



FINANZIAMENTO POR CAMPANIA FESR 2007-2013

COMUNE DI NAPOLI

GRANDE PROGETTO RIQUALIFICAZIONE URBANA, AREA PORTUALE DI NAPOLI EST



RIFUNZIONALIZZAZIONE DEL SISTEMA FOGNARIO DI SAN GIOVANNI-VOLLA. IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO "RONDINELLA"

"INTERVENTO PER IL RISANAMENTO IGIENICO SANITARIO DEL LITORALE DI SAN GIOVANNI A TEDUCCIO CON LA RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE DEL COLLETTORE DI VOLLA E PARTE DI RETE ADDUTTRICE- II LOTTO "

Progettista:

Ing. Fabio Mastellone di Castelvetero

Responsabile del Procedimento

Arch. Giuseppe Pulli

PROGETTO ESECUTIVO

ELABORATO:

Relazione Geologica

ALLEGATO:

C

SCALA:

-

DATA:

19 DICEMBRE 2013

REDAZIONE:

Geol. Marco MANCUSO

VERIFICA:

APPROVAZIONE:

EMESSO PER:

REV.:

-

Chiudi

Stampa



ARTIGIANSOA

GRUPPO BNP PARIBAS

Sede Legale: Via Crescenzo del Monte, 25 - 00153 Roma

Codice identificativo : 06214101005 (Autorizzazione n.43 del 15/02/2001)

ATTESTAZIONE DI QUALIFICAZIONE ALLA ESECUZIONE DI LAVORI PUBBLICI RILASCIATA AI SENSI DEL DPR 207/2010

Rilasciato alla
impresa:

GEOTEC S.R.L.

con sede in:

NAPOLI

CAP: 80125

Provincia : NA

Indirizzo:

VIA CONSALVO, 169 - ISOLATO 8

Iscritta alla

NAPOLI

al n.: 07910800635

C. F.: 07910800635

P. IVA: 07910800635

CCIAA di:

Rappresentanti legali:

Titolo nome e cognome	Codice Fiscale	Titolo nome e cognome	Codice Fiscale
Dott. Marco Mancuso	MNCMRC72A12F839C		

Direttori Tecnici:

Titolo nome e cognome	Codice Fiscale	Titolo nome e cognome	Codice Fiscale
Dott. Marco Mancuso	MNCMRC72A12F839C		

Categorie e classifiche di qualificazione:

Cat.	Class.	C.F. direttore tecnico cui è connessa la qualificazione	Cat.	Class.	C.F. direttore tecnico cui è connessa la qualificazione	Cat.	Class.	C.F. direttore tecnico cui è connessa la qualificazione
OS20-B	II							
OS21	I							

Attestazione n.: 7636/43/01

(N.ro progr./Codice SOA - Sostituisce
) l'attestazione n.:(N.ro progr./Codice
SOA)

Date	rilascio attestazione originaria	19/04/2013	scadenza validità triennale	18/04/2016	scadenza intermedia (cons. stab.)	
	rilascio attestazione in corso	19/04/2013	effettuazione verifica triennale		scadenza validità quinquennale	18/04/2018

Copia del documento autenticato con firma digitale e archiviato nella banca dati della Autorità per la vigilanza sui lavori pubblici

Il legale rappresentante
Giovanni Di Leva

timbro SOA

Il direttore tecnico
Paolo Trombetta

QUALITY CERTIFICATION BUREAU ITALIA

Certificato di conformità alla
norma ISO 9001:2008 n. Q-0732-13

Rilasciato a

GEOTEC S.R.L.

codice fiscale: 07910800635

Sede Legale: Via Consalvo, 169 Is. 8 - 80125 - Napoli (NA) ITALIA

per l'implementazione del Sistema di Gestione per la Qualità nel sito di:
Via Consalvo, 169 Is. 8 - 80125 Napoli (NA) Italia

Settore: 35 & 28a

Sistema di gestione per la qualità conforme alla norma ISO 9001:2008 e valutato secondo le prescrizioni del Regolamento Tecnico ACCREDIA RT-05.

La presente certificazione si intende riferita agli aspetti gestionali dell'impresa nel suo complesso ed è utilizzabile ai fini della qualificazione delle imprese di costruzione ai sensi dell'articolo 40 della legge 163 del 12 aprile 2006 e successive modificazioni e del DPR. n. 207 del 5 ottobre 2010.

Scopo: Erogazione di servizi e consulenze tecniche relative a prove strutturali in sito, controlli strutturali, rilievi topografici e monitoraggi geotecnici, ambientali e strutturali, sondaggi e indagini geognostiche.

I dettagli relativi ad eventuali esclusioni di requisiti della norma ISO 9001:2008 possono essere ottenuti consultando il Manuale Qualità dell'organizzazione certificata. La validità del presente certificato è subordinata a sorveglianza periodica (semestrale/annuale) e al riesame completo del sistema di gestione aziendale con periodicità triennale.

Per informazioni puntuali ed aggiornate circa eventuali variazioni intervenute nella validità del presente certificato, si prega di consultare il sito web di Q.C.B. Italia all'indirizzo www.qcb.it.

Data prima emissione: 21/10/2013

Data ultima emissione: 21/10/2013

Data obbligata del rinnovo: 04/04/2016



SGQ N° 084 A
SGA N° 031 D

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF e ILAC
Mutual Recognition Agreements



Socio fondatore UNOA
Founder member of UNOA

Quality Certification Bureau Italia S.r.l. – Via Fermi 23, 35136 Padova - Italy
ph. 049 8725897 – Fax 1786076741 e-mail: info@qcb.it - web: www.qcb.it

Form 964_ITA 9_certificato di conformità QMS

SOMMARIO

Normativa di riferimento	pag. 2
1. PREMESSA	pag. 3
2. CARATTERI GEOLOGICO-STRUTTURALI E GEOMORFOLOGICI	pag. 5
2.1 Morfologia e quadro geologico-strutturale – la depressione del Volla	pag. 6
2.2 Breve richiamo alla storia geologica – il vulcanismo flegreo-vesuviano.....	pag. 8
2.3 Caratteri geologici dell'area di riferimento	pag. 9
2.4 Inquadramento idrogeologico	pag. 10
3. PREVISIONI PROGETTUALI E MODELLO GEOLOGICO	pag. 12
3.1 Analisi dei risultati delle indagini – sondaggio stratigrafico	pag. 12
3.2 Analisi dei risultati delle indagini – prove in foro S.P.T.	pag. 13
3.3 Modello geologico di sintesi	pag. 15
4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	pag. 17
4.1 Sismicità del sito e azioni sismiche	pag. 17
4.2 Analisi dei risultati della prova sismica "MASW"	pag. 21
5. CONCLUSIONI E INDICAZIONI PROGETTUALI	pag. 24

ALLEGATO A: Stralci cartografici di riferimento e ubicazione dell'intervento

Tav. 1 - Carta Geologica (stralcio Carta Geologica d'Italia 1: 100.000 – F° 183-184)

Tav. 2 – Inquadramento territoriale in scala 1: 10.000, con l'area in studio.

Tav. 3 – Carta del rischio e della pericolosità idraulica (stralcio del P.A.I. Autorità di Bacino)

Tav. 4 - Ubicazione delle indagini geognostiche

ALLEGATO B: Stratigrafia di sondaggio (Modello geologico)

ALLEGATO C: Prove in foro S.P.T.

ALLEGATO D: Prova sismica "M.A.S.W."

Normativa di riferimento

L.R. n° 9 del 07/01/1983 (normativa regionale progettazione aree sismiche)

D.P.R. 380 del 6/06/2001 (testo unico edilizia)

D.G.R. 5447 del 07/11/2002 (classificazione sismica Regione Campania)

Ordinanza del P.C.M. 3274 del 20/03/2003 (primi elementi di progettazione sismica)

D. Lgs 163 del 12/04/2006 (codice dei contratti)

Allegato al voto del C.S.L.P. n° 36 del 27/07/2007 (pericolosità sismica)

Decreto Ministeriale 14/01/2008 (N.T.C. 2008)

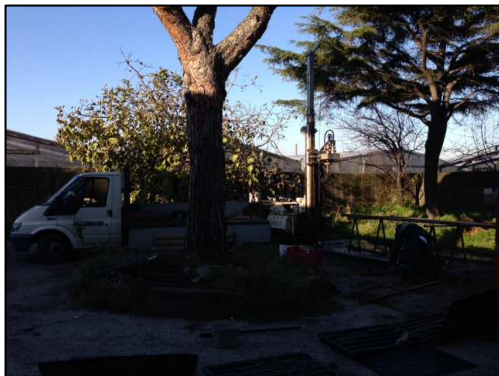
Circolare del Consiglio Superiore Lavori Pubblici (C.S.L.P.) del 2/02/2009 (Istruzioni)

D.P.R. n° 207 del 05/10/2010 (regolamento di attuazione codice contratti)

Delibera del Comitato Istituzionale n. 384 del 29/11/2010 (P.A.I.) dell'A.d.B. Nord-Occidentale

1. PREMESSA

Con Determina n° 03 del 26/07/2013 l'Area Tecnica della Vice-Direzione Generale del Comune di Napoli affidava alla scrivente GEOTEC S.r.l., a seguito di gara informale ai sensi dell'art. 125 del D. Lgs. 163/2006, l'esecuzione delle Indagini geognostiche con relativa Relazione Geologica finalizzate alla progettazione esecutiva dei lavori di "Rifunionalizzazione del sistema fognario di San Giovanni / Volla" – Impianto di sollevamento "Rondinella", previsti nell'ambito delle opere di Risanamento igienico-sanitario del litorale di San Giovanni a Teduccio con riqualificazione funzionale del collettore di Volla e parte della rete adduttrice – Il LOTTO del Grande Progetto di Napoli Est.



Trattasi quest'ultimo di un'insieme integrato di lavori, tra cui è prevista la rifunionalizzazione del sistema di raccolta delle acque di piattaforma e degli impianti fognari delle aree di intervento.

A tale scopo, è stato definito dal progettista incaricato, ing. Fabio Mastellone di Castelvetro, un piano di indagini geognostiche specifico per l'adeguamento del progetto di recupero dell'impianto di sollevamento denominato "Rondinella" alle normative vigenti.

Il presente studio geologico viene pertanto finalizzato in ultima analisi alla verifica di compatibilità delle opere previste mediante l'identificazione delle formazioni e dei tipi litologici presenti nel sottosuolo del sito di interesse, la definizione della struttura e dei caratteri fisici del medesimo, la ricostruzione del modello geologico di riferimento, e del conseguente livello di pericolosità geologica delle opere a farsi (*cfr. Studio di pericolosità geologica di cui al § 6.2.1 del D.M. 14/01/2008*).

In tale prospettiva, il lavoro è stato coordinato nei seguenti momenti operativi:

fase 1) **Ricerca bibliografica**, ed analisi di dati cartografici e non pregressi, desunti da fonti ritenute attendibili (Carta Geologica d'Italia in scala 1: 100.000, Cartografia Geologica della locale Autorità di Bacino Nord Occidentale, pubblicazioni di letteratura scientifica, cartografia geologica regionale, ecc.), volta tra l'altro ad inquadrare le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche del sito nel più ampio contesto geologico di riferimento;

GEOTEC S.r.l. – Servizi di Ingegneria & Territorio

NAPOLI: via Consalvo 169 is. 8 - 80125 / Telefax +39 081 19363750

ROMA: via Monza, 32 – 00182 / Tel. +39 06 99291410 / fax: +39 06 62201346

www.geo-tec.it

- fase 2)* **Rilevamento sul campo e/o analisi dello stato dei luoghi**, effettuata per individuare eventuali problematiche di ordine morfologico che potessero interferire negativamente con i manufatti esistenti;
- fase 3)* **Analisi dei risultati delle indagini geognostiche** comprese nell'affidamento, previste dal progettista per l'area di interesse, e consistenti in n° 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo con annesse tre prove in foro SPT, per la ricostruzione di dettaglio dei caratteri litologici e idrogeologici del sottosuolo (MODELLO GEOLOGICO), nonché delle principali caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi ivi affioranti;
- fase 4)* **Verifica della sismicità dell'area e delle risposta sismica locale**, mediante l'analisi dei risultati di una prova sismica condotta con tecnica "MASW";
- fase 5)* **Stesura del presente elaborato**, al quale si uniscono i seguenti allegati:

Allegato A: Stralci cartografici di riferimento e ubicazione dell'intervento

Tav. 1 - Carta Geologica (stralcio Carta Geologica d'Italia 1: 100.000 – F° 183-184)

Tav. 2 - Inquadramento territoriale in scala 1: 10.000, con l'area in studio.

