

COMMITTENTE

SERVIZIO TECNICO SCUOLE  
COMUNE DI NAPOLI

PROGETTO

Servizi professionali finalizzati alle  
**VERIFICHE DI VULNERABILITA' SISMICA**

di n. 333 edifici scolastici di proprietà comunale  
ubicati nel territorio delle dieci municipalità –

**LOTTO 1.** CIG : 78819051C5

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

CAPOGRUPPO:

MANDANTI:



**F&M Ingegneria S.p.A.**  
Via Belvedere 8  
30035 Mirano (Ve)



**MASCOLO ingegneria**  
**Mascolo Ingegneria srl**  
Via A. Gramsci, 19  
80033 Cicciano (NA)



**Stress Value srl**  
Vico II San Nicola all Dogana, 9  
80133 Napoli



**Tecnolab srl**  
Via Santella, p.co La Perla  
81055 S. Maria Capua Vetere (CE)

**Geol. Antonio Gravina**  
Via Nazionale Appia, 384  
81020 Casapulla (CE)

EMISSIONE

**VULNERABILITA' SISMICA**

EDIFICIO

**1.6.6 - 3° CIRCOLO DIDATTICO DE AMICIS**

**Via S.Teresa a Chiaia 8 - Chiaia**

TITOLO

**RELAZIONE GEOLOGICA\_GEOTECNICA**

**Relazione**

REV.	DATA	FILE	OGGETTO	DIS.	APPR.
a	...	..	..	...	...
b					
c					
d					
e					
f					
g					
h					

ELABORATO N.

**RGEOL-T**

DATA: Novembre 2021	SCALA: ...	FILE: 1.6.6-RGEOL-T.pdf	J.N.
PROGETTO C.M.	DISEGNO ...	VERIFICA C.M.	APPROVAZIONE T.T.

Dott. Geol. Antonio Gravina  
Via Nazionale Appia, 384  
81020 - Casapulla (CE)  
P. IVA : 03519470615  
Iscrizione Ordine dei Geologi della Regione Campania  
A.P. Sez. A n.2484

# ***RELAZIONE GEOLOGICA***



<b><u>Committente:</u></b>	<b>Comune di Napoli</b>
<b><u>Località:</u></b>	Napoli-Vico Santa Maria apparente 2-IC Vittorio Emanuele II (codice 1.15.15)
<b><u>Oggetto:</u></b>	Servizi professionali finalizzati alle verifiche di vulnerabilità sismica di edifici scolastici comunali

**Data:**  
**Novembre 2021**

***Il Geologo***  
***Dott. Geol. Antonio Gravina***

**INDICE**

1- Premessa .....	pag.02
2- Inquadramento geografico e geomorfologico dell'area .....	pag.03
3- Geologia.....	pag.04
3a – Inquadramento geologico.....	pag.04
3b-Aspetti stratigrafici locali .....	pag.05
4- Aspetti idrogeologici dell'area di studio .....	pag.06
5- Caratterizzazione geotecnica .....	pag.07
5a- Prova penetrometrica dinamica Super-pesante.....	pag.07
6- Caratterizzazione sismica del sito.....	pag.10
7- Conclusioni.....	pag.12

## **1-PREMESSA**

In seguito ad incarico conferitomi “dal Comune di Napoli” è stata redatta la presente relazione riguardante gli aspetti geologici, geotecnici e sismici connessi ad un progetto di “*Servizi professionali finalizzati alle verifiche di vulnerabilità sismica di edifici scolastici comunali*” nel Comune di Napoli (NA), in Via Santa Teresa a Chiaia, 8-3° Circolo didattico "De Amicis" (codice: 1.5.5/1.6.6/1.17.17).

L'ubicazione dell'area d'interesse è riportata nell'allegata planimetria. Il lavoro, nel rispetto dell'OPCM 3274 del 20 Marzo 2003, del D.M. 14/01/08 e del D.M. 17/01/18 - N.T.C. 2018, ha avuto lo scopo di definire le condizioni morfologiche, idrogeologiche e tettoniche dell'area; valutare l'assetto litostratigrafico dell'area; definire la categoria sismica del sottosuolo.

