette inoltre di distinguere e evidenziare, durante l'analisi, le onde di Rayleigh presenti nel record che, normalmente, sono caratterizzate da un'elevata ampiezza di segnale (circa il 60% dell'energia prodotta dalla sorgente artificiale si distribuisce in onde di superficie). Una particolare analisi spettrale, permette di distinguere il modo fondamentale delle onde di superficie da cui ricavare la curva di dispersione ed il profilo delle V_s per successiva inversione 1-D.

La teoria sviluppata suggerisce di caratterizzare tale fenomeno mediante una funzione detta curva di dispersione, che associa ad ogni frequenza la velocità di propagazione dell'onda. Tale curva è facilmente estraibile dallo spettro del segnale poiché essa approssimativamente posa sui massimi del valore assoluto dello spettro.

La curva di dispersione in realtà può non essere così facile da estrarre, questo perché dipende molto dalla pulizia dei dati e da quanto disturbano gli altri segnali presenti nel sismogramma. Ecco perché questa fase in realtà deve essere considerata un'interpretazione, e per questo i migliori software di analisi di dati MASW consentono di modificare anche manualmente la curva di dispersione per soddisfare le esigenze dell'utente più esperto.

Strumentazione utilizzata

- Sismografo 24 canali e 24 bit
- Geofoni con frequenza $F_0 = 4.5$ Hz

sottosuolo, tramite due elettrodi (elettrodi di corrente), una corrente di intensità nota e misurando, tramite due altri elettrodi (elettrodi di potenziale), la differenza di potenziale che tale corrente produce nei punti del terreno nei quali sono stati posti gli elettrodi stessi.

Le tecniche di prospezione geoelettrica si avvalgono dell'utilizzo di quattro elettrodi di metallo impolarizzabile, piantati nel terreno; due servono per l'iniezione di una corrente alternata a bassa frequenza in onda quadra, assimilabile ad una corrente continua, e due si usano per misurare la differenza di potenziale prodotta. Nel dettaglio la tomografia elettrica in 2D viene effettuata mediante un grande numero di elettrodi, connessi ad un cavo. Sistematicamente ed alternativamente, quattro elettrodi vengono attivati dal processore dello strumento, due come energizzatori e due come misuratori di potenziale, secondo la sequenza e la disposizione programmate dall'operatore.

Gli elettrodi sono costituiti da picchetti di acciaio della lunghezza di 40 cm che vengono infissi nel terreno e successivamente collegati attraverso morsetti a cavi multicanale.

In particolare, le misure di resistività sono eseguite usando un sistema costituito da 48 elettrodi. Gli elettrodi sono allineati ed equidistanziati e poi collegati, per mezzo di un cavo multicanale, ad un georesistivimetro in grado di gestire l'immissione di corrente e la misura della differenza di potenziale dai quattro elettrodi volta per volta interessati dalla misura. Vengono eseguite misure contemporanee di resistività e caricabilità. I dati possono essere raccolti in campagna usando sia la disposizione elettrodica tipo Wenner-Schlumberger che quella Dipolo-Dipolo Assiale.

Nel primo tipo gli elettrodi sono disposti come mostrato in Figura 6a. La spaziatura tra gli elettrodi di potenziale rimane costante e pari ad a , mentre la spaziatura tra gli elettrodi di corrente aumenta secondo multipli interi di a .

Il dispositivo Dipolo-Dipolo Assiale, è caratterizzato dal fatto che il dipolo di corrente ed il dipolo di potenziale presentano la stessa distanza e i due dipoli sono separati. Tale dispositivo si definisce assiale in quanto i due dipoli si spostano lungo lo stesso profilo (Figura 6b). Quest'ultimo dispositivo è maggiormente sensibile alle discontinuità orizzontali.

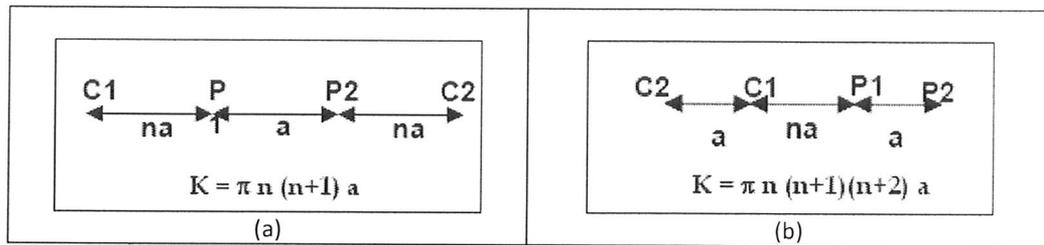


Figura 6 - (a) schema del dispositivo Wenner-Schlumberger; (b) Schema del dispositivo Dipolo-Dipolo Assiale

I dati ricavati da un'indagine geoelettrica forniscono informazioni sulla distribuzione della resistività apparente nel sottosuolo. Per avere la resistività reale, e quindi per poter ricostruire l'andamento delle resistività reali nel sottosuolo, è necessario realizzare un'inversione dei dati eseguita secondo lo schema logico detto "di Occam". Quest'algoritmo stima il modello di distribuzione delle resistività elettriche all'interno del sottosuolo tramite un procedimento agli elementi finiti, tali da differire il meno possibile dalle resistività apparenti misurate. Il sottosuolo viene suddiviso in una griglia 2D; l'algoritmo associa poi un valore di resistività reale, imponendo, inoltre, a maglie vicine di non poter assumere valori di resistività arbitrariamente diversi. Il risultato è un'immagine bidimensionale che mostra la distribuzione della resistività nel sottosuolo.

8. CARATTERIZZAZIONE DEL SITO

8.1 Caratteristiche generali

L'area oggetto di studio, destinata a parcheggio e a verde pubblico attrezzato, è retrostante la parrocchia San Giacomo al Corso Umberto I, ed è accessibile attraverso un varco pedonale posto lateralmente all'edificio di culto e da via Campana. Attualmente l'area risulta abbandonata ed incolta (Figura 7).



Figura 7 – Localizzazione di dettaglio in un immagine aerea del 2011.

Localizzazione geografica: long. 14°20'59"E, lat. 40°54'51"N

Quota topografica: ca. 27 m s.l.m. in un'area subpianeggiante.

La soggiacenza misurata in un pozzo, posto a long. 14°20'50,389"E, lat. 40°54'50,944"N, è di ca. 8,30 m.

8.2 Caratterizzazione geotecnica

Al fine di caratterizzare sedimentologicamente e geotecnicamente i terreni che costituiscono il sottosuolo sono state realizzate 6 prove penetrometriche dinamiche tipo DPSH (Figg 8 e 9, Tab. V) spinte fino alla profondità massima di 11,00 m dal piano campagna. Le apparecchiature utilizzate ed i metodi di realizzazione delle prove sono descritti al § 7.1.



Figura 8 – Localizzazione delle prove penetrometriche dinamiche tipo DPSH.

prova	easting	northing
P1	444952	4529433
P2	444959	4529455
P3	444989	4529442
P4	445010	4529461
P5	445025	4529431
P6	445039	4529455

Tabella V – Coordinate cartesiane dei punti in cui sono state realizzate le DPSH riferite all'UTM fuso 33 datum WGS84



Figura 9 – Immagini relative alle singole prove penetrometriche realizzate.

Di seguito sono riportati i dati acquisiti i cui certificati sono forniti in ALLEGATO.



PROVA P1

Strumento utilizzato
 Prova eseguita in data
 Profondità prova
 Tipo elaborazione Nr. Colpi:

DPSH TG 63-200 PAGANI
 22/03/2014
 10.00 m
 Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	6	0.855	53.88	63.04	2.69	3.15
0.40	3	0.851	26.82	31.52	1.34	1.58
0.60	4	0.847	32.67	38.57	1.63	1.93
0.80	3	0.843	24.40	28.93	1.22	1.45
1.00	2	0.840	16.20	19.29	0.81	0.96
1.20	8	0.836	64.52	77.15	3.23	3.86
1.40	3	0.833	24.10	28.93	1.20	1.45
1.60	2	0.830	14.78	17.82	0.74	0.89
1.80	2	0.826	14.73	17.82	0.74	0.89
2.00	2	0.823	14.67	17.82	0.73	0.89
2.20	2	0.820	14.62	17.82	0.73	0.89
2.40	2	0.817	14.56	17.82	0.73	0.89
2.60	2	0.814	13.49	16.56	0.67	0.83
2.80	1	0.811	6.72	8.28	0.34	0.41
3.00	1	0.809	6.70	8.28	0.33	0.41
3.20	1	0.806	6.68	8.28	0.33	0.41
3.40	1	0.803	6.65	8.28	0.33	0.41
3.60	3	0.801	18.59	23.21	0.93	1.16
3.80	3	0.798	18.53	23.21	0.93	1.16
4.00	2	0.796	12.32	15.47	0.62	0.77
4.20	1	0.794	6.14	7.74	0.31	0.39
4.40	1	0.791	6.12	7.74	0.31	0.39
4.60	1	0.789	5.73	7.26	0.29	0.36
4.80	1	0.787	5.71	7.26	0.29	0.36
5.00	4	0.785	22.79	29.03	1.14	1.45
5.20	4	0.783	22.73	29.03	1.14	1.45
5.40	5	0.781	28.34	36.28	1.42	1.81
5.60	3	0.779	15.97	20.50	0.80	1.03
5.80	2	0.777	10.62	13.67	0.53	0.68
6.00	2	0.775	10.60	13.67	0.53	0.68
6.20	7	0.774	37.01	47.84	1.85	2.39
6.40	8	0.772	42.21	54.67	2.11	2.73
6.60	3	0.770	14.92	19.37	0.75	0.97
6.80	4	0.769	19.86	25.83	0.99	1.29
7.00	7	0.767	34.68	45.20	1.73	2.26
7.20	10	0.766	49.44	64.58	2.47	3.23
7.40	10	0.764	49.35	64.58	2.47	3.23
7.60	9	0.763	42.02	55.09	2.10	2.75
7.80	4	0.761	18.64	24.48	0.93	1.22
8.00	2	0.760	9.30	12.24	0.47	0.61
8.20	6	0.759	27.86	36.73	1.39	1.84
8.40	17	0.707	73.59	104.05	3.68	5.20
8.60	25	0.656	95.40	145.43	4.77	7.27
8.80	24	0.655	91.41	139.62	4.57	6.98
9.00	29	0.653	110.24	168.70	5.51	8.44
9.20	34	0.602	119.13	197.79	5.96	9.89
9.40	41	0.551	131.44	238.51	6.57	11.93
9.60	56	0.550	170.69	310.38	8.53	15.52
9.80	60	0.549	182.51	332.54	9.13	16.63
10.00	60	0.548	182.13	332.54	9.11	16.63

PROVA P3

Strumento utilizzato
 Prova eseguita in data
 Profondità prova
 Tipo elaborazione Nr. Colpi:

DPSH TG 63-200 PAGANI
 22/03/2014
 10.20 m
 Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	2	0.855	17.96	21.01	0.90	1.05
0.40	3	0.851	26.82	31.52	1.34	1.58
0.60	3	0.847	24.50	28.93	1.23	1.45
0.80	2	0.843	16.27	19.29	0.81	0.96
1.00	1	0.840	8.10	9.64	0.40	0.48
1.20	1	0.836	8.06	9.64	0.40	0.48
1.40	5	0.833	40.16	48.22	2.01	2.41
1.60	9	0.830	66.53	80.20	3.33	4.01
1.80	2	0.826	14.73	17.82	0.74	0.89
2.00	1	0.823	7.34	8.91	0.37	0.45
2.20	2	0.820	14.62	17.82	0.73	0.89
2.40	4	0.817	29.13	35.64	1.46	1.78
2.60	3	0.814	20.23	24.85	1.01	1.24
2.80	3	0.811	20.16	24.85	1.01	1.24
3.00	2	0.809	13.39	16.56	0.67	0.83
3.20	1	0.806	6.68	8.28	0.33	0.41
3.40	1	0.803	6.65	8.28	0.33	0.41
3.60	1	0.801	6.20	7.74	0.31	0.39
3.80	1	0.798	6.18	7.74	0.31	0.39
4.00	1	0.796	6.16	7.74	0.31	0.39
4.20	1	0.794	6.14	7.74	0.31	0.39
4.40	4	0.791	24.49	30.94	1.22	1.55
4.60	6	0.789	34.36	43.54	1.72	2.18
4.80	6	0.787	34.27	43.54	1.71	2.18
5.00	7	0.785	39.88	50.80	1.99	2.54
5.20	6	0.783	34.09	43.54	1.70	2.18
5.40	6	0.781	34.01	43.54	1.70	2.18
5.60	4	0.779	21.30	27.34	1.06	1.37
5.80	6	0.777	31.87	41.00	1.59	2.05
6.00	6	0.775	31.80	41.00	1.59	2.05
6.20	4	0.774	21.15	27.34	1.06	1.37
6.40	2	0.772	10.55	13.67	0.53	0.68
6.60	4	0.770	19.90	25.83	0.99	1.29
6.80	5	0.769	24.82	32.29	1.24	1.61
7.00	9	0.767	44.59	58.12	2.23	2.91
7.20	11	0.766	54.39	71.04	2.72	3.55
7.40	7	0.764	34.54	45.20	1.73	2.26
7.60	10	0.763	46.68	61.21	2.33	3.06
7.80	4	0.761	18.64	24.48	0.93	1.22
8.00	2	0.760	9.30	12.24	0.47	0.61
8.20	2	0.759	9.29	12.24	0.46	0.61
8.40	4	0.757	18.54	24.48	0.93	1.22
8.60	6	0.756	26.39	34.90	1.32	1.75
8.80	17	0.705	69.69	98.89	3.48	4.94
9.00	27	0.653	102.64	157.07	5.13	7.85
9.20	31	0.602	108.61	180.34	5.43	9.02
9.40	38	0.601	132.88	221.06	6.64	11.05
9.60	38	0.600	126.36	210.61	6.32	10.53
9.80	44	0.549	133.84	243.87	6.69	12.19
10.00	60	0.548	182.13	332.54	9.11	16.63
10.20	60	0.547	181.77	332.54	9.09	16.63

PROVA P4

Strumento utilizzato
 Prova eseguita in data
 Profondità prova
 Tipo elaborazione Nr. Colpi:

DPSH TG 63-200 PAGANI
 22/03/2014
 9.40 m
 Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	2	0.855	17.96	21.01	0.90	1.05
0.40	2	0.851	17.88	21.01	0.89	1.05
0.60	2	0.847	16.34	19.29	0.82	0.96
0.80	1	0.843	8.13	9.64	0.41	0.48
1.00	1	0.840	8.10	9.64	0.40	0.48
1.20	1	0.836	8.06	9.64	0.40	0.48
1.40	1	0.833	8.03	9.64	0.40	0.48
1.60	2	0.830	14.78	17.82	0.74	0.89
1.80	8	0.826	58.91	71.29	2.95	3.56
2.00	3	0.823	22.01	26.73	1.10	1.34
2.20	1	0.820	7.31	8.91	0.37	0.45
2.40	1	0.817	7.28	8.91	0.36	0.45
2.60	3	0.814	20.23	24.85	1.01	1.24
2.80	2	0.811	13.44	16.56	0.67	0.83
3.00	4	0.809	26.79	33.13	1.34	1.66
3.20	3	0.806	20.03	24.85	1.00	1.24
3.40	1	0.803	6.65	8.28	0.33	0.41
3.60	1	0.801	6.20	7.74	0.31	0.39
3.80	1	0.798	6.18	7.74	0.31	0.39
4.00	1	0.796	6.16	7.74	0.31	0.39
4.20	1	0.794	6.14	7.74	0.31	0.39
4.40	2	0.791	12.24	15.47	0.61	0.77
4.60	1	0.789	5.73	7.26	0.29	0.36
4.80	4	0.787	22.85	29.03	1.14	1.45
5.00	6	0.785	34.18	43.54	1.71	2.18
5.20	6	0.783	34.09	43.54	1.70	2.18
5.40	6	0.781	34.01	43.54	1.70	2.18
5.60	6	0.779	31.95	41.00	1.60	2.05
5.80	6	0.777	31.87	41.00	1.59	2.05
6.00	5	0.775	26.50	34.17	1.32	1.71
6.20	6	0.774	31.73	41.00	1.59	2.05
6.40	6	0.772	31.66	41.00	1.58	2.05
6.60	6	0.770	29.85	38.75	1.49	1.94
6.80	3	0.769	14.89	19.37	0.74	0.97
7.00	1	0.767	4.95	6.46	0.25	0.32
7.20	3	0.766	14.83	19.37	0.74	0.97
7.40	3	0.764	14.80	19.37	0.74	0.97
7.60	3	0.763	14.01	18.36	0.70	0.92
7.80	2	0.761	9.32	12.24	0.47	0.61
8.00	6	0.760	27.91	36.73	1.40	1.84
8.20	3	0.759	13.93	18.36	0.70	0.92
8.40	3	0.757	13.91	18.36	0.70	0.92
8.60	2	0.756	8.80	11.63	0.44	0.58
8.80	8	0.755	35.12	46.54	1.76	2.33
9.00	21	0.653	79.83	122.16	3.99	6.11
9.20	60	0.552	192.77	349.04	9.64	17.45
9.40	60	0.551	192.36	349.04	9.62	17.45

PROVA P5

Strumento utilizzato

DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data

22/03/2014

Profondità prova

11.00 m

Tipo elaborazione Nr. Colpi:

Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	7	0.855	62.86	73.55	3.14	3.68
0.40	5	0.851	44.70	52.54	2.23	2.63
0.60	3	0.847	24.50	28.93	1.23	1.45
0.80	2	0.843	16.27	19.29	0.81	0.96
1.00	1	0.840	8.10	9.64	0.40	0.48
1.20	2	0.836	16.13	19.29	0.81	0.96
1.40	3	0.833	24.10	28.93	1.20	1.45
1.60	4	0.830	29.57	35.64	1.48	1.78
1.80	5	0.826	36.82	44.55	1.84	2.23
2.00	1	0.823	7.34	8.91	0.37	0.45
2.20	1	0.820	7.31	8.91	0.37	0.45
2.40	2	0.817	14.56	17.82	0.73	0.89
2.60	3	0.814	20.23	24.85	1.01	1.24
2.80	3	0.811	20.16	24.85	1.01	1.24
3.00	1	0.809	6.70	8.28	0.33	0.41
3.20	1	0.806	6.68	8.28	0.33	0.41
3.40	1	0.803	6.65	8.28	0.33	0.41
3.60	1	0.801	6.20	7.74	0.31	0.39
3.80	1	0.798	6.18	7.74	0.31	0.39
4.00	1	0.796	6.16	7.74	0.31	0.39
4.20	1	0.794	6.14	7.74	0.31	0.39
4.40	1	0.791	6.12	7.74	0.31	0.39
4.60	1	0.789	5.73	7.26	0.29	0.36
4.80	1	0.787	5.71	7.26	0.29	0.36
5.00	1	0.785	5.70	7.26	0.28	0.36
5.20	1	0.783	5.68	7.26	0.28	0.36
5.40	1	0.781	5.67	7.26	0.28	0.36
5.60	2	0.779	10.65	13.67	0.53	0.68
5.80	3	0.777	15.94	20.50	0.80	1.03
6.00	5	0.775	26.50	34.17	1.32	1.71
6.20	6	0.774	31.73	41.00	1.59	2.05
6.40	5	0.772	26.38	34.17	1.32	1.71
6.60	2	0.770	9.95	12.92	0.50	0.65
6.80	2	0.769	9.93	12.92	0.50	0.65
7.00	2	0.767	9.91	12.92	0.50	0.65
7.20	3	0.766	14.83	19.37	0.74	0.97
7.40	4	0.764	19.74	25.83	0.99	1.29
7.60	4	0.763	18.67	24.48	0.93	1.22
7.80	5	0.761	23.30	30.60	1.16	1.53
8.00	6	0.760	27.91	36.73	1.40	1.84
8.20	3	0.759	13.93	18.36	0.70	0.92
8.40	2	0.757	9.27	12.24	0.46	0.61
8.60	3	0.756	13.19	17.45	0.66	0.87
8.80	4	0.755	17.56	23.27	0.88	1.16
9.00	12	0.753	52.60	69.81	2.63	3.49
9.20	18	0.702	73.54	104.71	3.68	5.24
9.40	21	0.651	79.54	122.16	3.98	6.11
9.60	26	0.650	93.66	144.10	4.68	7.21
9.80	31	0.599	102.89	171.81	5.14	8.59
10.00	39	0.548	118.39	216.15	5.92	10.81
10.20	41	0.547	124.21	227.24	6.21	11.36
10.40	44	0.546	133.03	243.87	6.65	12.19
10.60	56	0.544	161.36	296.37	8.07	14.82
10.80	60	0.543	172.55	317.54	8.63	15.88
11.00	60	0.542	172.22	317.54	8.61	15.88

PROVA P6

Strumento utilizzato DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 22/03/2014
 Profondità prova 10.40 m
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	2	0.855	17.96	21.01	0.90	1.05
0.40	2	0.851	17.88	21.01	0.89	1.05
0.60	2	0.847	16.34	19.29	0.82	0.96
0.80	1	0.843	8.13	9.64	0.41	0.48
1.00	4	0.840	32.39	38.57	1.62	1.93
1.20	1	0.836	8.06	9.64	0.40	0.48
1.40	1	0.833	8.03	9.64	0.40	0.48
1.60	1	0.830	7.39	8.91	0.37	0.45
1.80	6	0.826	44.18	53.47	2.21	2.67
2.00	6	0.823	44.01	53.47	2.20	2.67
2.20	1	0.820	7.31	8.91	0.37	0.45
2.40	1	0.817	7.28	8.91	0.36	0.45
2.60	2	0.814	13.49	16.56	0.67	0.83
2.80	4	0.811	26.88	33.13	1.34	1.66
3.00	5	0.809	33.49	41.41	1.67	2.07
3.20	3	0.806	20.03	24.85	1.00	1.24
3.40	3	0.803	19.96	24.85	1.00	1.24
3.60	2	0.801	12.39	15.47	0.62	0.77
3.80	1	0.798	6.18	7.74	0.31	0.39
4.00	1	0.796	6.16	7.74	0.31	0.39
4.20	1	0.794	6.14	7.74	0.31	0.39
4.40	1	0.791	6.12	7.74	0.31	0.39
4.60	1	0.789	5.73	7.26	0.29	0.36
4.80	1	0.787	5.71	7.26	0.29	0.36
5.00	3	0.785	17.09	21.77	0.85	1.09
5.20	6	0.783	34.09	43.54	1.70	2.18
5.40	7	0.781	39.68	50.80	1.98	2.54
5.60	7	0.779	37.27	47.84	1.86	2.39
5.80	6	0.777	31.87	41.00	1.59	2.05
6.00	6	0.775	31.80	41.00	1.59	2.05
6.20	5	0.774	26.44	34.17	1.32	1.71
6.40	6	0.772	31.66	41.00	1.58	2.05
6.60	4	0.770	19.90	25.83	0.99	1.29
6.80	4	0.769	19.86	25.83	0.99	1.29
7.00	4	0.767	19.82	25.83	0.99	1.29
7.20	2	0.766	9.89	12.92	0.49	0.65
7.40	3	0.764	14.80	19.37	0.74	0.97
7.60	5	0.763	23.34	30.60	1.17	1.53
7.80	4	0.761	18.64	24.48	0.93	1.22
8.00	6	0.760	27.91	36.73	1.40	1.84
8.20	4	0.759	18.57	24.48	0.93	1.22
8.40	2	0.757	9.27	12.24	0.46	0.61
8.60	1	0.756	4.40	5.82	0.22	0.29
8.80	5	0.755	21.95	29.09	1.10	1.45
9.00	2	0.753	8.77	11.63	0.44	0.58
9.20	9	0.752	39.39	52.36	1.97	2.62
9.40	21	0.651	79.54	122.16	3.98	6.11
9.60	39	0.550	118.87	216.15	5.94	10.81
9.80	44	0.549	133.84	243.87	6.69	12.19
10.00	56	0.548	169.99	310.38	8.50	15.52
10.20	60	0.547	181.77	332.54	9.09	16.63
10.40	60	0.546	181.41	332.54	9.07	16.63

Le DPSH hanno permesso di definire i parametri geotecnici significativi come riportato nelle tabelle successive.