Tav. 3 - Carta del rischio e della pericolosità idraulica (stralcio P.A.I. Autorità di bacino)

Tav. 4: - Ubicazione delle indagini geognostiche

Allegato B: Stratigrafia di sondaggio (Modello geologico)

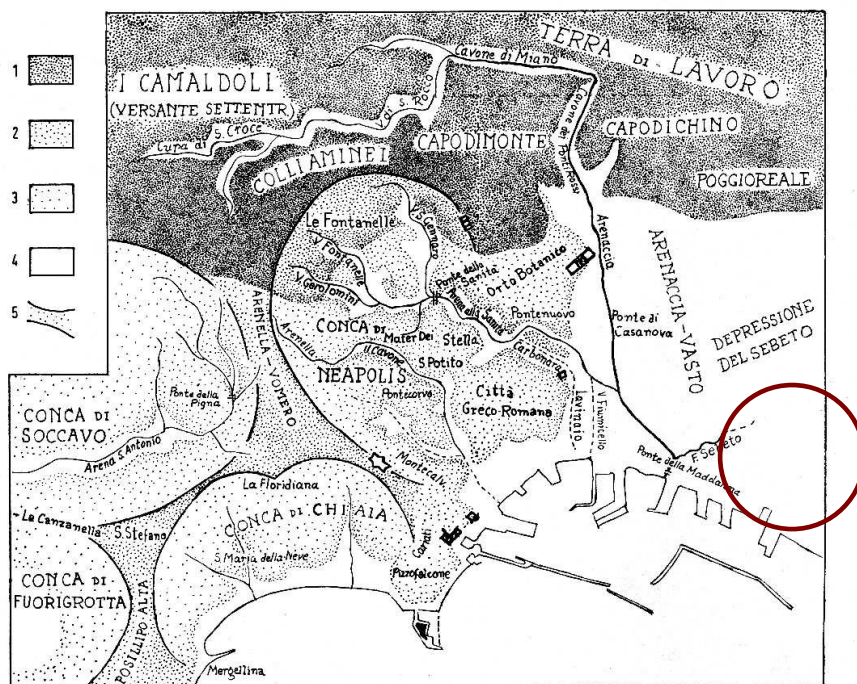
Allegato C: Prove in foro S.P.T.

Allegato D: Prova sismica "M.A.S.W."

2. CARATTERI GEOLOGICO-STRUTTURALI E GEOMORFOLOGICI

Gli interventi in progetto sono ubicati nell'area orientale di Napoli, nello specifico lungo il litorale di San Giovanni a Teduccio (tavv. 2 e 3, allegato A).

Tale area ricade dal punto di vista cartografico nel foglio n° 183-4 ("Napoli-Isola d'Ischia") della Carta Geologica d'Italia in scala 1: 100.000 e al foglio n° 184, tavoletta I S.W. ("Napoli"), della topografia ufficiale italiana in scala 1: 25.000 (tavv. 1 e 2, in allegato A).



- 1 - Versante settentrionale dei Camaldoli - Terra di Lavoro.
- 2 - Sovrapposizione tra (1) e (3).
- 3 - Conche.
- 4 - Terreni rimaneggiati e alluvioni.
- 5 - Limiti delle conche e zone interposte.

Fig. 1 – Morfologia dell'area urbana di Napoli, con l'area in esame (da Scherillo & alii, 1967).

Dal punto di vista morfologico, essa si inserisce nell'ambito di un contesto attualmente molto urbanizzato, originariamente di piana alluvionale, posto non lontano dalle zone di recapito della cosiddetta "depressione del Sebeto¹", detta anche del Volla, la piana sita nell'area orientale di Napoli e compresa tra la "Conca di Neapolis" a Ovest, i rilievi delle colline orientali della città a Nord (Poggioreale, Capodichino), il Somma-Vesuvio a Est ed il mare a Sud (fig. 1).

2.1 Morfologia e quadro geologico-strutturale - La depressione di Volla

La piana del Volla rappresenta una striscia di pianura lunga circa 8 Km che da Lufrano conduce fino al mare; è delimitata ad est dal Vesuvio e ad ovest dalle colline orientali di Napoli.

Dal punto di vista geologico, l'importanza della piana è legata non solo al suo significato di basso morfologico e, quindi, di contenitore di formazioni vulcaniche e sedimentarie, ma anche principalmente alla sua origine strutturale. Infatti, essa si può definire una depressione di limitate dimensioni impostata su lineamenti tettonici trasversali rispetto all'Appennino (vedi figura in basso); i limiti tettonici trasversali, mascherati dalle coperture vulcaniche e, in parte, sedimentarie più recenti, sono collegati direttamente all'evoluzione vulcano-tettonica dell'area degli ultimi 30-35.000 anni.

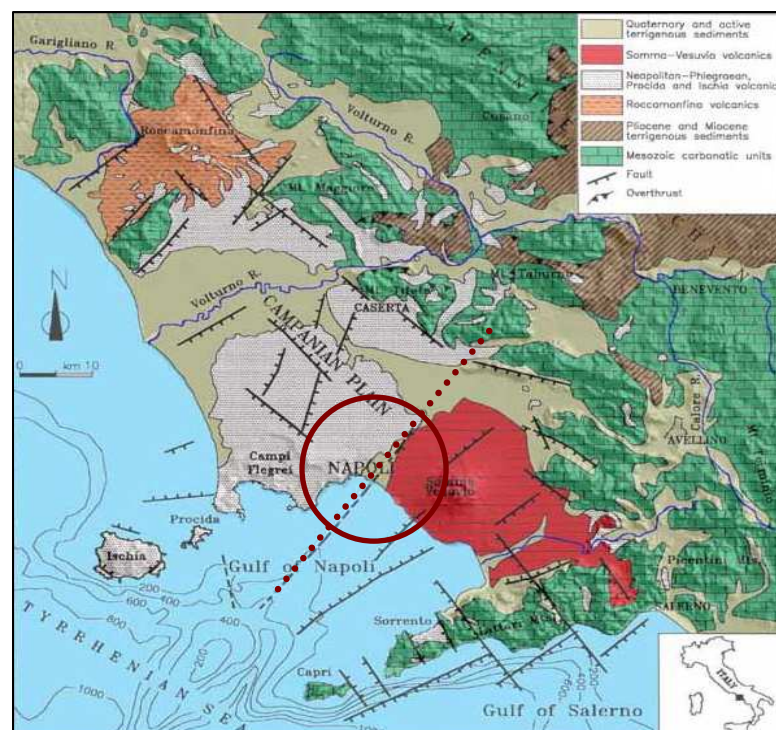


Fig. 2 – Schema strutturale della regione vulcanica napoletana, con l'area in esame (da Orsi et alii, 1996).

¹ I toponimi sono ripresi da "Scherillo & Franco, 1967".

Sebeto è il nome del fiume che la solcava e di cui si parla sin dai tempi dei Romani. E' difficile ricostruirne il corso originario: sicura è la sua origine dalle sorgenti della Bolla (Volla), che alimentavano le condotte ed i pozzi della città di Napoli. Venne regimato ed incanalato ai tempi dei Borboni per evitare gli impaludamenti che si avevano, ad esempio, nella zona di Volla. Gradatamente scomparve, sia per il graduale interrimento di quest'area, sia per la mancata alimentazione delle sorgenti, dalle quali in tempi recenti veniva ancora integralmente captata l'acqua per rifornire Napoli.

Il Sebeto ha senza dubbio contribuito nel tempo alla deposizione di grossi spessori (da 20 m a 40 m) di materiale piroclastico rimaneggiato, a cui si intercalano paleosuoli e depositi torbosi. La deposizione delle torbe è stata continua nel tempo e ha interessato quasi tutta la piana del Volla. Lungo la costa, cioè nell'area di interesse progettuale, la formazione dei depositi torbosi sarebbe stata favorita dalla probabile presenza di sbarramenti costieri (dune).

Studi dei primi anni '90 (Bellucci, 1993), basati sulla datazione dei diversi livelli di torba nell'area orientale di Napoli, indicano che la depressione del Volla è stata interessata sia da fenomeni di subsidenza, e quindi da notevoli accumuli di depositi piroclastici rimaneggiati, che da fenomeni di sollevamento, con la conseguente formazione di ambienti deposizionali da marini a tipicamente transizionali (paludi costiere), con una locale e copiosa falda acquifera sempre molto prossima alla superficie topografica esterna (cfr. § 2.4).

Anche l'area orientale di Napoli, come il resto del territorio cittadino, è stata fortemente modificata nei suoi caratteri morfologici dall'intensa urbanizzazione degli ultimi secoli.

Effetto della antropizzazione dei luoghi è stata, ad esempio, l'obliterazione del reticolo idrografico e dello stesso "Sebeto", tombato ed inglobato nell'attuale rete fognaria cittadina.

2.2 Breve richiamo alla storia geologica – Le attività vulcaniche flegreo-vesuviane

L'insieme delle attuali caratteristiche topografiche e morfologiche dell'area urbana di Napoli, e della specifica zona di interesse ai fini del presente studio, sono il riflesso della complessità del suo sottosuolo, caratterizzato da una spiccata variabilità stratigrafica, nonché delle proprietà geologico-tecniche dei vari litotipi che lo costituiscono; variabilità a sua volta dovuta all'azione, sia delle forze endogene (attività vulcanica vesuviano-flegrea), sia di quelle esogene (agenti meteorici), sviluppatasi negli ultimi 35.000 anni circa.

Al di sopra del Tufo Giallo si rileva nell'area orientale di Napoli una successione di piroclastiti sciolte, costituite da pomici in matrice cineritica, intervallate da strati sabbiosi di ambiente litorale, legate alla deposizione dei prodotti delle eruzioni più recenti del Somma Vesuvio e, in minor misura, dei Campi Flegrei, o piroclastiti con scarsa coesione (tufi vesuviani semi-coerenti).

Lungo la fascia costiera, i prodotti piroclastici recenti di copertura del tufo risultano rimaneggiati in ambiente alluvionale, o si intercalano a sabbie e limi di ambiente deposizionale marino, a cui risultano a loro volta sovrapposti sensibili accumuli di detrito antropico; al di sotto del tufo si rileva ancora la presenza di sabbie marine (spessore dell'ordine di qualche metro), nonché di tufi antichi vesuviani.