Lo studio è stato articolato nelle seguenti fasi:

- Rilevamento geologico di superficie esteso anche ad aree limitrofe a quella strettamente d'interesse, lettura della cartografia ufficiale e della bibliografia esistente;
- Acquisizione di dati stratigrafici desunti da perforazioni di pozzi eseguiti in zona e con l'applicazione di un raschiatore applicato alle aste del penetrometro;
- **N.01** Prova Penetrometrica Dinamica Super-Pesante (DPSH) finalizzata alla parametrizzazione geotecnica del substrato d'interesse;
- **N.01** Indagine sismica di tipo **MASW** (**Multichannel Analysis or Surface Waves**);
- Compilazione e stesura della presente relazione finale.

Allegati:

- Stralcio Carta Geologica
- Stralcio Carta Idrogeologica
- Piano stralcio rischio idraulico
- Planimetria con ubicazione Prove DPSH e indagine sismica MASW
- Tabulati e Istogrammi Prova Penetrometrica DPSH
- Allegato sismico MASW



## **2 - Inquadramento geografico e geomorfologico dell'area**

L'area d'interesse occupa la porzione centrale della più ampia depressione strutturale della piana Campana impostatasi già a partire dal Pliocene Superiore, su lineamenti tettonici di estensione regionale, detta depressione è stata successivamente colmata, durante il Quaternario, da depositi vulcanici, di origine flegrea e vesuviana, da sedimenti alluvionali e di ambiente marino.

L'area di studio è compresa tra il distretto vulcanico dei Campi Flegrei ad Ovest, il Somma Vesuvio a Sud-Est, i rilievi carbonatici dei Monti Avella ad Est e i Regi Lagni al Nord.

Dal punto di vista morfologico, il rilevamento di campagna integrato dalla lettura della cartografia ufficiale e da osservazioni satellitari, ha consentito di accertare che il territorio è prevalentemente pianeggiante con un'altitudine 12 m s.l.m. con pendenze coerenti con quelle della zona e in generale risultano comprese tra 0.5-1% in direzione Sud.

Non sono stati notati fenomeni di instabilità né presenti né passati né potenziali e del resto le caratteristiche morfologiche e geologiche del sito sono tali da escluderli. Si fa presente, altresì, che non sono state rinvenute cavità di alcun genere: né naturali né di origine antropica. Consultando il Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico dell'Autorità di Bacino Distretto dell'Appennino Meridionale si nota che l'area d'interesse non ricade nell'area nella pericolosità idraulica e nell'area di rischio frana ma, al Nord e ad Est del sito d'interesse vi è un rischio frana elevato.

