



Unione Europea



Regione Campania

PROGRAMMA OPERATIVO POR FESR 2014-2020 - POC 2014-2020

-DD.GG.RR. nn. 568/2017 - 403/2018 - 563/2019 - DPGR 170/2018

- OBIETTIVI SPECIFICI 5.3.2 E 4.1 -

PROGETTO DI "ADEGUAMENTO SISMICO DELL'EDIFICIO STRATEGICO DI PALAZZO S.LUCIA IN NAPOLI"

CUP: B68B17000030006

PROGETTO DEFINITIVO



PROGETTAZIONE

R.T.P.:

ing. Giuseppe Iazzetta capogruppo
corso amedeo di savoia, n° 210 - 80136 napoli

corvino + multari

via ponti rossi, n°117b - 80131 napoli
via cosimo del fante, n°7 - 80122 milano

Studio Valle Progettazioni

circonvallazione clodia, n° 76/a - 00195 roma

REGIONE CAMPANIA

DIREZIONE GENERALE LL.PP e PROTEZIONE CIVILE

D.G. dott. Italo Giulivo
R.U.P. ing. Sergio Massimo

© Copyright 2009 - Tutti i diritti riservati

Oggetto:				tavola:	scala:
RELAZIONE GEOLOGICA				D1	
rev.:	descrizione:	controllato da:	approvato da:	formato:	data:
1	Aggiornamento data emissione	L. Iazzetta	G. Iazzetta	A4	31 Ottobre 2019
2	Agg. per appalto integrato art. 59 c.1-bis D.lgs 50/2016 e smi	G. Iazzetta	G. Iazzetta		05 Febbraio 2020

INDICE

1. GENERALITA' E NORMATIVA DI RIFERIMENTO
2. PREMESSA
3. METODOLOGIA DI STUDIO
4. DATI TECNICI DI PROGETTO
5. INDAGINI GEOGNOSTICHE
6. MODELLO GEOLOGICO
 - 6.0 Geologia e Geomorfologia Strutturale
 - 6.1 Morfologia dell'area
 - 6.2 Condizioni geolitologiche
 - 6.3 Condizioni idrogeologiche
 - 6.3.1.Precipitazioni Meteorologiche
 - 6.3.2.Erosione superficiale
 - 6.3.3.Idrografia ed analisi di bacino
 - 6.4 Caratterizzazione stratigrafica e geotecnica
7. CONDIZIONI GEOSISMICHE E MODELLAZIONE SISMICA
8. CONDIZIONI GEOSTATICHE
9. VALUTAZIONE DELLE PROBLEMATICHE GEOLOGICHE E RISCHIO VULCANICO
10. CAPACITA' PORTANTE DEI TERRENI FONDALI
11. FATTIBILITA' GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA ED ARCHEOLOGICA
12. CONCLUSIONI

ALLEGATI

- All.n.1: INQUADRAMENTO TERRITORIALE
All.n.2: CARTA UBICAZIONE INDAGINI
All.n.3: CARTA GEOLITOLOGICA
All.n.4: CARTA IDROGEOLOGICA
All.n.5: SEZIONE GEOLITOLOGICA CON PARAMETRI GEOTECNICI E SISMICI MEDI
All.n.6: CARTA GEOMORFOLOGICA E DELLA STABILITA'
All.n.7: CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA
All.n.8: INDAGINI GEOGNOSTICHE CON LA MODELLAZIONE SISMICA

1. GENERALITA' E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

GENERALITA'

OGGETTO: RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA per la "Progettazione Definitiva con Coordinamento della Sicurezza, dei lavori di Ristrutturazione e Manutenzione Straordinaria per la Conservazione ed il Miglioramento della fruibilità del Fabbricato sede della Giunta Regionale, sito in Via S.Lucia n.81 - Napoli".

COMUNE: NAPOLI (NA)

ZONA SISMICA: Zona 2

ALTITUDINE: m.5,60 s.l.m.

TIPOLOGIA STRUTTURALE: Edificio in muratura di Tufo Giallo Napoletano e mattoni pieni e con l'ala Sud-Est a struttura intelaiata in c.a., poggiato su alternanze di sabbie marine con riporto e prodotti vulcanici flegrei;

TIPOLOGIA FONDAZIONI: Fondazioni dirette a sacco ;

NORMATIVA: D.M. 14.01.2008 e D.M.17.01.2018

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Legge n.64/1974: Provvedimenti per le costruzioni in zona sismica;
- Legge Reg. Campania n.9/83: "Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico";
- D.P.G.R. Campania n.5447/2002: Aggiornamento della Classificazione sismica dei Comuni della Regione Campania;
- O.P.C.M. n.3274/2003: "Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale" e succ. integrazioni;
- D. M. 11.03.1988 : "Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce,.....per la progettazione.....e delle fondazioni";
- Circolare LL.PP. del 24 Settembre 1988 n. 30483: Istruzioni per il D. M. 11.03.1988;
- D.Lgs n.152/2006: Testo Unico Norme Ambientali;
- D. M. 14 gennaio 2008 e D.M.17.01.2018: "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- Circolare n. 617 del 02.02.2009 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: Istruzioni per l'applicazione delle NORME TECNICHE per le costruzioni di cui al D.M.14.01.2008;
- D.M.16.01.2006: Norme Tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- Eurocodice 7: "Progettazione geotecnica"
- Associazione Geotecnica Italiana (A.G.I.)1977: Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini in sito;
Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Nord - Occidentale della Campania (Legge n.493/1993, Legge n.183/1989, Legge Regionale della Campania n.8/94, Legge n.365/2000) B.U.R.C. n.77/99 e Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Nord-Occidentale n. 11 del 10.05.2002 e succ. integrazioni ed aggiornamenti.

- Ultimi Aggiornamenti del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Campania Centrale, adottati dal Comitato Istituzionale con Delibera n°1 del 23.03.2015 (B.U.R.C. n°20 del 23.03.2015);

2. PREMESSA

Il sottoscritto **Iazzetta Luigi, Geologo** della Georingegneria S.r.l., con Studio in Napoli alla via Bernardo Cavallino 89, tel: 081 7703134 - 337974524, mail:iazzettaluigi@virgilio.it, pec.iazzettaluigi@epap.sicurezzapostale.it, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Campania al n.34 dal 1968 ed iscritto all'Albo degli Esperti della Pianificazione Territoriale con D.M. 22/81, ha ricevuto incarico dal **R.T.P.: Ing. IAZZETTA GIUSEPPE - STUDIO VALLE- CORVINO+MULTARI** di predisporre una **Relazione Geologica e Sismica con Indagini Geognostiche** relativa al suolo ed al sottosuolo del FABBRICATO sede della GIUNTA REGIONALE DELLA CAMPANIA in NAPOLI alla via S. Lucia n.81, al fine di valutare le condizioni geologico-tecniche, idrogeologiche, geomorfologiche, geotecniche, geosismiche e geostatiche necessarie per la realizzazione del **Progetto Definitivo di Ristrutturazione e Manutenzione Straordinaria del Fabbricato Regionale in titolo (Fig.n°1 e All.n°.1).**

Per ben ottemperare a quanto stabilito dalla legislazione Nazionale (L.N.64/74, D.M.11.3.88; L.N.183/89, L.Naz.267/98, D.P.C.M. 29.9.98 e D.L.n.152/99, D.M.14/01/2008e la Circolare Ministeriale n.617/2009) e Regionale (L.Reg.n.9/83 e L.Reg.n.8/94) con le ultime vicende in materia di difesa dai rischi sismici, geologici, idrogeologici ed idraulici, è stato eseguito nel sito e nell'intorno dell'area un attento rilievo geologico-tecnico di dettaglio ed un'accorta analisi di tutti gli studi e le indagini geologiche eseguite per il PRG ai sensi della legge Regionale n.9/83, e quelle eseguite dalle Autorità di Bacino (Campania Centrale - Appennino Meridionale).

Per la caratterizzazione geologico-tecnica dei terreni superficiali (piroclastici e di colmata) e del substrato pozzolanaceo molto addensato, presente nell'area in oggetto, oltre al rilievo geologico di dettaglio dell'area in titolo e dintorni, è stata eseguita una prospezione sismica-tipo Masw per la determinazione delle velocità equivalenti di propagazione delle onde di taglio V_{seq} (in m/sec) necessarie per la classificazione del sottosuolo di fondazione e per la Modellazione Sismica

(All.n.8), come richiesto dal D.M.14/01/2008 e dalla Circ. Ministeriale n.617/2009 e dal D.M.27.91.2018, nonché l'analisi dei dati delle prove penetrometriche dinamiche (eseguite nel cantinato del fabbricato per la redazione della relazione geologica preliminare), che hanno permesso di determinare i parametri geotecnici dei terreni fondali.

Lo studio geologico tecnico parte dall'inquadramento geologico generale (All.n°1 e 3), analizza le condizioni geomorfologiche, idrogeologiche, tettoniche, vulcaniche, geosismiche (All.n°7 e 8) e geostatiche nel quadro dello schema geologico e geostrutturale del Comune di Napoli, individua le condizioni idrologiche ed idrogeologiche generali e conclude con la constatazione della *manca di Rischi geologici*, in quanto nell'area in titolo, i terreni piroclastici hanno ottimi parametri geotecnici, le risorse idriche sono salvaguardate per la mancanza di aree di discarica e non si rilevano nè rischi idrogeologici, nè idraulici, nè da frane e nè da cavità o sinkhole.



Fig.n.1: Ortofoto da Google Earth con indicazione area d'intervento (Fabbricato Sede della Giunta Regionale)

Per la natura dei terreni nell'area di intervento sono state predisposte le seguenti

indagini riportati nelle Indagini Geognostiche (All.n°8): n°2 prove penetrometriche dinamiche eseguite in fondazione nei cantinati del fabbricato nella fase preliminare e n.1 prospezione sismica (Tipo Masw) eseguita recentemente (Novembre 2018) per determinare le Vseq (le velocità equivalenti delle onde di taglio entro m.30 dal piano campagna).

Inoltre sono stati utilizzati i dati della relazione geologica preliminare, quelli della letteratura Autorevole ed i dati di alcune indagini geognostiche, eseguite dallo scrivente nell'area in titolo.

I dati delle indagini insieme ai dati della Letteratura e al rilievo geologico hanno permesso la "ricostruzione geologica" dell'area in titolo con la "caratterizzazione geologico - tecnica" dei terreni, utile per la modellazione geologica e geotecnica, come richiesto dal D.M. 11.3.88, dal D.M. 14/01/2008, dalla Circolare n.617/2009 e dal D.M. 17.01.2018.

Tutti i dati analizzati hanno permesso, dopo un attento rilievo geologico dell'area in oggetto e l'analisi dei dati ottenuti dalle indagini geognostiche e geofisiche predisposte dalla Geoingegneria Srl (All.n°8), una completa caratterizzazione geologica, geotecnica e geosismica dell'area interessata dal fabbricato sede della Regione Campania, come dalla Fig.1 e dall'Inquadramento Territoriale (All.n.1).

3. METOLOGIA DI STUDIO

E' stata svolta un'attenta analisi dei dati ricavabili dalla Letteratura Autorevole (Autorità di Bacino Campania Centrale, Cartografia Geologica Nazionale e Regionale) e dei dati di alcuni Studi Geologici eseguiti ai sensi della L.R. 9/83, nonché l'analisi dei dati geognostici dei diversi professionisti che hanno lavorato nei Campi Flegrei.

Tutti i dati analizzati hanno permesso, dopo un attento rilievo geologico dell'area in oggetto e l'analisi dei dati ottenuti dalle indagini geognostiche e geofisiche eseguite dalla Geoingegneria S.r.l. (All.n.8), una completa caratterizzazione geologica, idrogeologica, geotecnica e geosismica dell'area, dove è ubicato il fabbricato in titolo.

Tutti i dati analizzati hanno permesso, dopo un attento rilievo geologico dell'area in oggetto e l'analisi dei dati ottenuti dalle indagini geognostiche e geofisiche, una completa caratterizzazione geologica, geotecnica, geosismica e vulcanologica

dell'area di progetto (Fig.n°1).

4 DATI TECNICI DI PROGETTO

Il fabbricato della Sede della Giunta Regionale è stato costruito dalle Ferrovie dello Stato nel 1920-1930 (Fig. n°1 ed All. n°. 1) sulla colmata del mare, realizzata alla fine del 1800 (1870-1890), nell'area antistante al Pallonetto di S.Lucia, ad Est della Collina di Pizzofalcone che occupa l'area dell'antico cratere del Monte Echia, come dall' Inquadramento Territoriale (All.n°1).

L'edificio, costituito da n 8 impalcati per n.8 piani, ha le strutture verticali in murature di Tufo Giallo Napoletano con un'ala in cemento armato, mentre quelle orizzontali alla base sono "a volta" e nei piani superiori in latero-cemento con putrelle in acciaio e tavelloni.

Il fabbricato ha l'ingresso principale da via S. Lucia n 81. Il sito è ubicato a Sud del centro antico di Napoli alla quota di circa m. 5,00 s.l.m., morfologicamente nell'antica rada di S. Lucia, riempita e bonificata, è praticamente pianeggiante, con una base fondale costituita da terreni incoerenti, sabbie marine e materiale di riporto su alternanze di sabbie marine e sabbie e ghiaie di origine vulcanica a tetto del Tufo Giallo Napoletano. La base fondale a muratura continua del fabbricato a forma di trapezio rettangolare è poggiata quasi a m.0,00 s.l.m. corrispondenti a m.5,00 dal piano stradale attuale, nell'ambito dei materiali di riporto.

Per la morfologia piana del sito per la intensa urbanizzazione l'area basale del fabbricato regionale, può essere soggetta a fenomeni di infiltrazione superficiale negli intensi periodi piovosi, per cui le acque meteoriche e quelle delle condutture idriche e fognarie dovranno essere attentamente controllate e monitorate, onde eliminare la possibilità di infiltrazioni di acque (meteoriche o fognarie) nelle fondazioni del fabbricato in titolo.

5. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Dopo il rilievo geologico di dettaglio, la valutazione delle opere esistenti e quelle da realizzare, l'analisi dei dati geologici esistenti sul territorio in studio, nonché le indagini geognostiche preliminari, è stata eseguita dalla Georingegneria S.r.l. una prospezione sismica tipo Masw, per la determinazione delle velocità delle onde di

taglio per la determinazione delle Vseq necessarie per la individuazione della Categoria del suolo di fondazione (D.M.17.01.2018) fino alla profondità di m.30 dal piano campagna.

La prospezione sismica, tipo Masw e le prove penetrometriche dinamiche, hanno permesso la determinazione delle proprietà fisico meccaniche dei terreni fondali fino alla profondità di circa m.10 e la conoscenza geologica e sismica globale dell'area in titolo.

I dati delle indagini eseguite ed analizzate sono riportati nelle Indagini Geognostiche (All.n.8), mentre l'ubicazione delle indagini è rappresentata nella Carta Ubicazione Indagini (All.n.2).

I risultati sono stati integrati e correlati con i dati della letteratura (Il Sottosuolo di Napoli-Convegno di geotecnica dell'AGI) e con quelli di altri studi geologici eseguiti nelle vicinanze dell'area, permettendo la ricostruzione stratigrafica e geotecnica globale e puntuale del sottosuolo (Allegati cartografici e sezioni).

Le indagini sono state condotte e interpretate a norma della Legislazione vigente e secondo le Raccomandazioni dell'Associazione Geotecnica Italiana.

6. MODELLO GEOLOGICO

La caratterizzazione e la modellazione geologica e geotecnica dei siti, secondo il D.M.14.01.08 e la Circolare Ministeriale n.617/2009 con le Nuove Norme Tecniche del 2018, rappresenta la sintesi delle informazioni di carattere geologico e geotecnico che caratterizzano l'ambito territoriale con cui in generale il progetto interagisce.

Il modello geologico che è la ricostruzione concettuale dell'assetto geometrico tridimensionale e della successione temporale e spaziale degli eventi geologici, che caratterizzano il sottosuolo dell'area interessata dall'intervento in titolo è stato realizzato con dati oggettivi di superficie (rilievo di dettaglio palmo a palmo) e di sottosuolo (Indagini geognostiche - Allegato n.8).

Il modello geologico e geotecnico spaziale preliminare viene sintetizzato in una rappresentazione grafica bidimensionale coincidente con le Sezioni Geolitologiche (All.n.5) con parametri geotecnici e geosismici medi.

6.0 Geologia e Geomorfologia Strutturale

Il Fabbricato della sede Regionale, ubicato a valle della falesia di Pizzofalcone (dove gli abitanti di Cuma formarono tra il 650 e 550 a.C. il primitivo nucleo di Partenope –Palaeopis e poi Neapolis), fa parte del centro storico di Napoli, che è una città costruita su rocce piroclastiche (ceneri, lapilli, scorie e pomici caoticamente mescolate a sabbie marine di origine vulcaniche) della regione vulcanica dei Campi Flegrei, tranne che per limitati settori di natura alluvionale.

La storia geologica del potente Complesso Vulcanico dei Campi Flegrei ha determinato la geomorfologia dell'area in titolo.

Il centro storico di Napoli si estende su una serie di colline ortogonali alla linea di costa, fra le quali risaltano le dorsali Vomero-Arenella-Posillipo e Vomero-S.Martino-Pizzofalcone e l'isoletta Megaride su cui poggia Castel dell'Ovo.

Il territorio dei Campi Flegrei in generale è caratterizzato da depositi vulcanici prodotti dal sistema magmatico flegreo includendo sia depositi da caduta che di flusso piroclastico a luoghi litificati per zeolitizzazione.

Le eruzioni della Ignimbrite Campana e del Tufo Giallo Napoletano con una intensa attività vulcanica e vulcano-tettonica più recente hanno determinato la complessa struttura della Caldera dei Campi Flegrei.

Le unità stratigrafiche presenti sono dai depositi più antichi a quelli recenti:

- Depositi vulcanici di età maggiore di 37000 anni (Torregaveta, Acqua morta, Cuma, Quarto ed Altri);
- Ignimbrite Campana - età 37000 - 40000 anni, depositi da flusso piroclastico a differente grado di litificazione nella facies grigia e giallastra (Tufo Grigio Campano);
- Depositi vulcanici di età compresa fra 37000 anni e 12000 anni fa, che comprendono depositi da flusso (Tufi antichi di Napoli), da caduta (Tufo giallo Napoletano) con una facies litoide e una incoerente;
- Depositi vulcanici di età compresa fra 15000 anni fa e 5000 anni fa, che comprendono i prodotti piroclastici dei vulcani napoletani, che non presentano più attività di tipo vulcanico, come il vulcano di M.Echia.

6.1. Morfologia dell'area

Negli stralci dei rilievi aerofotogrammetrici del Comune di Napoli sia attuali che storici riportati in All.n.1 si evidenzia l'area di ubicazione del fabbricato in titolo, realizzato dalle Ferrovie dello Stato nel 1920-1930 sulla colmata completata nel 1872 dai baroni belgi Du Mesnil (All. n. 1).

Si tratta di un fabbricato costituito da n 8 impalcati per n.8 piani, dove le strutture verticali sono in murature di tufo giallo napoletano con un'ala in cemento armato, mentre quelle orizzontali alla base sono a "volta" e nei piani superiori sono stati realizzati in latero-cementizie e con putrelle in acciaio e tavelloni.

L'area è posta a Sud del centro antico di Napoli, in località S.Lucia, alla base della collina del Monte Echia, dove è situato il primo centro abitato di Napoli "la città di Partenope".

Il sito è pianeggiante ed ubicato alla quota di circa m. 5,00 s.l.m. e morfologicamente nell'antica rada di S. Lucia riempita e bonificata, infatti la base fondale è costituita da terreni sabbiosi di origine marina e materiale di riporto su alternanze di sabbie marine e sabbie e ghiaie di origine vulcanica a tetto del Tufo Giallo Napoletano. Nel sito e nell'intorno dell'area non sono presenti né dissesti e né cavità o altro.

Per la morfologia piana del sito, posto alla base della collina del Monte Echia, dove è situato il primo centro abitato di Napoli "la città di Partenope" e per la intensa urbanizzazione l'area basale del fabbricato regionale, può essere soggetta a fenomeni di infiltrazione superficiale negli intensi periodi piovosi, per cui le acque meteoriche e quelle delle condutture idriche e fognarie dovranno essere attentamente controllate e monitorate, onde eliminare la possibilità di infiltrazioni di acque (meteoriche o fognarie) nelle fondazioni del fabbricato in titolo.

Le condizioni geomorfologiche del promontorio roccioso in tufo giallo (Monte Echia, che rappresenta per Napoli un vero vulcano spento da millenni nella zona di Pizzofalcone) hanno condizionato la localizzazione degli aggregati urbani ed il loro sviluppo nel corso dei secoli.

L'aspetto di interesse geomorfologico è dato dalla presenza di versanti acclivi per fenomeni di collasso vulcano –tettonico all'interno dei vulcani e poco acclivi e stabili, in quanto i vulcani flegrei essendo stati molto esplosivi non presentano la

classica struttura a “cono”.

Altre morfologie sono i duomi lavici, gli edifici vulcanici e le falesie, come quella di Pizzofalcone.

I rilievi flegrei e napoletani sono formati dai prodotti piroclastici antichi di età compresa fra 35000 e 13000 anni del II e I Periodo Flegreo su cui poggiano alternanze di piroclastiti cineritiche con lapilli pumicei e lapidei e con ciottoli e scorie laviche appartenenti al III e IV Periodo Flegreo (12000-3000 anni fa).

6.2 Condizioni Geolitologiche

L'area del fabbricato in titolo è situata a valle della falesia di Pizzofalcone, costituita da tufo giallo napoletano, rinvenibile alla profondità di circa m.8-10 dal piano cantinato del fabbricato (sede Regionale), realizzato sulla colmata, completata nel 1872.