Un quadro stratigrafico sintetico dell'area di riferimento si può ricondurre al seguente schema:

- 1. coperture di materiali di riporto antropico, eterogenei, e depositi rimaneggiati, costituiti da pezzame litico di varia natura, in matrice sabbiosa di origine piroclastica il più delle volte prevalente;*
- 2. ceneri e cineriti delle eruzioni vesuviane del 79 d.C. e di "Avellino" (spessore di circa 5-10 m), in eteropia di facies ad alluvioni recenti limo-sabbiose;*
- 3. "tufo vesuviano" sia in facies grigia, semilitoide, che gialla, litoide, per uno spessore totale variabile tra 25 e 40 m;*
- 4. sabbie e limi sabbiosi marini (spessore 5-10 m);*
- 5. modesti spessori della formazione del "Tufo Giallo Napoletano" (T.G.N.), in facies grigia, incoerente;*
- 6. tufi antichi vesuviani (spessore imprecisato).*

2.4 Inquadramento idrogeologico

Riguardo agli aspetti idrogeologici, i numerosi studi effettuati nell'area urbana orientale di Napoli indicano che, a monte della fascia costiera, le piroclastiti rimaneggiate in ambienti umidi costituenti il sottosuolo sono caratterizzate da una conducibilità idraulica "k" alquanto variabile, come sovente accade negli acquiferi piroclastico-alluvionali, funzione

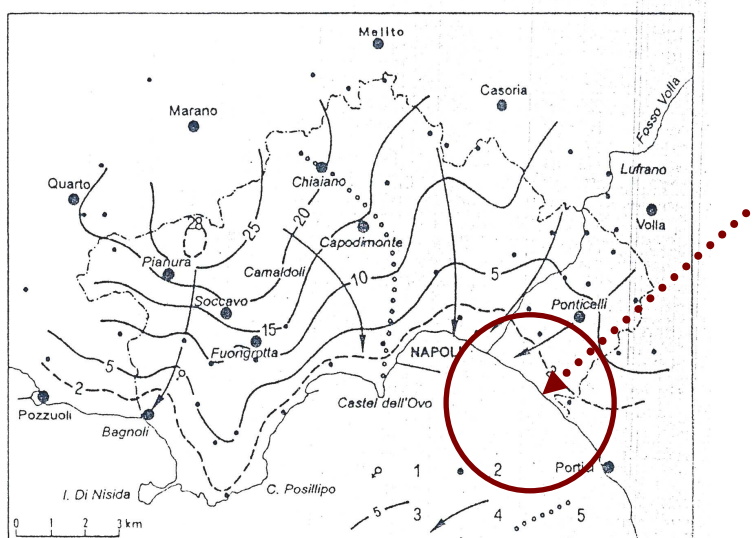
della granulometria dei terreni e del loro grado di addensamento; essa si attesta in genere su valori modesti nei limi e nelle cineriti medio-fini, mentre diviene elevata nelle sabbie marine e nelle ceneri grossolane.

Nella piana del Volla lo schema di circolazione idrica sotterranea si sviluppa per falde sovrapposte, ma interagenti tra loro a causa delle numerose soluzioni di continuità presenti nei livelli meno permeabili e dei flussi verticali di "drenanza"; il primo orizzonte acquifero, di interesse ai fini del presente lavoro, contiene come detto una falda freatica molto superficiale permeante le sabbie e i limi litorali sovrapposti ai depositi vulcanici più profondi (cfr. § 2.3).

Lungo le zone di recapito, la prevalenza di termini sabbiosi favorisce una copiosa circolazione idrica sotterranea, che risulta molto prossima alla superficie del terreno, in funzione dei caratteri geologici e morfologici già descritti ai paragrafi precedenti, tanto da generare frequenti fenomeni di emergenza e di ristagno delle acque nelle parti topograficamente più ribassate e depresse (via Gianturco); ciò soprattutto in concomitanza con eventi piovosi intensi e protratti nel tempo.

La costruzione di imponenti manufatti e di strutture, anche recenti, di notevole impatto col sottosuolo, con la realizzazione di fondazioni profonde e palificate di contenimento, ha sicuramente indotto una modificazione delle condizioni naturali di deflusso della falda lungo il perimetro dell'area portuale, tanto che si segnalano da tempo frequenti fenomeni di rigurgito con risalita di acque sotterranee negli scantinati di vecchi edifici limitrofi alle aree oggetto di intervento che mai in passato avevano manifestato tali problemi e con l'attuale frequenza.

A ciò si aggiunga il recente innalzamento, dell'ordine di alcuni metri, dei livelli di falda dell'area urbana e soprattutto orientale di Napoli, che secondo studi di dettaglio tuttora in corso sarebbe legato all'interruzione degli emungimenti nelle aree industriali dismesse e del campo pozzi di Lufrano.



COMMITTENTE: COMUNE DI NAPOLI – Servizio Ciclo Integrato delle Acque	11
OGGETTO: "Risanamento igienico-sanitario del litorale di San Giovanni a Teduccio con riqualificazione funzionale del collettore di Volla e parte della rete adduttrice – II LOTTO	
PROGETTO: Rifunionalizzazione dell'impianto di sollevamento "Rondinella", in via L. Volpicella - RELAZIONE GEOLOGICA	

Nelle zone di recapito della piana di Volla - San Giovanni i livelli idrici si rilevano tra 2,0 e 3,5 metri s.l.m., con deflussi orientati in direzione NE-SW (**F. Celico, L. Esposito & M. Mancuso, 2001.** *“Complessità idrodinamica e idrochimica dell'area urbana di Napoli: scenari interpretativi”*).

3. PREVISIONI PROGETTUALI E MODELLO GEOLOGICO

Come anticipato nelle premesse, il progetto in questione prevede la rifunionalizzazione del sistema di raccolta delle acque di piattaforma e degli impianti fognari al servizio di una vasta area sita tra i quartieri di San Giovanni a Teduccio e Barra.

In particolare, nell'ambito dell'esistente stazione di sollevamento "Rondinella" si prevedono nuove opere in cemento armato, necessarie per il funzionamento idraulico della stazione; tali opere consistono nella realizzazione di una cameretta in cemento armato posta ad una profondità di circa 3,00 m dal piano campagna ed avente dimensioni di circa 3,0x3,0 metri, ed un'altezza di 2,4 m circa.

Riguardo alle caratteristiche tecniche specifiche ed alle modalità esecutive, sia delle strutture portanti, che di quelle architettoniche, si rimanda ad ogni modo agli elaborati progettuali.

Al fine di definire lo specifico assetto stratigrafico e i principali aspetti di pericolosità geologica del sito, sono state prese in esame cartografie tematiche ed i risultati delle indagini geognostiche eseguite nell'ambito dell'area di sedime dell'impianto.

Le indagini sono state realizzate dalla scrivente GEOTEC S.r.l., che ha curato l'editing dei dati riportati negli allegati.

3.1 Analisi dei risultati delle indagini geognostiche – Sondaggio stratigrafico

Ciò premesso, le indagini geognostiche e geofisiche eseguite hanno consentito di definire in dettaglio la sequenza litostratigrafica che affiora nel sito (cfr. allegato B – MODELLO GEOLOGICO).

Esse hanno confermato la grande variabilità, dal punto di vista dei litotipi presenti nel sottosuolo, che contraddistingue l'intera piana del Volla.

In sintesi, il sondaggio a carotaggio continuo ha restituito una successione, rappresentata entro i primi 30 metri di profondità da litotipi sia incoerenti, che litoidi, questi ultimi intercettati a 13,70 metri dal p.c. (quota del piano di campagna, posta a +6,9 metri s.l.m.).

In dettaglio, sono stati rinvenuti inizialmente due livelli di origine alluvionale a granulometria sabbioso-limosa, separati da uno strato di paleosuolo, a cui sono seguiti più orizzonti cineritici di origine pertanto piroclastica, da



GEOTEC S.r.l. – Servizi di Ingegneria & Territorio

NAPOLI: via Consalvo 169 is. 8 - 80125 / Telefax +39 081 19363750

ROMA: via Monza, 32 – 00182 / Tel. +39 06 99291410 / fax: +39 06 62201346

www.geo-tec.it

limo-sabbiosi a sabbioso-limosi, contenenti il più delle volte abbondanti pomici e litici, talora concentrati in livelli (da -8,4 a -9,50 metri dal p.c.).

I depositi alluvionali si presentavano alle osservazioni di campagna con variazioni granulometriche interne talora frequenti, in funzione del paleoambiente de posizionale, delle variazioni di energia al momento della deposizione e del livello medio del mare degli ultimi 10.000 anni, connesse come riferito in precedenza anche a fenomeni di subsidenza e innalzamento che hanno interessato la piana del Volla.

La successione di origine piroclastica prosegue, alla suddetta quota di circa -14,0 metri, con termini da semi-litoidi a francamente litoidi, rappresentati da un tufo molto tenero a tessitura fine, in facies prima giallastra, poi grigiastra, con incluse numerose scorie laviche.

I materiali tufacei sono stati intercettati fino alla massima profondità raggiunta dal sondaggio, e sono di origine vesuviana (tufo vesuviano *auct.*).

Nel corso del sondaggio la falda idrica è stata rinvenuta a -5,50 metri dal p.c..

Per quanto concerne la descrizione di dettaglio dei litotipi rinvenuti nel sondaggio, si rimanda alla scheda stratigrafica allegata.

3.2 Analisi dei risultati delle indagini geognostiche – Prove in foro S.P.T.

Le prove S.P.T. sono state effettuate nei livelli vulcano-clastici e/o alluvionali incoerenti presenti a tetto del tufo vesuviano *auct.*.

Nel complesso sono state eseguite n° 3 prove in foro (cfr. tab. 1), come da programma, utilizzando il campionatore standard di tipo "Raymond" (a punta aperta), in funzione della natura prevalentemente limo-sabbiosa dei terreni indagati.

Prova S.P.T.	Profondità (m dal p.c.)	Nspt
S1SPT1	5.00-5.45	4-4-6/Nspt 10
S1SPT2	10.00-10.45	8-15-21 / Nspt 36
S1SPT3	15.00-15.30	18-Rif. (15 cm) / RIF

Tab. 1 – Profondità di esecuzione e risultati delle prove penetrometriche dinamiche SPT.

I dati ricavati dalle prove, cioè il numero dei colpi necessario alla massa battente per

una penetrazione della punta di 30 cm (Nspt), sono stati diagrammati in funzione della profondità in fig. 3. I risultati completi sono riportati nella scheda stratigrafica, oltre che in maniera più organica nello specifico report in allegato C.

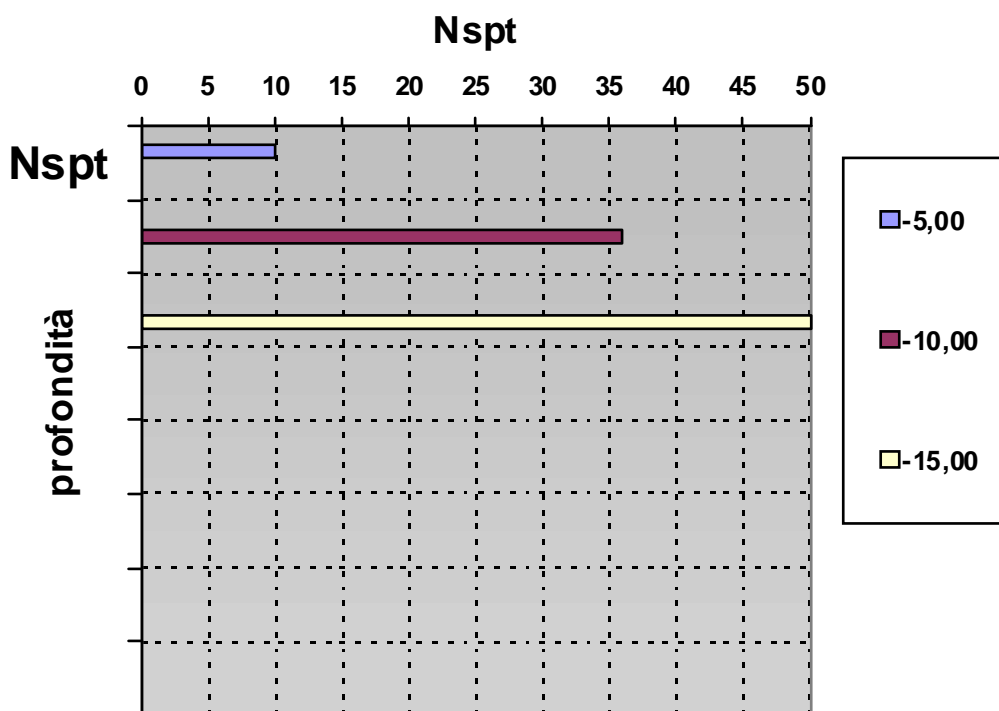


Fig. 3 – Grafico di restituzione delle prove penetrometriche discontinue S.P.T..

Nel report si forniscono altresì i dati elaborati per mezzo delle correlazioni empiriche correntemente in uso, al fine di determinare i principali parametri geotecnici di interesse progettuale (angolo di attrito ϕ , densità relativa D_r , ecc.). Dette correlazioni potranno essere eventualmente verificate criticamente alla luce di altri fattori che intervengono nell'interpretazione dei dati di campagna e che esulano da questa sede.

Dalle prove in foro è emerso che le caratteristiche geomeccaniche dei depositi intercettati durante la perforazione (cfr. allegato C) fino a -15,0 metri risultano buone e gradualmente crescenti con la profondità; infatti, in sostanza i termini sedimentari alluvionali restituiscono un valore di N_{spt} pari a 10 colpi, che classifica il litotipo in questione come mediamente addensato (cfr. tab. 2), mentre le proprietà geotecniche delle cineriti medio-fini sono ancora migliori (N_{spt} pari a 36 colpi).