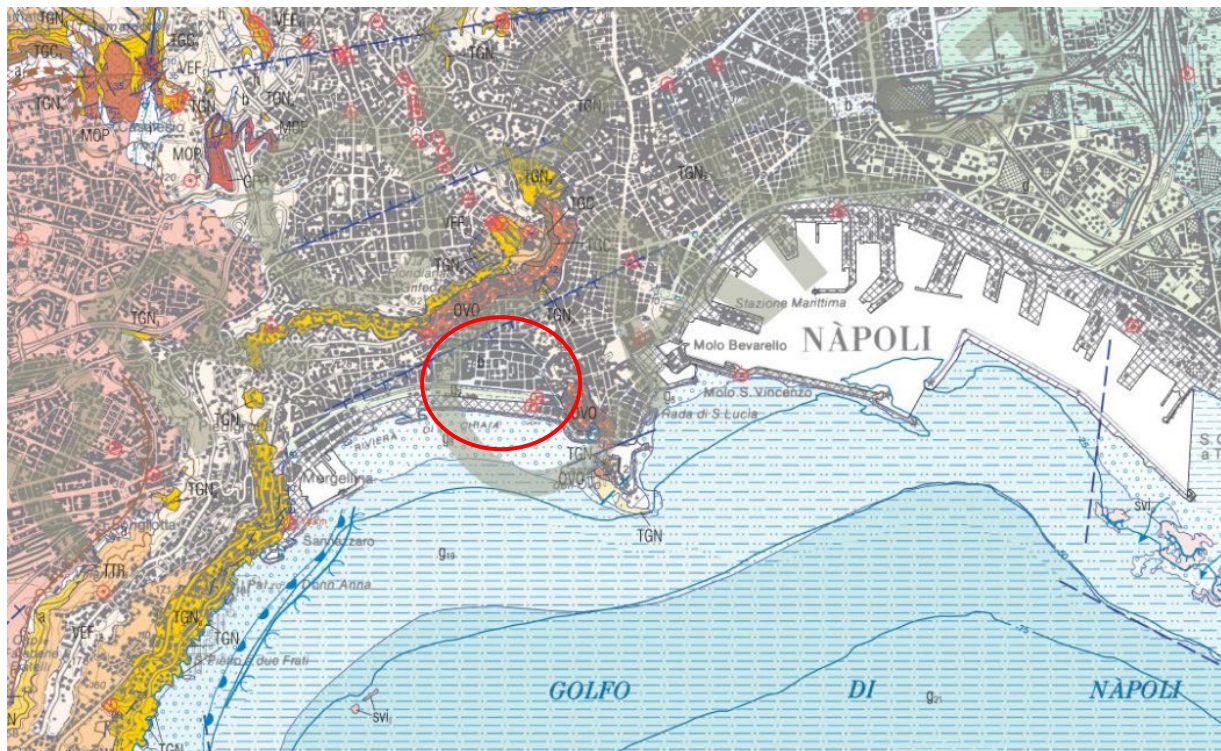


### 3-GEOLOGIA

#### 3a – Inquadramento geologico

Dal punto di vista geologico, le osservazioni di campagna integrate dalla lettura della carta geologica d'Italia 1:50.000 del progetto CARG Foglio 446-447 Napoli, foglio nel quale ricade cartograficamente l'area d'interesse, ha messo in evidenza la presenza in affioramento di un'unica formazione di depositi alluvionali: "depositi sabbioso-ghiaiosi con radi blocchi eterogenei, a struttura laminare o stratoide, affioranti in alveo; blocchi e ciottoli prevalentemente tufacei immersi in matrice sabbiosa di origine piroclastica legati a depositi di tipo torrentizio", Olocene-Attuale.

A grande scala è possibile notare che ad Est della formazione in cui ricade l'area in esame, si riviene la formazione del "Subsistema dell'Agro Nocerino-Sarnese" di età Olocene-Attuale mentre ad Ovest si ha il "Tufo Giallo Napoletano" di età Pleistocene Superiore p.p. (Tardoglaciale), il "Subsistema di Agnano-Soccavo" di età Olocene e il "Litosoma di Astroni" di età Olocene.



### **3b-Aspetti stratigrafici locali**

Per accertare la successione stratigrafica locale è stato applicato un raschiatore applicato alle aste del penetrometro e si sono acquisiti i dati desunti dalla perforazione di pozzi.

È stato rilevato da 0,00 m a 1,60 m materiale di riporto; al di sotto del quale è presente fino ai 5,40 m limo piroclastico sciolto. A seguire e fino a circa 6,00 m sabbia-limosa mediamente addensata; a tale quota si rinviene limo-sabbioso con sabbia-limosa sciolto che si approfondisce fino a 20,00 m (quota di arresto).

#### **4 - ASPETTI IDROGEOLOGICI DELL'AREA DI STUDIO**

Dal punto di vista idrografico, l'area risulta caratterizzata dall'assenza di un vero e proprio reticolo idrografico; ciò è dovuto soprattutto alle pendenze blande della zona di piana, e dalla natura essenzialmente incoerente dei litotipi affioranti (depositi alluvionali e piroclastici) ma è ricca di alvei di natura antropica con l'obiettivo di allontanare le acque superficiali formatesi in seguito ai fenomeni di precipitazione, parte di quest'ultimi vanno ad incanalarsi fino a raggiungere il mare a Sud.

Nella zona in esame il limite orientale della pianura è delimitato dalle alture dei Monti Avella. Tali rilievi sono costituiti da termini prevalentemente dolomitici e calcareo-dolomitici ascrivibili come età al GIURASSICO SUP – CRETACICO, presentano faglie orientate NE-SW e NW-SE che determinano il graduale approfondimento delle rocce carbonatiche al di sotto dei notevoli spessori di depositi alluvionali e vulcanici quaternari di pianura.