I terreni rinvenibili nell'area in studio sono quindi incoerenti di riporto e di natura piroclastica. Sono costituiti da alternanze sabbiose, ghiaiose e sabbioso-limose con riporto, tipico delle fasce costiere con sabbie marine e materiali piroclastici alluvionali del Quaternario Recente, su sabbie marine e terreni alluvionali sabbiosi e ghiaiosi di origine vulcanica con materiali di riporto e ciottoli di diversa natura (IV Periodo Flegreo: 5000-2000 anni fa) poggiati su alternanze di terreni sabbiosi e ghiaiosi di origine marina e vulcanica del IV e III Periodo Flegreo: 10000-4000 anni fa, il tutto posto sul banco tufaceo (Tufo Giallo Napoletano) presente nella collina del Monte Echia (vulcano non attivo da 15000-35000 anni fa), lungo via Chiatamone e nell'area che da Castel dell'Ovo sale fino a S. Martino – Vomero, area posta nelle vicinanze del limite orientale della caldera, che ha determinato la formazione del complesso vulcanico dei Campi Flegrei, (zona ribassata per collassi vulcano - tettonici nei Periodi di attività Flegrea) e la geomorfologia sottostante al fabbricato regionale e d'intorni.

Il Tufo giallo napoletano del III - II Periodo Flegreo è situato ad una profondità variabile da Via S. Lucia (dove affiora) a m.10-14 verso via Generale Orsini (ALL.3, 5 e 8) a tetto dei prodotti piroclastici del II – I Periodo Flegreo.

Nella Sezione Geolitologica (All. n. 5) vengono schematicamente evidenziati gli spessori e le geometrie giaciture dei litotipi presenti nel sottosuolo dell'area in titolo e d'intorni, che saranno meglio determinati con ulteriori sondaggi a

carotaggio continuo nella fase esecutiva.

Il rilievo geolitologico di dettaglio e la stratigrafia delle Prove Penetrometriche Dinamiche medie e della Prospezione Sismica (All.n°5 e 8), evidenziano le giaciture litostratigrafiche succedutesi nel tempo, per i fenomeni vulcanici (M.Echia e dei Campi Flegrei).

In particolare nel sito in studio si rinvencono dall'alto (dal piano area fabbricato) in basso i seguenti litotipi (All.n.3, 5 e 8):

- Alternanze di sabbie marine e piroclastiti alluvionali della collina di Pizzofalcone con materiale di riporto delle fasce costiere (spessori m.6-8) del Quaternario Recente, su sabbie marine e terreni alluvionali sabbiosi e ghiaiosi di origine vulcanica con a luoghi materiali di riporto e ciottoli di diversa natura (IV Periodo flegreo – Quaternario recente) con spessori variabili da m.2.00 a m.5.00;
- Alternanze di terreni sabbiosi e ghiaiosi di origine marina e vulcanica del IV e III Periodo Flegreo (4000-10000 anni fa) con spessori variabili da m.1.50 a m.4.50 posti sul Tufo Giallo Napoletano del III e II Periodo Flegreo di grande spessore come dalla Sezione Geolitologica con parametri geotecnici e sismici medi (All.n.5). Le condizioni tettoniche con quelle vulcaniche, idrogeologiche ed antropiche hanno determinato la geomorfologia pianeggiante attuale dell'area in studio molto stabile.

L'area in studio è ubicata a Sud del centro abitato di Napoli a valle di Monte Echia in un'area intensamente urbanizzata come testimoniato dall'Inquadramento Territoriale (All.n.1).

6.3 Condizioni Idrogeologiche

Idrogeologicamente i terreni dell'area in studio fanno parte del complesso dei materiali piroclastici con a luoghi terreni alluvionali di origine piroclastica. Questo complesso, nel sito in oggetto, è costituito da una parte superficiale di materiali incoerenti (materiali di riporto con terreni piroclastici e sabbie marine), su alternanze di piroclastiti e sabbie marine poggiate sul Tufo Giallo Napoletano; nei primi metri dal piano campagna (circa m.8-10) per la eterogeneità granulometrica e per lo stato di addensamento ha un grado di permeabilità da medio alto ad altissimo ($K=10 \cdot 10^{-1}$ m/sec) ed un Coefficiente di Infiltrazione Potenziale da medio ad alto (C.I.P.= 50–80%), che è in buona parte ridotto per la forte urbanizzazione

e per le acque meteoriche regolamentate, mentre i materiali tassificati o tufizzati (Tufo Giallo Napoletano) di base hanno scarsa permeabilità per porosità ($K = 10^{-3}$ - 10^{-5} m/sec) ed un Coefficiente di infiltrazione Potenziale medio basso, ma trattandosi di ammasso roccioso in acqua marina deve essere considerato più permeabile, più tenero e con un CIP elevato, ma non influente.

Per le infiltrazioni e/o alluvionamenti nei periodi piovosi, le acque dilavanti, già sistemate, saranno accortamente controllate e monitorate, secondo le buone norme di pulizia idraulica, onde evitare il degradamento delle caratteristiche fisico - meccaniche dei terreni fondali, come si rileva dagli istogrammi delle prove penetrometriche dinamiche (All.n°8).

Pertanto, il sito con il fabbricato in oggetto, non presentando in generale fenomeni franosi apparenti (recenti o remoti) e né cavità, è in generale da considerare stabile. Tale condizione migliorerà con gli interventi progettuali di ristrutturazione con la prevista realizzazione di un vespaio con al disopra una soletta cementizia armata in tutti i locali interrati onde ovviare a eventuali influenze della falda freatica.

Le acque meteoriche, che dilavano naturalmente le linee di massima pendenza del pendio, a monte del palazzo regionale, già sistemate, saranno meglio sistemate all'intorno dell'area di intervento.

Dal rilievo geografico di dettaglio, tenuto conto della cartografia del Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico-PSAI dell'Autorità di Bacino della Campania Centrale, adottato dal Comitato Istituzionale con Delibera n.1 del 23.02.2015 e della forte urbanizzazione presente a monte e a valle del fabbricato in oggetto, si precisa che l'area con il fabbricato in titolo per la sistemazione a terrazzi a monte e per la superficie pianeggiante, dove è ubicata la sede regionale non presenta alcun rischio idrogeologico ed idraulico come dalla cartografia dell'Autorità di Bacino della Campania Centrale, oggi dell'Appennino Meridionale (Fig.5,6 e 7) .

Inoltre per le buone caratteristiche geotecniche dei terreni rinvenuti nella base fondale del fabbricato in titolo (All.n.5 e 8) è da ritenere che l'area con il fabbricato regionale da ristrutturare è stabile e non preoccupa né per i rischi idrogeologici e né per quelli idraulici.

6.3.1. Precipitazioni meteorologiche

L'analisi dei dati pluviometrici consente le seguenti considerazioni:

- la prima di carattere climatico, riguarda la quantità e l'intensità delle precipitazioni: generalmente basse in primavera – estate ed accettabili in autunno – inverno; ma spesso piogge di elevata intensità determinano a luoghi fenomeni di erosioni superficiali e piccoli smottamenti dei terreni piroclastici superficiali, che sono stati quasi eliminati per la forte urbanizzazione sia a monte che nell'area di intervento.
 - la seconda di natura morfologico – climatica, scaturisce dal confronto piovosità – altitudine, che indica un'erosione maggiore nelle colline a monte dell'area, lontane dalla costa ed un'erosione quasi nulla nell'area in studio, dove per l'urbanizzazione esistente l'erosione è stata del tutto annullata.
- Il territorio è interessato dalle isoiete medie con valori compresi fra 800 e 1200 mm e periodicamente anche 1200 – 1300 mm annui.

6.3.2. Erosione superficiale

Nell'area di intervento, interamente urbanizzata e pianeggiante, si possono rilevare dilavamenti lineari ed areali smaltiti dalla rete fognaria.

Nel caso di eventi meteorologici eccezionali le poche colture dei parchi e degli orti a monte dell'area in studio, con la sistemazione a terrazzi, rallentano la velocità delle acque meteoriche, riducendo qualsiasi rischio idrogeologico fino ad annullarlo.

6.3.3. Idrografia e analisi di bacino

Dall'analisi dei dati geomorfologici (All.n.5) ed idrogeologici (All.n.4) e idrologici e di bacino, si evince che il territorio dell'area in titolo è compreso nel grande bacino idrografico dell'area della collina di Pizzofalcone, compresa fra il Vomero ed il complesso urbanistico del borgo S.Lucia; pertanto essendo impossibile determinare gli afflussi ed i reflussi dell'area sia a monte che a valle, non si ritiene significativa alcuna verifica di natura idrologica.

La medio-bassa permeabilità dei terreni dell'area in studio per la forte urbanizzazione, l'accorta sistemazione a terrazzi dell'area a monte del fabbricato regionale con la sistemazione delle acque meteoriche a monte, a valle e in tutta l'area in titolo, hanno mitigato il rischio idrogeologico e da frane fino ad annullarlo.

6.4 Caratterizzazione Stratigrafica e Geotecnica

I dati del rilevamento geologico di dettaglio, della letteratura ,di un sondaggio del 1991, fatto eseguire dal Comune di Napoli nelle vicinanze di Castel dell'Ovo, delle prove penetrometriche dinamiche eseguite in fondazione e la prospezione sismica tipo Masw (All.n°.8) evidenziano nell'area dell'edificio regionale e nell'intorno la seguente situazione stratigrafica, visualizzata in maniera schematica nella sezione geolitologica (All. n.5).

Geotecnicamente sono così schematizzati (All.5 e 8):

- Dal piano stradale i primi 3-4 metri di terreno sono costituiti da materiale di riporto con sabbie e ghiaia pozzolanacea e marina con parametri geotecnici poco significativi e con a luoghi lenti sabbiose e ghiaiose tassificate, come da informazione letteraria e cartografica; V_s (velocità onde di taglio) = 150 – 200 m/sec;
- Dal piano interrato (spessore m.1.50-3.50) sono terreni sabbiosi e ghiaiosi con materiale di riporto “da poco addensati a moderatamente addensati” con N_{SPT} (numero medio di colpi del penetrometro dinamico SPT) = 5 - 15; Densità Relativa, D_r = 20-40%; Peso Volume $PV=1.6-1.9$ t/mc; Angolo d'attrito interno ϕ = 28°- 32°; Modulo di compressibilità $E_{ed}=90-130$ Kg/cmq; V_s (velocità onde di taglio) =150 – 220 m/sec;
- Al di sotto in falda sono presenti sabbie e ghiaie di origine piroclastica e marina con materiali di riporto (spessore m. 3.00 – 4.00) da “poco addensate a moderatamente addensate” con $N_{SPT}= 9 - 20$; $P.V.= 1.5 - 1.8$ t/mc; $\phi = 30^\circ - 34^\circ$; $D_r=25 - 45 \%$; $E_{ed} = 110 - 180$ Kg/cmq; V_s (velocità onde di taglio) =200 – 250 m/sec;
- Alternanze sabbiose e ghiaiose di origine vulcanica e marina (spessore m.3.00-5.00) “da moderatamente addensate ad addensate” con $N = 25 - 40$, $D_r=50-75\%$, $\phi = 33^\circ - 37^\circ$, $PV = 1.5 - 1.8$ t/mc, $E_{ed} = 190-280$; $V_s = 350 - 450$ m/sec;
- Tufo Giallo Napoletano del III – II periodo flegreo di grande spessore (maggiore di m.10), rinvenuto nelle verticali penetrometriche eseguite dalla Georingegneria Srl nel 2009 ed indicato nella cartografia dal Sottosuolo di Napoli dell'AGI (ASS.Geotecnica Italiana-1967), sul Tufo Grigio Campano di grande spessore rinvenuto nel sondaggio meccanico eseguito dal Comune di Napoli (1991) e dalla prospezione sismica tipo Masw (All.n.9) è situato, come,anche dai dati

della Letteratura Autorevole, alla profondità di 9.00-14.00 m. dal piano campagna. Il tufo o “tufite”, definibile “ammasso roccioso tenero” ha i seguenti parametri geomeccanici: “resistenza meccanica” da “bassa a medio alta”: 50-110 kg/cm², coesione $C=1.3-3.5$ kg/cm², angolo di attrito $\phi=30^{\circ}-35^{\circ}$, $PV=1.6-1.8$; V_s (velocità onde di taglio) = 450 – 600 m/sec, su ammasso roccioso con V_s (velocità onde di taglio) = 850 – 900 m/sec.

I risultati delle indagini geognostiche (All.n.8) e la sezione geolitologica (All.n.5), sono riportati negli allegati, eseguiti ed elaborati ai sensi del D.M. 11.3.88 e del D.M:14-01-08, ai quali si rimanda per un esame di dettaglio.

I dati del rilevamento geologico, insieme con quelli delle indagini geognostiche, geomorfologiche, geosismiche e della letteratura, sono soddisfacenti per la caratterizzazione stratigrafica, geotecnica e geosismica dei terreni fondali di base al fabbricato in titolo.

7. CONDIZIONI GEOSISMICHE E MODELLAZIONE SISMICA

L'area in studio risente degli effetti dei terremoti sismogenetici che si hanno a 40-50 Km di distanza nelle Zone Sismogenetiche dell'area Appenninica Meridionale (come dalla Carta Sismica della Campania - All.n.8 dove sono indicate le accelerazioni massime e le determinazioni sismiche) e poco degli effetti sismici e bradisismici dei Campi Flegrei, come dalla Vulcano-Tettonica evidenziata nelle Fig.2 e Fig.3.

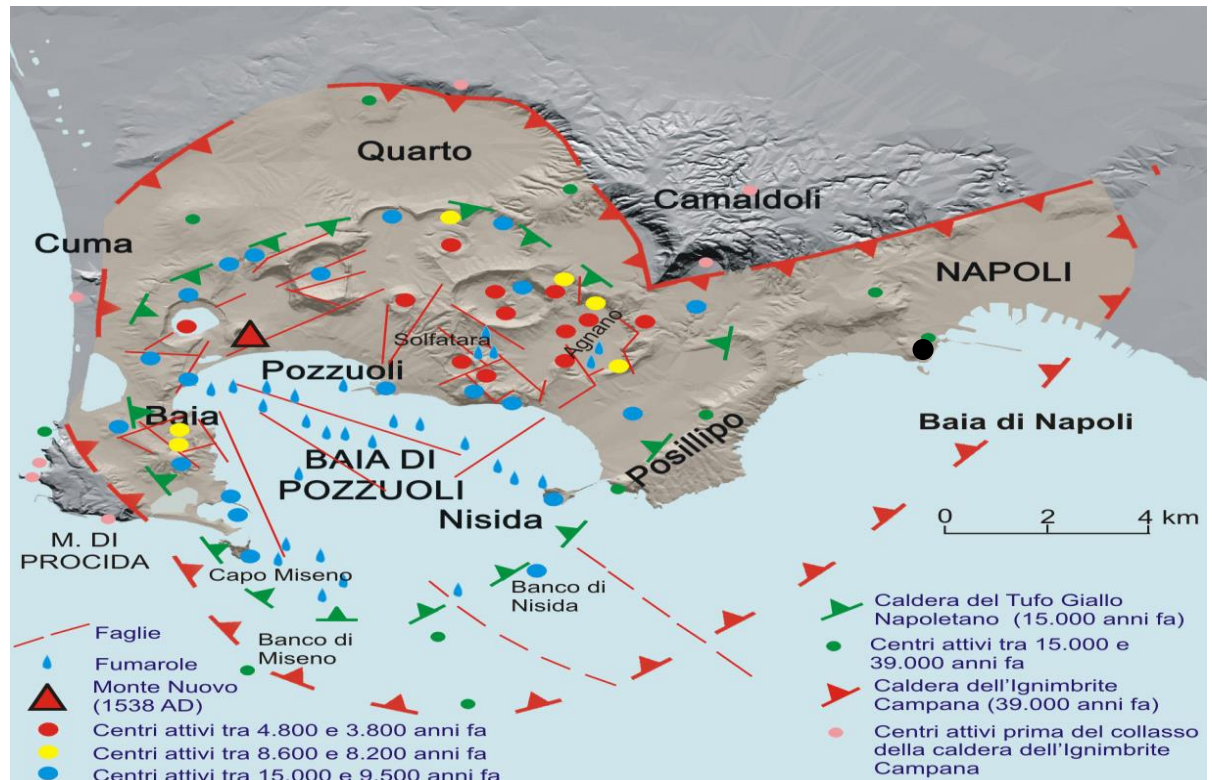


Figura 2 Carta Geologica- scala 1:25000, con indicazione area d'intervento

L'area, come si rileva dal confronto della cartografia antica con quella attuale, dalle curve di livello, dalle quote e dalla intensa urbanizzazione circostante, si presentava come area marina (All.n°1) con spiaggia e scale, per accedere a mare fino al 1860-1865, e solo nel 1872 alla fine della colmata con la costruzione del tronco stradale fino a piazza Vittoria, ad opera dei baroni belgi Du Smenil, fu realizzata un'area pianeggiante, come si presenta attualmente.

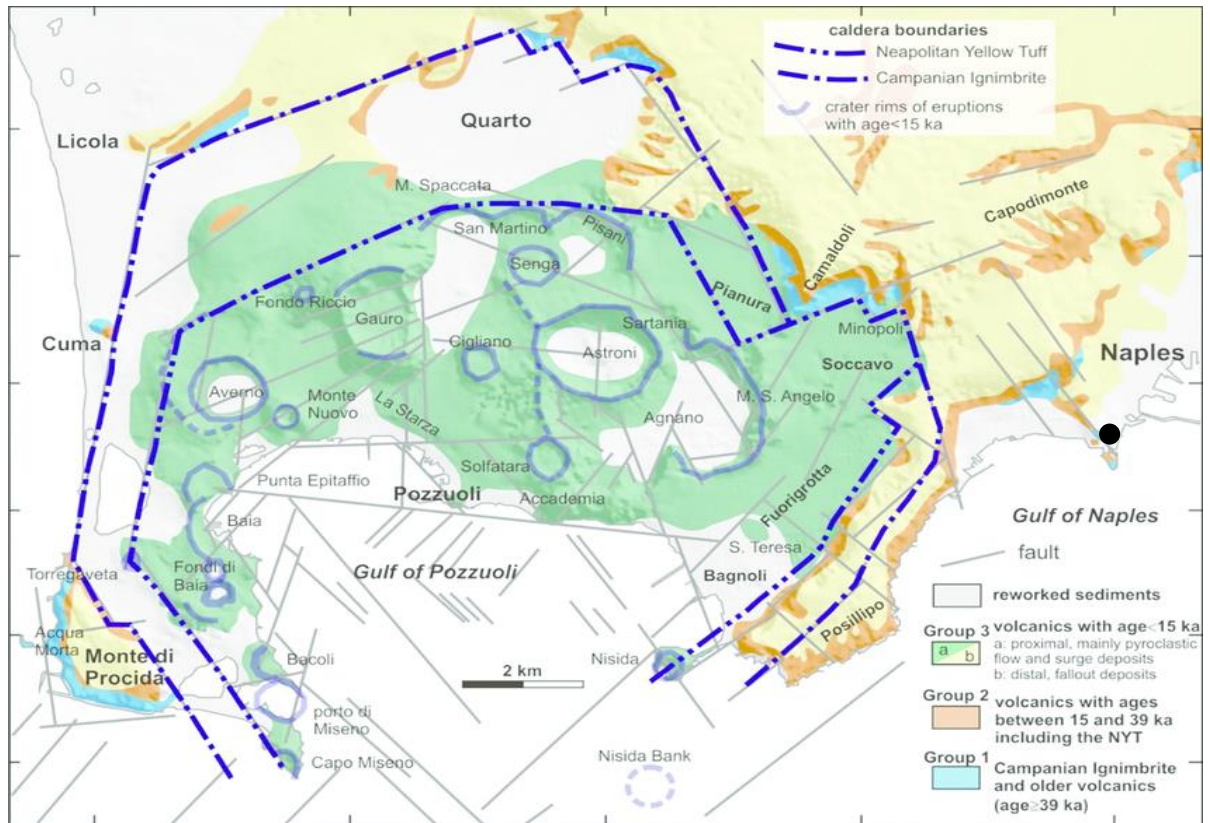


Figura 3 Carta geologica dei Campi Flegrei [da Vitale-Isaia 2014 modificata con indicazione area d'intervento

Tenuto conto che la Caldera Vulcanica dei Campi Flegrei geologicamente è un vulcano attivo e che sono possibili in futuro eventi sismici e bradisismici per le verifiche di stabilità del fabbricato sono stati utilizzati i parametri sismici più idonei per verificare meglio il rischio sismico e bradisismico.

Risulta indispensabile quindi definire *la risposta sismica locale* che è l'azione di filtro e d'amplificatore esercitata localmente dagli strati più superficiali del terreno sovrapposti ad un basamento roccioso; essa è l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo a una formazione rocciosa di base (substrato o bedrock), subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti (deposito di copertura) fino alla superficie.

Considerato che in ambito sismico le caratteristiche di un sisma oltre che dalla sorgente, dalla distanza ipocentrale e da diversi fattori di risposta locale che modifica la composizione spettrale del sisma, è stata effettuata la *Risposta Sismica Locale* ai sensi del D.M.17.01.18, come dalla Relazione sulla Modellazione sismica (All.n.8).