Numero di colpi N_{spt}	Stato di addensamento (terreni granulari)
<4	Sciolto
4 – 10	Poco addensato
10 – 30	Mediamente addensato
30 – 50	Addensato
> 50	Molto addensato

Tab. 2 – Tabella di correlazione tra $N_{s.p.t.}$ e addensamento dei terreni (da A.G.I., 1977).

Le risultanze elaborate delle prove vengono sintetizzate nelle tabelle che seguono, dove sono state riportate le correlazioni ritenute più affidabili, in funzione delle litologie.

PROVA	S1-Spt1	S1-Spt2	S1-Spt3
Profondità di prova	5.00 – 5.45 m	10.00 – 10.45	15.00 – 15.30
Terreno indagato	Sabbia con limo alluvionale	Cinerite medio fine con pomici	Tufo semi-coerente
N_{spt}	10	36	RIF.
Peso di volume γ (g/cm³) (Meyerhof)	1.8	1.9	/
Angolo di attrito ϕ' (°) (De Mello)	28	31	/
Densità relativa D_r (%) (Gibbs & Holtz, 1957)	68	80	/

Tab. 3 – Elaborazione in chiave geomeccanica delle prove S.P.T. sondaggio S1.

3.3) MODELLO GEOLOGICO DI SINTESI

L'insieme dei dati geologico-stratigrafici e geotecnici acquisiti, sia dalla cartografia tematica, che da prove in sito effettuate dalla scrivente, oltre che da indagini pregresse, consente di definire un modello geologico del sottosuolo del sito a cui potrà riferirsi la Relazione geotecnica ed i relativi calcoli in fondazione.

In sintesi, pur nella tipica variabilità che contraddistingue i terreni di origine piroclastico-alluvionale che affiorano in Piana Campana (cfr. § 2), dai pochi dati disponibili

GEOTEC S.r.l. – Servizi di Ingegneria & Territorio

NAPOLI: via Consalvo 169 is. 8 - 80125 / Telefax +39 081 19363750

ROMA: via Monza, 32 – 00182 / Tel. +39 06 99291410 / fax: +39 06 62201346

www.geo-tec.it

possono essere individuati, per le profondità di interesse ai fini delle verifiche geotecniche (30 m), tre strati:

- ✓ un primo strato (A), costituito da **alluvioni sabbioso-limose** intercalati da livelli pedogenizzati, da poco a mediamente addensate, presente con spessore di circa 5-6 metri, dalle caratteristiche meccaniche discrete;
- ✓ un secondo strato (B) di **alternanze di cineriti sabbioso-limose più o meno ricche in pomici**, talora concentrate in livelli, presente con uno spessore complessivo di circa 7-8 metri, dalle caratteristiche meccaniche buone;
- ✓ un terzo strato (C) di **materiali a consistenza da semi-litoide a litoide**, dalle tipiche caratteristiche di una roccia tenera (tufo), con superficie di tetto posta a -14/15,00 metri dal piano di riferimento della perforazione S1;

	LITOTIPO A	LITOTIPO B	LITOTIPO C
Descrizione litologica	Suoli e alluvioni	Cineriti medio-fini con pomici	Tufo
Profondità	0,0-5,0 m dal p.r.	5,0-15,0 m dal p.r.	15,0-30,0 m dal p.r.
Nspt	8-12	25-35	>50
Peso di volume γ (g/cm ³) (Meyerhof)	1.6-1.8	1.7-1.9	/
Coesione c (KPa)	0-20	0-20	/
Angolo di attrito (°)	28-30	30-34	/

Tab. 4 – Modello geologico-tecnico di sintesi del sito "Rondinella" (fino a 30m) – via L. Volpicella (NA).

Si sottolinea il valore indicativo della modellazione geologica e geotecnica appena fornita, ricostruita sulla base dei soli dati disponibili e, soprattutto, in relazione agli specifici obiettivi dell'incarico di cui in premessa; a riguardo, si sottolinea che per quanto riguarda la definizione dei principali parametri geotecnici dei terreni piroclastico-alluvionali rinvenuti nel corso delle indagini non sono state impiegate prove di laboratorio, per una richiesta economia dei lavori.

4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Come anticipato nelle premesse, scopo del presente studio è la valutazione della pericolosità geologica del sito ai sensi delle N.T.C. 2008.

Tra i principali aspetti di pericolosità, rientra quello sismico.

La pericolosità sismica può definirsi, anche se in maniera semplicistica, come la "probabilità che in determinato territorio in un determinato periodo di tempo (Vr periodo di riferimento) possa registrarsi un evento tellurico".

Nell'area in esame, essa scaturisce dalla sua vicinanza relativa all'Appennino Campano, che rappresenta una delle zone a più alta pericolosità sismica di tutta la penisola italiana.

Ciò premesso, vista la necessità di preservare nel tempo l'integrità delle opere previste, si forniscono di seguito gli elementi di competenza per la valutazione, che sarà contenuta anche nella relazione geotecnica a cura del progettista, delle azioni sismiche secondo le N.T.C. 2008.

4.1) Sismicità del sito e azioni sismiche

Dopo le prime classificazioni sismiche del territorio italiano e campano (macrozonazioni basate su tre categorie), gli eventi sismici di San Giuliano (2002) e la più recente revisione della classificazione sismica regionale (D.G.R. 5447 del 07/11/2002), l'O.P.C.M. 3274/2003 ha suddiviso il territorio italiano in zone caratterizzate da differenti livelli di rischio sismico.

- zona sismica 1
- zona sismica 2
- zona sismica 3
- zona sismica 4

Per queste zone le norme indicano quattro valori di accelerazione orizzontale (ag/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico. In particolare, ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo **ag**, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

GEOTEC S.r.l. – Servizi di Ingegneria & Territorio

NAPOLI: via Consalvo 169 is. 8 - 80125 / Telefax +39 081 19363750

ROMA: via Monza, 32 – 00182 / Tel. +39 06 99291410 / fax: +39 06 62201346

www.geo-tec.it

Pertanto, l'Ordinanza 3274/2003 ha introdotto le "categorie" sismiche in luogo delle vecchie "Zone", categorie per le quali sono state fissate soglie di PGA (Peak Ground Acceleration), ovvero di accelerazione orizzontale massima del suolo, che esprime il movimento del terreno, e rappresenta la forza orizzontale che un edificio deve sopportare durante un terremoto. Essa è espressa in rapporto all'accelerazione di gravità ($g=9,8\text{m/s}^2$).

zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ag/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [ag/g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15 - 0,25	0,25
3	0,05 - 0,15	0,15
4	< 0,05	0,05

Rispetto alle vecchie classificazioni, fu introdotta la Zona 4 per le aree precedentemente non classificate, cosicché da quel momento tutto il territorio nazionale risulta oggi sismico, sia pure con gradi di pericolosità molto diversi.

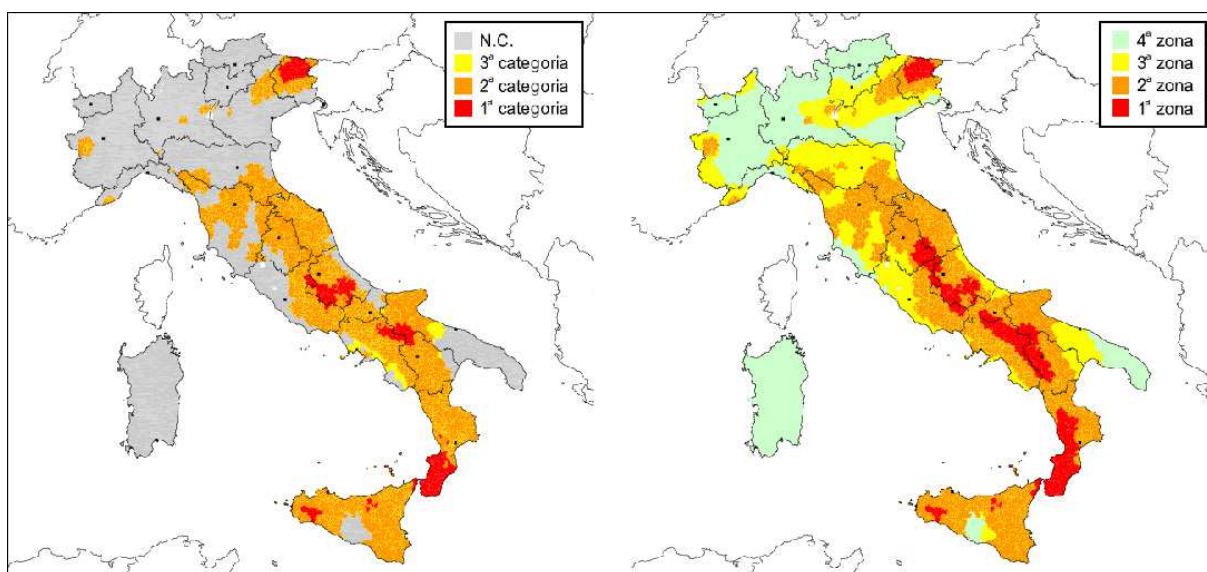
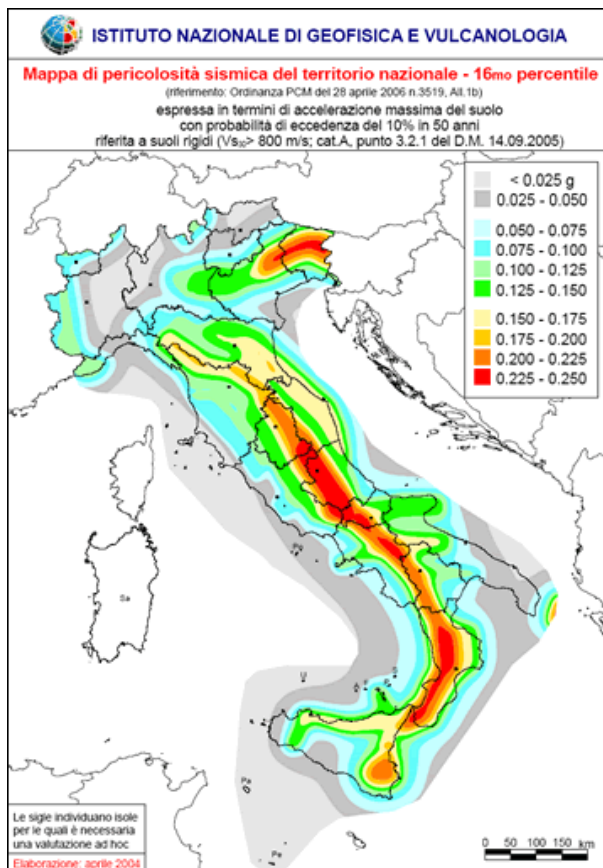


Fig. 4: Confronto tra la vecchia e la nuova classificazione sismica nazionale.

Una delle novità più importanti delle N.T.C. 2008 ha riguardato la valutazione delle azioni sismiche, che non vengono più definite sulla base delle "Zone" individuate nell'O.P.C.M. 3274/2003, bensì determinate puntualmente per ogni sito.

Attribuire ad un sito una determinata pericolosità sismica, significa stabilire norme vincolanti per le costruzioni, di severità proporzionata al terremoto ed alle prestazioni attese.



L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi Stati limite che entrano nella progettazione esecutiva secondo le N.T.C. 2008 viene definita partendo dall'azione sismica di base del sito di costruzione.

In particolare, l'azione sismica di riferimento per ogni progettazione è definita sulla base delle stime di pericolosità sismica per il territorio nazionale, secondo una griglia regolare di nodi individuate dall'I.N.G.V e il Dipartimento di Protezione Civile; essa è descritta sotto forma di spettro di risposta elastico in accelerazione e spettro di progetto.

Quindi, per la stima della pericolosità sismica il primo passo consiste nella determinazione di **ag** (accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido) mediante la conoscenza esatta dell'ubicazione dell'opera a farsi.