Dal punto di vista idrogeologico, a grande scala, l'area è costituita da prodotti alluvionali e piroclastici flegrei avente una permeabilità, alta per i primi e media per i secondi, per porosità e bassa per fratturazione; le caratteristiche idrogeologiche e l'eterogeneità granulometrica, possono dar vita a falde costiere sovrapposte.

Studi recenti dimostrano una risalita anomala del livello di falda. Infatti, molti edifici ricadenti in quest'area sono muniti di sistemi di pompaggio attivi H24, in modo tale da evitare l'allagamento dovuto alle acque, di risalita, di falda.



## 5-GEOTECNICA

### 5a-Prova penetrometrica dinamica (DPSH)

Per parametrizzare geomeccanicamente il substrato di interesse è stata predisposta l'esecuzione di n.1 prova penetrometrica dinamica super-pesante (DPSH) (ubicata come da annessa planimetria) con un penetrometro dinamico Pesante Modello TG 63 200 della PAGANI, avente le caratteristiche riportate nella scheda riassuntiva allegata:

#### PENETROMETRO DINAMICO IN USO:

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla di riferimento	Peso Massa Battente M (Kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
<b>Super pesante</b>	<b>DPSH (Super Heavy)</b>	<b><math>M \geq 60</math></b>

#### CARATTERISTICHE TECNICHE: TG 63-200 ISSMFE

PESO MASSA BATTENTE	M	= 63,50 Kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H	= 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	M <sub>s</sub>	= 0,63 Kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D	= 51,00 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A	= 20,43 cm <sup>2</sup>
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha$	= 90 °
LUNGHEZZA DELLE ASTE	L <sub>a</sub>	= 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	M <sub>a</sub>	= 6,31 Kg
PROF. GIUNZIONE 1° ASTA	P1	= 0,40 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta$	= 0,20 m
NUMERO COLPI PUNTA	N	= N(20) > Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHISI		
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q	= (MH)/(A $\delta$ ) = 11,66 Kg/cm <sup>2</sup> (prova SPT: Q <sub>spt</sub> = 7,83 Kg/cm <sup>2</sup> )
COEFF. TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t$	= Q/Q <sub>spt</sub> = 1,489 (teoricamente : N <sub>spt</sub> = $\beta_t$ N)

La prova penetrometrica è stata siglata P1 approfondita fino a ml 20.00 dal p.c..

Dall'analisi dell'istogramma penetrometrico (cfr. in Allegato) è stato possibile delineare un quadro di insieme delle caratteristiche geotecniche del sottosuolo in esame.

In dettaglio, la prova evidenzia valori di resistenze alla penetrazione di scarsa rilevanza geotecnica fino alla profondità di circa ml 5,40 m dal p.c.. Tale orizzonte è costituito da materiale da ripoto fino a 1,60 m e da limo piroclastico sciolto fino a 5,40 m.

Da tali quote e fino a ml 6,0 m dal p.c., la resistenza alla penetrazione aumenta; trattasi di terreno costituito da sabbia-limosa mediamente addensata.

In seguito, dai 6,0 m ai 20,0 m dal p.c. si rileva una resistenza alla penetrazione diminuisce, ciò è dovuta alla presenza dilimo-sabbioso con sabbia-limosa sciolto.

Tramite opportune correlazioni, adattabili al substrato d'interesse, vengono desunti i valori dei principali parametri geomeccanici riportati nella seguente tabella.

PARAMETRI GEOTECNICI

Località: Napoli-Via Santa Teresa a Chiaia,8-3°Circolo didattico "De Amicis" (codice:1.5.5/1.6.6/1.17.17)

Vs.eq 333 m/sec CAT. "C"

P1

Prof. (m)	Colpi punta	Nspt eq	Resistenza dinamica (kPa)	Peso di Volume (kN/m <sup>3</sup> )	Angolo di attrito interno (°)	Densità relativa (%)	Modulo edometrico (kPa)	Modulo di Young (kPa)	Modulo deformazione di taglio (kPa)
1,60	10	15,07	7479	13,5	32,0	43,0	9042	49874	40820
5,40	3	3,71	1582	15,5	<28,0	25,0	2226	7393	17335
6,00	11	16,66	6371	13,5	32,5	45,2	9996	57840	43400
8,00	3	3,68	1309	15,5	<28,0	20,0	2208	7319	17250
9,40	6	9,03	2960	15,0	29,0	31,6	5418	23874	29852
16,80	3	5,09	1374	15,5	28,0	18,0	3054	11033	21031
20,00	6	8,36	1968	15,00	30,0	29,6	5016	21445	28478

LITOLOGIA

- Da 0,00 m a 1,60 m materiale di riporto;
- Da 1,60 m a 5,40 m limo piroclastico sciolto;
- Da 5,40 m a 6,00 m sabbia-limosa mediamente addensata;
- Da 6,00 m a 20,00 m limo-sabbioso con sabbia-limosa sciolto.