In maniera cautelativa, i parametri geotecnici sono stati calcolati considerando, per ogni passo di 20 cm, la prova DPSH che ha dato il minor numero di colpi.

In Talella VI è riportata una sintesi dei parametri geotecnici.

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (5)	50.31	9.00-11.00	Terzaghi-Peck	3.40

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (5)	50.31	9.00-11.00	Robertson (1983)	100.62

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (5)	50.31	9.00-11.00	Stroud e Butler (1975)	230.82

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (5)	50.31	9.00-11.00	Apollonia	503.10

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (5)	50.31	9.00-11.00	A.G.I. (1977)	ESTREMAMENTE. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (5)	50.31	9.00-11.00	Meyerhof ed altri	2.50

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato (5)	50.31	9.00-11.00	Meyerhof ed altri	2.50

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1)	2.6	0.00-0.60	2.6	Gibbs & Holtz 1957	14.46
Strato (2)	1.4	0.60-5.40	1.4	Gibbs & Holtz 1957	0
Strato (3)	2.6	5.40-7.20	2.6	Gibbs & Holtz 1957	3.99
Strato (4)	3.03	7.20-9.00	3.03	Gibbs & Holtz 1957	4.04

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1)	2.6	0.00-0.60	2.6	Sowers (1961)	28.73
Strato (2)	1.4	0.60-5.40	1.4	Sowers (1961)	28.39
Strato (3)	2.6	5.40-7.20	2.6	Sowers (1961)	28.73
Strato (4)	3.03	7.20-9.00	3.03	Sowers (1961)	28.85

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (1)	2.6	0.00-0.60	2.6	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato (2)	1.4	0.60-5.40	1.4	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato (3)	2.6	5.40-7.20	2.6	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato (4)	3.03	7.20-9.00	3.03	Bowles (1982) Sabbia Media	---

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1)	2.6	0.00-0.60	2.6	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	49.60
Strato (2)	1.4	0.60-5.40	1.4	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	44.24
Strato (3)	2.6	5.40-7.20	2.6	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	49.60
Strato (4)	3.03	7.20-9.00	3.03	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	51.51

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1)	2.6	0.00-0.60	2.6	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2)	1.4	0.60-5.40	1.4	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (3)	2.6	5.40-7.20	2.6	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (4)	3.03	7.20-9.00	3.03	Classificazione A.G.I	SCIOLTO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato (1)	2.6	0.00-0.60	2.6	Meyerhof ed altri	1.43
Strato (2)	1.4	0.60-5.40	1.4	Meyerhof ed altri	1.37
Strato (3)	2.6	5.40-7.20	2.6	Meyerhof ed altri	1.43
Strato (4)	3.03	7.20-9.00	3.03	Meyerhof ed altri	1.45

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato (1)	2.6	0.00-0.60	2.6	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.87
Strato (2)	1.4	0.60-5.40	1.4	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.86
Strato (3)	2.6	5.40-7.20	2.6	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.87
Strato (4)	3.03	7.20-9.00	3.03	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.87

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato (1)	2.6	0.00-0.60	2.6	(A.G.I.)	0.35
Strato (2)	1.4	0.60-5.40	1.4	(A.G.I.)	0.35
Strato (3)	2.6	5.40-7.20	2.6	(A.G.I.)	0.35
Strato (4)	3.03	7.20-9.00	3.03	(A.G.I.)	0.35

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (1)	2.6	0.00-0.60	2.6	Ohsaki (Sabbie pulite)	159.58
Strato (2)	1.4	0.60-5.40	1.4	Ohsaki (Sabbie pulite)	89.18
Strato (3)	2.6	5.40-7.20	2.6	Ohsaki (Sabbie pulite)	159.58
Strato (4)	3.03	7.20-9.00	3.03	Ohsaki (Sabbie pulite)	184.28

Q_c (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Q _c (Kg/cm ²)
Strato (1)	2.6	0.00-0.60	2.6	Robertson 1983	5.20
Strato (2)	1.4	0.60-5.40	1.4	Robertson 1983	2.80
Strato (3)	2.6	5.40-7.20	2.6	Robertson 1983	5.20
Strato (4)	3.03	7.20-9.00	3.03	Robertson 1983	6.06

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m ³)	Gamma Saturo (t/m ³)	Fi (°)	Cu (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo Elastico (Kg/cm ²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm ²)
1	0.6	2.6	Incoerente	1.43	1.87	28.73	0	49.6	-----	0.35	159.58
2	5.4	1.4	Incoerente	1.37	1.86	28.39	0	44.24	-----	0.35	89.18
3	7.2	2.6	Incoerente	1.43	1.87	28.73	0	49.6	-----	0.35	159.58
4	9.0	3.03	Incoerente	1.45	1.87	28.85	0	51.51	-----	0.35	184.28
5	11.0	50.31	Coesivo	1.40	1.60	38.0	3.4	230.82	503.1	-----	-----

Tabella VI - Sintesi dei parametri geotecnici

Pertanto sulla base delle risultanze, di dati di letteratura scientifica e di indagini già realizzate nell'area, è possibile suddividere la successione investigata in due parti: una basale coesa, litoide riferibile alla presenza di tufo vulcanico; su di esso si sovrappongono un'alternanza di depositi sciolti limo-sabbiosi incoerenti riferibili a piroclastiti con coesione praticamente nulla.

8.3 Caratterizzazione sismica

Per modellare il sottosuolo del sito è stata effettuata un'analisi spettrale delle onde superficiali con il metodo MASW (Fig. 11 e 12).



Figura 11 – Localizzazione della linea di acquisizione della MASW.

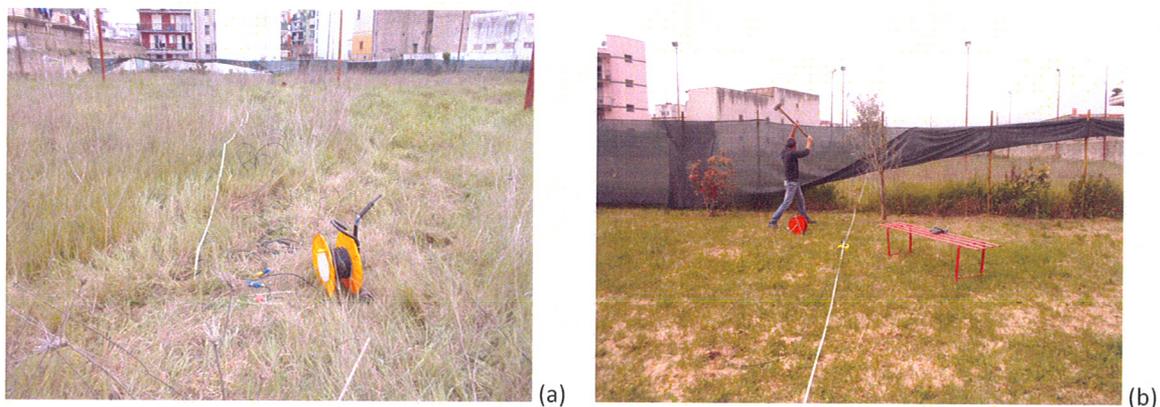


Figura 12 – (a) stendimento di geofoni per prova MASW; (b) stendimento con piastra su cui energizzare

Parametri di acquisizione:

$\Delta T = 2 \text{ s}$

$\Delta G = 1.5 \text{ m}$

$dt = 1 \text{ ms}$

Offset = 10-15 m

Finestra temporale

Intervallo intergeofonico

Intervallo di campionamento

Di seguito sono riportati: le serie di COMMON SHOT GATHER, ovvero l'insiemi di tracce (una per ogni geofono attivo – *channel*) relative ad un'unica posizione della sorgente (Fig. 13), utilizzate per l'analisi MASW, la curva di dispersione delle onde di Rayleigh (Fig. 14) e il profilo di velocità delle Onde S (Fig. 15); la Tabella VII indica lo spessore di ogni sismostrato individuato e la velocità delle onde di taglio per lo stesso.

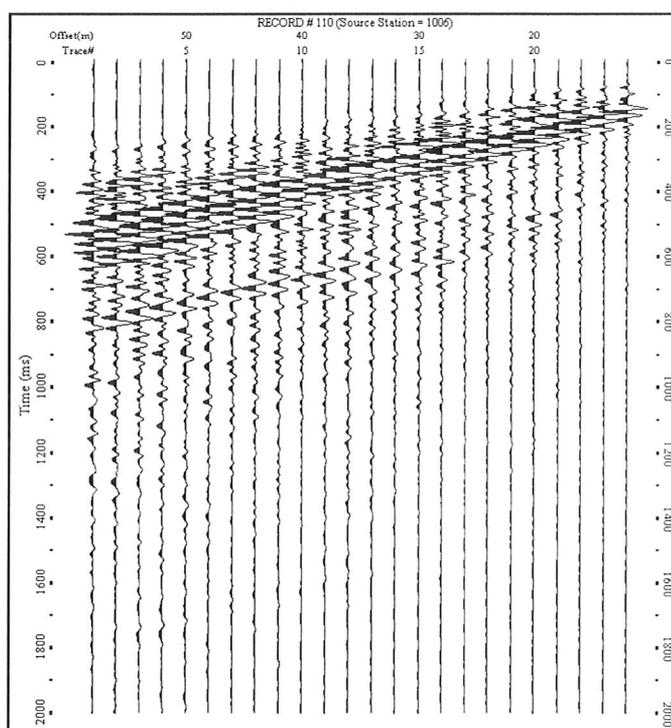


Figura 13 - Serie di COMMON SHOT GATHER.