Conoscendo il coefficiente e la classe d'uso dell'opera, la sua vita nominale e la categoria di sottosuolo si determinano i principali parametri sismici che entrano nella progettazione.

Per categoria di sottosuolo si intendono le categorie che l'O.P.C.M. n° 3274/2003 ha introdotto per la definizione dell'azione sismica di progetto. L'O.P.C.M. prevede 5 categorie principali (dalla A alla E), a cui ne sono aggiunte altre 2 (S1 ed S2 per le quali sono richiesti studi speciali per definire l'azione sismica da considerare).

La classificazione può essere basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio V_s nei primi 30 metri, ovvero sul numero medio di colpi N_{SPT} ottenuti in una prova penetrometrica dinamica, ovvero sulla coesione non drenata media c_u .

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

$$V_{s30} = 30 / \sum_{1}^n h_1 / V_1$$

dove h_1 e V_1 indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio dello strato i esimo per un totale di N strati presenti nei 30 metri superiori.

Il D.M. 14 gennaio 2008, entrato definitivamente in vigore dopo gli eventi dell'Aquila il 01/07/2009, ha recepito sostanzialmente, per gli aspetti della progettazione antisismica, quanto già introdotto nell'Ordinanza 3274; in essa acquistano assoluta importanza gli *effetti di sito*, non di zona, ossia quelle condizioni che portano ad una amplificazione delle onde sismiche, e quindi della pericolosità del terremoto, a livello locale (azioni sismiche), che dipendono dal tipo di terreno presente nel sottosuolo.

Classe	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni 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.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} , compresi fra 360 m/s e 800 m/s ($N_{spt,30} > 50$ nei terreni a grana grossa o $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi fra 180 e 360 m/s ($15 < N_{spt,30} < 50$ nei terreni a grana grossa, $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati oppure di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30} < 180$ m/s ($N_{spt,30} < 15$ nei terreni a grana grossa, $c_{u30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, giacenti su un substrato di riferimento ($V_{s30} > 800$ m/s).

Tab. 5 – Classificazione dei suoli di cui alle N.T.C. 2008.

Alle cinque categorie descritte se ne aggiungono altre due per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare.

Classe	Descrizione
A	Depositi di terreni caratterizzati da valori di V_{s30} inferiori a 100 m/s (o $10 < cu_{30} < 20$), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o argille altamente organiche.
B	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria non rientrante nelle classi precedenti.

Tab. 6 – Ulteriori classi sismiche di cui alle N.T.C. 2008.

In sintesi, i parametri sismici che occorre determinare per la definizione delle forme spettrali sono:

- **Ag:** *Accelerazione orizzontale massima al sito;*
- **Fo:** *massimo valore del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;*
- **Tc:** *periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.*

I parametri suddetti si desumono, come visto, conoscendo l'ubicazione dell'opera, e saranno dipendenti dal periodo di ritorno del terremoto di riferimento, dallo stato limite considerato, nonché dalla vita nominale della futura costruzione.

Per la determinazione del parametro Ag, di natura strettamente geologica, occorre assegnare al sito in esame la categoria di suolo, cui si risale come già riferito attraverso la velocità delle onde V_s se disponibile, altrimenti sulla base del valore di N_{SPT} (per terreni prevalentemente granulari) ovvero di c_u (per terreni prevalentemente coesivi).

Nel caso in esame, è stata eseguita una prova sismica "MASW", le cui risultanze vengono esposte nel paragrafo a seguire, oltre che nello specifico report in allegato D.

4.2) Analisi dei risultati della prova sismica "M.A.S.W." (Multichannel Analysis of Surface Waves)

L'analisi multicanale delle onde superficiali di Rayleigh MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una efficiente ed accreditata metodologia sismica per la determinazione delle velocità delle onde di taglio V_s . Tale metodo utilizza le onde superficiali di Rayleigh registrate da una serie di geofoni lungo uno stendimento rettilineo e collegati ad un comune sismografo multicanale

Le onde superficiali di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni e vengono successivamente analizzate attraverso complesse tecniche computazionali, simili alla tecnica SASW, basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno

La prova è stata effettuata mediante stendimento geofonico di 34,5 m e l'impiego di un sismografo della M.A.E., mod A6000-S 24 bit, a 24 canali; essa ha permesso di individuare spessori e geometrie dei litotipi, le caratteristiche sismostratigrafiche degli stessi e di classificare sismicamente il suolo dell'area oggetto di studi sulla base del parametro Vs30 ai sensi della più recente normativa antisismica.



Sulla base dei dati analizzati e dall'insieme delle risultanze della prospezione sismica M.A.S.W. effettuata, è possibile affermare che:

- le sezioni ottenute mostrano un primo sismostrato superficiale caratterizzato da $V_s \sim 140$ m/s fino alla profondità di circa 3 m.
- un secondo sismostrato dello spessore di 6 metri (fino alla profondità di 9 m) caratterizzato da $V_s \sim 240$ m/s.
- un terzo ed ultimo sismostrato dello spessore >20 metri (fino alla profondità di 30 m) caratterizzato da $V_s > 500$ m/s.
- le indagini hanno fornito risultati concordanti che collocano i terreni in categoria C dell'O.P.C.M. 3274/03 e successive modificazioni. Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

$$V_{s30} = \frac{30m}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}} = [340-350]m/s$$

Categorie suolo di fondazione	
A	$V_{S30} > 800 \text{ m/s}$
B	$360 \text{ m/s} < V_{S30} < 800 \text{ m/s}$
C	$180 \text{ m/s} < V_{S30} < 360 \text{ m/s}$
D	$V_{S30} < 180 \text{ m/s}$
E	Alluvioni di spessore tra 5 e 20 m con V_{S30} simili a C e D su substrato rigido con $V_s > 800 \text{ m/s}$
S1	$V_{S30} < 100 \text{ m/s}$
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione non classificabili nei tipi precedenti

Pertanto, si giunge alla conclusione che i terreni presenti nel sottosuolo sono ascrivibili alla tipologia di suolo della Categoria C: "*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*", nei quali si registra un miglioramento delle proprietà elastiche con la profondità.

Per i sismogrammi e le elaborazioni grafiche di dettaglio, si rimanda allo specifico report in allegato D.

5. CONCLUSIONI E INDICAZIONI PROGETTUALI

Dopo aver commentato nei precedenti paragrafi le risultanze delle indagini geognostiche e geofisiche eseguite, di seguito ne vengono riepilogati i risultati, espressi in termini di compatibilità geologica delle opere a farsi in ordine ai seguenti fattori di rischio:

- ✓ **aspetti geotecnici** (*tipologie fondali da realizzarsi per le relative problematiche quali presenza di cavità, cedimenti, verifiche agli stati limite, liquefazioni, ecc.*);
- ✓ **Pericolosità geomorfologica** (*stabilità morfologica dell'area*);
- ✓ **Pericolosità idrogeologica** (*alluvionamenti, esondazioni, ecc.*);
- ✓ **Pericolosità sismica** (*effetto di terremoti*).

In merito agli aspetti geotecnici, le prove in sito prese in esame, illustrate negli allegati B e C, hanno consentito di determinare i principali parametri geotecnici attribuibili ai singoli litotipi di interesse geotecnico. Tali parametri consentiranno la successiva elaborazione del modello geotecnico di riferimento; infatti, il progettista avrà modo di verificare le informazioni desunte dalle prove, determinare in ultima analisi i parametri di progetto, nonché valutare le conseguenti soluzioni progettuali più corrette ed efficaci, alla luce di specifici fattori che esulano da questa sede.

In prima analisi, le indagini disponibili, come ampiamente descritto in precedenza, restituiscono uno schema geologico del sottosuolo entro i primi 30 metri di profondità a tre strati:

- un primo strato, costituito da suoli e alluvioni sabbioso-limose, presente con spessori di 5,00/6,00 metri, dalle caratteristiche meccaniche variabili e da ritenersi nel complesso discrete;
- un secondo strato di depositi di origine vulcanica (cineriti), a granulometria prevalentemente sabbioso-limosa, che nel complesso può essere considerato orizzonte da mediamente addensato ad addensato, dal comportamento meccanico di tipo granulare e dalle caratteristiche meccaniche buone (peso di volume 1,7-1,9 Kg/cmc, densità relativa $60\% < D_r < 70\%$, angoli di attrito interno tali che $30^\circ < \varphi < 34^\circ$ ma coesione molto modesta), con base posta a circa 14-15 metri dal p.c.
- un terzo strato, corrispondenti al tufo vesuviano, da semicoerente a coerente.

Premesso che le indagini eseguite hanno risentito di una richiesta economia dei lavori, queste hanno messo in evidenza che le proprietà fisico-meccaniche dei depositi indagati sono soddisfacenti alla realizzazione delle opere in progetto, anche se andranno eventualmente valutati i rischi legati alla liquefazione dei terreni limoso-sabbiosi in falda.

Nel sito di indagine non vi sono rischi legati alla presenza di cavità sotterranee intese come ambienti ipogei con volumi definiti, ma solo eventuali fenomeni di erosione interna dei materiali sciolti di cui si compone il sottosuolo a causa di moti di filtrazione idrica sotterranei.

Dal punto di vista della pericolosità geomorfologica, la morfologia pianeggiante dei luoghi non implica l'esistenza di rischi legati a frane o instabilità del terreno connessa a movimenti di versante;

Per quanto concerne la pericolosità idrogeologica e idraulica, la falda idrica di base si livella a circa 5,5 metri dal p.c. ed interesserà presumibilmente le opere a farsi, pertanto andrà valutata la sua interferenza con le opere di fondazione. Inoltre, in allegato A si fornisce anche uno stralcio della carta del rischio idraulico, da dove si evince che nei pressi dell'area di interesse si sviluppa un canalone, ormai tombato, del più ampio reticolo del Volla. Ciò a testimonianza dell'origine alluvionale del sito di via L. Volpicella, dove sono frequenti fenomeni di allagamento legati a quel carente drenaggio nella locale rete fognaria delle acque di precipitazione atmosferica, a cui il progetto vuole far fronte.

Riguardo infine alla pericolosità sismica, si rimanda alla trattazione di cui al § 4 e alle elaborazioni in allegato per la illustrazione dei principali parametri sismici dei terreni che, unitamente alla classe di suolo C, il progettista avrà modo di utilizzare ai fini di una progettazione che tenga conto delle più recenti normative in materia di costruzioni in aree sismiche.