---

Iscrizione Ordine dei Geologi della Regione Campania Sezione A n.2484  
Via Nazionale Appia, 384 - 81020 Casapulla (CE) – Tel. 328 0811423

---



**6 - MODELLAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO**

L'indagine sismica MASW effettuata, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 30m (0m-30m) dal p.c., ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria **C** del D.M. 17 Gennaio 2018 (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 nei primi 30 metri di profondità al di sotto del piano fondale.

Categoria	Descrizione
<b>A</b>	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
<b>B</b>	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>C</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>D</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>E</b>	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

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



**6A - DETERMINAZIONI DELLA CATEGORIA DI SUOLO D.M. 17.01.2018 - Calcolo della  $V_{s30}$** 

Ai fini della classificazione della categoria di suolo come definito nella nuova normativa sismica D.M. 17.01.2018, viene determinata la velocità media ponderata per i primi 30 m di suolo a partire dalla superficie.

In base al valore della  $V_{s_{eq}}$ , ottenuto per il sito, pari a **333,00 m/s**, viene associato la categoria di suolo di fondazione di tipo **C** ovvero tale sottosuolo è definito come *“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30,00 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi fra 180 e 360 m/s ( $15 < N_{spt}, 30 < 50$  nei terreni a grana grossa,  $70 < cu_{30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina)”*.

PROFILO VERTICALE $V_s$			
Sismostrati n.	$V_s$ (m/s)	Spessore (m)	Profondità (m)
1	247	10.7	10.7
2	295	6.5	17.2
3	520	12.8	30.0
Misfit			0.022
<b><math>V_{S,eq}</math> (m/s)</b> <i>Calcolato da piano campagna fino al bedrock (<math>V_s &gt; 800</math> m/s) o 30m se più profondo</i>			333 m/s

## 7- CONCLUSIONI

Le indagini fin qui eseguite hanno consentito di accertare quanto segue:

- L'area d'interesse risulta stabile e del resto le caratteristiche geomorfologiche del sito sono tali da escludere fenomeni di instabilità anche potenziali a meno di interventi antropici non razionali. Non sono state rinvenute cavità di alcun genere né naturali né di origine antropica.
- Dal punto di vista stratigrafico il substrato è costituito essenzialmente dai seguenti livelli:
  - Da 0,00 m a 1,60 m materiale di riporto;
  - Da 1,60 m a 5,40 m limo piroclastico sciolto;
  - Da 5,40 m a 6,00 m sabbia-limosa mediamente addensata;
  - Da 6,00 m a 20,00 m limo-sabbioso con sabbia-limosa sciolto.
- dal punto di vista geotecnico, nei primi 5,40 m si registra la presenza di terreni con scarse caratteristiche meccaniche, da tale quota e fino a 6,00 m i valori dei parametri di resistenza e deformabilità aumentano per poi diminuire nuovamente fino a ml 20,00 (quota di arresto della prova);
- La presenza della falda nei primi 15,0 m dal p.c. e le caratteristiche **geologiche, geomorfologiche, sismiche ed idrogeologiche** del sito sono tali da NON poter escludere, per il sito d'interesse, l'insorgere di eventuali fenomeni di liquefazione in caso di SISMA.
- Il valore del  $V_{seq}$  è risultato pari a 333,00 m/s quindi, è possibile classificare sito di indagine come suolo di tipo C, definito come *"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30,00 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi fra 180 e 360 m/s ( $15 < N_{spt}, 30 < 50$  nei terreni a grana grossa,  $70 < cu_{30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina)".*

Tanto dovevasi all'incarico conferitomi,

*Il Geologo*



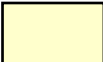


## COMUNE DI NAPOLI (NA)

Stralcio Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000  
FOGLIO 447 — NAPOLI