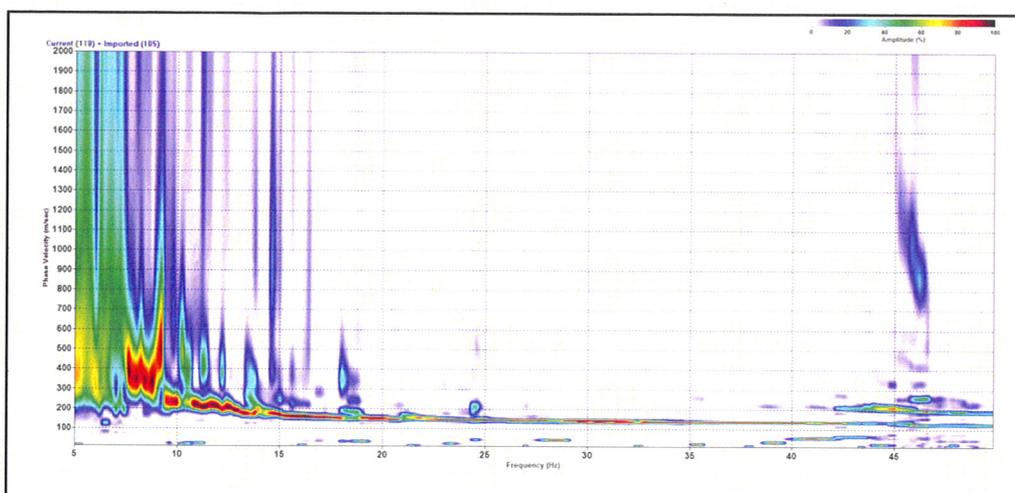


Figura 14 - Curva di dispersione delle onde di Rayleigh.

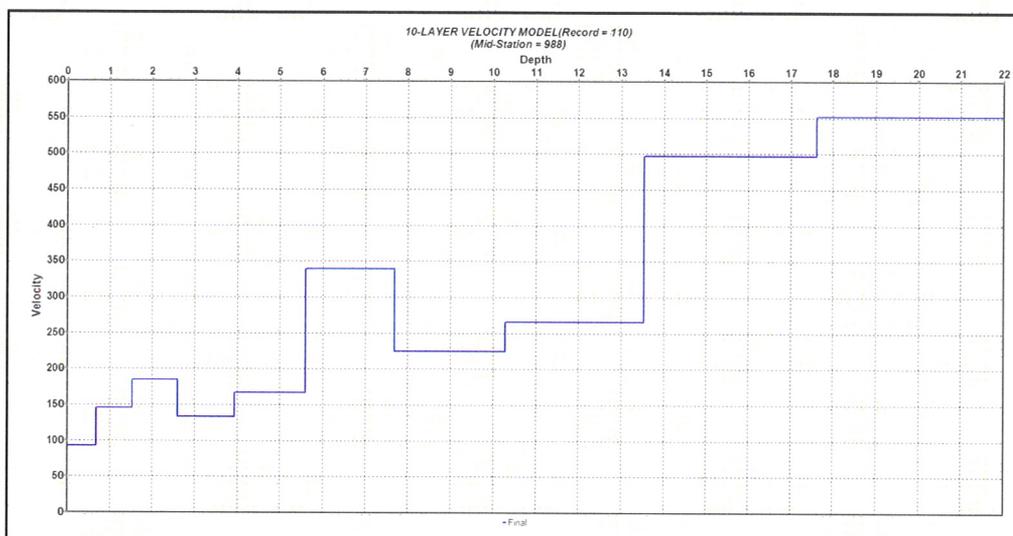


Figura 15 - Profilo di velocità delle onde S

Profondità (m)	h_i (m)	V_i (m/s)
0 - 0.68	0.68	91.8
0.68 - 1.53	0.85	145.7
1.53 - 2.6	1.06	184.2
2.6 - 3.93	1.33	133.5
3.93-5.60	1.66	166.9
5.60-7.68	2.08	338.8
7.68-10.29	2.6	224.1
10.29-13.54	3.2	265.1
13.54-17.6	4.06	496.4
17.6-22	4.4	551.7

Tabella VII - valori V_s per ogni starto individuato

8.3.1 Determinazioni della categoria di suolo e condizioni topografiche del sito secondo la normativa sismica D.M. 14.01.2008

Calcolo della V_{s30} : per il sito è stato stimato un valore di V_{s30} pari a **551 m/s**, a cui viene associata la **categoria di suolo di fondazione di tipo B** ovvero: *depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, 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 (in terreni con $NSPT_{30} > 50$ e $c_{u30} > 250$ kPa).*

Condizioni topografiche: in base ai sopralluoghi realizzati e ai calcoli eseguiti, l'area in esame ricade nella categoria **T1**.

8.4 Caratterizzazione geoelettrica

È stata eseguita una prospezione geoelettrica (Figg. 16 e 17) con misure multielettrodo di resistività al fine di determinare le caratteristiche elettriche dei litotipi presenti in area progettuale e, conseguentemente, di individuare presunte cavità nel sottosuolo.

Sono stati acquisiti n.2 profili utilizzando una distanza interelettrodo di 2,0 metri per un totale di 94 metri di stendimento.

I dati sono stati raccolti in campagna usando sia la disposizione elettrodo tipo Wenner-Schlumberger che quella Dipolo-Dipolo Assiale.

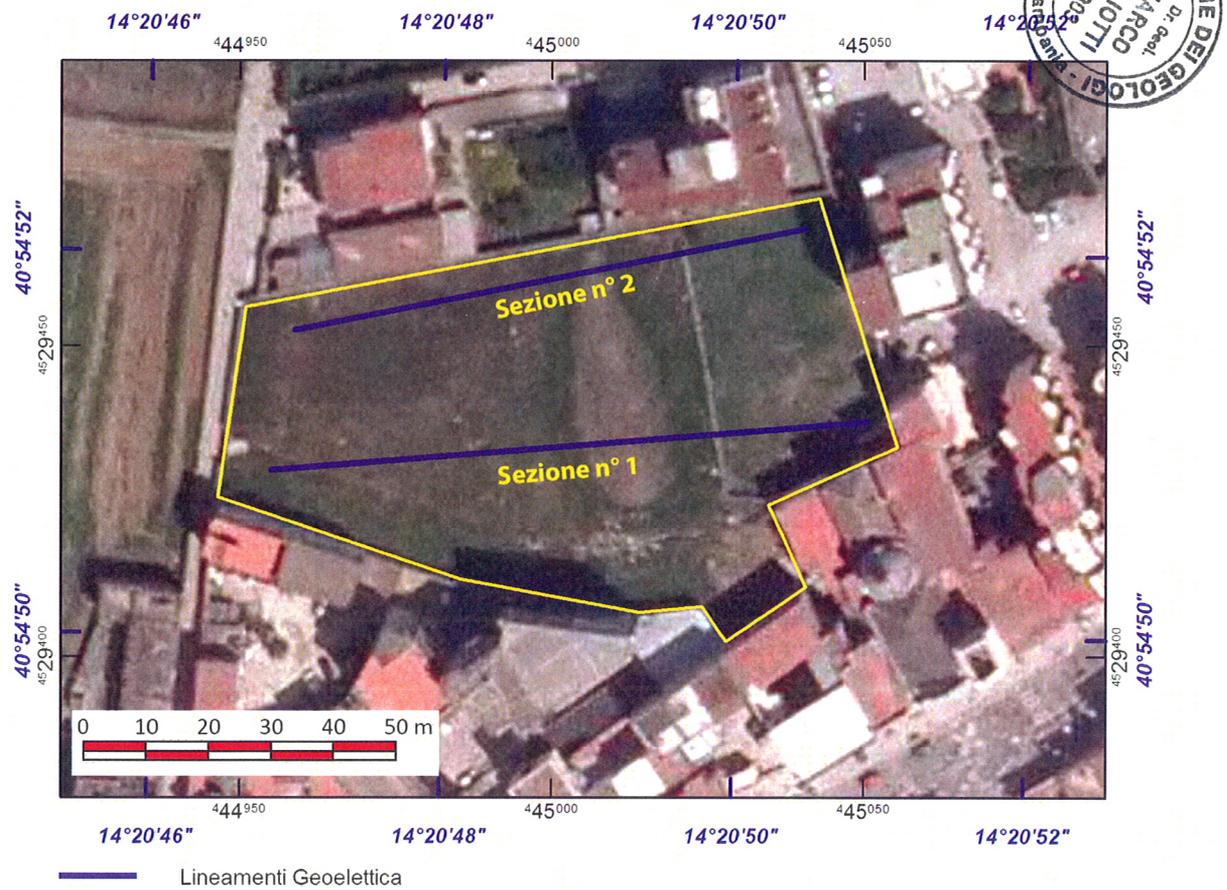


Figura 16 – Localizzazione degli stendimenti



Figura 17 - Stendimento multielettrodo in configurazione di acquisizione Wenner-Schlumberger effettuato, con spaziatura 2m e lunghezza dello stesso di 94 m.

Come si può osservare dalle sezioni bidimensionali elettro-tomografiche (Figura 18), per i primi circa 8,0 metri di sottosuolo investigato, i valori di resistività sono medio bassi (200-500 Ohm x m); tali valori sono compatibili con la litostratigrafia dell'area, costituita essenzialmente da prodotti riferibili a piroclastiti sciolte e da tufo litoide in profondità.

Bassi valori di resistività (<100 Ohm x m), si misurano a profondità tra 8,0 e 9,0 metri dal p.c., compatibili con la presenza di una falda.

È da evidenziare, nella sezione n°1 (Figura 18a), valori di resistività caratteristici di terreni con elevato contenuto d'acqua tra l'elettrodo 18 e 20, e tra il 36 e il 48 (probabili accumuli di acqua in depressioni del terreno oppure piccole lenti sospese di acqua).

Valori di resistività caratteristici di terreni con elevato contenuto d'acqua si osservano anche nell'ultimo tratto della sezione n°2 (Figura 18b), sub-parallela alla n°1.

In entrambe le sezioni, non si riscontrano anomalie di resistività elettrica (elevati valori di resistività, dell'ordine di $10^3 \div 10^4$ Ohm x m) compatibili con la presenza di cavità/vuoti nel sottosuolo.

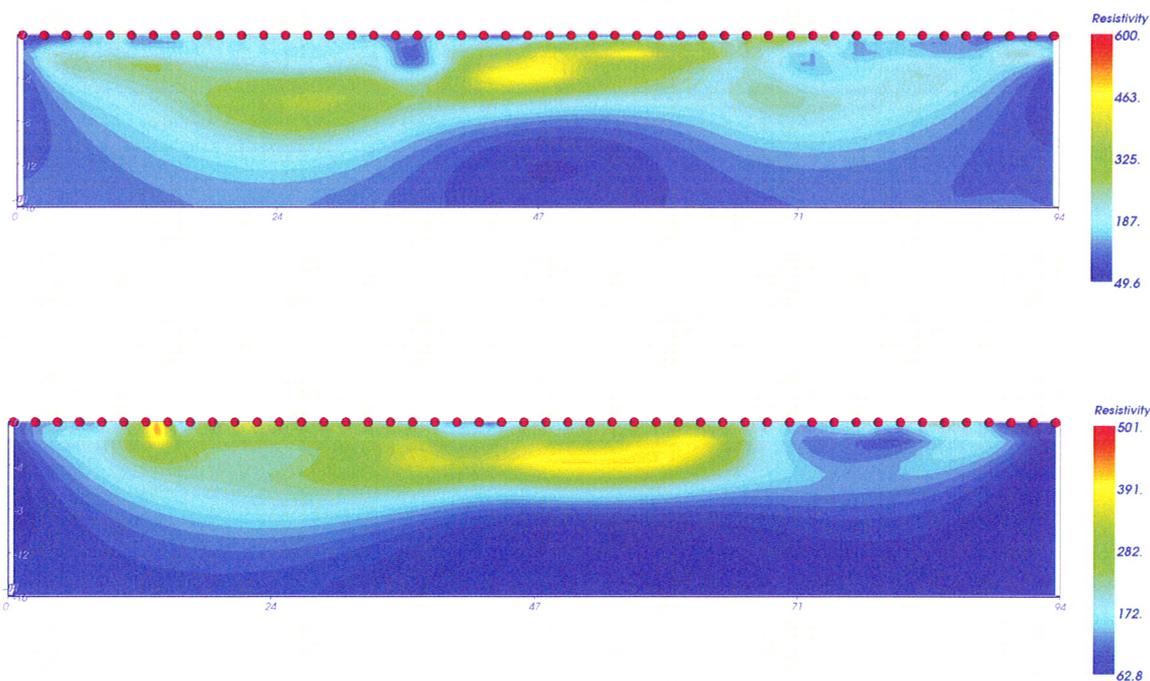


Figura 18 - Tomografia 2D di resistività elettrica (Ohm x m) relativa agli stendimenti effettuato: in alto (a) la sezione n° 1, in basso (b) la sezione n° 2.