Le condizioni sismiche dell'area determinate, sono quelle assegnate dalla legislazione vigente, come dall'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei

Ministri n.3274/2003 (Primi elementi di criteri generali per la classificazione sismica del territorio Nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica) ed il D.M.14/01/2008 e il D:M:17.01.2018 che hanno individuato il *Comune di Napoli*) *come appartenente alla ZONA n.2* con accelerazione orizzontale con probabilità di superamento, pari al 10% in 50 anni, $ag/g = 0.15 - 0.25$, dove la Categoria del suolo di fondazione è rappresentata dal profilo stratigrafico di **TIPO "B"**.

La Prospezione sismica – Tipo Masw con la Modellazione Sismica (All.n.9), ha valutato le condizioni geosismiche dell'area, determinando con le velocità delle onde di taglio (V_{seq}) il *Tipo di suolo di fondazione*, con l'individuazione degli spettri di risposta elastico agli stati limite che sono al disotto di quelli legali, per cui il *fabbricato in titolo* è situato in un area con sismicità inferiore a quella legale, come confermato anche dalle caratteristiche geotecniche determinate dalle prove penetrometriche dinamiche, che escludono fenomeni di liquefazione.

Per quanto sopra, considerato che i Campi Flegrei geologicamente sono un vulcano attivo, non potendo escludere che sono possibili crisi sismiche di tipo vulcanico, si consiglia per la ristrutturazione del fabbricato regionale in titolo utilizzare i parametri sismici più idonei per ridurre quanto più è possibile il rischio sismico di tipo tettonico e quello di tipo vulcanologico.

Le condizioni sismiche dell'area, in generale, sono quelle assegnate dalla legislazione vigente.

8. CONDIZIONI GEOSTATICHE

Sono state analizzate le cartografie del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico approvate dall'Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale (sostituita dall'Autorità di Bacino dell'Appennino Meridionale) con Delibera Comitato Istituzionale del 23.2.15 – BURC 23.3.15, da cui si rileva che l'area di intervento non presenta alcun rischio, come dalle Tavole n.447154 e n.447151 Carta della Pericolosità da frana e Carta del Rischio Frana, redatta in scala 1:5.000, che presentano una "Pericolosità elevata" P3 ed un "Rischio elevato" R3 da frana a monte di via S.Lucia Fig.n.4 e n.5).

PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

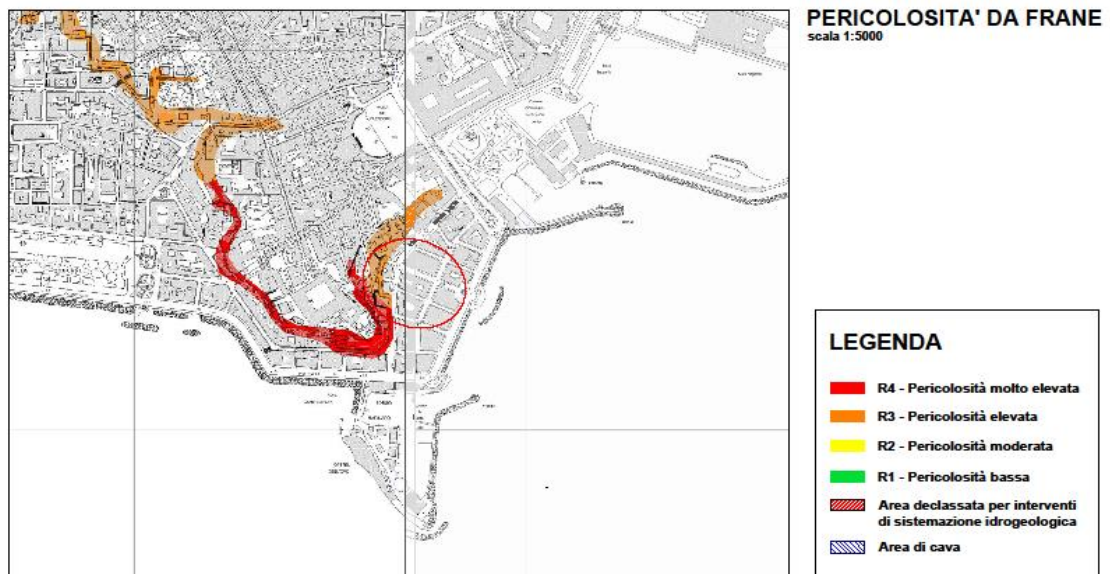


Figura 4: Stralcio Tav. 447154-447151 Autorità di Bacino della Campania Centrale –
Scala modificata – CARTA PERICOLOSITA' DA FRANA

Dal rilevamento di dettaglio, dalla morfologia e dalle indagini si rileva che i terreni delle aree interessate dai rischi indicati, sono distanti dal fabbricato regionale ed hanno parametri geotecnici buoni, quindi non destano alcuna preoccupazione ai fini della stabilità globale, ma possono essere soggetti a scoscendimenti e/o dissesti per eventi meteorologici eccezionali, che comunque non interesseranno il fabbricato in titolo.

Durante le fasi di sistemazione finale delle opere a farsi le acque meteoriche e di infiltrazione superficiali saranno opportunamente sistemate con drenaggi e impermeabilizzazioni per evitare la degradazione dei parametri geotecnici superficiali.

PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO



Figura 5: Stralcio Tav. 4471154-447151 Autorità di Bacino della Campania Centrale: Scala modificata – CARTA RISCHIO DA FRANA

9. VALUTAZIONE DELLE PROBLEMATICHE GEOLOGICHE E RISCHIO SISMICO E VULCANICO

Tenuto conto delle indagini geognostiche e del rilievo geologico di dettaglio dell'area e di'intorno, per prevenire situazioni impreviste durante la vita delle opere di ristrutturazione del fabbricato in titolo è necessario tenere presente quanto segue per eliminare fattori di rischio:

- predisporre opere o normative idonee per ridurre le vibrazioni stradali;
 - prevenire l'instabilità dei terreni superficiali e fondali con la idonea sistemazione delle acque superficiali, di dilavamento e quelle delle oscillazioni freatiche per le maree.
 - valutare per ogni tipo di intervento di ristrutturazione le opere collaterali più idonee a farsi e le più accorte precauzioni antinfortunistiche;
 - scegliere per i nuovi interventi in funzione dei carichi strutturali, substrutturali ed accidentali il tipo di intervento più idoneo per prevenire qualsiasi tipo di rischio.
- Per i processi geodinamici esterni (erosione ed eventuali crolli dell'area a monte di

Via S.Lucia con conseguenti alluvionamenti nell'area del fabbricato), tenuto conto dei parametri geotecnici medi dell'area collinare (distante dal sito in titolo) si miglioreranno le opere di sistemazione delle acque meteoriche nell'intorno del fabbricato da ristrutturare.

Per i processi geodinamici interni (rischio sismico e vulcanico), ricordando che, secondo la legislazione vigente (D.M.14/01/08,D.M.17.01.2018 e la Circolare n.617/09) l'area in studio è situata in un Comune sismico, la pericolosità sismica, trattata nella Sismicità dell'Area (All.n.9) sarà quasi annullata in quanto le strutture fondali del fabbricato soddisferanno le verifiche relative agli Stati Limite ultimo (SLU) e allo Stato Limite di danno (SLD), mentre la pericolosità endogena è rappresentata dai Campi Flegrei, dove sono presenti vulcani attivi in fase di quiescenza e diversi in assenza di attività da millenni, per cui *ogni previsione è un azzardo*.

Per intendere meglio il rischio vulcanico e come prevenire e mitigare il rischio in oggetto si ricorda che la Camera Magmatica non è una cavità, ma un'area al disotto della superficie terrestre in cui il magma si accumula per tempi relativamente lunghi.

Concludendo, considerato che in un'area densamente urbanizzata una zonazione vulcanica non è né sufficiente, né di grande aiuto, è da ritenere che il **grado di sicurezza** è solo funzione della qualità e quantità di controlli finalizzati alla previsione.

10. CAPACITA' PORTANTE DEI TERRENI FONDALI

La costituzione del sottosuolo del fabbricato in titolo per la geolitologia e le caratteristiche geotecniche consente il ricorso a fondazioni superficiali con piano di posa alla profondità di m. 1,50 - 2,50 dal piano campagna oppure a fondazioni indirette, ossia fondazioni profonde del tipo pali di piccolo e medio diametro preferibilmente attestati a m. 10 – 15 dal piano stradale attuale.

Ma trattandosi di un fabbricato con otto impalcati, realizzato con fondazioni a sacco poste alla profondità dal piano stradale di m.5.00-5.50, circa 100 anni fa, con una base fondale continua, attestata sulle sabbie e ghiaie di origine piroclastica e marina con materiali di riporto (spessore m. 3.00 – 4.00) da "poco addensate a moderatamente addensate" con ottimi parametri geotecnici, sono stati eseguiti

attenti calcoli geotecnici.

Pertanto ipotizzando una fondazione diretta nastriforme con base fondale media $B = m.1.30$ posta alla profondità di $m.5.00$ dal piano stradale, si ha un carico ammissibile medio, $Q_{amm} = 3.00 - 5.50 \text{ Kg/cm}^2$, con valori di cedimenti finali nell'ordine di $10 - 15 \text{ mm.}$, che attestano la staticità del fabbricato in titolo.

Trattandosi di un fabbricato ad otto impalcati e con carichi eccessivi in un'area a pericolosità sismica classificata Zona "2" su un suolo di fondazione di Categoria "B", con un carico di esercizio massimo $q_e = 3.50 - 5.50 \text{ Kg/cm}^2$, è da ritenere che le verifiche agli Stati Limite Ultimo (SLU) dimostrano che il valore di progetto delle azioni (E_d) è minore del valore di progetto della resistenza offerta dal terreno (R_d), D.M.17.01.2018 con un Fattore di sicurezza maggiore di 1.00.

Sono stati inoltre determinati i cedimenti finali con l'uso di due metodiche: Metodo di Parry e Metodo di Burland e Burbidge, ottenendo valori nell'ordine di $10-15 \text{ mm.}$ che sono cedimenti ammissibili per i carichi indicati.

La valutazione delle capacità portante dei terreni è stata eseguita tenendo conto della sismicità dell'area.

Le condizioni geostatiche del fabbricato in titolo, che miglioreranno con la realizzazione delle opere necessarie per la ristrutturazione, per la eliminazione dell'umidità di risalita nelle murature fondali (fra i vari sistemi di deumidificazione si indicano intonaci ad alta evaporazione), per la nonché le opere di impermeabilizzazione, finalizzate al miglioramento ambientale del piano seminterrato, confermano la fattibilità dell'intervento in titolo.

11. FATTIBILITA' GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA ED ARCHEOLOGICA

Dalla prospezione sismica (Tipo Masw), dalle prove penetrometriche (All.n.8) e dal rilievo geologico, idrogeologico e geomorfologico si è rilevato che i terreni presenti nell'area e nello strato fondale del fabbricato da ristrutturare hanno buoni parametri geotecnici che migliorano con la profondità, come dalla caratterizzazione geotecnica, dalle indagini geognostiche e dalla Sezione Geolitologica (All.n.5 e 8).

La prospezione sismica ha confermato la sequenza stratigrafica e gli ottimi parametri fisico-meccanici delle prove penetrometriche dinamiche preannunciando un suolo di fondazione con ottime caratteristiche geotecniche.

I sondaggi meccanici, il rilievo di dettaglio e le prove penetrometriche eseguite nell'area fondale hanno fatto riscontrare nell'area fondale e d'intorni materiali di riporto ed alternanze di terreni di natura vulcanica sabbiosa ghiaiosa (pozzolane) poggiati sul Tufo Giallo Napoletano che è posto ad una profondità variabile da 0.00 m. in Via S. Lucia, dove affiora fino ad oltre m.10-14 dal piano campagna in via Generale Orsini.

Le condizioni geologiche, idrogeologiche, idrauliche e geotecniche dei terreni presenti nell'area circostante e fondale del fabbricato in titolo con le opere di restauro e ristrutturazione miglioreranno la stabilità dell'edificio e della base fondale.

La morfologia dell'area in studio, determinata dall'intensa e multiforme opera della natura, è stata modificata dall'uomo all'inizio del 1900-1920 con la colmata, come dall'analisi della cartografia antica e storica (All. n.1), per cui non si hanno notizie archeologiche nel sito del fabbricato.

Quanto su detto conferma la fattibilità geologica, idrogeologica ed archeologica dell'intervento in titolo.

12. CONCLUSIONI

I dati del rilevamento geologico, integrati e correlati con quelli delle indagini geognostiche e della letteratura, hanno permesso una esauriente caratterizzazione geologico – tecnica dei terreni fondali ed hanno evidenziato che l'area in titolo non presenta alcun problema di stabilità, che migliorerà con la sistemazione di ristrutturazione e restauro del fabbricato regionale.

Le caratteristiche fisico – meccaniche dei terreni fondali, ottenute dalle indagini geognostiche sono accettabili in quanto i risultati delle indagini geognostiche sono confermati dalla letteratura Autorevole.

Considerato che le fondazioni di un fabbricato agiscono come un punzone di grandi dimensioni e tenuto conto che l'acqua può provocare nei terreni fondali un grande disordine sottofondale si indica nel caso in studio di intervenire sul terreno fondale eliminando l'umidità di risalita nella muratura nel seminterrato con intonaci molto permeabili al vapor acqueo , migliorando l'ambiente interrato e la base delle

prime fondazioni “a sacco” realizzate nel napoletano, che sono risultate molto idonee per gli scarichi in fondazione.

Concludendo, tenuto conto che il rischio sismico si può quasi annullare e che il rischio vulcanico si può solo mitigare, è assolutamente necessario (specialmente nel centro abitato) migliorare e pianificare una viabilità idonea per una facile evacuazione.

Inoltre ricordando che i costi per la *prevenzione sono sempre inferiori a quelli delle catastrofi* si consiglia di predisporre nel fabbricato una stazione multidisciplinare fornita di sismografi, accelerometri, pluviometri, anemometri e vibrometri, per predisporre in anticipo i provvedimenti per la sicurezza e la salvaguardia di vite umane e per organizzare meglio l'evacuazione in caso di eventi calamitosi naturali.

I sottoscritti, nell'essere disponibile per qualsiasi chiarimento, ritengono che le opere di progetto (ristrutturazione e restauro) miglioreranno la fruibilità del fabbricato regionale.

Napoli, Novembre 2018

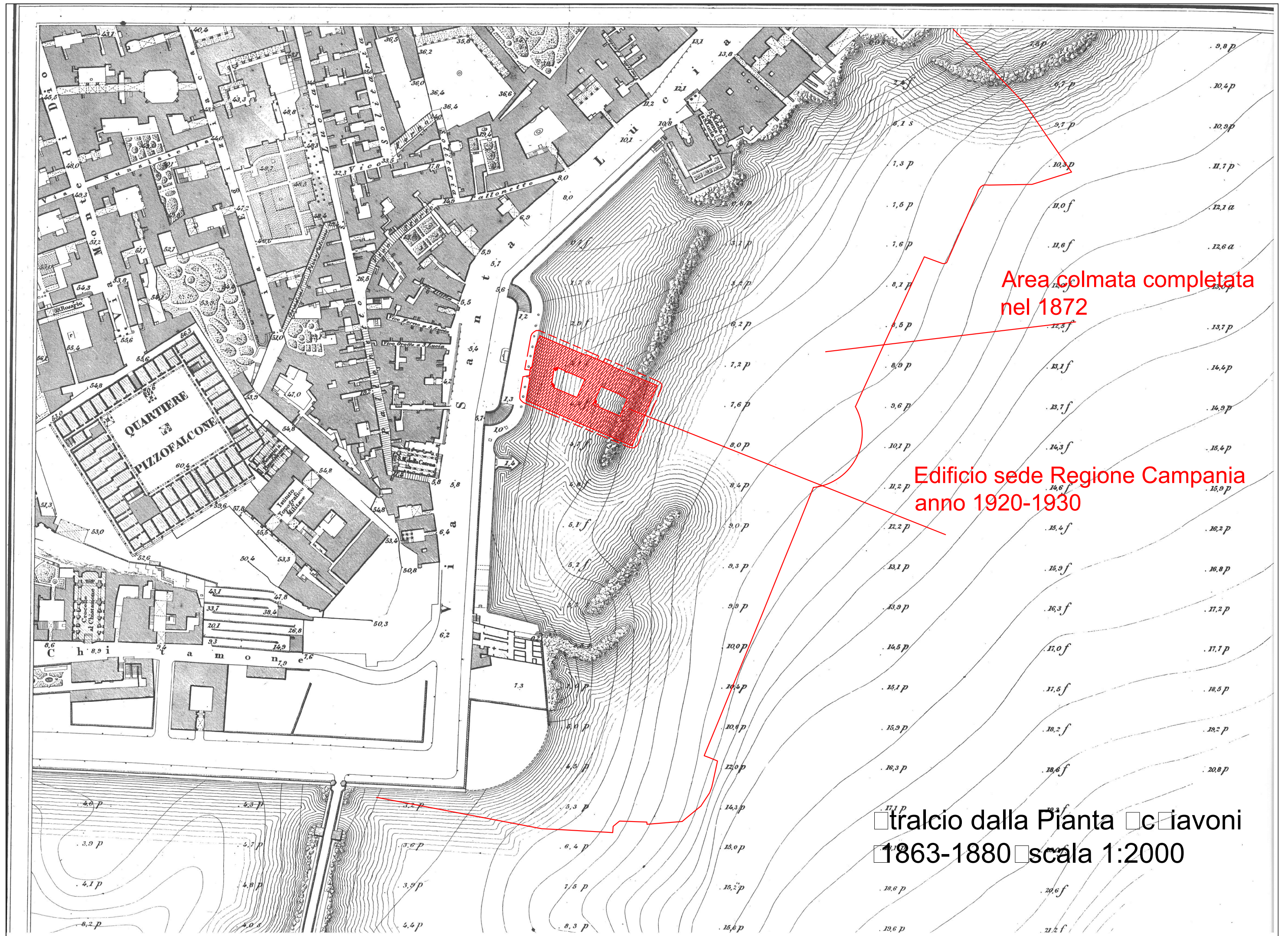
Dr.Geol.RITA IAZZETTA

Dr.Geol. LUIGI IAZZETTA

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

In questo elaborato viene riportato:

- Stralcio aerofotogrammetrico del Comune di Napoli con ubicazione dell'area di intervento scala 1:25000
- Ortofoto da Google Earth dell'area di intervento
- Stralcio aerofotogrammetrico del Comune di Napoli con ubicazione edificio della Giunta Regionale della Campania - scala 1:5000
- Stralcio della Pianta Schiavoni con colmata
- Le antiche città di Parthenope e di Neapoli



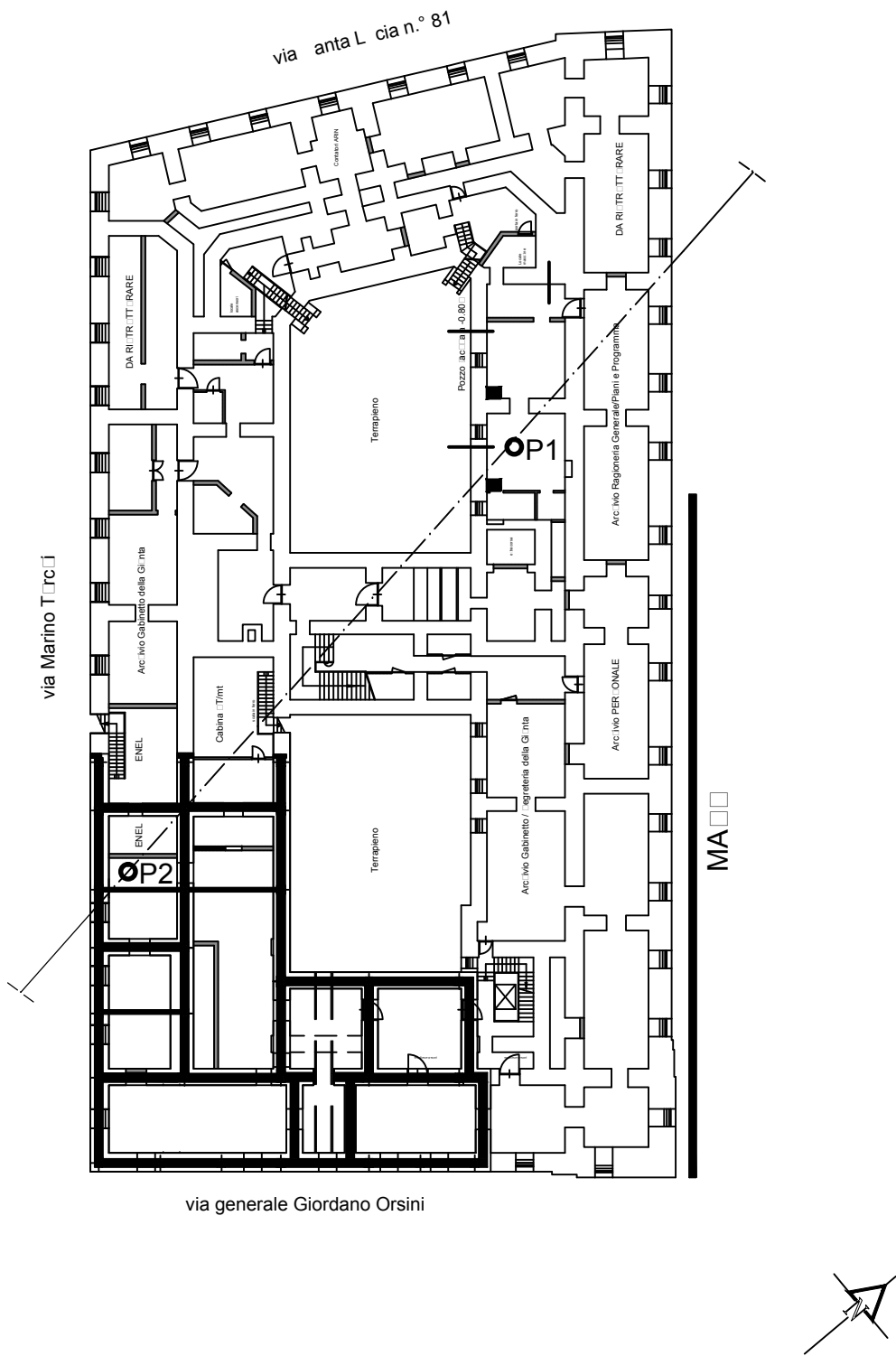


Le antiche città di Partenope e Neapolis

1. La città di Partenope 680-530 a.C. - 2. Neapolis al IV sec. a.C. - 3. Espansione della città al VI sec. d.C.
4. Presunta linea di costa.