AREA INVESTIGATA

### LEGENDA

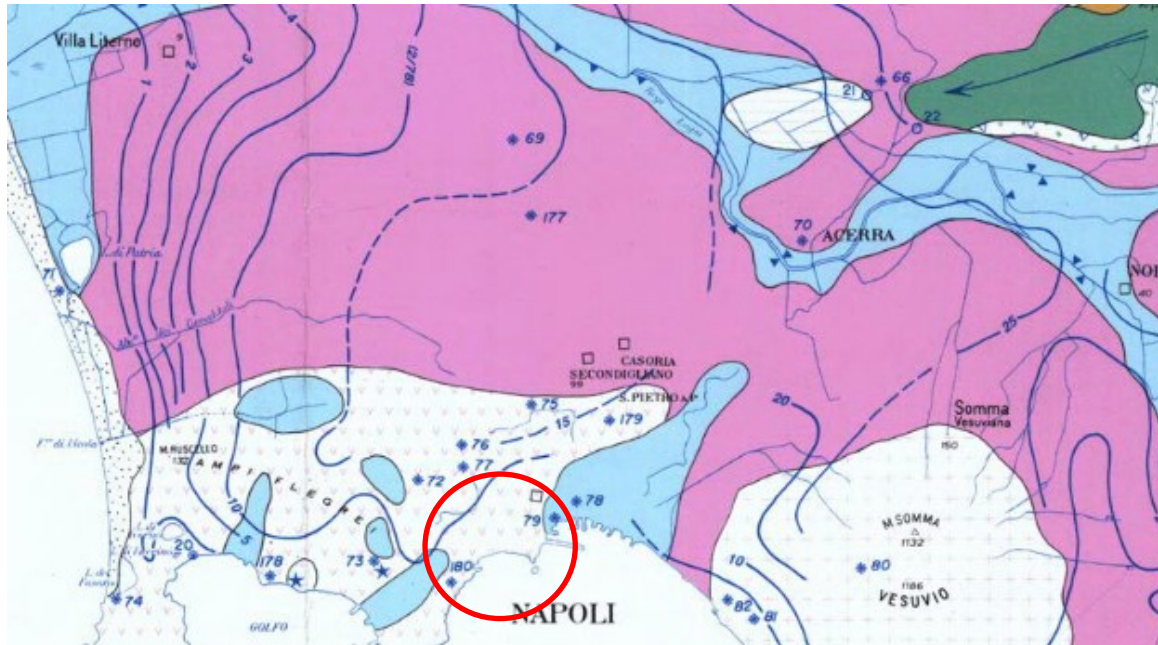
	Depositi alluvionali	<u>Olocene-Attuale</u>
	Subsistema dell'Agro Nocerino-Sarnese	<u>Olocene-Attuale</u>
	Tufo Giallo Napoletano	<u>Pleistocene superiore</u>
	Subsistema di Agnano-Soccavo	<u>Olocene</u>
	Litosoma di Astroni	<u>Olocene</u>









COMUNE DI Napoli (NA)

Stralcio CARTA IDROGEOLOGICA DELLA CAMPANIA (Scala 1:200.000)  
 BUDETTA P., CELICO P., CORNIELLO A.,  
 DE RISO R., DUCCI D., NICOTERA P.