Napoli, 19 dicembre 2013

GEOTEC S.r.l.
Il Geologo:

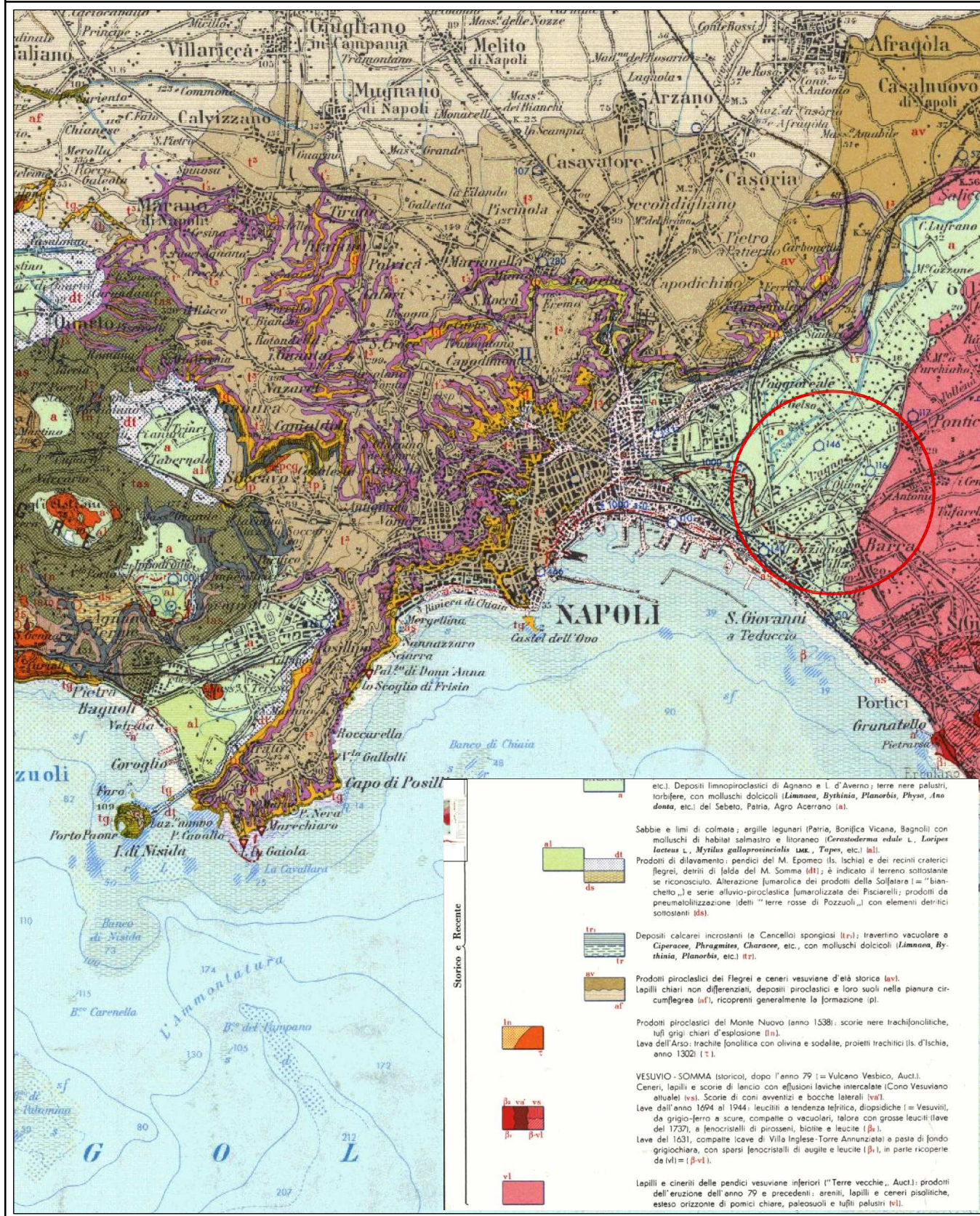
Dr. Geol. Marco Mancuso

ALLEGATO A

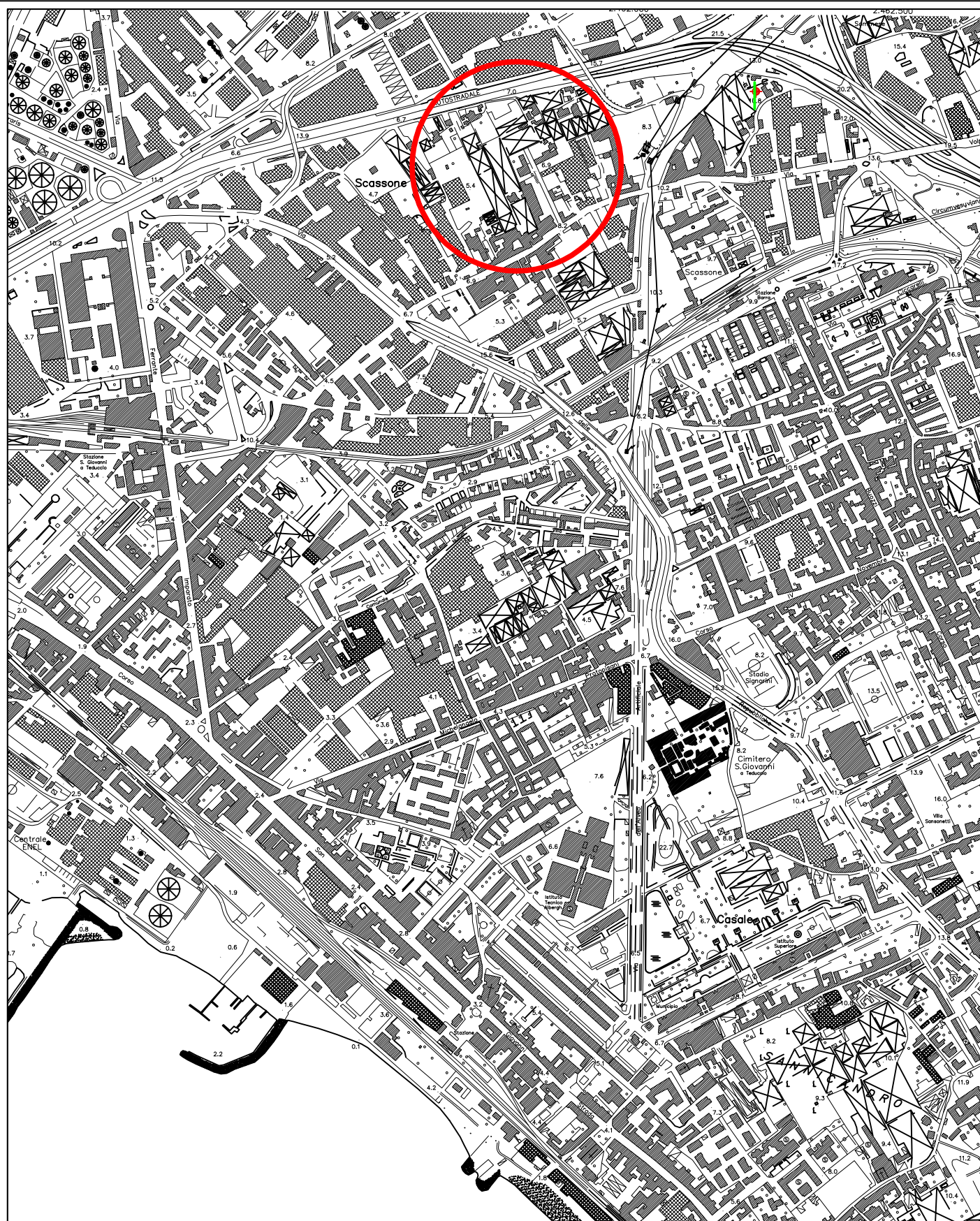
Stralci cartografici di riferimento e ubicazione dell'intervento

Tav. 1 - Carta Geologica d'Italia in scala 1: 100.000 (con l'area in studio)

(dal foglio n° 183-184 "Isola d'Ischia-Napoli")

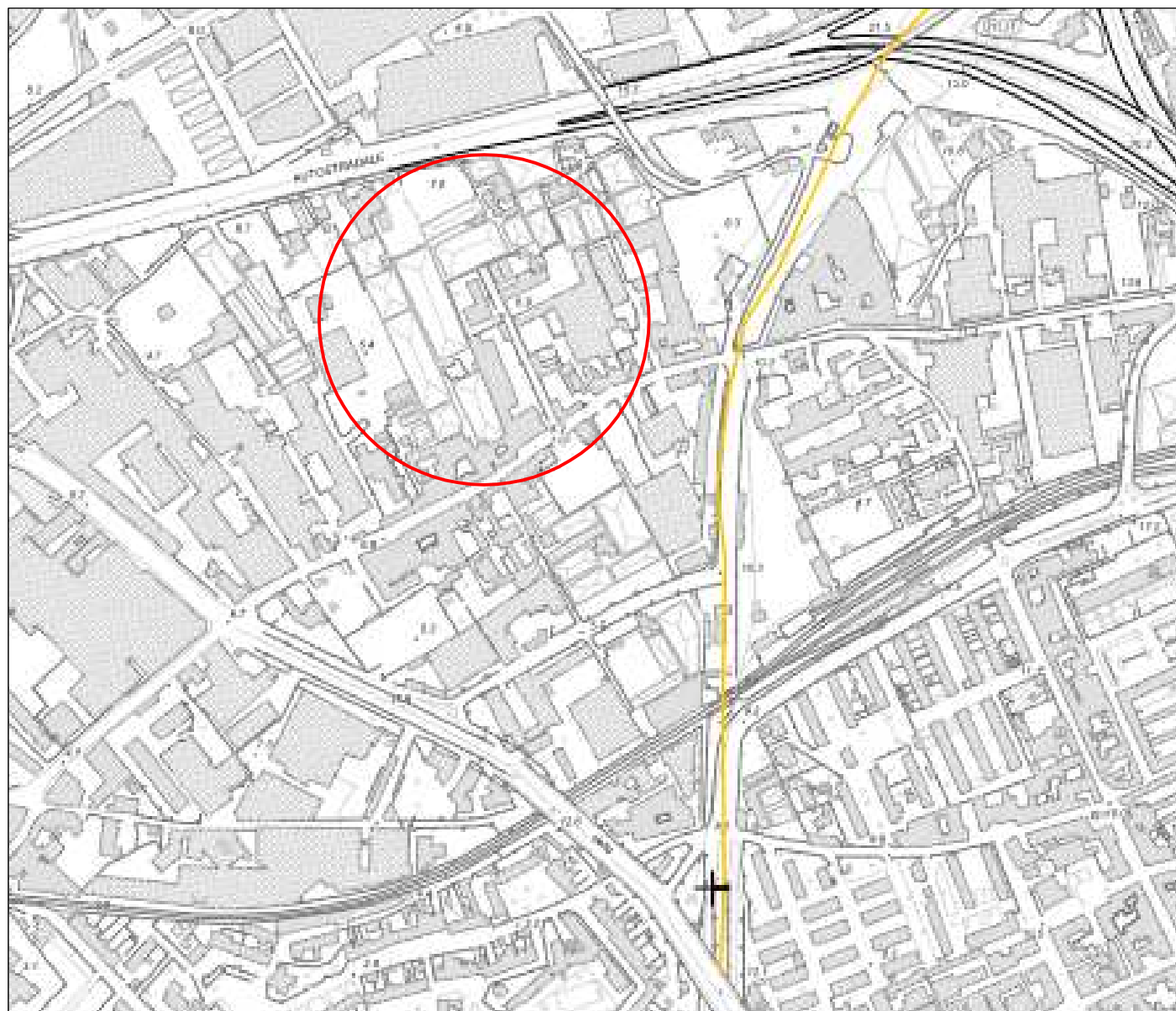


Tav. 2 - Inquadramento territoriale in scala 1: 10.000
(con l'area in studio)



Tav. 3 - Carta del Rischio e della Pericolosità Idraulica (con l'area in studio)

(dal foglio n°447160 della Carta Rischio Idraulico aggiornata al 2010 dell'Aut. di Bacino N.O.della Campania)



CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO

Legenda

Fenomeni da allagamento per esondazione

- **R4** Rischio molto elevato
- **R3** Rischio elevato
- **R2** Rischio medio
- **R1** Rischio moderato

- ▲ Punti/fasce di possibile crisi idraulica localizzata/diffusa dovuta a: fitta vegetazione in alveo, presenza di rifiuti solidi, riduzione di sezione, sponde danneggiate (*)
- Area ad elevata suscettibilità di allagamento ubicata al piede dei valloni (*)

- Vasca - Limite di bacino artificiale
- Linea di impluvio incerto
- Reticolo idrografico
- Tratto tombato
- Alveo strada
- Aste montane incise con tratti di possibile crisi per piene repentine/colate detritiche/alluvioni di conoidi
- Limite comunale
- Limite di provinciale
- Limite dell'Autorità di Bacino

CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA

Legenda

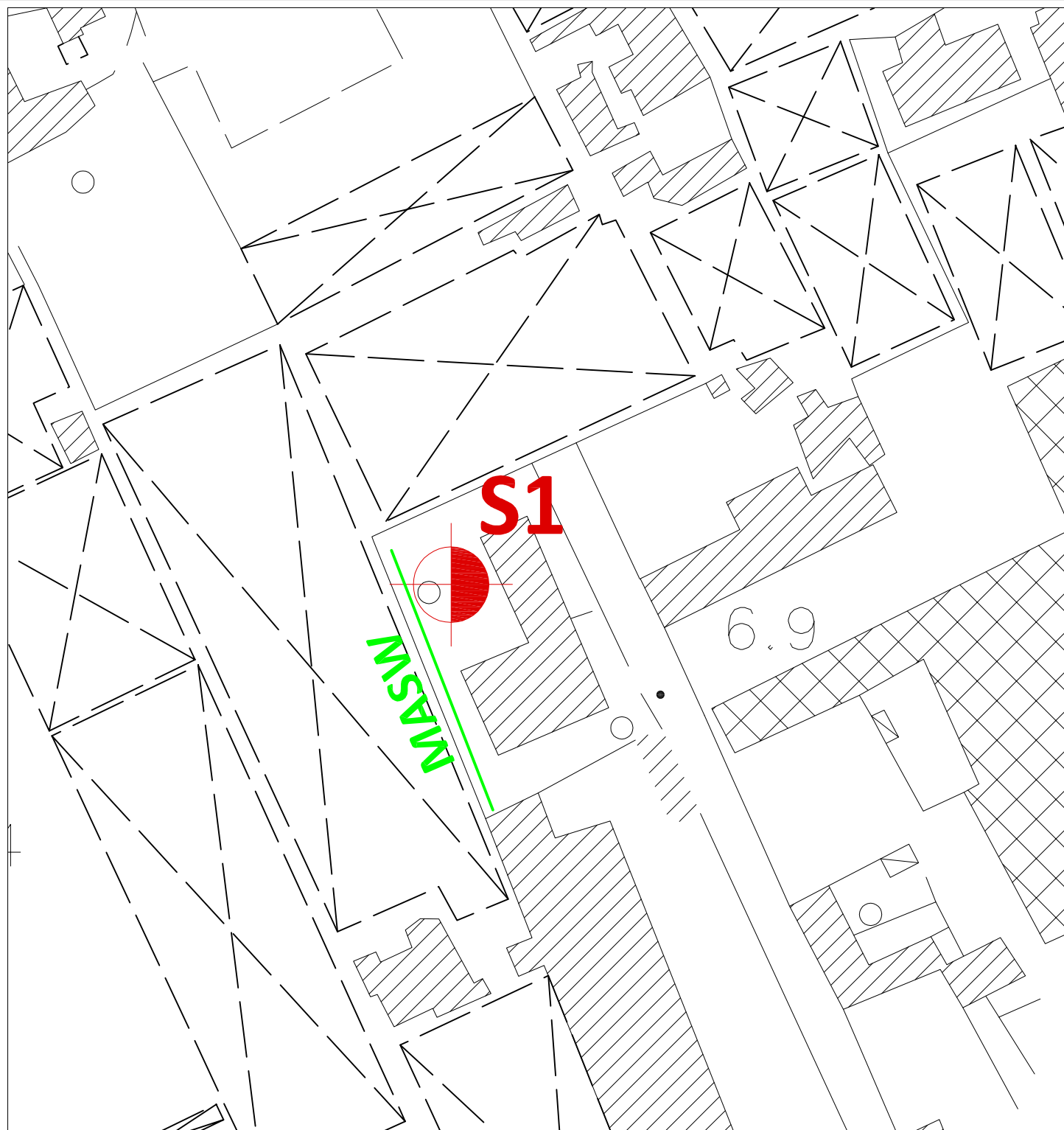
Fenomeni da allagamento per esondazione

- **P4** Area a pericolosità molto elevata ($T \geq 20$, 100 anni; $h > 1m$)
- **P3** Area a pericolosità elevata ($T \geq 20$ anni; $0.50m < h < 1m$)
- **P2** Area a pericolosità media ($T \geq 100$, 300 anni; $0.50m < h < 1m$)
- **P1** Area a pericolosità moderata ($T \geq 100$, 300 anni; $h < 0.50m$)
- **Pa** Area a suscettibilità alta per fenomeni di trasporto liquido e trasporto solido da alluvionamento, riconosciuta su base geomorfologica, stratigrafica e da dati storici per la presenza di conoidi attivi a composizione prevalentemente ghiaioso-sabbiosa.
- **Pm** Area a suscettibilità media per fenomeni di trasporto liquido e trasporto solido da alluvionamento, riconosciuta su base geomorfologica e stratigrafica per la presenza di settori distali e di conoidi attivi a composizione prevalentemente sabbiosa.
- **Pb** Area a suscettibilità bassa di invasione per fenomeni diffusi di trasporto liquido e trasporto solido da alluvionamento di prevalente composizione sabbioso-limoso.
- **Pc** Conche endoreiche e/o zone a falda sub-affiorante.
- ▲ Punti/fasce di possibile crisi idraulica localizzata/diffusa dovuta a: fitta vegetazione in alveo, presenza di rifiuti solidi, riduzione di sezione, sponde danneggiate (*)
- Area ad elevata suscettibilità di allagamento ubicata al piede dei valloni (*)
- Vasca - Limite di bacino artificiale
- Linea di impluvio incerto
- Reticolo idrografico
- Tratto tombato
- Alveo strada
- Aste montane incise con tratti di possibile crisi per piene repentine/colate detritiche/alluvioni di conoidi
- Limite comunale
- Limite di provinciale
- Limite dell'Autorità di Bacino

La valutazione della pericolosità in questa area è stata effettuata tenendo conto dei risultati degli studi del Commissariato di Governo per l'Emergenza Idrogeologica

Area di approfondimento (Commissariato di Governo per l'Emergenza Idrogeologica)

Aerofotogrammetria con l'ubicazione delle indagini effettuate



LEGENDA



Sondaggio geognostico a carotaggio continuo con annesse prove SPT

MASW

Stendimento sismico di tipo "M.A.S.W."



SCALA 1: 1.000

ALLEGATO B

Stratigrafia di sondaggio (Modello Geologico)

Sondaggio S1	Committente Comune di Napoli	Quota ass. P.C. 6.9 m s.l.m.	Certificato n° 2013/28a/S1	Pagina 1/1
Cantiere Impianto "Rondinella"	Indagine Rifunionalizzazione sistema fognario	Coordinate X Y 14°18'33.8" E - 40°50'47.0" N		Inizio/Fine Esecuzione 10-11/12/13
Località Via L. Volpicella	Profondità raggiunta 30 mt	Tipo Carotaggio Continuo	Note	Tipo Sonda Franza MAF550

Scala (mt)	Litologia	DESCRIZIONE	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Campioni	Metodo Peforaz.	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Catalog.	Falda di rinv.	Down hole
-0.40		PAVIMENTAZIONE STRADALE in conglomerato bituminoso	-0.40	%C=80			(CS)				
-1.00		TERRENO VEGETALE RIMANEGGIATO di colore marrone brunoastro, contenente pomici marroncini subarrotondate, radi frustoli vegetali, un frammento di laterizio e uno di cemento. Materiale umido, poco addensato.	-1.00	%C=100			(CS)				
-3.40		SABBIA LIMOSA di ambiente alluvionale, di colore marroncino, contenente numerose ed eterometriche pomici grigiastre (fi max 2cm) a spigoli smussati. Da -2.50 a -2.70 m dal p.c. limo argilloso stratificato alternato a livelletti di sabbia. Materiale umido, poco addensato.	-3.40	%C=100			(CS)				
-3.80			-3.80	%C=100			(CS)				
-5.00		PALEOSUOLO di colore marrone-brunoastro, a grana di sabbia e limo.	-5.00	%C=100	4-4-6:10 -5.00 PA		(CS)		C1	-5.50	
-6.00		SABBIA CON LIMO di ambiente alluvionale, di colore grigiastro-marroncino, contenente numerose pomici grigiastre, millimetriche e molto arrotondate. Materiale umido, mediamente addensato, talora molto addensato.	-6.00	%C=100			(CS)				
-8.10		CINERITE MEDIO-FINE di colore grigio-nerastro, a grana limoso-sabbiosa, contenente numerose pomici grigio scure, friabili ed estremamente arrotondate. Alla base dello strato il colore del deposito vulcanico si presenta brunoastro (paleosuolo?). Materiale saturo, mediamente addensato.	-8.10	%C=100			(CS)				
-8.40			-8.40	%C=100			(CS)				
-9.50			-9.50	%C=100			(CS)				
-10.00		LIVELLO DI POMICI E LITICI di minute dimensioni, di colore grigiastro. Le pomici si rinvengono a spigoli vivi e di colore grigio chiaro.	-10.00	%C=90	8-15-21:36 -10.00 PA		(CS)		C2	-10.00	
-12.00		CINERITE MEDIO-FINE di colore marroncino chiaro, a grana variabile da sabbioso-limosa a limosa, contenente pomici grigiastre. Materiale saturo, addensato.	-12.00	%C=100			(CS)	(RM)			
-13.70		CINERITE MEDIO-FINE di colore grigio scuro, a granulometria di sabbia con limo, contenente minute pomici e numerose ed eterometriche scorie laviche (fi max 3cm). Materiale saturo, addensato.	-13.70	%C=100			(CS)				
-14.80		CINERITE MEDIO-FINE (Cappellaccio tufaceo) di colore marroncino, a grana di sabbia con limo, contenente numerose e minute pomici molto arrotondate.	-14.80	%C=100	18-rif.15cm -15.00 PA		(CS)		C3	-15.00	
-15.00		TUFO (Tufo vesuviano auct.?) in facies gialla, a tessitura fine, costituito da una matrice cineritica litificata a grana sabbioso-limosa, contenente numerose pomici grigio chiare ed inerti lavici.	-15.00	%C=80			(CS)				
-17.50		TUFO (Tufo vesuviano auct.?) in facies grigio scura, a tessitura fine, costituito da una matrice cineritica litificata a grana sabbioso-limosa, contenente numerose scorie laviche.	-17.50	%C=80			(CS)				
-19.50			-19.50	%C=80			(CS)		C4	-20.00	
-21.50			-21.50	%C=80			(CS)				
-23.50			-23.50	%C=80			(CS)		C5	-25.00	
-25.00			-25.00	%C=80			(CS)				
-26.00			-26.00	%C=80			(CS)				
-28.00			-28.00	%C=80			(CS)				
-30.00		FINE SONDAGGIO.	-30.00	%C=80			(CS)		C6	-30.00	

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT
Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande
Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua
Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici
Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
Carotaggio: Continuo

Il geologo rilevatore

Il direttore tecnico

ALLEGATO C

Prove in foro S.P.T.

PROVA PENETROMETRICA IN FORO SPT

SONDAGGIO GEOGNOSTICO IMPIANTO RONDINELLA

Strumento utilizzato...
 Prova eseguita in data
 Falda

PROVE SPT IN FORO
 10/12/2013
 rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi
5,15	4
5,30	4
5,45	6
10,15	8
10,30	15
10,45	21
15,15	18
15,30	Rif. 15 cm
15,45	

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI (Terreni incoerenti)

Densità relativa

	Nspt	Prof. Prova (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Prova 1	10	5,45	12,5	Gibbs & Holtz 1957	67,97
Prova 2	36	10,45	25,5	Gibbs & Holtz 1957	79,33

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Prova (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Prova 1	10	5,45	12,5	De Mello	28,39
Prova 2	36	10,45	25,5	De Mello	30,87

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Prova (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Prova 1	10	5,45	12,5	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Prova 2	36	10,45	25,5	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Prova (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Prova 1	10	5,45	12,5	Meyerhof ed altri	1,81
Prova 2	36	10,45	25,5	Meyerhof ed altri	2,08

ALLEGATO D

Prova sismica "M.A.S.W."

COMUNE DI NAPOLI

**INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE AFFERENTI AL
"RIFUNZIONAMENTO SISTEMA FOGNARIO" DELL'IMPIANTO
"RONDINELLA" DI VIA LUIGI VOLPICELLA – SAN GIOVANNI – NAPOLI**

PROSPEZIONE SISMICA CON TECNICA MASW

(MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES)

Nell'ambito delle indagini afferenti al progetto di "Rifunzionamento sistema fognario" del sito di Rondinella è stata eseguita un'indagine geofisica consistente in n°1 prospezione sismica M.A.S.W. (*Multichannel Analysis of Surface Waves* ovvero *Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh*), sui terreni di fondazione dell'impianto.

Tale indagine ha permesso la determinazione del parametro sismico Vs30 del sito di interesse in riferimento al D.M. 14.01.2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" e relativa Circolare d'istruzioni 02.02.2009, n. 617, ai fini della definizione della categoria di suolo.

L'indagine sismica ha permesso di:

- definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi dell'area;
- classificare sismicamente il suolo secondo la normativa vigente (D.M. 14.01.2008).