PIANTA PIANO INTERRATO

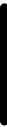
CALA 1:200



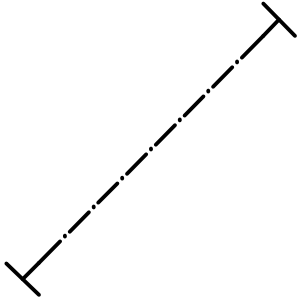
LEGENDA



Prove penetrometriche dinamiche



Microcarotaggio per individuazione del piano fondale e analisi qualitativa murature



Sezione geolitologica



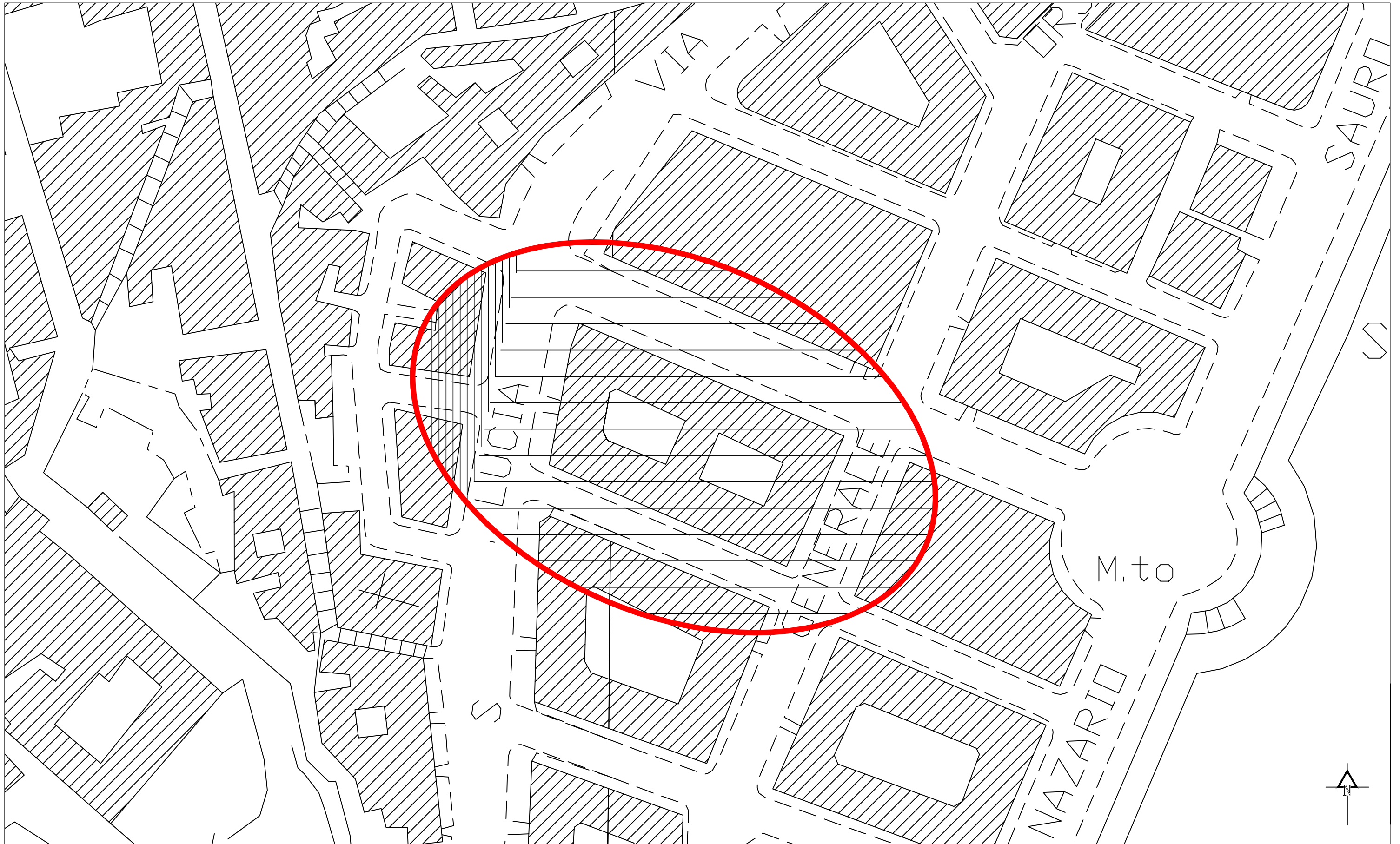
Prospezione sismica
TIPO MASW

CARTA GEOLITOLÓGICA

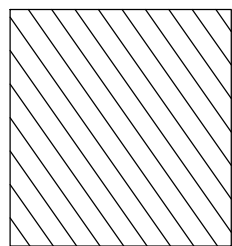
STRALCIO AEROFOTOGRAMMETRICO DEL COMUNE DI NAPOLI

□ CALA 1:1000

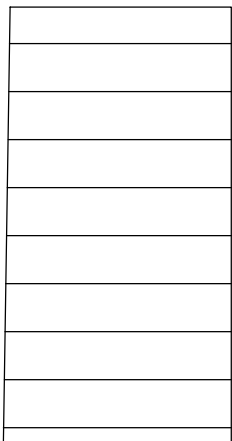
AII. N. 3



LEGENDA



Massicciata stradale e fabbricati sù tuffo giallo napoletano spessore maggiore di m. 10 del III e II Periodo legreo M. Ecua, vulcano spento da millenni



Massicciata stradale sulla colmata del 1870-1890, costituita da materiali di riporto, con ciottoli di varia natura, sabbie marine e piroclastiti alluvionali con spessori variabili da m. 5.00 a m. 8.00 alternario recente sabbie marine e terreni alluvionali di origine vulcanica del I e III Periodo legreo spessori m. 3.00 - 4.00 alternanze sabbiose e ghiaiose di origine marina e vulcanica del I e III Periodo legreo spessori m. 2.00 - 4.00 poggiate sù tuffo giallo napoletano del III - II Periodo legreo spessore di m. 10.00

CARTA IDROGEOLOGICA

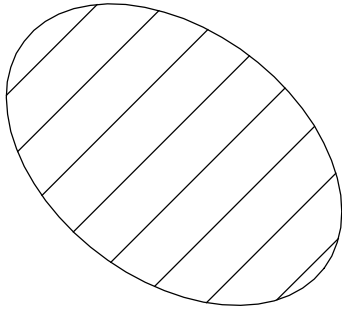
STRALCIO AEROFOTOGRAMMETRICO DEL COMUNE DI NAPOLI

□ CALA 1:1000

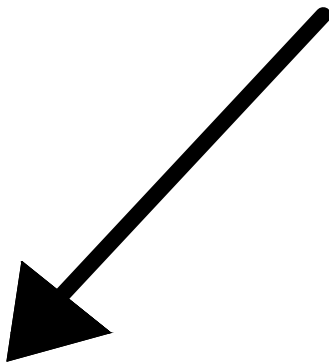
AII. N. 4



LEGENDA



Complesso idrogeologico dei materiali piroclastici, costituito in superficie da riporto con terreni piroclastici e sabbie marine s alternanze di sabbie marine e piroclastiti cenere, lapilli e pomice con permeabilit buona $10^{-10} - 10^{-1}$ m/sec e con Coefficiente di Infiltrazione Potenziale (C.I.P.) 50-80 in buona parte ridotto per l'alta urbanizzazione e da una parte basale costituita dal tufo giallo napoletano di grande spessore con scarsa permeabilit $10^{-3} - 10^{-5}$ m/sec e con C.I.P. medio-basso.



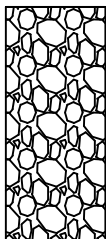
Andamento della falda freatica:

NordOvest – Ovest verso SudEst – Sud

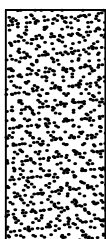


Direzione dei flussi delle acque superficiali.

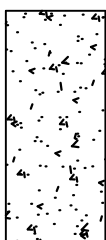
LEGENDA



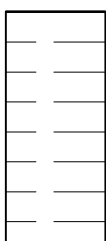
Materiali di riporto con sabbie e ghiaia pozzolanacea e marina con parametri geotecnici poco significativi e con alogenuri lenti sabbiose e ghiaiose tassificate, come da informazione letteraria e cartografica. s velocità onde di taglio 150 - 200 m/sec



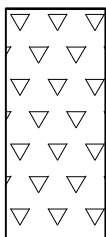
Terreni sabbiosi e ghiaiosi con materiale di riporto da poco addensati a moderatamente addensati con N numero medio di colpi del penetrometro dinamico PT 5 - 15 Densità Relativa Dr 20-40 Peso volume P 1.6-1.9 t/mc Angolo d'attrito interno 28°- 32° Modulo di compressibilità Eed 90-130 g/cm s velocità onde di taglio 150 - 220 m/sec.



Sabbie e ghiaie di origine piroclastica e marina con materiali di riporto spessore m. 3.00 - 4.00 da "poco addensate a moderatamente addensate" con N PT 9 - 20 P. 1.5 - 1.8 t/mc 30°- 34° Dr 25 - 45 Eed 110 - 180 g/cm s velocità onde di taglio 200 - 250 m/sec



Alternanze sabbiose e ghiaiose di origine vulcanica e marina spessore m. 3.00-5.00 da moderatamente addensate ad addensate con N 25 - 40, Dr 50-75, 33°- 37°, P 1.5 - 1.8 t/mc, Eed 190-280 s velocità onde di taglio 350 - 450 m/sec



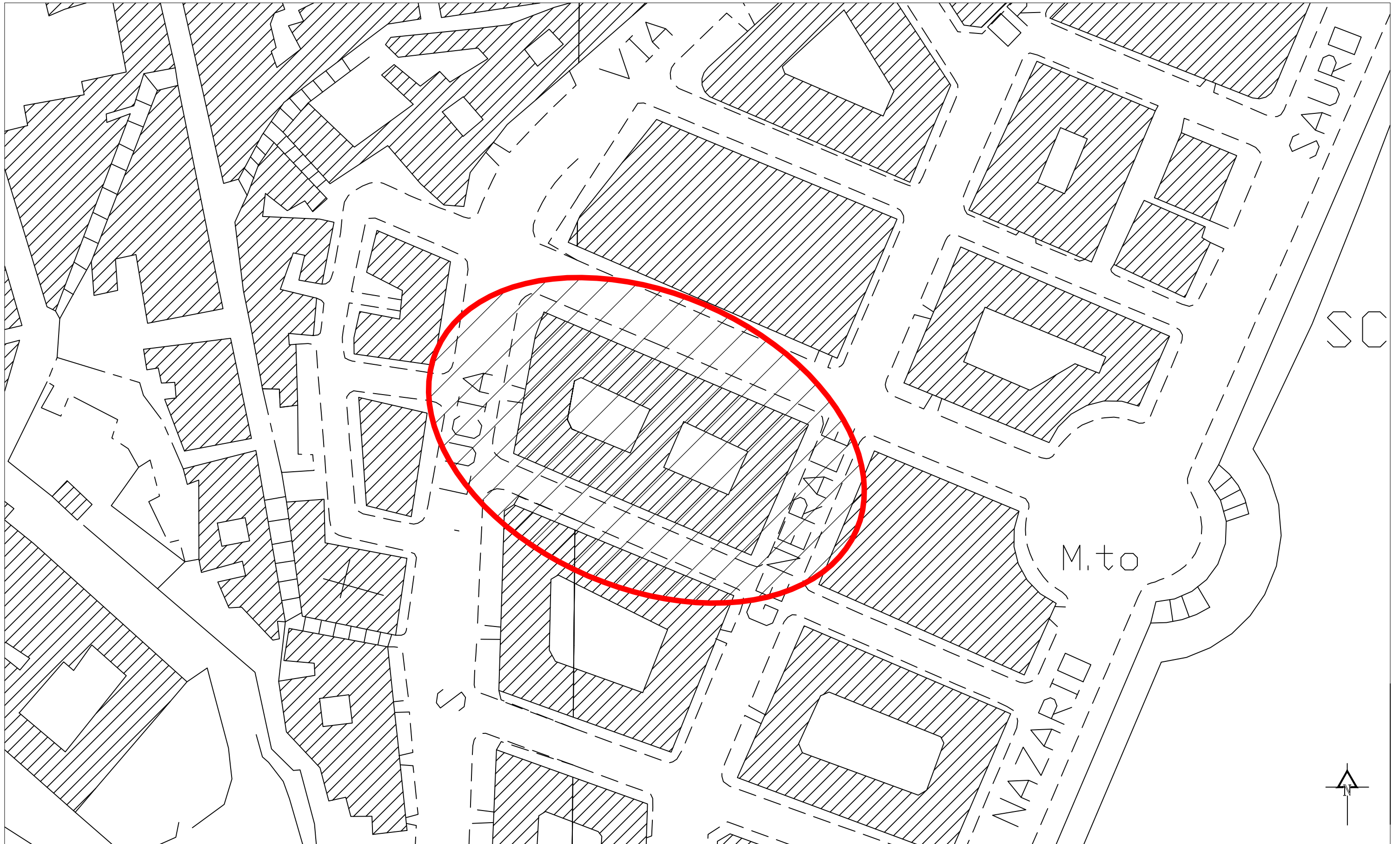
Tuffo Giallo Napoletano del III - II periodo flegreo di grande spessore maggiore di m.10 Il tuffo o tuffite, definibile ammasso roccioso tenero con resistenza meccanica da bassa a medio alta : 50-110 g/cm, coesione C 1.3-3.5 g/cm, angolo di attrito 30°-35°, P 1.6-1.8 s velocità onde di taglio 450 - 600 m/sec, s ammasso roccioso con s velocità onde di taglio 850 - 900 m/sec.

CARTA GEOMORFOLOGICA E DELLA STABILITA'

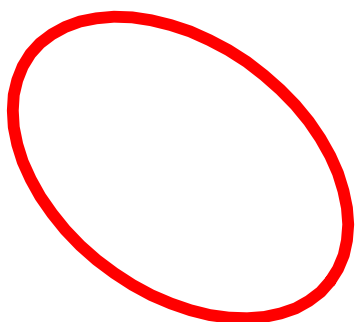
STRALCIO AEROFOTOGRAMMETRICO DEL COMUNE DI NAPOLI

□ CALA 1:1000

AII. N. 6

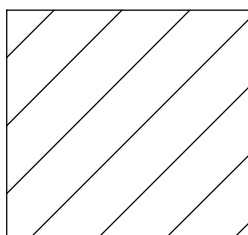


LEGENDA



Area di intervento

Pendenze



0% - 0,5%

Massicciata stradale sùlla colmata del 1870-1890, costitùta da materiali di riporto, con ciottoli di varia natùra, sabbie marine e piroclastiti alluvionali con spessori variabili da m. 5.00 a m. 8.00
■ ■ ■aternario recente ■ s ■ sabbie marine e terreni alluvionali di origine vulcanica del I ■ e III Periodo ■ legreo ■ spessori m. 3.00 - 4.00 ■ s ■ alternanze sabbiose e ghiaiose di origine marina e vulcanica del I ■ e III Periodo ■ legreo ■ spessori m. 2.00 - 4.00 ■ poggiate sùl tùfo giallo napoletano del III - II Periodo ■ legreo ■ spessore di m. 10.00 ■ ■ ■perficie pianeggiante ■ TA ■ ILE.

CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

ALL. N.7



Latitudine (WGS84)

40.83203682

Longitudine (WGS84)

14.24945342

Latitudine (ED50)

40.833743

Longitudine (ED50)

14.250283

Altitudine (mt)

0

Classe dell'edificio

IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche i ▼

Vita Nominale Struttura

100 ▼

Periodo di Riferimento per l'azione sismica

200

Parametri di pericolosità Sismica				
Stato Limite	T _r [anni]	a _g /g [-]	F _o [-]	T* _c [s]
Operatività	120	0.093	2.322	0.330
Danno	201	0.119	2.305	0.330
Salvaguardia Vita	1898	0.259	2.428	0.339
Prevenzione Collasso	2475	0.280	2.560	0.340

INDAGINI GEOGNOSTICHE CON MODELLAZIONE SISMICA

- N.1 prospezione sismica tipo MASW con valutazione della SISMICITA' DEL SITO e la MODELLAZIONE SISMICA eseguita dalla Geoingegneria srl;
- N.2 prove penetrometriche dinamiche medie;
- N.1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo eseguito dal Comune di Napoli.

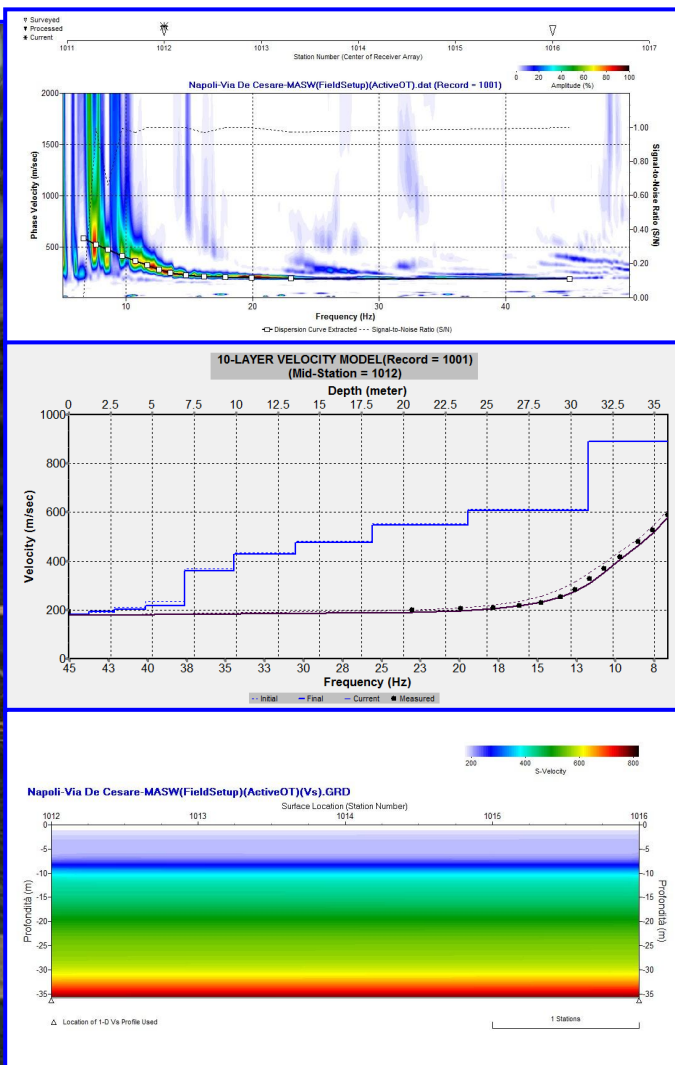
Tali indagini sono state condotte ed interpretate secondo le raccomandazioni dell'Associazione Geotecnica Italiana.

La valutazione della risposta sismica locale nella Modellazione Sismica è stata effettuata secondo le indicazioni D.M 17/01/2018.

L'ubicazione planoaltimetrica delle indagini è riportata nella Carta Ubicazione Indagini (All. N.2).

COMUNE DI NAPOLI

PROVINCIA DI NAPOLI



RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA DI SITO INERENTE AL PROGETTO DI RESTAURO ED ADEGUAMENTO SISMICO DEL PALAZZO SANTA LUCIA DELLA REGIONE CAMPANIA

Il Committente RTP:Ing.G.IAZZETTA-STUDIO VALLE- CORVINO E MULTARI	Il Tecnico Dr. Geol. Luigi Iazzetta
Napoli, ottobre 2018	REV. 0

INDICE

1 - PREMESSA.....	3
2 - INDAGINE ESEGUITA.....	4
3 - ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI	5
4 - INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI	11
5 - RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	13
6 - CONCLUSIONI.....	22

1 - PREMESSA

Su incarico del RTP(Ing. G.IAZZETTA ed ALTRI) è stata effettuata n°1 prospezione sismica M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves ovvero Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh) per la redazione della relazione geofisica sulla modellazione sismica di sito inerente al progetto di restauro ed adeguamento sismico del Palazzo Santa Lucia in via De Cesare (coordinate geografiche WGS84 del sito 40.832203° N - 14.249682° E), nel territorio comunale di Napoli (NA) (Fig. 1), al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il suolo secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018).

È stata inoltre condotta un'analisi della risposta sismica del suolo fornendo il calcolo degli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto (D.M. 17 gennaio 2018).



Fig. 1 – Prospezione sismica MASW effettuata in area progettuale.

2 - INDAGINE ESEGUITA

Al fine di caratterizzare sismicamente il suolo nell'area oggetto di indagine, è stata eseguita una prospezione sismica MASW (Fig. 1), con le seguenti caratteristiche (Tab. 1):

<i>Prospezione sismica</i>	<i>Lunghezza complessiva dello stendimento (m)</i>	<i>Offset e spacing (m)</i>	<i>Direzione</i>
<i>MASW n.1</i>	<i>48.0</i>	<i>2.0</i>	<i>N 278° E</i>

Tab. 1 – Riepilogo caratteristiche delle fasi di acquisizione relative allo stendimento geofonico messo in opera.