9. CONCLUSIONI

- Il presente lavoro si inserisce nell'ambito del Programma PIÙ EUROPA messo in essere come necessario complemento al più ampio progetto denominato M.U.S.A. che prevede la riqualificazione urbana dei principali assi viari della città di Casalnuovo di Napoli (C.so Umberto I, Via Arcora, Via Vittorio Emanuele).
- Al fine della definizione di un modello geologico-geotecnico del sottosuolo, dell'area retrostante parrocchia San Giacomo al Corso Umberto I destinata a parcheggio e a verde pubblico attrezzato, sono stati acquisiti dati bibliografici dalla letteratura scientifica integrati con dati forniti dall'Ente desunti da una campagna di indagini realizzate in zone prossimali completati con una serie di nuovi dati acquisiti mediante una programmata nuova campagna di indagini eseguita *ad hoc*; essa ha previsto la realizzazione di sei prove penetrometriche tipo DPSH, una prospezione sismica MASW ed una prospezione geoelettrica.
- Le DPSH hanno messo in evidenza la presenza di un deposito coerente litoide che sulla base di dati pregressi è riferibile ad un banco tufaceo; esso si rinviene ad una profondità variabile tra i 9,0 e gli 11, metri di profondità dal piano campagna, mostrando, la superficie sommitale un andamento che si approfondisce verso sud.
- Il banco tufaceo rappresenta il badrock sul quale poggiano almeno quattro orizzonti di depositi incoerenti, ascrivibili a sabbie, con caratteristiche geotecniche differenti. Essi possono essere riferiti a depositi piroclastici di diversa natura, composizione e granulometria, che notoriamente ricoprono il tufo vulcanico nell'area.
- La falda acquifera, misurata in un pozzo mediante freatimetro graduato, è alla profondità di 8,30 m dal piano campagna nel settore sud-orientale dell'area, pertanto all'interno dei depositi piroclastici sommitali.
- Sulla base di dati di letteratura scientifica gli orizzonti piroclastici superficiali sono permeabili per porosità tali da essere classificati come a media permeabilità. Tuttavia, in virtù della presenza, nella successione litologica, di litotipi a granulometria medio-fine, in occasione di eventi piovosi intensi e prolungati nel tempo, potrebbero formarsi delle

limitate falde sospese effimere. Ciò è evidenziato anche nella sezione n° 1 ottenuta mediante prospezioni geoelettriche.

- La natura e le caratteristiche dei depositi e la profondità della falda idrica portano escludere che nell'area possano verificarsi fenomeni di liquefazione.
- La presente relazione è stata redatta in considerazione che il territorio comunale di Casalnuovo di Napoli è stata classificata in Zona Sismica 2 alla quale competono valori di accelerazione massima al suolo pari a 0.25 g (con g accelerazione di gravità). Tutti i siti rientrano nella categoria di suolo di fondazione di tipo B, ed in base ai controlli di campo realizzati e ai calcoli eseguiti, le aree in esame ricadono nella categoria T1.
- Nelle aree investigate durante l'esecuzione delle prove non sono stati intercettati vuoti riferibili ad ipogei artificiali. Le sezioni geoelettriche non mostrano anomalie di resistività elettrica compatibili con la presenza di cavità/vuoti nel sottosuolo.
- Nelle aree sito di interventi non sono state censiti ipogei artificiali.
- L'Autorità di Bacino Nord Occidentale, quanto attiene il rischio idrogeologico, segnala che l'area NON è a rischio frana né a soggetta a rischio idraulico e la stessa non è soggetta a pericolosità da frana e idraulica.

Alla luce delle riconosciute caratteristiche del modello geologico-geotecnico del sottosuolo, della classificazione sismica del territorio comunale e delle indagini disponibili si esprime parere favorevole circa gli interventi da realizzare.

Santa Maria a Vico, aprile 2014

Dott. Geol. Marco Vigliotti



10. BIBLIOGRAFIA CONSULTATA

- AGIP (1977) - *Temperature sotterranee. Inventario dei dati raccolti dall'Agip durante la ricerca e la produzione di idrocarburi in Italia*. Agip, Milano, Italy.
- APRILE F. & ORTOLANI F. (1978) – *Nuovi dati sulla struttura profonda della Piana Campana a sud Est del Fiume Volturno*. Boll. Soc. Geol. It., 97, 1-18.
- APRILE F., SBRANA A. & TOCCACELI R.M. (2004) - *Il ruolo dei depositi piroclastici nell'analisi cronostratigrafica dei terreni quaternari del sottosuolo della Piana Campana (Italia meridionale)*. Il Quaternario, 17, 547-554.
- BARBERI F., INNOCENTI F., LIRER L., MUNNO R., PESCATORE T. & SANTACROCE R. (1978) – *The Campanian Ignibrite: a Major Prehistoric Eruption in the Neapolitan Area (Italy)*. Bull. Volcanol., 41, 1, 1-22.
- BARRA D., ROMANO P., SANTO A., CAMPAJOLA L., ROCA V. & TUNIZ C. (1996) - *The Versilian transgression in the Volturno river plain (Campania, Southern Italy): palaeoenvironmental history and chronological data*. Il Quaternario, 9, 445-458.
- BELLUCCI F. (1994) – *Nuove conoscenze stratigrafiche sui depositi vulcanici del sottosuolo del settore meridionale della Piana Campana*. Boll. Soc. Geol. It., 113 (1994), 395-420.
- BELLUCCI F. (1998) – *Nuove conoscenze stratigrafiche sui depositi effusivi ed esplosivi nel sottosuolo dell'area del Somma-Vesuvio*. Boll. Soc. Geol. It., 117 (1998), 385-405.
- BELLUCCI F., CORNIELLO A., DE RISO R. & RUSSO D. (1990) – *Idrogeologia della Piana a N-E di Napoli*. Mem. Soc. Geol. It., 45, 339-349.
- BELLUCCI F., SANTANGELO N. & SANTO A. (2003) - *Segnalazione di nuovi depositi piroclastici intercalati alle successioni continentali del Pleistocene superiore-Olocene della porzione nord-orientale della Piana Campana*. Il Quaternario, 16, 279-287.
- BONETTI & CRAVERO (1995) – *Relazione geologica del P.R.G. UTC Casalnuovo di Napoli*.
- CARRARA E., RAMPOLLA A., ROBERTI N. (2001) – *Le indagini geofisiche per lo studio del sottosuolo*. Liguori, Napoli.

- CELICO N., CELICO P., ESPOSITO L., GUADAGNO F. M., HABETSWALLNER F., MELE R. (1992) – *Sull'evoluzione idrogeologica dell'area del Sebeto (Campania)* - Geologica Applicata e Idrogeologia. Vol. XLIII: 589-604, 10 fig., Bari (1994).
- CELICO N., CELICO P., GHIARA M. R., PISCOPO V., STANZIONE D., AQUINO S. (1994) – *Caratteristiche geochemiche delle acque sotterranee dell'area del Somma-Vesuvio (Campania, Italia)*- Geologica Romana, 30: 709-724, 19 fig., Roma (1994).
- CELICO P., BARTOLOMEI C., PECORARO A., RUSSO D. (1980) - *Vulnerabilità potenziale all'inquinamento delle falde idriche dell'area di intervento del P.S. n. 29 – Relazione preliminare. Progetto speciale n. 29.*
- CINQUE A., ASCIONE A. & CAIAZZO C. (2000) - Distribuzione spazio-temporale e caratterizzazione della fagliazione quaternaria in Appennino meridionale. In: F. Galadini, C. Meletti & A. Melez (a cura di): *Le ricerche del GNDT nel campo della pericolosità sismica (1996-1999)*, CNR-GNDT Spec. Publ., 203-218, Roma.
- CIVITA M., de' MEDICI G.B., DE RISO R., NICOTERA P. (1973) – *Carta idrogeologica della Campania Nord-Occidentale e relativa memoria descrittiva. Atti del II Convegno Internazionale sulle acque sotterranee, Palermo.*
- CORNIELLO A., DE RISO R. & DUCCI D. (1990) – *Idrogeologia e idrogeochemica della Piana Campana.* Mem. Soc. Geol. It. 45 (1990), 351-360.
- DE FALCO G. (2005) – *Attuazione del Protocollo d'Intesa tra Regione Campania, Provincia di Napoli e Comune di Casalnuovo di Napoli del 04-11-2004. Indagine geologica.* UTC Casalnuovo di Napoli, Napoli.
- DE FALCO G. (2007) – *Realizzazione di una casa anziani nel comune di Casalnuovo (Na).* Relazione geologica. UTC Casalnuovo di Napoli, Napoli.
- DE VITA S., DI VITO M., ORSI G., CARANDENTE A., CIVETTA L., D'ANTONIO M., DI CESARE T., ISAIA R., MAROTTA E., NECCO A., ORT, M., PAPPALARDO L., PIOCHI M., SOUTHON J. (1999) – *The Agnano-Monte Spina eruption in the resurgent nested Campi Flegrei caldera.* J. Volcanol. Geotherm. Res., 91 (2-4), 269-301.
- DE VIVO B., ROLANDI G., GANS P.B., CALVERT A., W.A., BOHRSON W.A., SPERA F.J. & BELKIN H.E. (2001) – *New constraints on the pyroclastic eruptive history of the Campanian volcanic Plain (Italy).* Mineral. Petrol., 73, 47-65.