La prospezione sismica MASW è stata eseguita mediante uno stendimento con le seguenti caratteristiche (Tab. 1):

Tab. 1 –Caratteristiche delle fasi di acquisizione relative agli stendimenti eseguiti

<i>Prospezione sismica</i>	<i>Geofoni (n°)</i>	<i>Offset (m)</i>	<i>Spacing (m)</i>	<i>Lunghezza complessiva dello stendimento (m)</i>
MASW sito di Rondinella	24	3.00	1.50	34.50

L'elaborazione dei dati e l'inversione delle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh sono state effettuate con il programma SURFSEIS Masw software, che ha permesso di eseguire l'intero processo di elaborazione di una sezione sismostratigrafica delle V_s . Gli elaborati relativi alla prospezione sismica Masw effettuata nel sito di specifico interesse sono di seguito riportati.

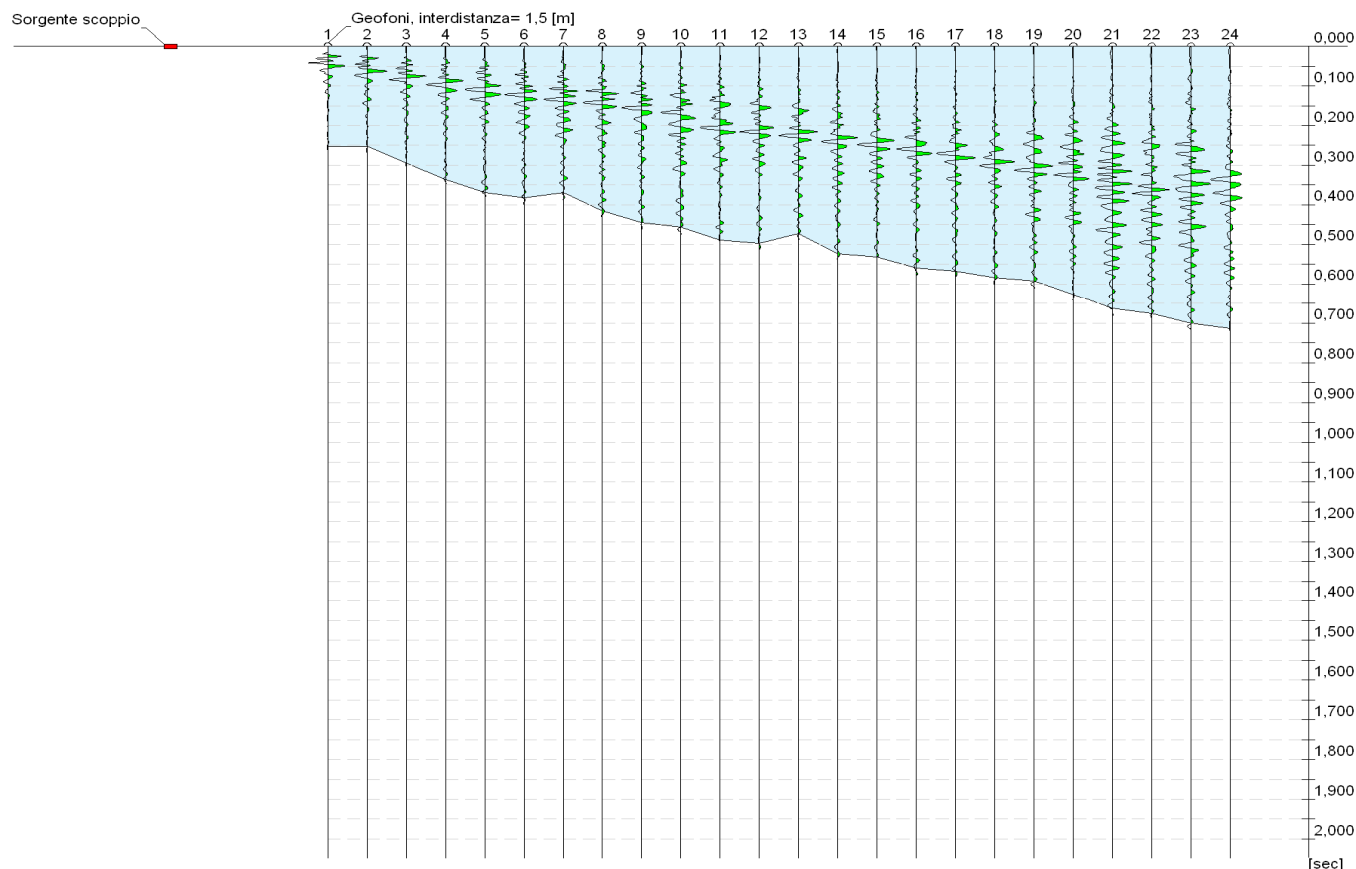
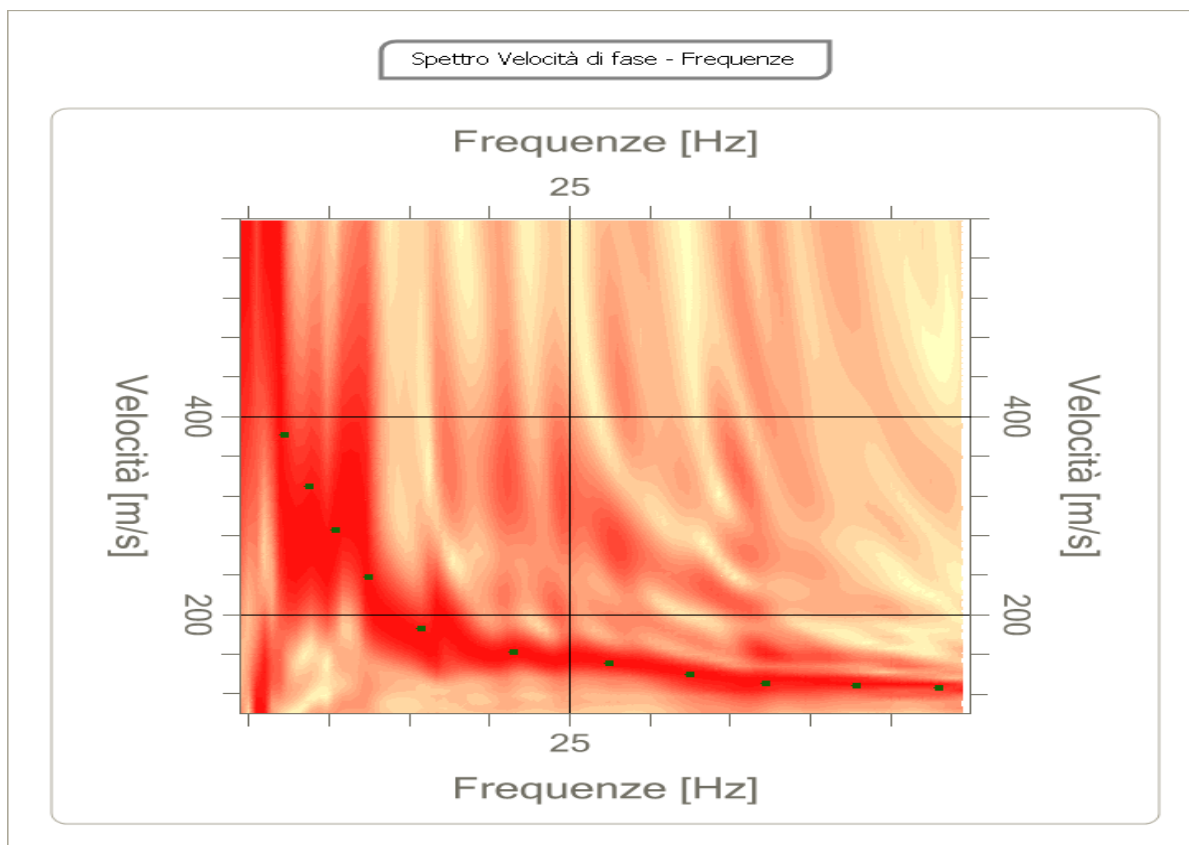
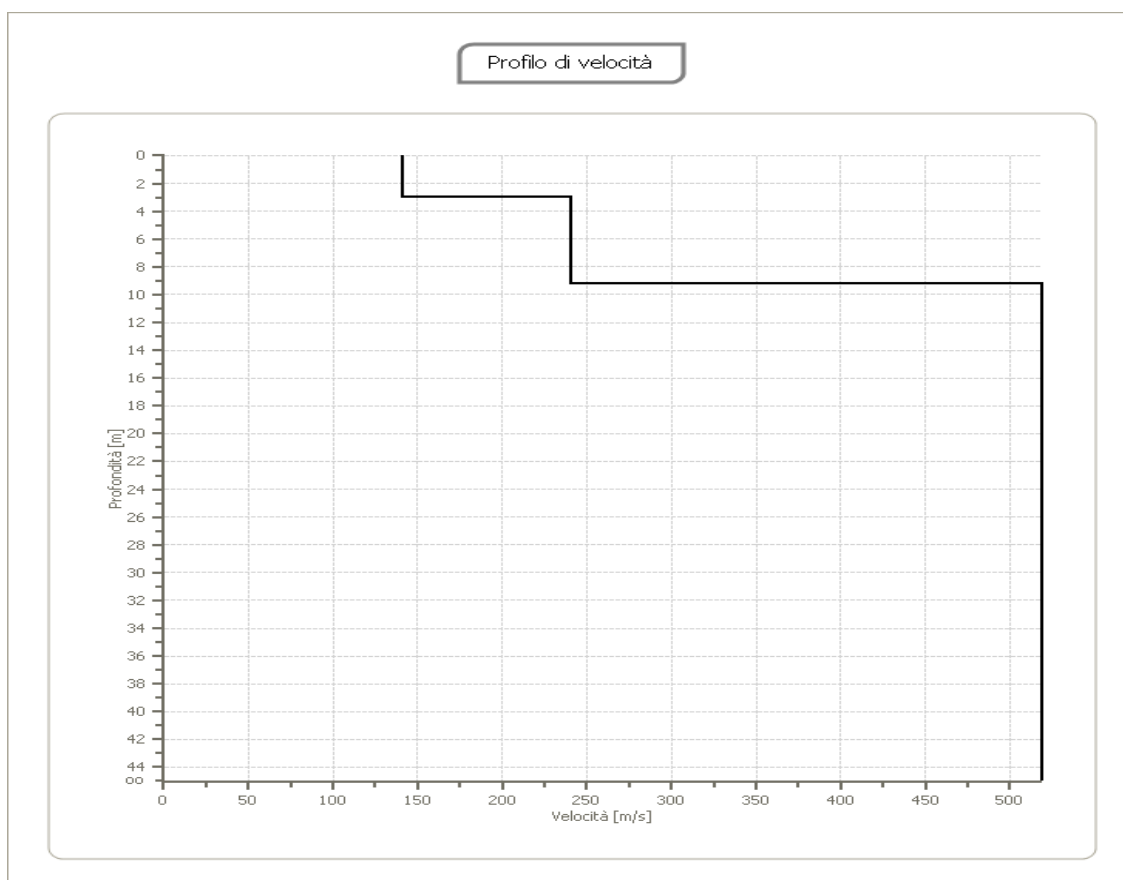


Fig. 1 – Sismogramma relativo all'indagine Sismica MASW

**Fig. 2 – Analisi spettrale relativa all'indagine Sismica MASW****Fig.3 - Modello di velocità delle onde di taglio (VS) della Masw**

Tab. 2 - Prospetto delle determinazioni dei valori di VS per i sismostrati riscontrati

<i>Sismostrato</i>	<i>Profondità (m)</i>	<i>Spessore</i>	<i>V_s (m/s)</i>
S1	0,00 – 3,00	3,00	141,41
S2	3,00 – 9,25	6,25	240,76
S3	9,25 – 30,00	20,75	519,20

I valori delle velocità delle onde di taglio desunti dalle indagini geofisiche permettono di attribuire al sito la **categoria di sottosuolo C** (*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi fra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $C_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina), avendo stimato una velocità delle onde di taglio entro i 30,0 ($V_{s\ 0-30}$) di **344 m/s**.

Napoli, 19 dicembre 2013

Il Resp. della Sperimentazione

Geol. Sergio Palmieri