L'indagine è stata condotta mediante l'utilizzo di sismografo M.A.E. A6000-S 24 bit 24 canali, strumento compatto e versatile progettato e realizzato appositamente per eseguire indagini di prospezione sismica convenzionali (rifrazione, riflessione) e non convenzionali [Re.Mi. (Refraction Microtremor); M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves); S.A.S.W. (Spectral Analysis of Surface Waves)].

L'elevata dinamica (24 bit di risoluzione) unita alla notevole memoria per l'acquisizione, ne consente l'utilizzo per tecniche di indagine di tipo non convenzionale. Tali indagini risultano particolarmente adatte in aree fortemente antropizzate (aree urbane e industriali) con notevole presenza di rumore di fondo (noise).

La gestione dell'apparecchiatura è notevolmente semplificata dall'interfaccia grafica e dall'interazione con essa tramite il sistema di puntamento touch-screen, che consente di eseguire tutte le operazioni toccando con un pennino gli oggetti interessati direttamente sullo schermo.

L'ambiente operativo dello strumento è quello di Microsoft Windows XP embedded.

La sorgente sismica (Fig. 2) è costituita da un impatto transiente verticale (maglio dal peso di 6kg che batte su una piastra circolare in alluminio). Come trigger/starter è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14Hz, posto in prossimità della piastra.

Quando la battuta sulla superficie della piastra non risultava netta o veniva colpita due volte erroneamente, la prova veniva ripetuta.

La sorgente è stata posizionata all'inizio dello stendimento geofonico, con offset pari a 2.00m, in modo tale da ottenere profili sismici diretti. Le oscillazioni del suolo sono state rilevate da 24 geofoni verticali (Geospace – 4.5Hz) posizionati lungo il profilo di indagine con spacing predefinito (Fig. 1; Tab. 1). La lunghezza complessiva dello stendimento geofonico è stata sufficiente a determinare la sismostratigrafia 2D dei terreni nel sito prescelto fino alla profondità di 35.8m dal p.c..

I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con apposito programma (SurfSeis 2.05 della Kansas Geological Survey) per la determinazione della sismostratigrafia del sottosuolo.



Fig. 2 – Sorgente energizzante, costituita da massa battente su piastra di alluminio. Come starter/trigger è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14Hz.

3 - ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI

Le acquisizioni dei segnali, di lunghezza temporale $T=2.048s$, sono state effettuate con passo di campionamento $dt=0.5ms$. La frequenza di campionamento è data da: $f_{\text{campionamento}}=1/dt=2000Hz$. La frequenza massima dei segnali, ovvero la frequenza di Nyquist, è data da: $f_{\text{Nyquist}}=1/2dt=1000Hz$. La frequenza minima dei segnali è data da: $f_{\text{min}}=1/T=0.488Hz$.

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 2.05 della Kansas Geological Survey che ha permesso di eseguire l'intero processo di elaborazione di n°1 sezione sismostratigrafica 2D delle V_s (Fig. 11).

Gli elaborati relativi alla prova effettuata sono di seguito riportati (Figg. 3 – 11).

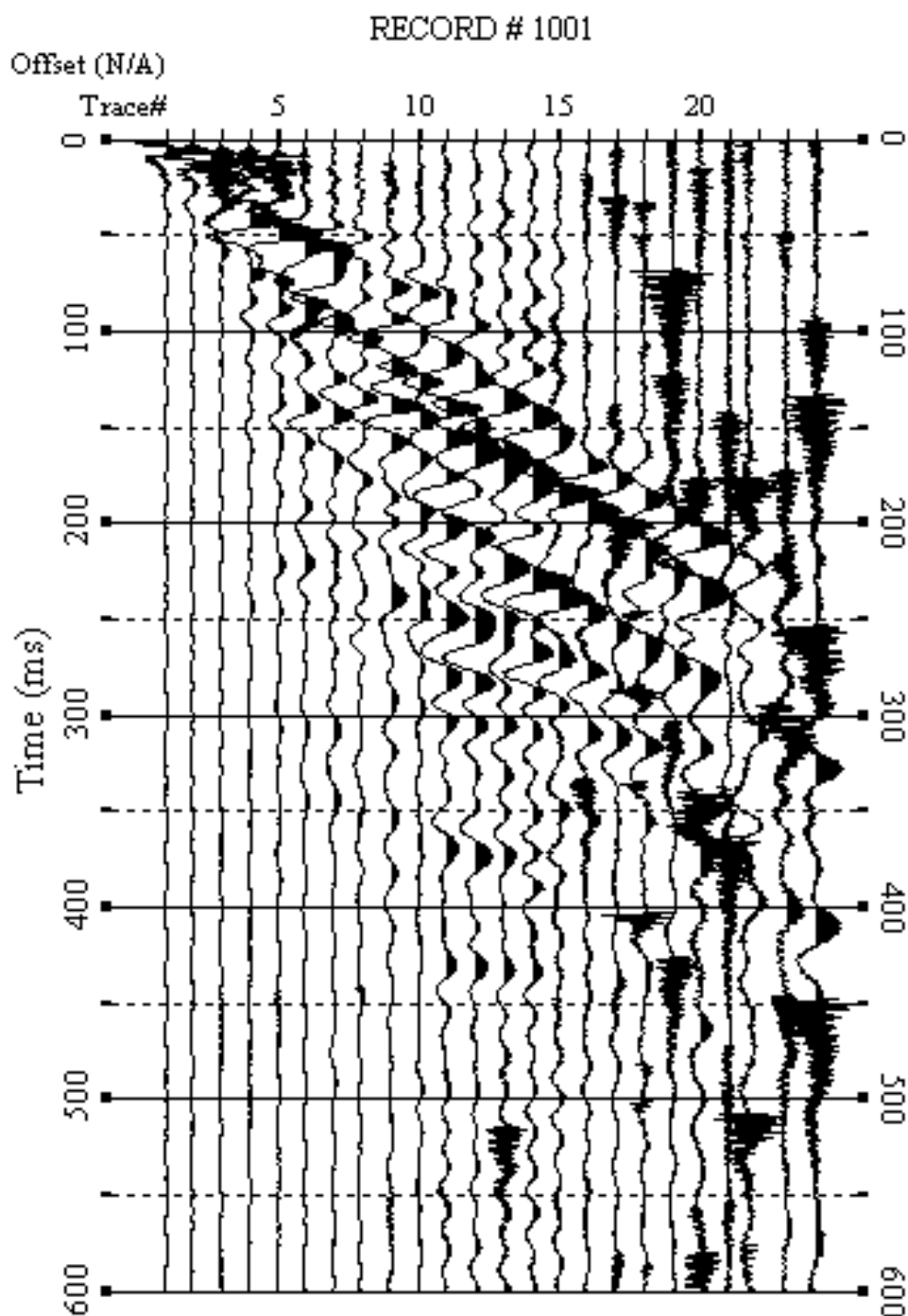


Fig. 3 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1. Finestra temporale [0-600]ms.

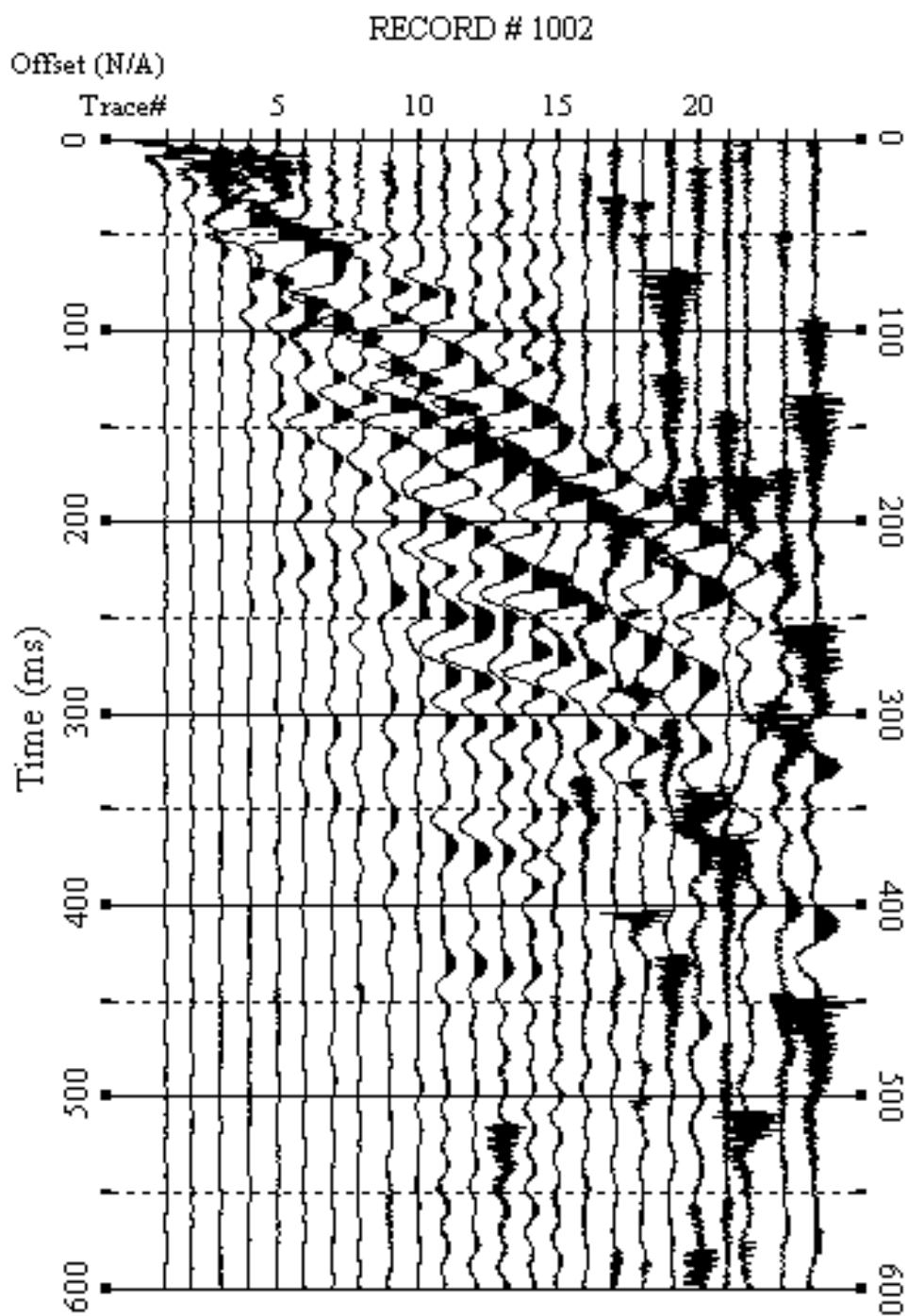


Fig. 4 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2. Finestra temporale [0-600]ms.

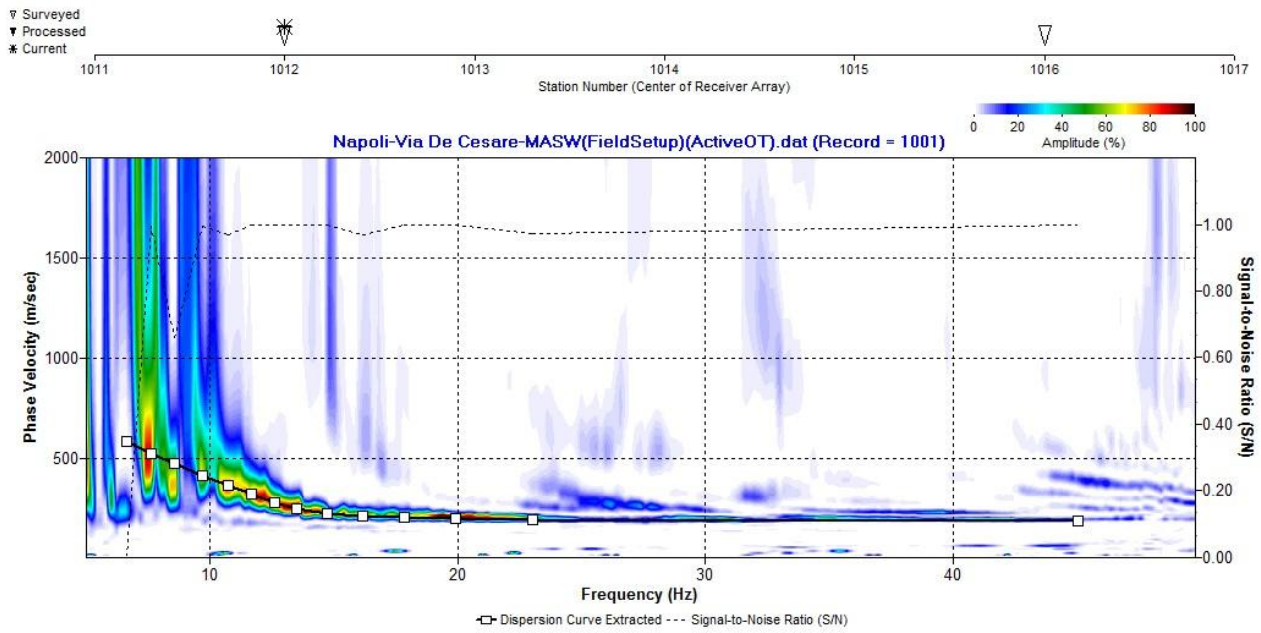


Fig. 5 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1.

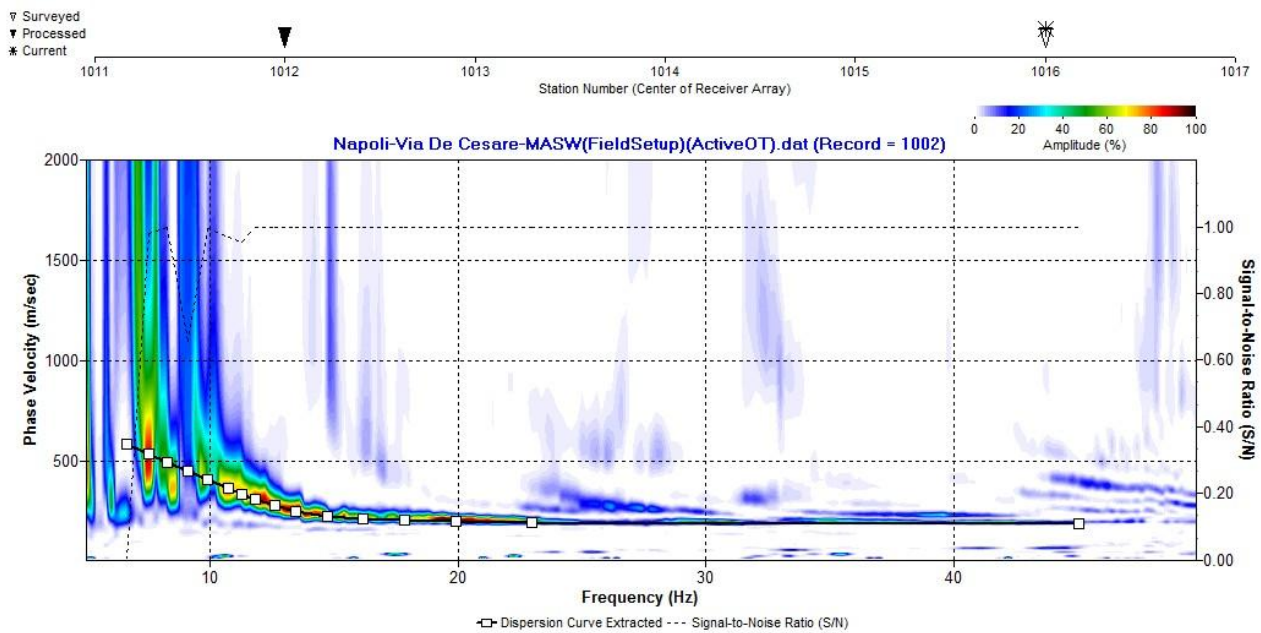


Fig. 6 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2.

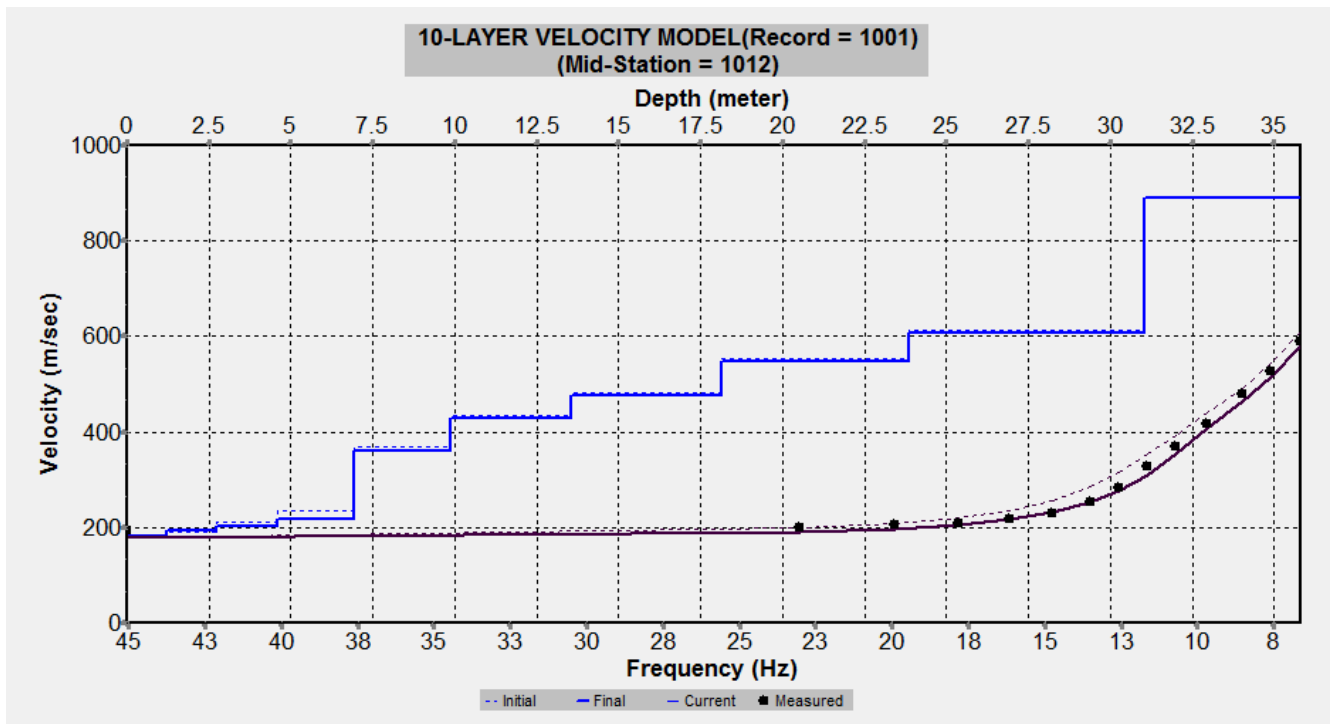


Fig. 7 – Profilo verticale 1D delle V_s ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 1.

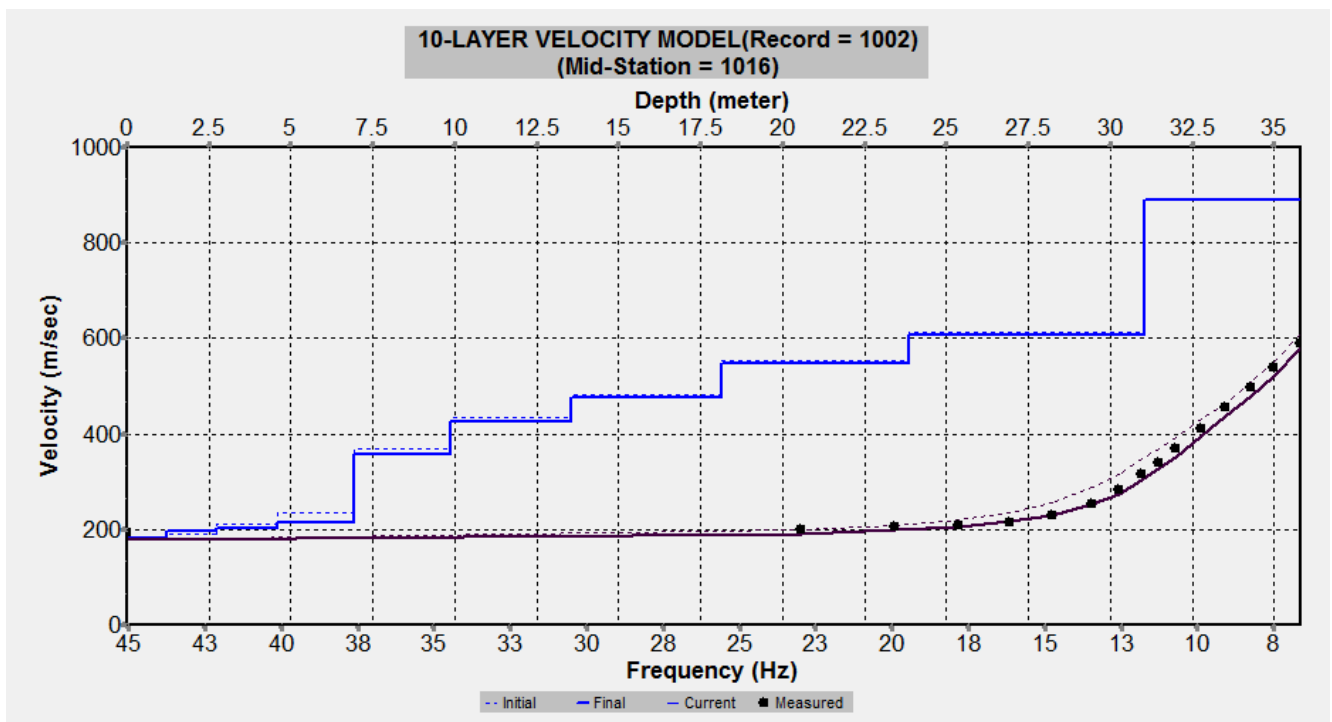


Fig. 8 – Profilo verticale 1D delle V_s ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 2.