- DEINO A.L., ORSI G., DE VITA S. & PIOCHI M. (2004) – *The age of the Neapolitan Yellow Tuff caldera-forming eruption (Campi Flegrei caldera – Italy) assessed by $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating method*. J. Volcanol. Geotherm. Res., 133, 157-170.
- DELIBRIAS G., DI PAOLA G.M., ROSI M. & SANTACROCE R. (1979) – *La storia eruttiva del complesso vulcanico Somma-Vesuvio ricostruita dalle successioni piroclastiche del M. Somma*. Rend. Soc. It. Min. e Petr., 35 (1), 411-438.
- DI GIROLAMO P., LIRER L., PORCELLI C. & STANZIONE D. (1972) – *Correlazioni stratigrafiche fra le principali formazioni piroclastiche della Campainia (Roccamonfina, Campi Flegrei, Somma-Vesuvio*. Rend. Soc. It. Mineral. Petrol., 28, 77-123.
- DI GIROLAMO P., ORTOLANI F., PAGLIUCA S. (1987) – *L'area flegrea nel quadro strutturale della fascia tirrenica dell'Appennino Campano*. Rel. Sc. 3° tr. Con. Ric. Un. Di Napoli – Regione Campania.
- DI VITO M.A., ISAIA R., ORSI G., SOUTHON J., DE VITA S., D'ANTONIO M., PAPPALARDO L., PIOCHI M., (1999) – *Volcanism and deformation since 12000 years at the Campi Flegrei caldera (Italy)*. J. Volcanol. Geotherm. Res., 91 (2-4), 221-246.
- FACCIOLI E. (1986) – *Elementi per una guida alle indagini di Microzonazione Sismica*. Quaderni de "La Ricerca Scientifica"- Progetto Finalizzato "Geodinamica". C.N.R. Roma. Vol. 7-Monografie Finali.
- FEDI M., FIUME M. G., LAPENNA V. A., MONACO F., PATELLA F., RAPOLLA A., ROBERTI N., SATRIANO C., & SINISCALCHI A. (1988) – *Le strutture crostali, superficiali e profonde dei Campi Flegrei dai dati geofisici*. Rel. Sc. 3° tr. Conv. Ric. Univ. Napoli – Regione Campania.
- INCORONATO A. & NARDI G. (1986) – *Determinazione delle direzioni di flusso del "Tufo Giallo Napoletano" mediante misure di anisotropy of magnetic susceptibility*. Convegno " Bradisismo e fenomeni connessi", Facoltà di Ingegneria, Napoli, 2-3 Aprile 1986.
- INCORONATO A. & NARDI G. (1987) – *Contribution of magnetic studies to determine depositional Mechanism and parameters of the " Campanian Ignibrite " deposits*. Rend. Acc. Fis. Mat. In Napoli. Special Issue. 1987.

- 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.
- LA TORRE P., NANNINI R. & SBRANA A. (1982) – *Geothermal exploration in Southern Italy: geophysical interpretation of the Vesuvian area*. 44th Meeting Eur. Ass. Explor. Geophys., Cannes.
- LANDI G. & STANZIONE D. (1984) – *Vulcanologia e petrologia dei Campi Flegrei*. Boll. Soc. Geol. It. 103, 349-413.
- Loke M.H. (2001) – *Tutorial: 2-D and 3D electrical imaging surveys*. 122 pp.
- MILIA A. & TORRENTE M.M. (1999) – *Tectonics and stratigraphic architecture of a peri-Tyrrhenian half-graben (Bay of Naples, Italy)*. Tectonophysics, 315, 301-318.
- ORTOLANI F. & APRILE F. (1979) – *Sulla struttura profonda della Piana Campana*. Boll. Soc. Nat. Napoli, 88, 1-19.
- ORTOLANI F. & APRILE F. (1985) – *Principali caratteristiche stratigrafiche e strutturali dei depositi superficiali della Piana Campana*. Boll. Soc. Geol. It., 104, 195-206.
- ORTOLANI F. & PAGLIUCA S. (1988) – *Struttura e vulcanismo del margine tirrenico dell'Appennino Campano e tettonica compressiva recente*. Mem. Soc. Geol. It., 48 (1988), 1229-1234, 4 ff.
- PARK C.B., MILLER R.D. AND XIA J. (1999) – *Multichannel analysis of surface waves (MASW)*. Geophysics, 64, 800-808.
- RAPOLLA A. (1996) – *Indagini geosismiche per gli strumenti urbanistici generali ed esecutivi in Campania (Legge Regionale 9/83)*. Geologia Tecnica e Ambientale, 4/96, 5-12.
- ROLANDI G. (1988) – *Ignimbriti e tufi gialli nella Pianura Campana e nei Campi Flegrei: una proposta di riordino*. Convegno "Bradisismo e fenomeni connessi" 4^a Rendiconto 26-26 marzo 1988, 436-446.

- ROLANDI G. (1997) – *The eruptive history of Somma-Vesuvius. In: Volcanism and Archaeology in Mediterranean Area*. Cortini M. and De Vivo B. Eds., Research Signpost, Trivandrum, India 77-88.
- ROLANDI G., BARRELLA A. M., BORRELLI A. (1993) – *The 1631 eruption of Vesuvio*. J. Volcanol. Geother. Res., 58, 183-201
- ROLANDI G., BELLUCCI F., HEIZLER M.T., BELKIN H.E. & DE VIVO B. (2003) – *Tectonic controls on the genesis of ignimbrites from the Campanian Volcanic Zone, Southern Italy*. Mineral. Petrol., 79, 3-31.
- ROLANDI G., BELLUCCI F., HEIZLER M.T., BELKIN H.E. & DE VIVO B. (2003) – *Tectonic controls on the genesis of ignimbrites from the Campanian Volcanic Zone, Southern Italy*. Mineral. Petrol., 79, 3-31.
- ROLANDI G., PETROSINO P. & MCGEEHIN J. (1998) – *The interplinian activity at Somma-Vesuvius in the last 3500 years*. J. Volcanol. Geotherm. Res., 82, 19-52.
- ROMANO P., SANTO A. & VOLTAGGIO M. (1994) – *L'evoluzione geomorfologica della pianura del Fiume Volturno (Campania) durante il tardo Quaternario (Pleistocene medio-superiore-Olocene)*. Il Quaternario, 7, 41-56.
- ROSI M. & SBRANA A. (1987) – *Phlegrean Fields*. Quaderni de "La Ricerca Scientifica", Progetto finalizzato "Geodinamica", n. 114, 9, 1-168. Napoli maggio 1997.
- SANTACROCE R. (1987) - *Somma – Vesuvius*. Quaderni de "La Ricerca Scientifica". Progetto finalizzato Geodinamica, Vol. 8, CNR, Roma.
- VINALE F. (1988) – *Caratterizzazione del sottosuolo di un'area campione di Napoli ai fini d'una microzonazione sismica*. Rivista Italiana di Geotecnica – Anno XXII, n. 2 e 3. Edizioni Scientifiche Italiane. Napoli.

ALLEGATI



I. Geo. s.a.s.

Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – pali – micropali
 Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202
 E-Mail: igeo2004@virgilio.it – P.Iva : 01956710618

Attestazione SOA per prove in sito con n. 2579/63/01 dalla SOA Consult S.p.A.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE DPSH

1

COMMITTENTE: Comune di Casalnuovo

LOCALITA': Casalnuovo (NA)

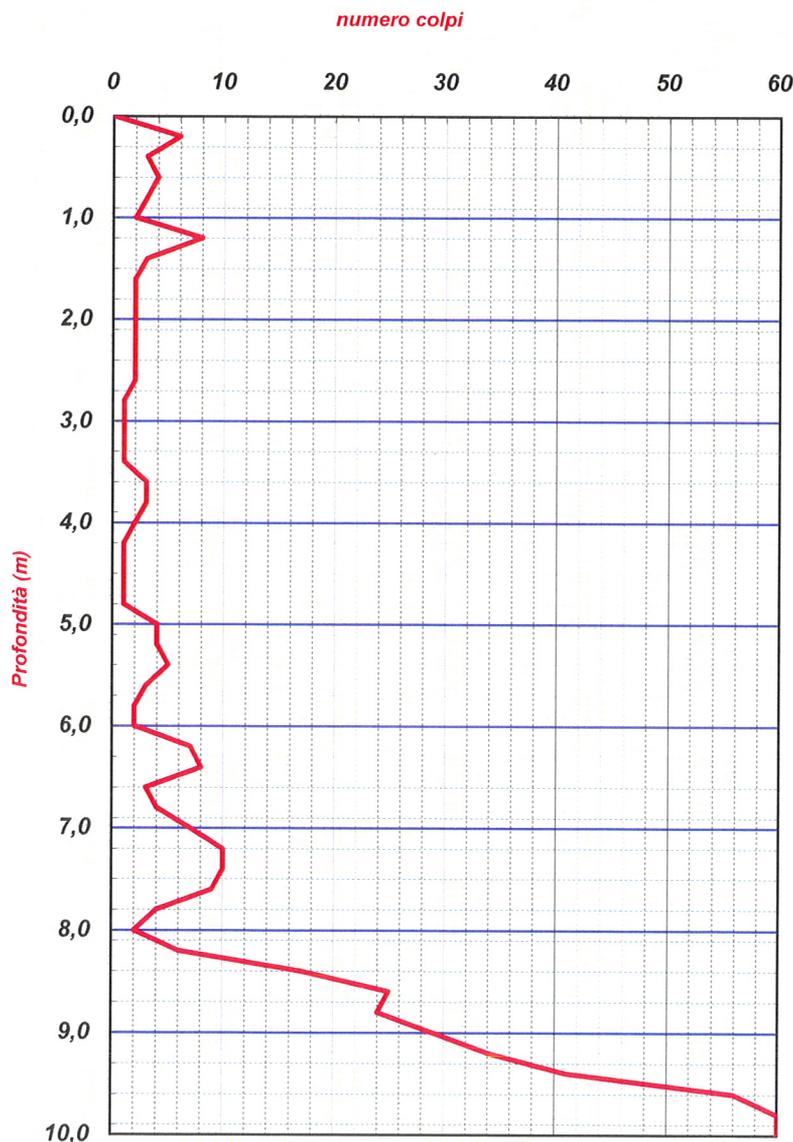
OGGETTO LAVORI: Realizzazione del parcheggio M.u.s.a. (area retrostante parricchia S. Giacomo) - Casalnuovo di Napoli (NA)

COORDINATE GEOGRAFICHE: Latitudine: 4529433° N; Longitudine: 444952° E

DATA ESECUZIONE PROVA: 22/03/2014

Falda (m): assente

Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi
0,00	0,00	8,20	6		
0,20	6	8,40	17		
0,40	3	8,60	25		
0,60	4	8,80	24		
0,80	3	9,00	29		
1,00	2	9,20	34		
1,20	8	9,40	41		
1,40	3	9,60	56		
1,60	2	9,80	60		
1,80	2	10,00	60		
2,00	2				
2,20	2				
2,40	2				
2,60	2				
2,80	1				
3,00	1				
3,20	1				
3,40	1				
3,60	3				
3,80	3				
4,00	2				
4,20	1				
4,40	1				
4,60	1				
4,80	1				
5,00	4				
5,20	4				
5,40	5				
5,60	3				
5,80	2				
6,00	2				
6,20	7				
6,40	8				
6,60	3				
6,80	4				
7,00	7				
7,20	10				
7,40	10				
7,60	9				
7,80	4				
8,00	2				



LEGENDA

Prof. = profondità dal piano campagna (m)

num. colpi. = numero di colpi

I.GEO S.a.s.
 di D'ONOFRIO GIUSEPPE & C.
 Via Aldo Moro, 2 - PASTORANO (CE)
 Part. Iva e Cod. Fisc. 01956710618



I. Geo. s.a.s.

Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – pali – micropali
 Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202
 E-Mail: igeo2004@virgilio.it – P.Iva : 01956710618

Attestazione SOA per prove in sito con n. 2579/63/01 dalla SOA Consult S.p.A.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE DPSH