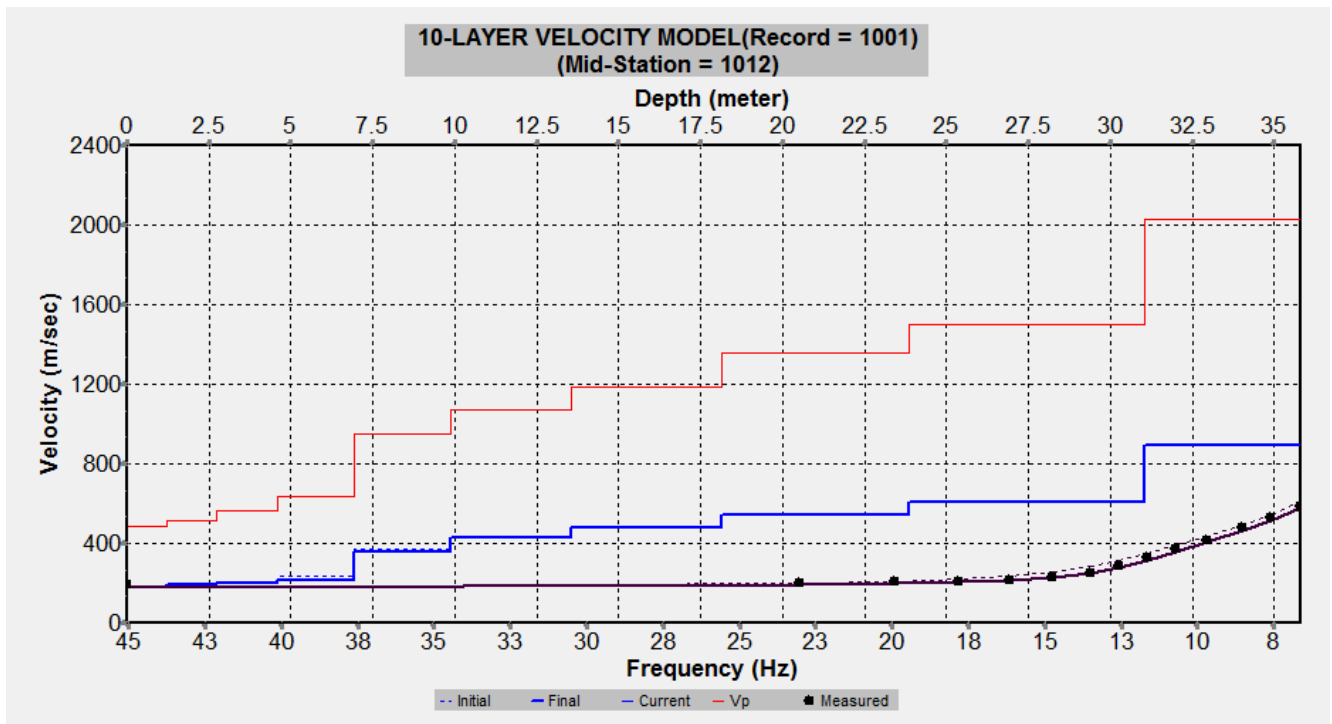


Fig. 9 – Profili verticali 1D delle V_p e delle V_s ottenuti dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 1.

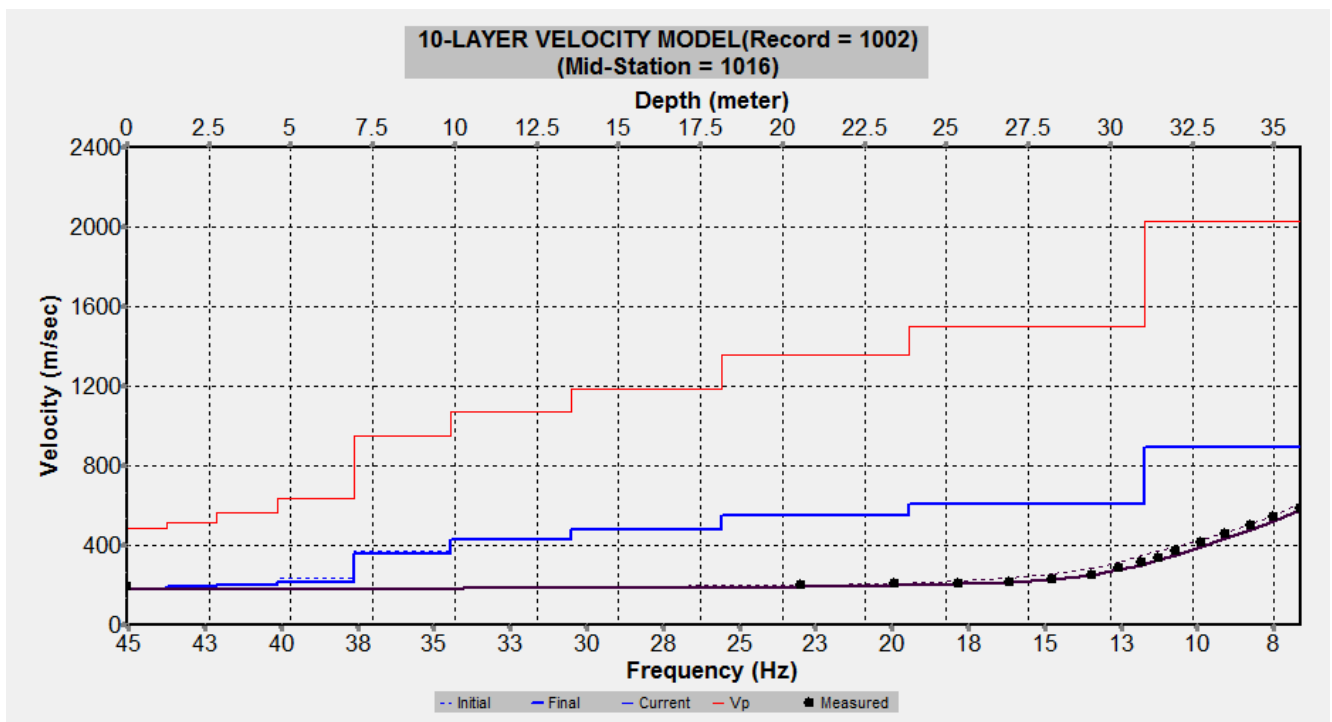


Fig. 10 – Profili verticali 1D delle V_p e delle V_s ottenuti dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 2.

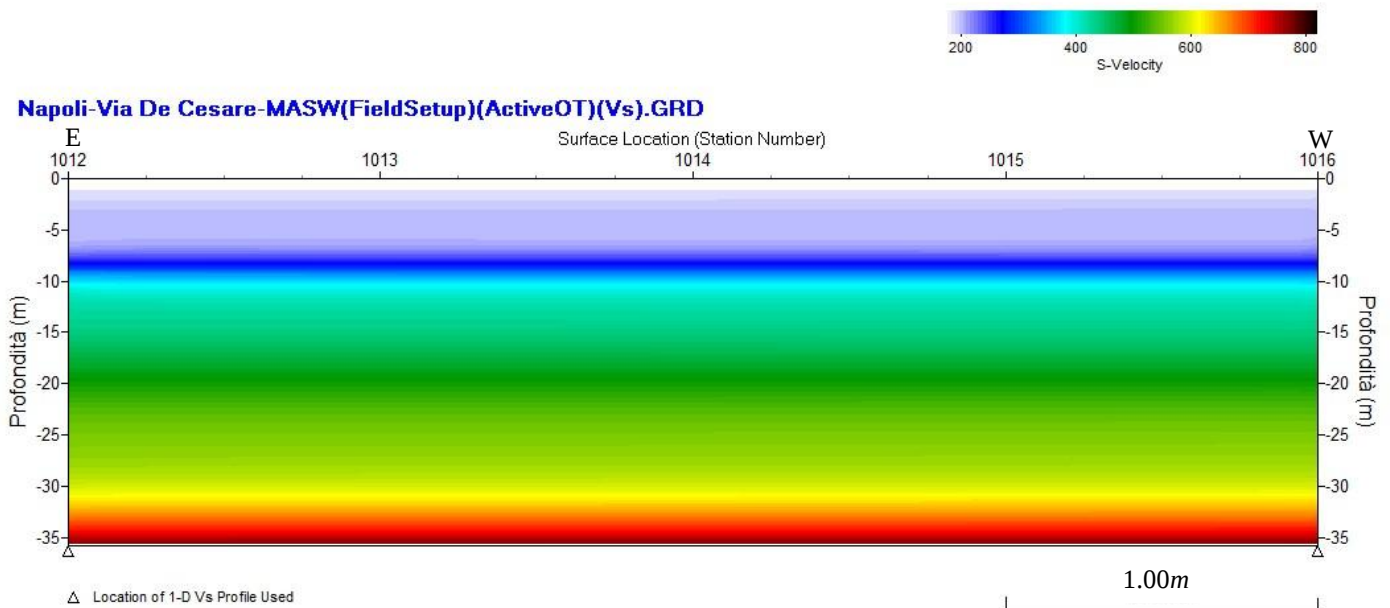


Fig. 11 – Modello sismostratigrafico 2D delle V_s ottenuto dall'indagine Sismica MASW n. 1.

4 - INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI

L'indagine sismica MASW effettuata, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 30m (0m-30m) dal p.c., in quanto non è stato raggiunto il bedrock sismico nei primi 30 metri di profondità dal p.c., ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria **B** del D.M. 17 gennaio 2018 (Tab. 2; Tab. 3). Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti fino ad individuare il bedrock sismico o qualora non individuato nei primi 30 metri di profondità al di sotto del piano fondale.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Tab. 2 – Categorie Suoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018).

<i>Prospezione sismica</i>	<i>$V_{S\ 0-30}$ (m/s)</i>	<i>Categoria Suoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)</i>
MASW n. 1	[368]	B

Tab. 3 – Categoria Suolo di fondazione ottenuta dalla prospezione sismica MASW effettuata.

Categoria di suolo di fondazione B = *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Categoria topografica T1 = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.

5 - RISPOSTA SISMICA LOCALE

È noto da tempo che i danni che si manifestano durante un terremoto possono avere dimensioni molto diverse in località tra loro vicine a causa di una differente risposta sismica locale; ad esempio, per lo stesso sisma registrato da strumenti identici e a breve distanza reciproca, uno posto su di una coltre alluvionale di 200m di spessore, l'altro su rocce cristalline, fu rilevato un rapporto di ampiezza pari a 5 corrispondente a circa 2 unità della scala sismica delle intensità (Carrara et al., 1992). D'altra parte, lo stesso concetto di magnitudo tiene conto di ciò, legando la sua valutazione all'ampiezza del moto del suolo normalizzata sia mediante una funzione di attenuazione con la distanza, sia mediante un coefficiente di stazione e quest'ultimo è legato, appunto, alla diversa risposta dei siti di registrazione ad uno stesso evento sismico.

Questo fenomeno fu notato per la prima volta un secolo fa quando, durante il tristemente noto terremoto di S. Francisco del 1906, edifici praticamente identici per forma, dimensioni e materiali impiegati, subirono danni sensibilmente diversi (alcuni edifici subirono crolli totali mentre altri subirono danni praticamente trascurabili).

È ormai assodato che le caratteristiche con cui si presenta un sisma in un dato sito sono fortemente dipendenti oltre che dalle caratteristiche della sorgente, dalle modalità di emissione dell'energia e dalla distanza ipocentrale, soprattutto da fattori di risposta locale che modificano la composizione spettrale del sisma.

In sostanza la risposta sismica locale è l'azione di filtro e d'amplificatore esercitata localmente dagli strati più superficiali del terreno sovrapposti ad un basamento roccioso; essa è l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo a una formazione rocciosa di base (substrato o bedrock), subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti (deposito di copertura) fino alla superficie.

Per una corretta valutazione della risposta sismica locale è quindi indispensabile calcolare gli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto.

La valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata secondo i dettami del recente D.M. del 17 gennaio 2018, tramite l'utilizzo del software sperimentale SPETTRI NTC 1.0.3 sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ed utilizzando le risultanze della prospezione sismica MASW precedentemente descritta.

Gli spettri di risposta ottenuti sono relativi allo Stato Limite di Esercizio SLD (Stato Limite di Danno) e allo Stato Limite Ultimo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita).

In un primo stadio è stata individuata la pericolosità del sito sulla base dei risultati del progetto S1 dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) (Tab. 4; Fig. 12).

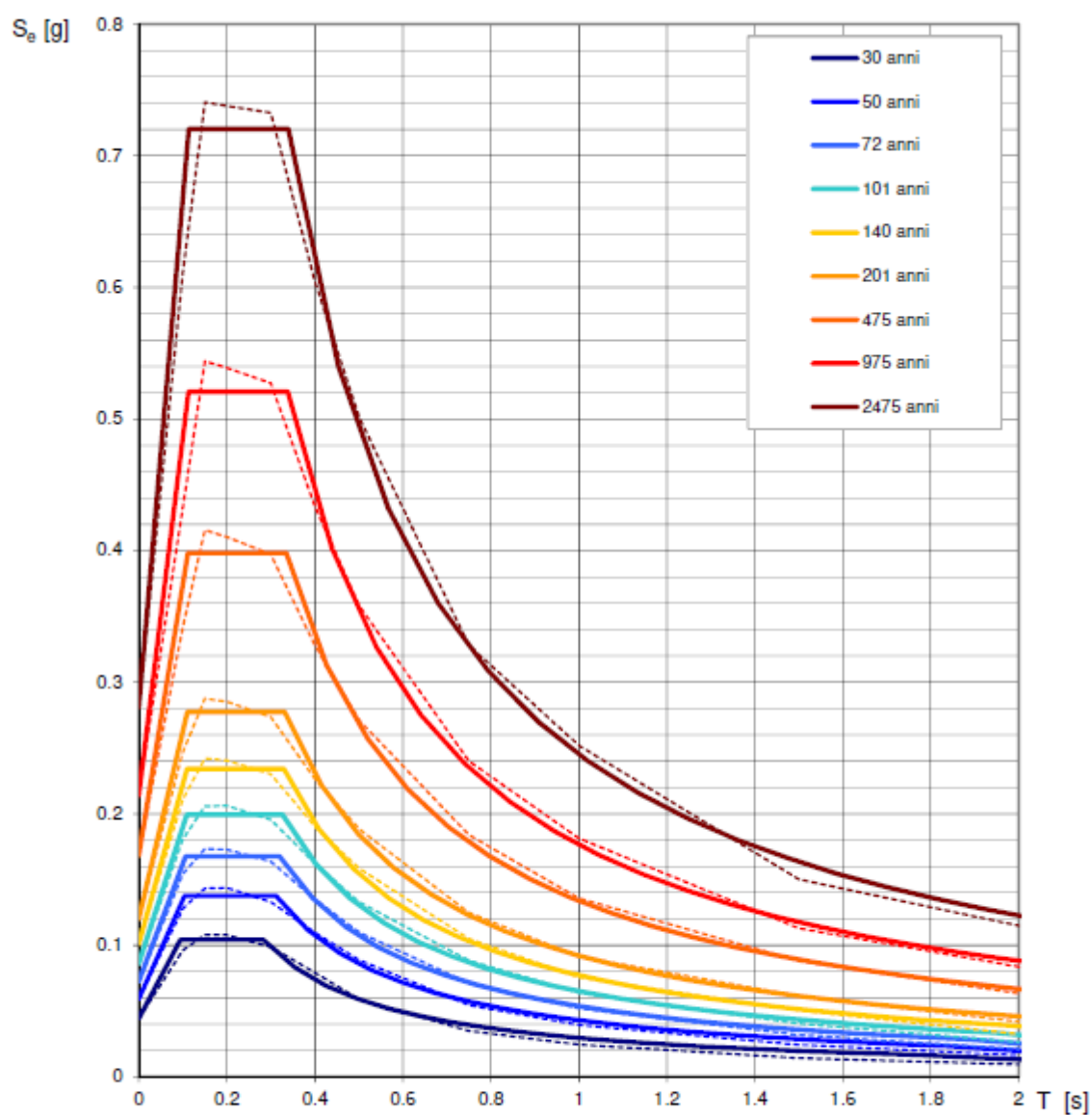
In un secondo momento sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici relativi alla strategia di progettazione prescelta (Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV) ed all'azione di progetto di riferimento (SLD e SLV) (Tabb. 5 – 8; Figg. 13 – 14).

Gli spettri di risposta elastici ottenuti sono rappresentativi delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito (categoria di suolo **B** – categoria topografica **T1**) individuata nell'area oggetto di indagine.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER PERIODI DI RITORNO DI RIFERIMENTO
PER CATEGORIA DI SUOLO A
PUNTO DI COORDINATE LONG. 14.249682 – LAT. 40.832203 (IN GRADI DECIMALI)**

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
30	0.044	2.345	0.283
50	0.059	2.329	0.312
72	0.072	2.318	0.320
101	0.086	2.319	0.326
140	0.101	2.315	0.329
201	0.120	2.307	0.332
475	0.168	2.365	0.335
975	0.214	2.433	0.338
2475	0.281	2.565	0.340

Tab. 4 - Prospetto dei valori dei parametri a_g , F_0 , T_C per i periodi di ritorno T_R di riferimento. a_g = accelerazione orizzontale massima al sito; F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Fig. 12 – Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_r di riferimento per categoria di suolo A.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER CATEGORIA DI SUOLO B
E PER CATEGORIA TOPOGRAFICA T1
PUNTO DI COORDINATE LONG. 14.249682 – LAT. 40.832203 (IN GRADI DECIMALI)**

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.120 g
F_o	2.307
T_c	0.332 s
S_s	1.200
C_c	1.372
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.152 s
T_C	0.455 s
T_D	2.081 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q$$

$$T_B = T_c / 3$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^*$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura.

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.144
$T_B \leftarrow$	0.152	0.333
$T_C \leftarrow$	0.455	0.333
	0.532	0.284
	0.610	0.248
	0.687	0.220
	0.765	0.198
	0.842	0.180
	0.919	0.165
	0.997	0.152
	1.074	0.141
	1.152	0.131
	1.229	0.123
	1.307	0.116
	1.384	0.109
	1.461	0.104
	1.539	0.098
	1.616	0.094
	1.694	0.089
	1.771	0.085
	1.849	0.082
	1.926	0.079
	2.003	0.076
$T_D \leftarrow$	2.081	0.073
	2.172	0.067
	2.264	0.061
	2.355	0.057
	2.446	0.053
	2.538	0.049
	2.629	0.046
	2.721	0.043
	2.812	0.040
	2.903	0.037
	2.995	0.035
	3.086	0.033
	3.178	0.031
	3.269	0.029
	3.360	0.028
	3.452	0.026
	3.543	0.025
	3.634	0.024
	3.726	0.023
	3.817	0.022
	3.909	0.021
	4.000	0.020

Tab. 5 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD. Categ. suolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%, fattore di struttura $q = 1.5$.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{gv}	0.056 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.080
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.056
$T_B \leftarrow$	0.050	0.087
$T_C \leftarrow$	0.150	0.087
	0.235	0.055
	0.320	0.041
	0.405	0.032
	0.490	0.026
	0.575	0.023
	0.660	0.020
	0.745	0.017
	0.830	0.016
	0.915	0.014
$T_D \leftarrow$	1.000	0.013
	1.094	0.011
	1.188	0.009
	1.281	0.008
	1.375	0.007
	1.469	0.006
	1.563	0.005
	1.656	0.005
	1.750	0.004
	1.844	0.004
	1.938	0.003
	2.031	0.003
	2.125	0.003
	2.219	0.003
	2.313	0.002
	2.406	0.002
	2.500	0.002
	2.594	0.002
	2.688	0.002
	2.781	0.002
	2.875	0.002
	2.969	0.001
	3.063	0.001
	3.156	0.001
	3.250	0.001
	3.344	0.001
	3.438	0.001
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	4.000	0.001

Tab. 6 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLD. Categ. suolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%, fattore di struttura $q = 1.5$.

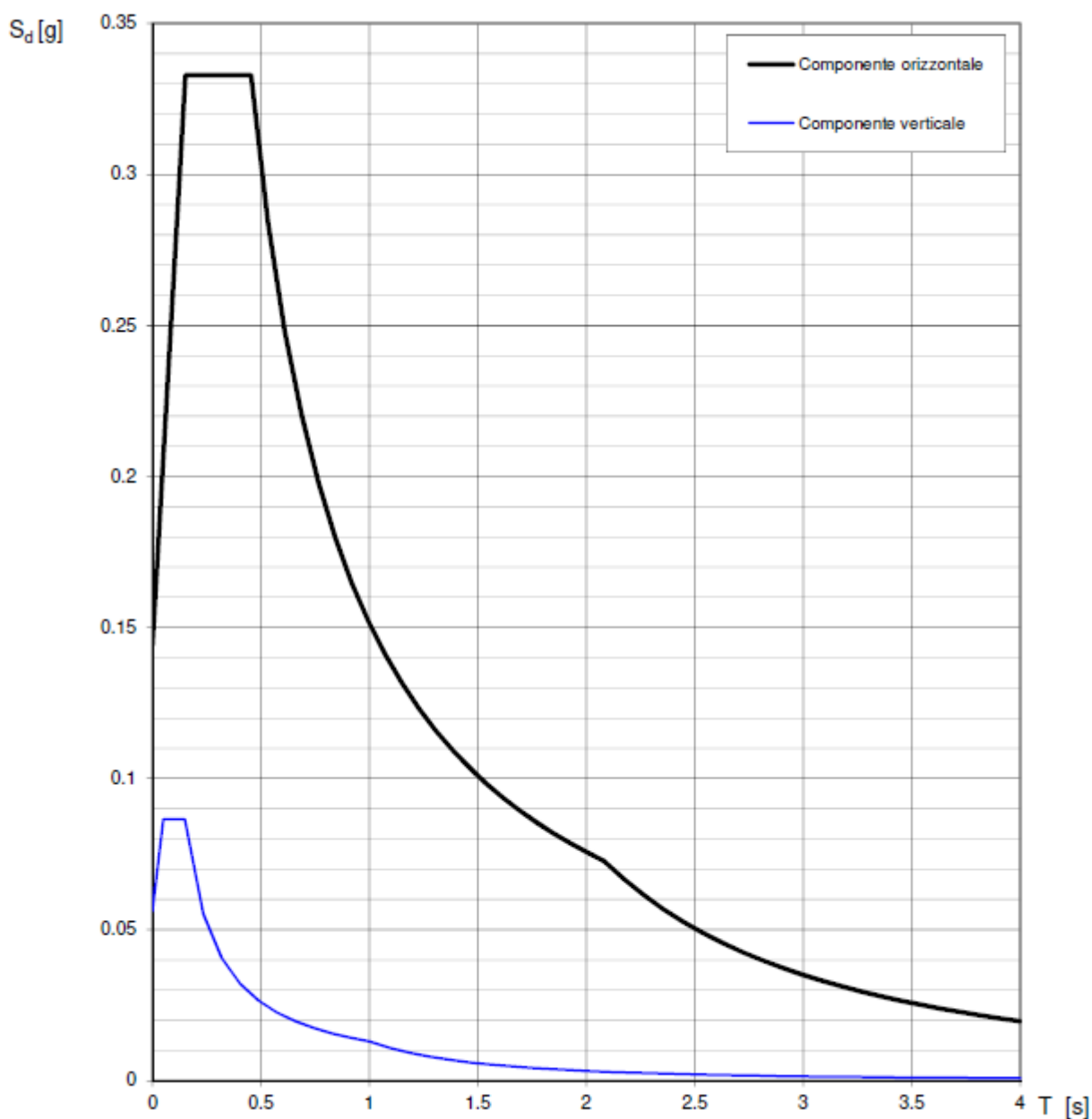


Fig. 13 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLD – Categ. suolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%, fattore di struttura $q = 1.5$.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.260 g
F_o	2.526
T_C	0.340 s
S_S	1.137
C_C	1.365
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.137
η	1.000
T_B	0.155 s
T_C	0.464 s
T_D	2.640 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura.

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.296
$T_B \leftarrow$	0.155	0.747
$T_C \leftarrow$	0.464	0.747
	0.567	0.611
	0.671	0.516
	0.774	0.447
	0.878	0.394
	0.982	0.353
	1.085	0.319
	1.189	0.291
	1.293	0.268
	1.396	0.248
	1.500	0.231
	1.604	0.216
	1.707	0.203
	1.811	0.191
	1.915	0.181
	2.018	0.172
	2.122	0.163
	2.225	0.156
	2.329	0.149
	2.433	0.142
$T_D \leftarrow$	2.536	0.137
	2.640	0.131
	2.705	0.125
	2.770	0.119
	2.834	0.114
	2.899	0.109
	2.964	0.104
	3.029	0.100
	3.093	0.096
	3.158	0.092
	3.223	0.088
	3.288	0.085
	3.352	0.081
	3.417	0.078
	3.482	0.075
	3.547	0.073
	3.611	0.070
	3.676	0.068
	3.741	0.065
	3.806	0.063
	3.870	0.061
	3.935	0.059
	4.000	0.057

Tab. 7 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV. Categ. suolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%, fattore di struttura $q = 1.5$.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0.179 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.739
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.179
$T_B \leftarrow$	0.050	0.301
$T_C \leftarrow$	0.150	0.301
	0.235	0.192
	0.320	0.141
	0.405	0.112
	0.490	0.092
	0.575	0.079
	0.660	0.069
	0.745	0.061
	0.830	0.054
	0.915	0.049
$T_D \leftarrow$	1.000	0.045
	1.094	0.038
	1.188	0.032
	1.281	0.028
	1.375	0.024
	1.469	0.021
	1.563	0.019
	1.656	0.016
	1.750	0.015
	1.844	0.013
	1.938	0.012
	2.031	0.011
	2.125	0.010
	2.219	0.009
	2.313	0.008
	2.406	0.008
	2.500	0.007
	2.594	0.007
	2.688	0.006
	2.781	0.006
	2.875	0.005
	2.969	0.005
	3.063	0.005
	3.156	0.005
	3.250	0.004
	3.344	0.004
	3.438	0.004
	3.531	0.004
	3.625	0.003
	3.719	0.003
	3.813	0.003
	3.906	0.003
	4.000	0.003

Tab. 8 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLV. Categ. suolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%, fattore di struttura $q = 1.5$.

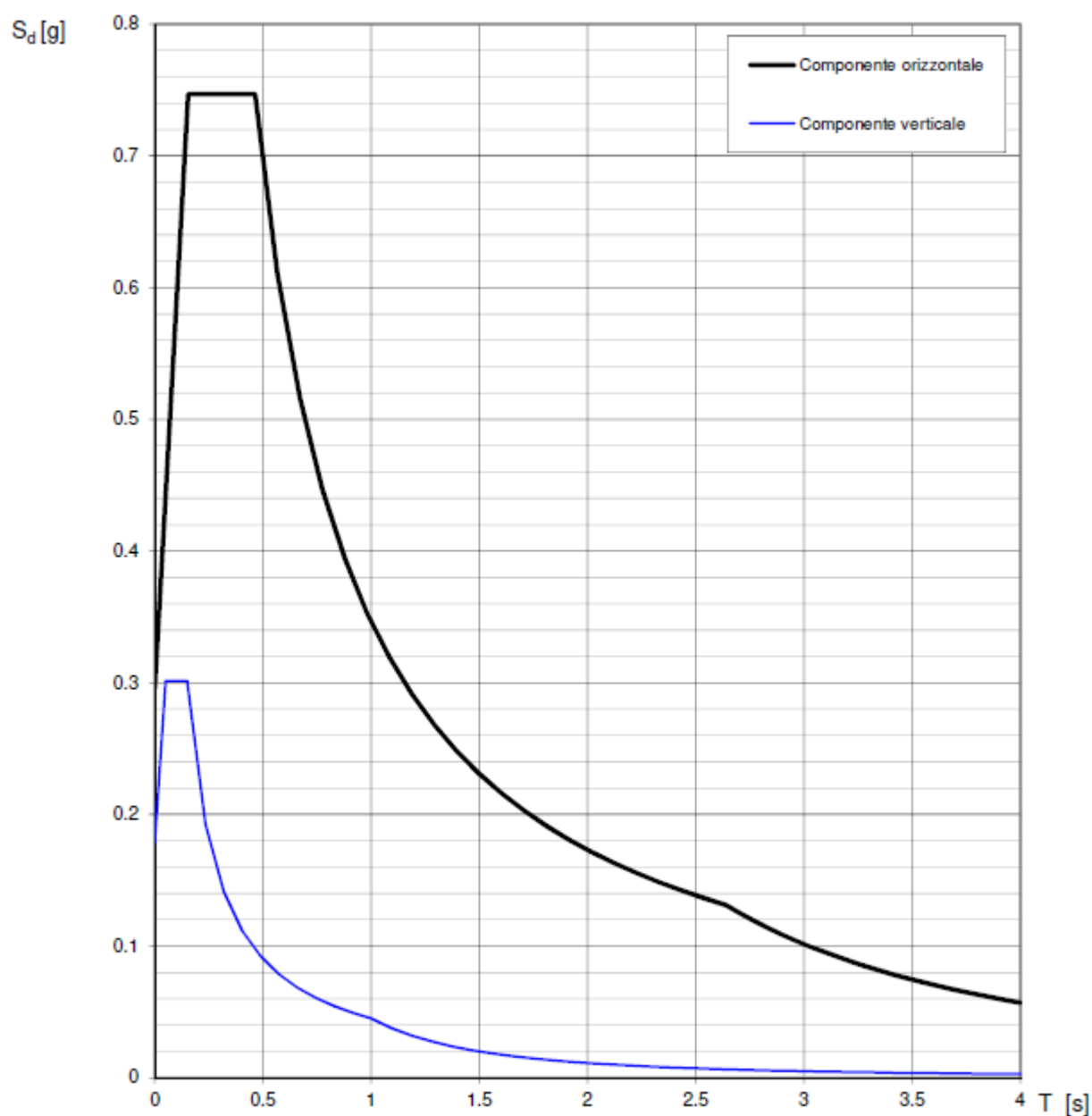


Fig. 14 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLV – Categ. suolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%, fattore di struttura $q = 1.5$.

6 - CONCLUSIONI

Il territorio comunale di Napoli (NA), a seguito della riclassificazione sismica del 2002 effettuata dalla Regione Campania, è classificato in II categoria - $S=9$ - $a_g=0.25g$ (Fig. 15).

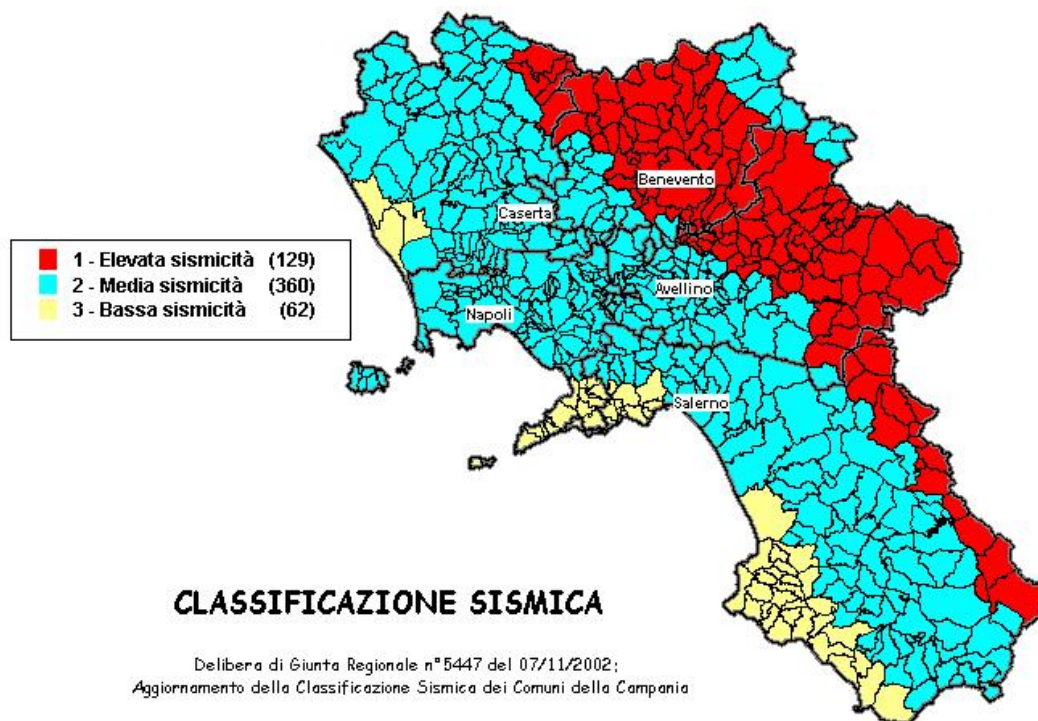


Fig. 15 – Classificazione sismica del 2002 dei Comuni della Regione Campania. Zona 1, valore di $a_g=0.35g$; Zona 2, valore di $a_g=0.25g$; Zona 3, valore di $a_g=0.15g$.

Inoltre, la mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (Fig. 16), disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, indica che il territorio comunale di Napoli (NA) rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.150 e 0.175 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

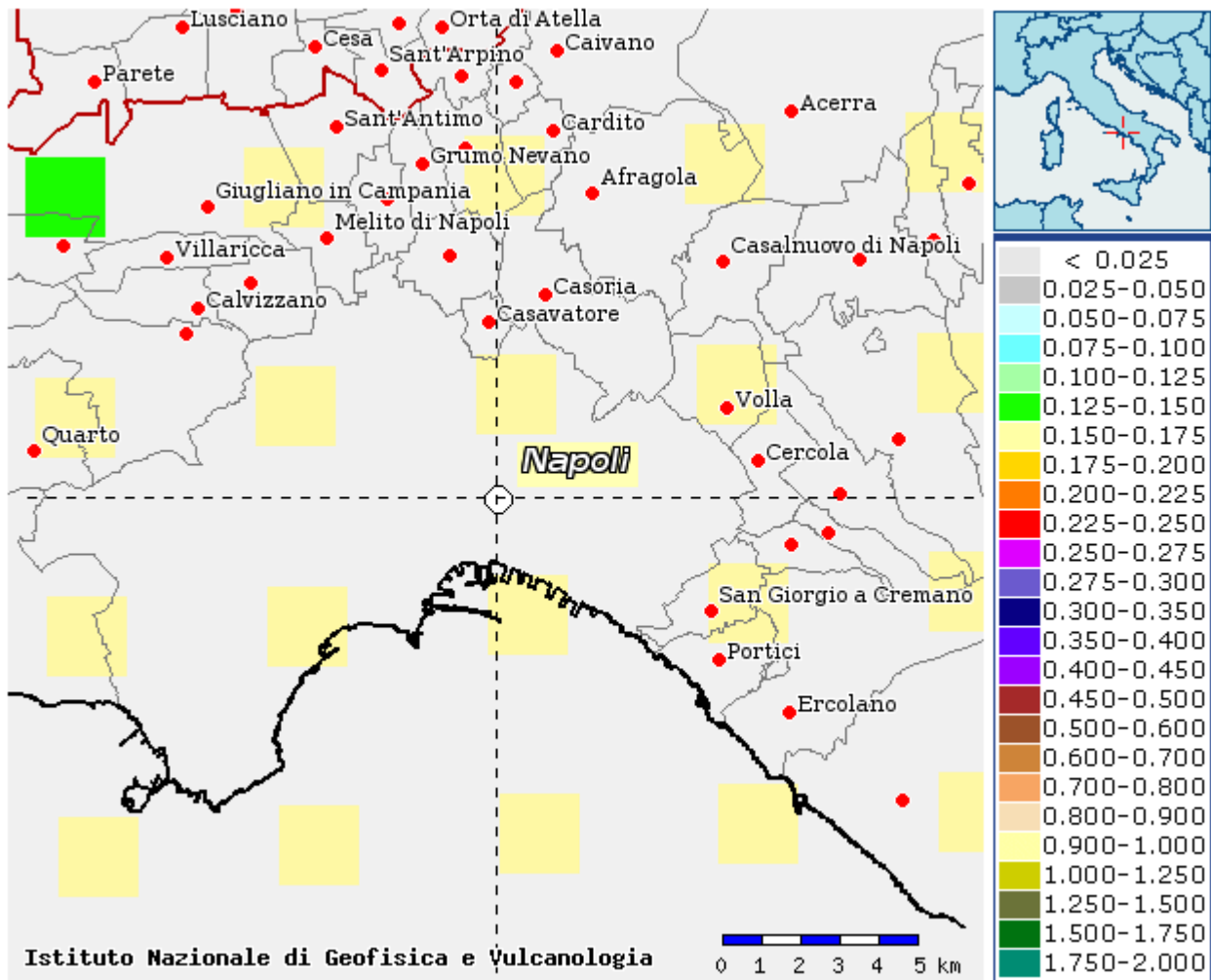


Fig. 16 – Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50.

I risultati forniti dall'indagine sismica MASW effettuata permettono di definire la categoria di suolo del sito, che risulta posto nella categoria **B** (vedi par. 4), con valori di $V_{S,eq}$ calcolati pari a (Tab. 9):

Prospezione sismica	$V_{S\ 0-30}$ (m/s)
MASW n. 1	[368]

Tab. 9 – Valori di $V_{S,eq}$ calcolati, relativi alla prospezione sismica MASW effettuata.

Proprio in funzione della categoria di suolo **B** e della categoria topografica **T1** sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici (vedi par. 5).

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al suolo) e S_e [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 5 – 7 – 10), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.120]	[0.260]	[0.333]	[0.747]

Tab. 10 – Valori massimi di a_g e S_e [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%, fattore di struttura $q = 1.5$.

Di seguito si riportano i valori di V_S e di V_P per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW (Tab. 11).

Sismostrato	Profondità (m)	V_S (m/s) acquisizione n.1	V_S (m/s) acquisizione n.2	V_P (m/s) acquisizione n.1	V_P (m/s) acquisizione n.2
S1	0.0 – 1.2	180	182	485	486
S2	1.2 – 2.7	194	195	514	514
S3	2.7 – 4.6	202	202	565	564
S4	4.6 – 6.9	216	215	633	635
S5	6.9 – 9.9	360	358	947	945
S6	9.9 – 13.5	428	427	1068	1068
S7	13.5 – 18.1	475	475	1183	1181
S8	18.1 – 23.9	546	548	1355	1352
S9	23.9 – 31.0	607	608	1499	1499
S10	31.0 – 35.8	890	891	2032	2034

Tab. 11 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_S e di V_P per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW.

Tanto dovevasi per l'incarico ricevuto

Napoli, ottobre 2018

Il tecnico

Dr. Geol. Luigi Iazzetta

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE MEDIE

Le prove penetrometriche sono state eseguite con penetrometro dinamico DL030 che ha le seguenti caratteristiche:

- Maglio a caduta libera da 30 kg
- Altezza di caduta delle aste 10 cm
- Punta conica a perdere di superficie 10 cmq ed angolo di apertura 60

Le prove sono state condotte fino ad una profondità di interesse geotecnico effettuando le letture per tratti successivi di 10 cm.

Si riportano i seguenti dati per ogni prova:

- Tabulato della prova riportane il numero di colpi registrati in campagna
- Grafico della prova: istogramma profondità - numero di colpi
- Grafico numero di colpi - resistenza dinamica
- Tabella parametri geotecnici che riporta i valori medi dei principali moduli per la caratterizzazione di singoli strati.

Le indagini sono state condotte secondo le "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche" pubblicate dall'AGI (Associazione Geotecnici Italiana).

GEOINGEGNERIA S.r.l.

C.so Amedeo di Savoia n.210-80136 - NAPOLI-0817441339-

Committente: R.T.P.:Ing.IAZZETTA -STUDIO VALLE-CORVINO+MULTARI

Località: Via Santa Lucia n.81 - NAPOLI

Data: 22.09.09

Attrezzatura: DL030

Note:

Quota(m):PIANO CANTINATO

Sigla: P1 quater

Tabulato della prova

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
0,1	0		0	
0,2	1		1	
0,3	0		0	
0,4	2		2	
0,5	1		1	
0,6	0		0	
0,7	1		1	
0,8	0		0	
0,9	2		2	
1	3		3	
1,1	0		0	
1,2	0		0	
1,3	0		0	
1,4	0		0	
1,5	1		1	
1,6	0		0	
1,7	1		1	
1,8	1		1	
1,9	1		1	
2	1		1	
2,1	1		1	
2,2	0		0	
2,3	0		0	
2,4	0		0	
2,5	1		1	
2,6	2		2	
2,7	2		2	
2,8	3		3	
2,9	4		4	
3	3		3	
3,1	2		2	
3,2	2		2	
3,3	6		6	
3,4	5		5	
3,5	5		5	
3,6	4		4	
3,7	6		6	
3,8	2		2	
3,9	2		2	
4	1		1	
4,1	2		2	
4,2	4		4	
4,3	3		3	

GEOINGEGNERIA S.r.l.