2

COMMITTENTE: *Comune di Casalnuovo*

LOCALITA': *Casalnuovo (NA)*

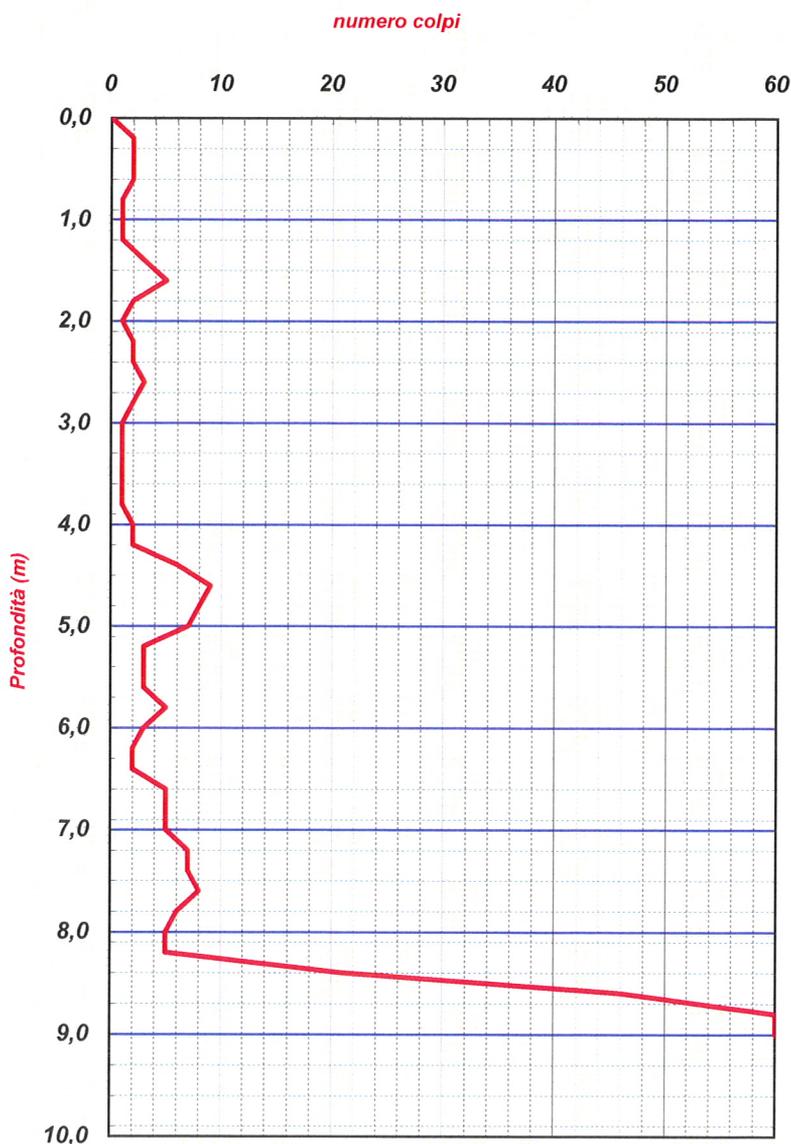
OGGETTO LAVORI: Realizzazione del parcheggio M.u.s.a. (area retrostante parrocchia S. Giacomo) - Casalnuovo di Napoli (NA)

COORDINATE GEOGRAFICHE: Latitudine: 4529455° N; Longitudine: 444959° E

DATA ESECUZIONE PROVA: 22/03/2014

Falda (m): assente

Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi
0,00	0,00	8,20	5		
0,20	2	8,40	21		
0,40	2	8,60	46		
0,60	2	8,80	60		
0,80	1	9,00	60		
1,00	1				
1,20	1				
1,40	3				
1,60	5				
1,80	2				
2,00	1				
2,20	2				
2,40	2				
2,60	3				
2,80	2				
3,00	1				
3,20	1				
3,40	1				
3,60	1				
3,80	1				
4,00	2				
4,20	2				
4,40	6				
4,60	9				
4,80	8				
5,00	7				
5,20	3				
5,40	3				
5,60	3				
5,80	5				
6,00	3				
6,20	2				
6,40	2				
6,60	5				
6,80	5				
7,00	5				
7,20	7				
7,40	7				
7,60	8				
7,80	6				
8,00	5				



LEGENDA

Prof. = profondità dal piano campagna (m)

num. colpi. = numero di colpi

I.GEO S.a.s.
 di D'ONOFRIO GIUSEPPE & C.
 Via Aldo Moro 2 - PASTORANO (CE)
 Part. Iva E Cod. Fisc. 01956710618



I. Geo. s.a.s.

Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – pali – micropali
 Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202
 E-Mail: igeo2004@virgilio.it – P.Iva : 01956710618
 Attestazione SOA per prove in sito con n. 2579/63/01 dalla SOA Consult S.p.A.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE DPSH

3

COMMITTENTE: *Comune di Casalnuovo*

LOCALITA': *Casalnuovo (NA)*

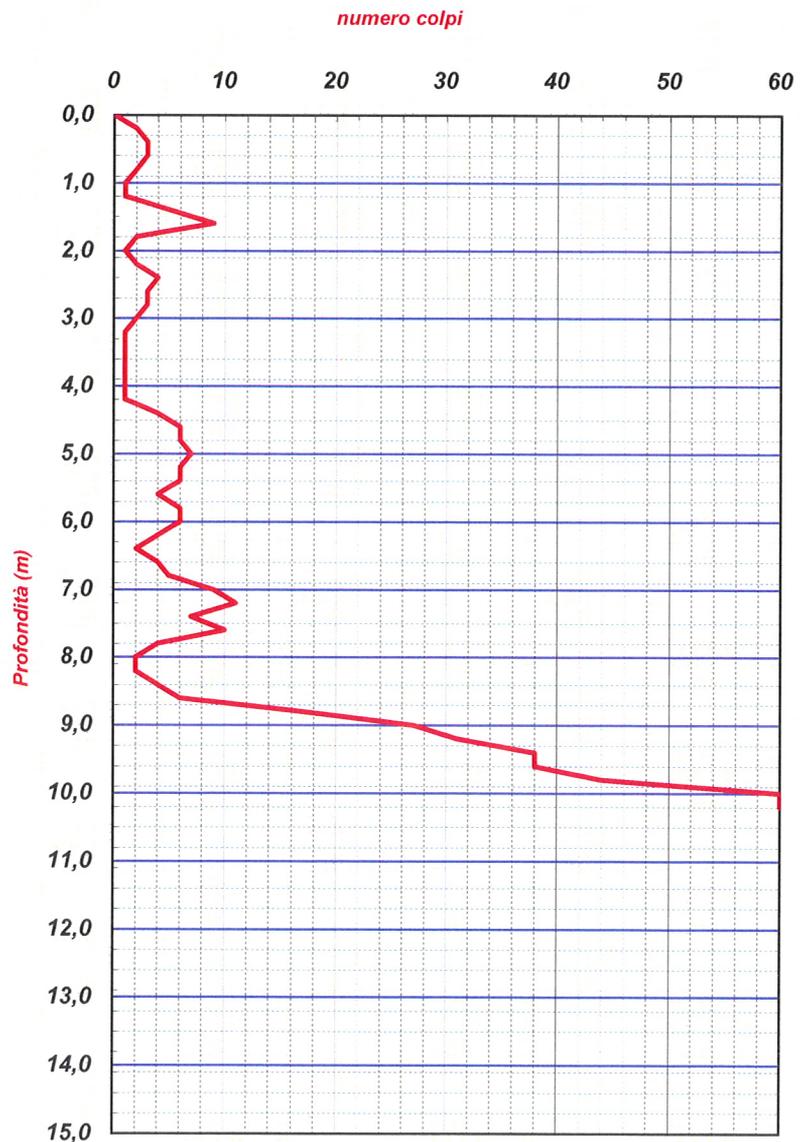
OGGETTO LAVORI: Realizzazione del parcheggio M.u.s.a. (area retrostante parricchia S. Giacomo) - Casalnuovo di Napoli (NA)

COORDINATE GEOGRAFICHE: Latitudine: 4529442° N; Longitudine: 444989° E

DATA ESECUZIONE PROVA: 22/03/2014

Falda (m): assente

Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi
0,00	0,00	8,20	2		
0,20	2	8,40	4		
0,40	3	8,60	6		
0,60	3	8,80	17		
0,80	2	9,00	27		
1,00	1	9,20	31		
1,20	1	9,40	38		
1,40	5	9,60	38		
1,60	9	9,80	44		
1,80	2	10,00	60		
2,00	1	10,20	60		
2,20	2				
2,40	4				
2,60	3				
2,80	3				
3,00	2				
3,20	1				
3,40	1				
3,60	1				
3,80	1				
4,00	1				
4,20	1				
4,40	4				
4,60	6				
4,80	6				
5,00	7				
5,20	6				
5,40	6				
5,60	4				
5,80	6				
6,00	6				
6,20	4				
6,40	2				
6,60	4				
6,80	5				
7,00	9				
7,20	11				
7,40	7				
7,60	10				
7,80	4				
8,00	2				



LEGENDA

Prof. = profondità dal piano campagna (m)

num. colpi. = numero di colpi

I.GEO S.a.s.
 di D'ONOFRIO GIUSEPPE & C.
 Via Aldo Moro 2 - PASTORANO (CE)
 Part.Iva e Cod. Fisc. 01956710618



I. Geo. s.a.s.

Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – pali – micropali
 Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202
 E-Mail: igeo2004@virgilio.it – P.Iva : 01956710618

Attestazione SOA per prove in sito con n. 2579/63/01 dalla SOA Consult S.p.A.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE DPSH

4

COMMITTENTE: Comune di Casalnuovo

LOCALITA': Casalnuovo (NA)

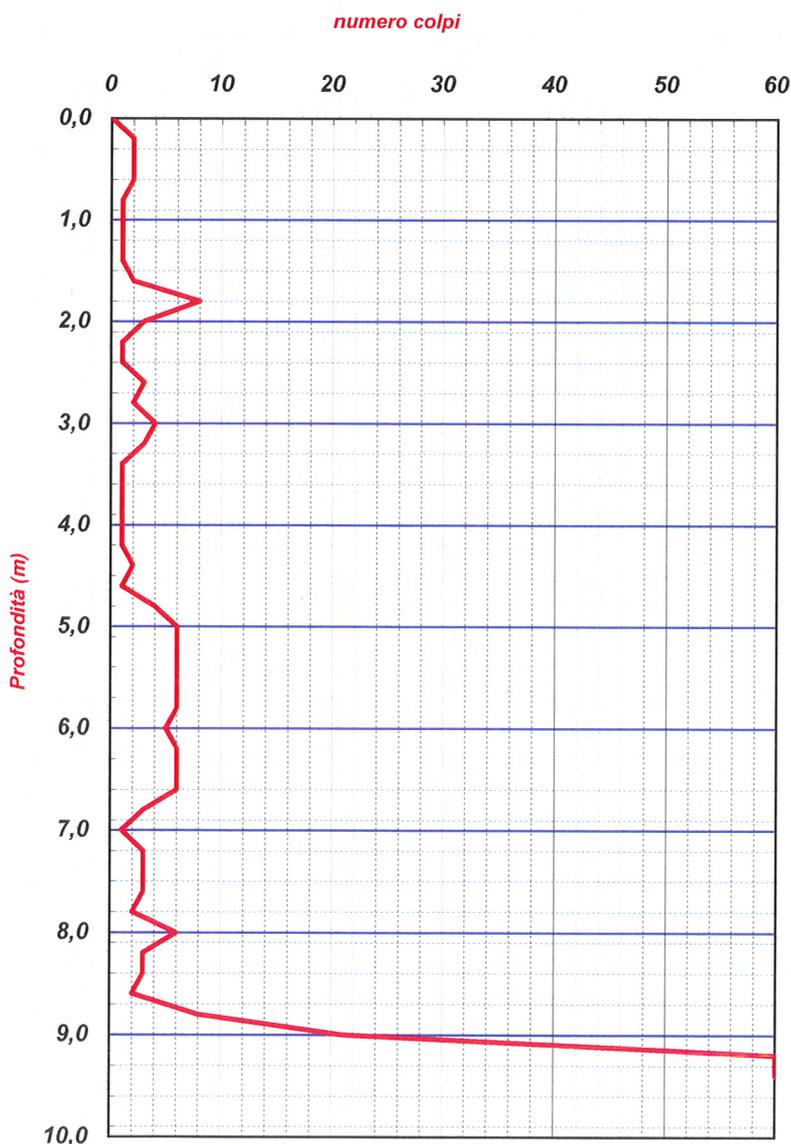
OGGETTO LAVORI: Realizzazione del parcheggio M.u.s.a. (area retrostante parricchia S. Giacomo) - Casalnuovo di Napoli (NA)

COORDINATE GEOGRAFICHE: Latitudine: 4529461° N; Longitudine: 445010° E

DATA ESECUZIONE PROVA: 22/03/2014

Falda (m): assente

Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi
0,00	0,00	8,20	3		
0,20	2	8,40	3		
0,40	2	8,60	2		
0,60	2	8,80	8		
0,80	1	9,00	21		
1,00	1	9,20	60		
1,20	1	9,40	60		
1,40	1				
1,60	2				
1,80	8				
2,00	3				
2,20	1				
2,40	1				
2,60	3				
2,80	2				
3,00	4				
3,20	3				
3,40	1				
3,60	1				
3,80	1				
4,00	1				
4,20	1				
4,40	2				
4,60	1				
4,80	4				
5,00	6				
5,20	6				
5,40	6				
5,60	6				
5,80	6				
6,00	5				
6,20	6				
6,40	6				
6,60	6				
6,80	3				
7,00	1				
7,20	3				
7,40	3				
7,60	3				
7,80	2				
8,00	6				



LEGENDA

Prof. = profondità dal piano campagna (m)

num. colpi. = numero di colpi

I.GEO S.a.s.
 di D'ONOFRIO GIUSEPPE & C.
 Via Aldo Moro, 2 - PASTORANO (CE)
 Part. Iva E Cod. Fisc. 01956710618



I. Geo. s.a.s.

Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – pali – micropali
 Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202
 E-Mail: igeo2004@virgilio.it – P.Iva : 01956710618

Attestazione SOA per prove in sito con n. 2579/63/01 dalla SOA Consult S.p.A.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE DPSH

5

COMMITTENTE: Comune di Casalnuovo

LOCALITA': Casalnuovo (NA)

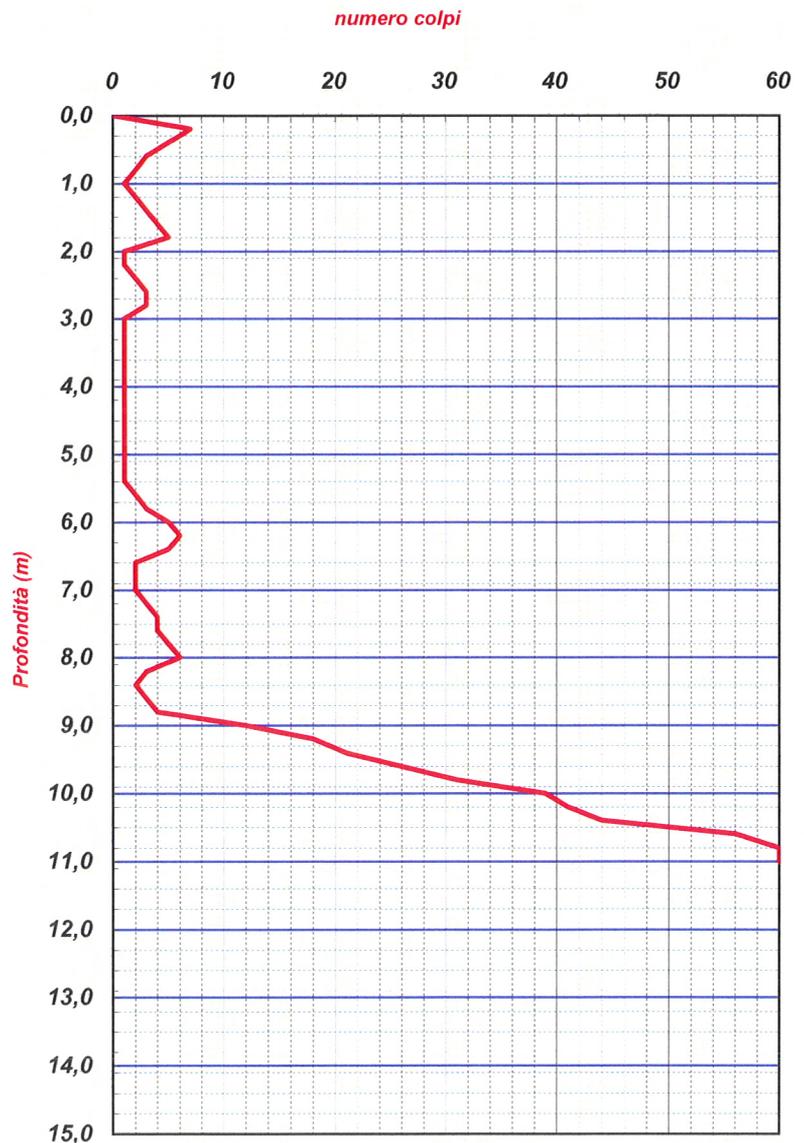
OGGETTO LAVORI: Realizzazione del parcheggio M.u.s.a. (area retrostante parricchia S. Giacomo) - Casalnuovo di Napoli (NA)

COORDINATE GEOGRAFICHE: Latitudine: 4529431° N; Longitudine: 445025° E

DATA ESECUZIONE PROVA: 22/03/2014

Falda (m): assente

Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi
0,00	0,00	8,20	3		
0,20	7	8,40	2		
0,40	5	8,60	3		
0,60	3	8,80	4		
0,80	2	9,00	12		
1,00	1	9,20	18		
1,20	2	9,40	21		
1,40	3	9,60	26		
1,60	4	9,80	31		
1,80	5	10,00	39		
2,00	1	10,20	41		
2,20	1	10,40	44		
2,40	2	10,60	56		
2,60	3	10,80	60		
2,80	3	11,00	60		
3,00	1				
3,20	1				
3,40	1				
3,60	1				
3,80	1				
4,00	1				
4,20	1				
4,40	1				
4,60	1				
4,80	1				
5,00	1				
5,20	1				
5,40	1				
5,60	2				
5,80	3				
6,00	5				
6,20	6				
6,40	5				
6,60	2				
6,80	2				
7,00	2				
7,20	3				
7,40	4				
7,60	4				
7,80	5				
8,00	6				



LEGENDA

Prof. = profondità dal piano campagna (m)

num. colpi. = numero di colpi

I.GEO S.a.s.
 di D'ONOFRIO GIUSEPPE & C.
 Via Aldo Moro, 2 - PASTORANO (CE)
 Part.Iva E Cod. Fisc. 01956710618



I. Geo. s.a.s.

Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – pali – micropali
 Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202
 E-Mail: igeo2004@virgilio.it – P.Iva : 01956710618

Attestazione SOA per prove in sito con n. 2579/63/01 dalla SOA Consult S.p.A.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE DPSH

6

COMMITTENTE: Comune di Casalnuovo

LOCALITA': Casalnuovo (NA)

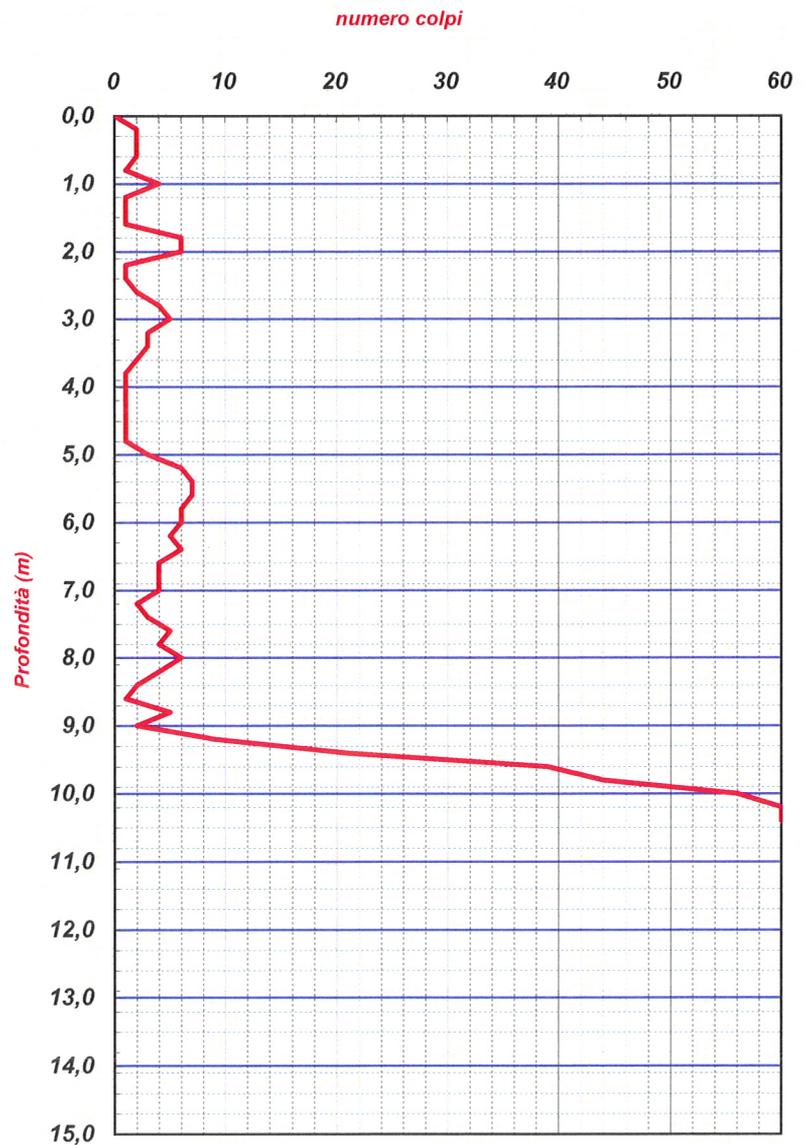
OGGETTO LAVORI: Realizzazione del parcheggio M.u.s.a. (area retrostante parricchia S. Giacomo) - Casalnuovo di Napoli (NA)

COORDINATE GEOGRAFICHE: Latitudine: 4529455° N; Longitudine: 445039° E

DATA ESECUZIONE PROVA: 22/03/2014

Falda (m): assente

Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi
0,00	0,00	8,20	4		
0,20	2	8,40	2		
0,40	2	8,60	1		
0,60	2	8,80	5		
0,80	1	9,00	2		
1,00	4	9,20	9		
1,20	1	9,40	21		
1,40	1	9,60	39		
1,60	1	9,80	44		
1,80	6	10,00	56		
2,00	6	10,20	60		
2,20	1	10,40	60		
2,40	1				
2,60	2				
2,80	4				
3,00	5				
3,20	3				
3,40	3				
3,60	2				
3,80	1				
4,00	1				
4,20	1				
4,40	1				
4,60	1				
4,80	1				
5,00	3				
5,20	6				
5,40	7				
5,60	7				
5,80	6				
6,00	6				
6,20	5				
6,40	6				
6,60	4				
6,80	4				
7,00	4				
7,20	2				
7,40	3				
7,60	5				
7,80	4				
8,00	6				



LEGENDA

Prof. = profondità dal piano campagna (m)

num. colpi. = numero di colpi

I.GEO S.a.s.
 di D'ONOFRIO GIUSEPPE & C.
 Via Aldo Moro, 2 - PASTORANO (CE)
 Part.Iva E Cod. Fisc. 01956710618