C.so Amedeo di Savoia n.210-80136 - NAPOLI-0817441339-

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
4,4	18		18	
4,5	47		47	
4,6	13		13	
4,7	65		65	
4,8	32		32	
4,9	30		30	
5	25		25	
5,1	45		45	
5,2	34		34	
5,3	30		30	
5,4	210		210	

Committente: R.T.P.:Ing.IAZZETTA -STUDIO VALLE-CORVINO+MULTARI

Località: Via Santa Lucia n.81 - NAPOLI

Data: 22.09.09

Attrezzatura: DL030

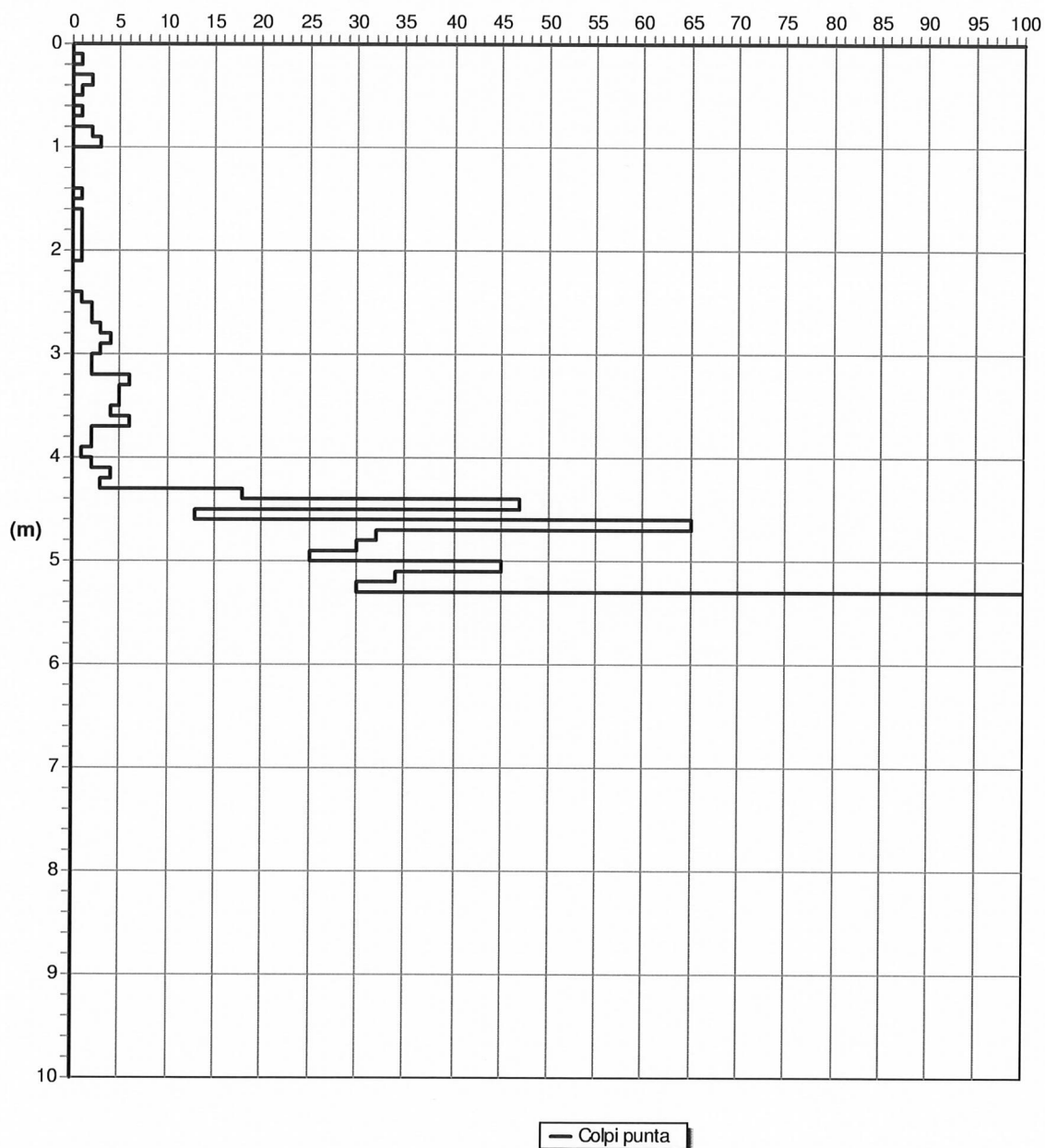
Note:

Quota(m):PIANO CANTINATO

Sigla: P1 quater

Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): Non rilevata



Committente: R.T.P.:Ing.IAZZETTA -STUDIO VALLE-CORVINO+MULTARI

Località: Via Santa Lucia n.81 - NAPOLI

Data: 22.09.09

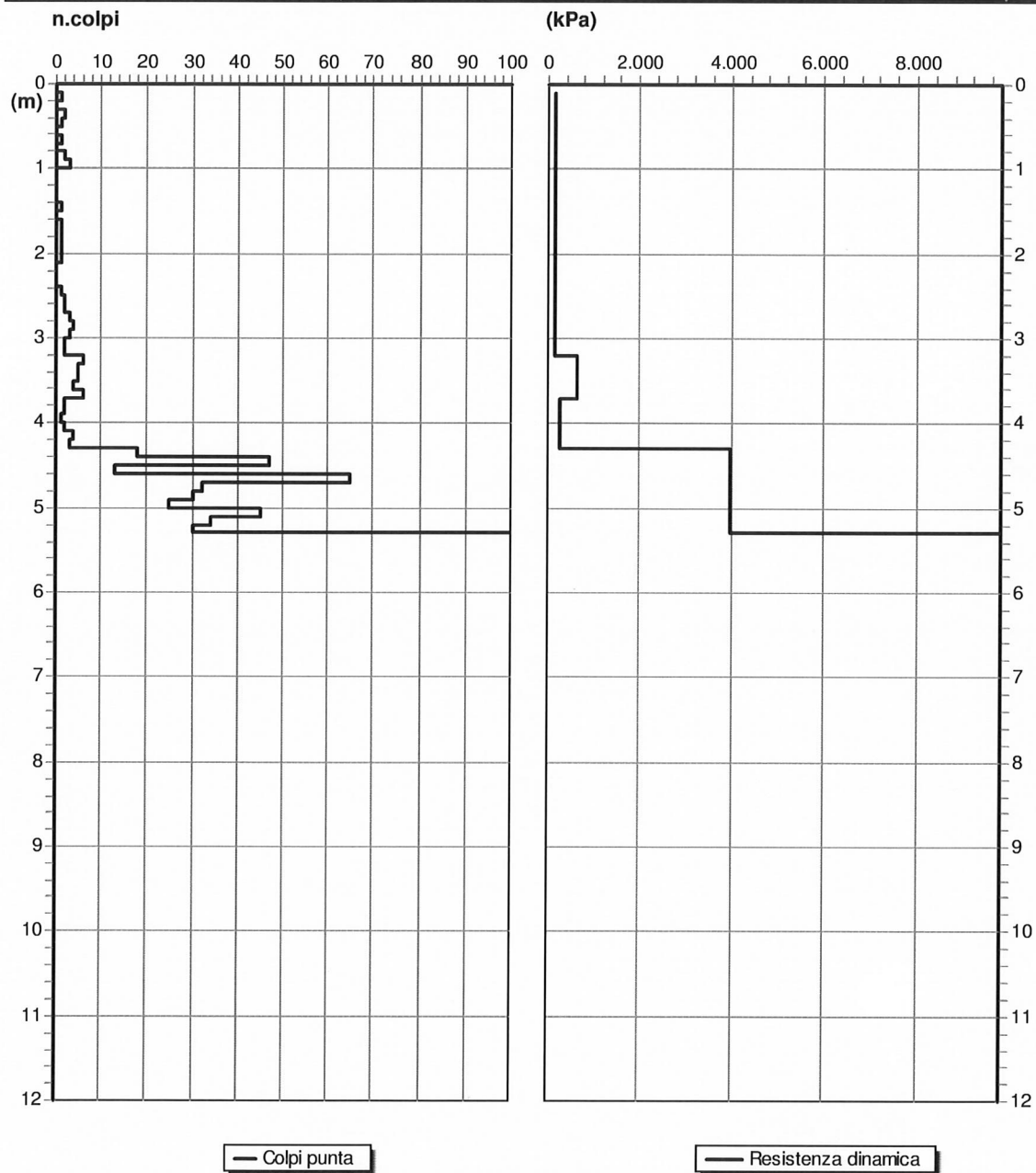
Attrezzatura: DL030

Note:

Quota(m):PIANO CANTINATO

Sigla: P1 quater

Grafico n.colpi - resistenza dinamica



GEOINGEGNERIA S.r.l.

C.so Amedeo di Savoia n.210-80136 - NAPOLI-0817441339-

Committente: R. T.P.:Ing.IAZZETTA -STUDIO VALLE-CORVINO+MULTARI

Località: Via Santa Lucia n.81 - NAPOLI

Data: 22.09.09

Attrezzatura: DL030

Note:

Quota(m):PIANO CANTINATO

Sigla: P1 quater

Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Nspt medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Velocità onde S (m/s)	Rapporto Tau/Sigma	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (kN/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kPa)	Coesione non drenata (kPa)	Modulo edom. coesivi (kPa)	O. C. R. (kPa)	Modulo dinamico di taglio (kPa)	Modulo edom. incoerenti (kPa)	Pres.eff. a metà strato (kPa)
3,2	1	MATERIALI DI RIPORTO	80	0,02	19	17,69	31	1575				7790	696	28,3
3,7	5	SABBIE LIMOSE	123	0,07	24	17,8	33	10369				20825	3481	61,06
4,3	2	SABBIE LIMOSE SCIOLTE	108	0,03	20	17,16	20	3406				11897	1393	70,66
5,3	34	MATERIALI TUFIZZATI	183	0,4	38	20,76	80	159907				67182	23674	86,18
5,4	210	TUFO	255	2,34	45	21,15	85	-				204360	146222	97,62

Profondità della falda (m): 1,00

GEOINGEGNERIA S.r.l.

C.so Amedeo di Savoia n.210-80136 - NAPOLI-0817441339-

Committente: R.T.P.:Ing.IAZZETTA -STUDIO VALLE-CORVINO+MULTARI

Località: Via Santa Lucia n.81 - NAPOLI

Data: 22.09.09

Attrezzatura: DL030

Note:

Quota(m):PIANO CANTINATO

Sigla: P2

Tabulato della prova

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
0,1	1		1	
0,2	0		0	
0,3	1		1	
0,4	0		0	
0,5	2		2	
0,6	1		1	
0,7	2		2	
0,8	3		3	
0,9	8		8	
1	6		6	
1,1	1		1	
1,2	9		9	
1,3	5		5	
1,4	4		4	
1,5	9		9	
1,6	12		12	
1,7	54		54	
1,8	27		27	
1,9	11		11	
2	19		19	
2,1	8		8	
2,2	8		8	
2,3	31		31	
2,4	9		9	
2,5	15		15	
2,6	16		16	
2,7	8		8	
2,8	6		6	
2,9	6		6	
3	14		14	
3,1	13		13	
3,2	14		14	
3,3	11		11	
3,4	12		12	
3,5	11		11	
3,6	10		10	
3,7	12		12	
3,8	12		12	
3,9	14		14	
4	22		22	
4,1	13		13	
4,2	15		15	
4,3	12		12	

GEOINGEGNERIA S.r.l.

C.so Amedeo di Savoia n.210-80136 - NAPOLI-0817441339-

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
4,4	13		13	
4,5	22		22	
4,6	14		14	
4,7	15		15	
4,8	16		16	
4,9	21		21	
5	13		13	
5,1	19		19	
5,2	16		16	
5,3	17		17	
5,4	18		18	
5,5	19		19	
5,6	21		21	
5,7	22		22	
5,8	25		25	
5,9	23		23	
6	21		21	
6,1	27		27	
6,2	28		28	
6,3	32		32	
6,4	33		33	
6,5	38		38	
6,6	29		29	
6,7	37		37	
6,8	32		32	
6,9	39		39	
7	40		40	
7,1	41		41	
7,2	38		38	
7,3	35		35	
7,4	34		34	
7,5	33		33	
7,6	30		30	
7,7	33		33	
7,8	28		28	
7,9	28		28	
8	26		26	
8,1	25		25	
8,2	28		28	
8,3	29		29	
8,4	30		30	
8,5	32		32	
8,6	37		37	
8,7	45		45	
8,8	39		39	
8,9	49		49	
9	130		130	
9,1	150		150	

Committente: R.T.P.:Ing.IAZZETTA -STUDIO VALLE-CORVINO+MULTARI

Località: Via Santa Lucia n.81 - NAPOLI

Data: 22.09.09

Attrezzatura: DL030

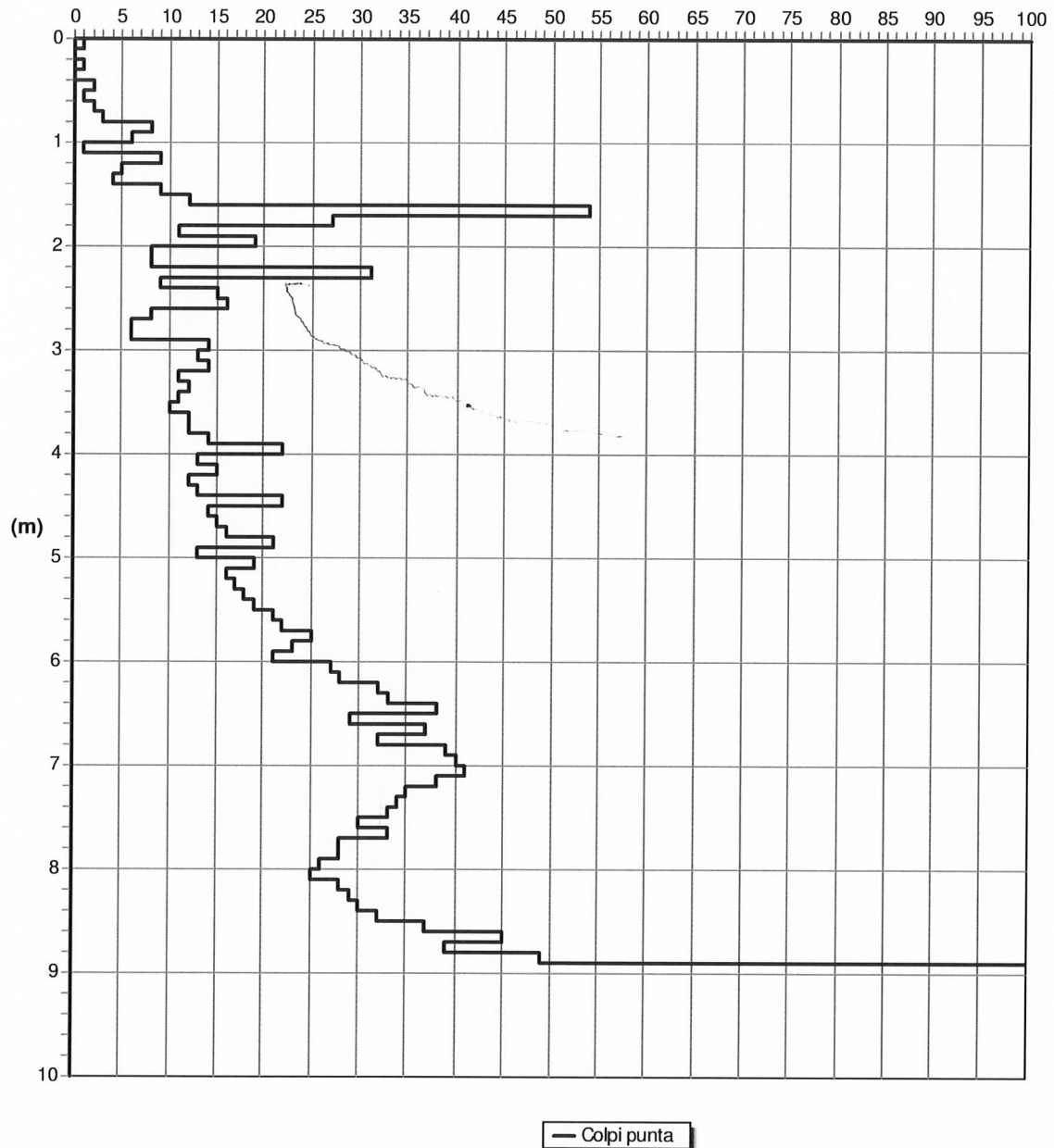
Note:

Quota(m):PIANO CANTINATO

Sigla: P2

Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): 1,00



Committente: R.T.P.:Ing.IAZZETTA -STUDIO VALLE-CORVINO+MULTARI

Località: Via Santa Lucia n.81 - NAPOLI

Data: 22.09.09

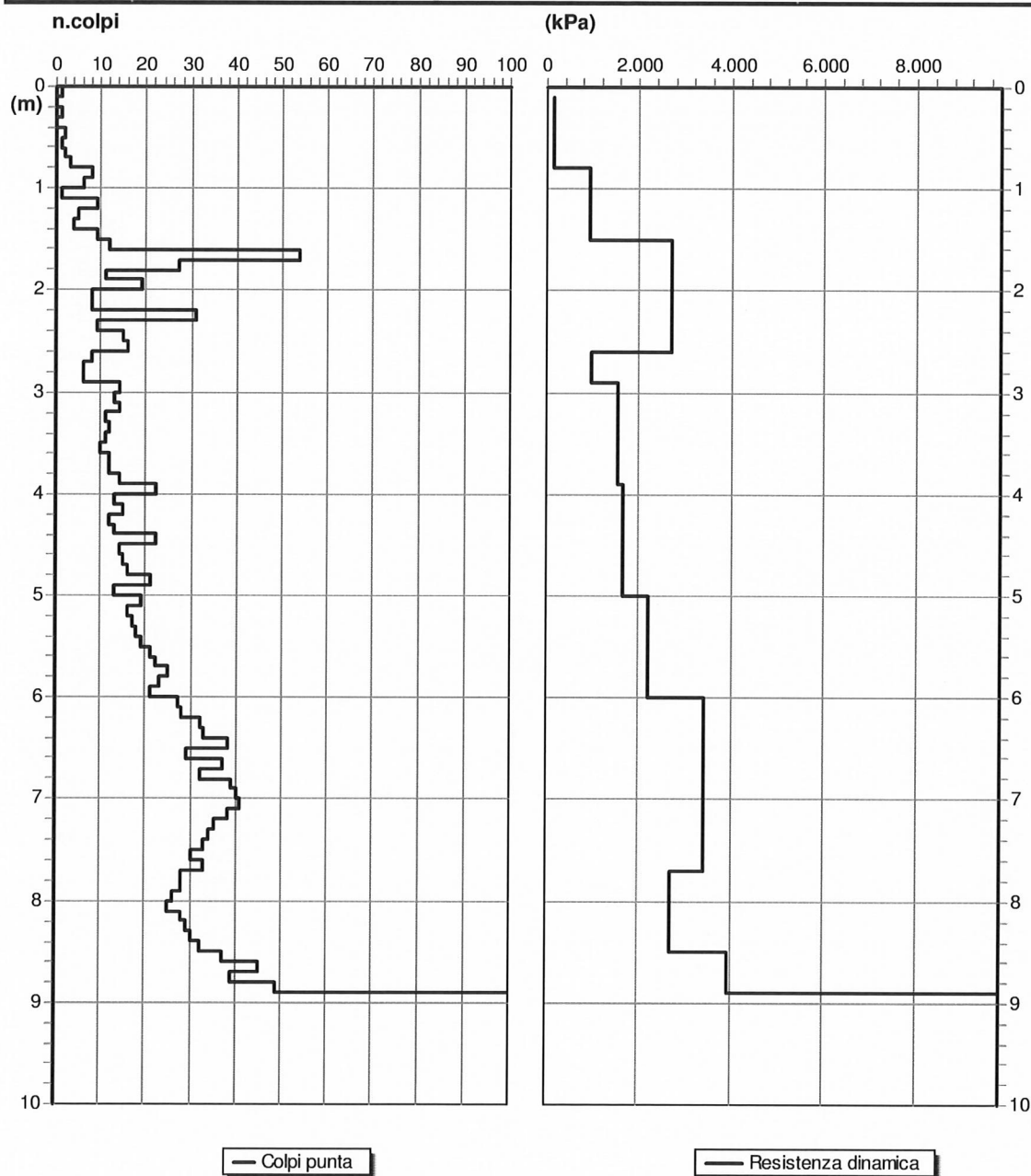
Attrezzatura: DL030

Note:

Quota(m):PIANO CANTINATO

Sigla: P2

Grafico n.colpi - resistenza dinamica



GEOINGEGNERIA S.r.l.

C.so Amedeo di Savoia n.210-80136 - NAPOLI-0817441339-

Committente: R.T.P.:Ing.IAZZETTA -STUDIO VALLE-CORVINO+MULTARI

Località: Via Santa Lucia n.81 - NAPOLI

Data: 22.09.09

Attrezzatura: DL030

Note:

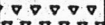
Quota(m):PIANO CANTINATO

Sigla: P2

Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Nspt medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Velocità onde S (m/s)	Rapporto Tau/Sigma	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (kN/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kPa)	Coesione non drenata (kPa)	Modulo edom. coesivi (kPa)	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kPa)	Modulo edom. incoerenti (kPa)	Pres. eff. a metà strato (kPa)
0,8	1	MATERIALI DI RIPORTO	61	0,03	19	18,38	44	1575				7790	696	7,35
1,5	6	SABBIA SCIOLTA	102	0,12	24	19,16	49	13160				23279	4178	20,12
2,6	19	SABBIE E GHIAIE	139	0,35	32	21,74	76	67626				47080	13230	30,38
2,9	7	SABBIE LIMOSE	125	0,12	25	20,11	43	16175				25579	4874	38,49
3,9	12	SABBIE POCO ADDENSATE	143	0,19	28	20,6	54	34404				35555	8356	45,43
5	14	SABBIE GHIAIOSE	154	0,2	29	20,7	56	43051				39067	9748	56,82
6	20	SABBIE GHIAIOSE	171	0,27	32	21,04	63	72999				48579	13926	68,43
7,7	34	POZZOLANE TASSIFICATE	196	0,41	38	21,91	79	159907				67182	23674	84,33
8,5	28	POZZOLANE SABBIOSE	196	0,31	35	21,3	68	120433				59667	19496	99,22
8,9	42	POZZOLANE TASSIFICATE	213	0,45	40	22,09	82	215202				76441	29244	106,27
9,1	140	TUFO	263	1,46	45	22,28	85	-57764				159516	97482	109,97

Profondità della falda (m): 1,0

33.0 5.5		Tufo di colore grigio contenente abbondanti pomici di colore biancastro, rare scoriette e piccoli frammenti lavici con minerali di mica e pliocosseno.	15 C	fl									Tufo omogeneo e molto fratturato con pomici, piccole scorie e piccoli frammenti lavici.	F
49.0 16.0		Tufo giallo debolmente vacuolare con pomici alterate di colore giallo-rossastro ($\varnothing$ max 5-6 cm.) e frammenti lavici ($\varnothing$ max=5-6 cm.).	15 C	fl	  								Tufo giallo compatto.	F
63.0 14.0														

FINE SONDAGGIO