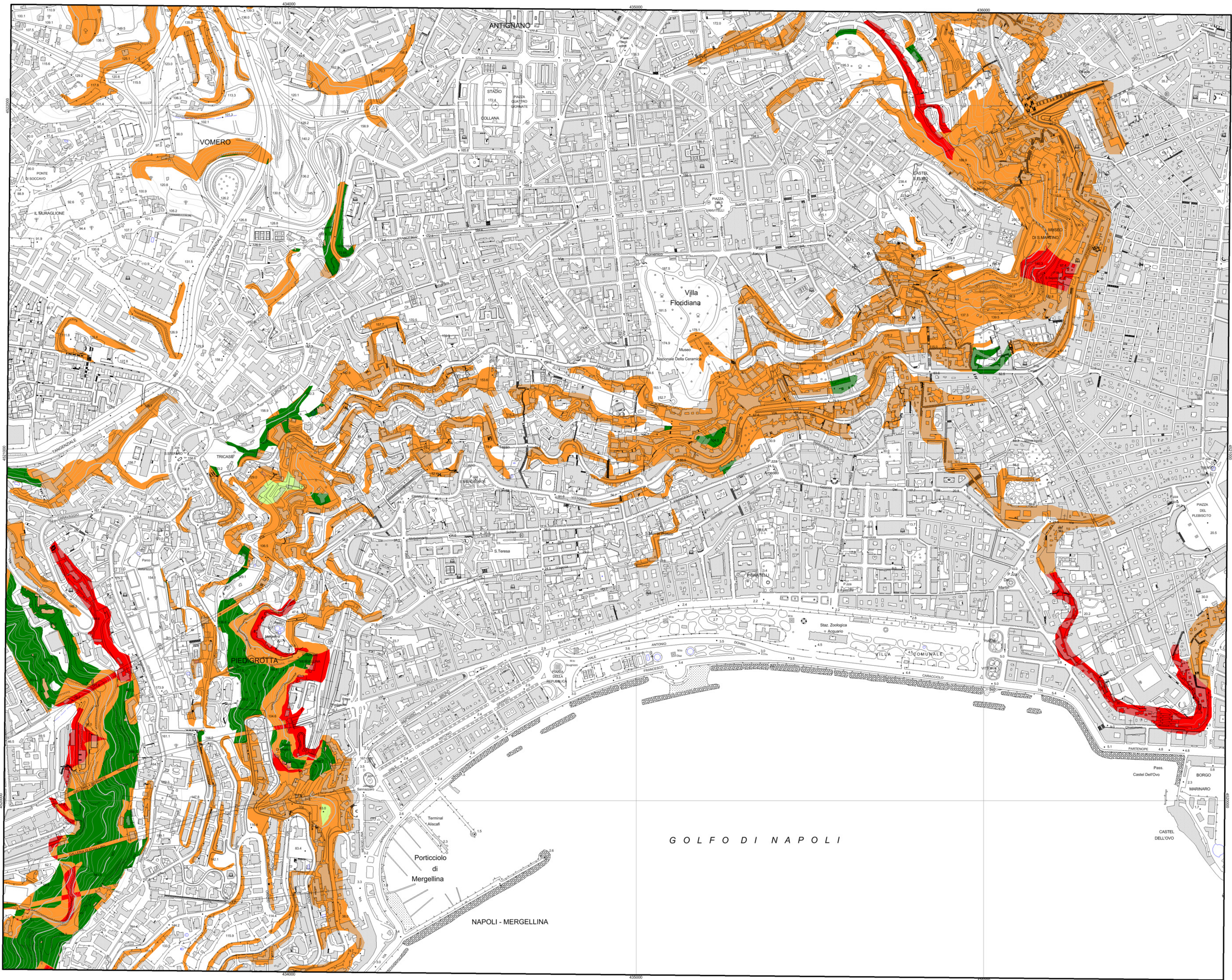
Stralcio CARTA IDROGEOLOGICA DELLA CAMPANIA (Scala 1:200.000)  
 BUDETTA P., CELICO P., CORNIELLO A.,  
 DE RISO R., DUCCI D., NICOTERA P.



## LEGENDA

-  Depositi alluvionali prevalentemente a grana grossa (ghiaie in matrice sabbiosa con locali intercalazioni limo-argillose
-  Terreni piroclastici, in sede o rimaneggiati, delle aree circostanti dei C. Flegrei, del Somma Vesuvio e del Roccamonfina. Nella Piana campana e di Sorrento sovrastano sovente un banco di tufo litoide di spessore crescente in direzione dei rilievi circostanti. Modesta circolazione idrica collegata al reticolo idrografico superficiale e all'acquifero vulcano-sedimentario sottostante al banco di tufo (quando quest'ultimo esercita una sufficientemente azione di confinamento).
-  Rocce prevalentemente calcaree, stratificate più o meno fratturate. Permeabilità per fratturazione e carsismo in genere molto elevata.
-  Rocce prevalentemente dolomitiche, stratificate o massive, sovente minutamente fratturate. Permeabilità per fratturazione e/o porosità da media ad elevata.
-  Isopiezometriche (valori in m s.l.m.)
-  AREA DI INTERESSE

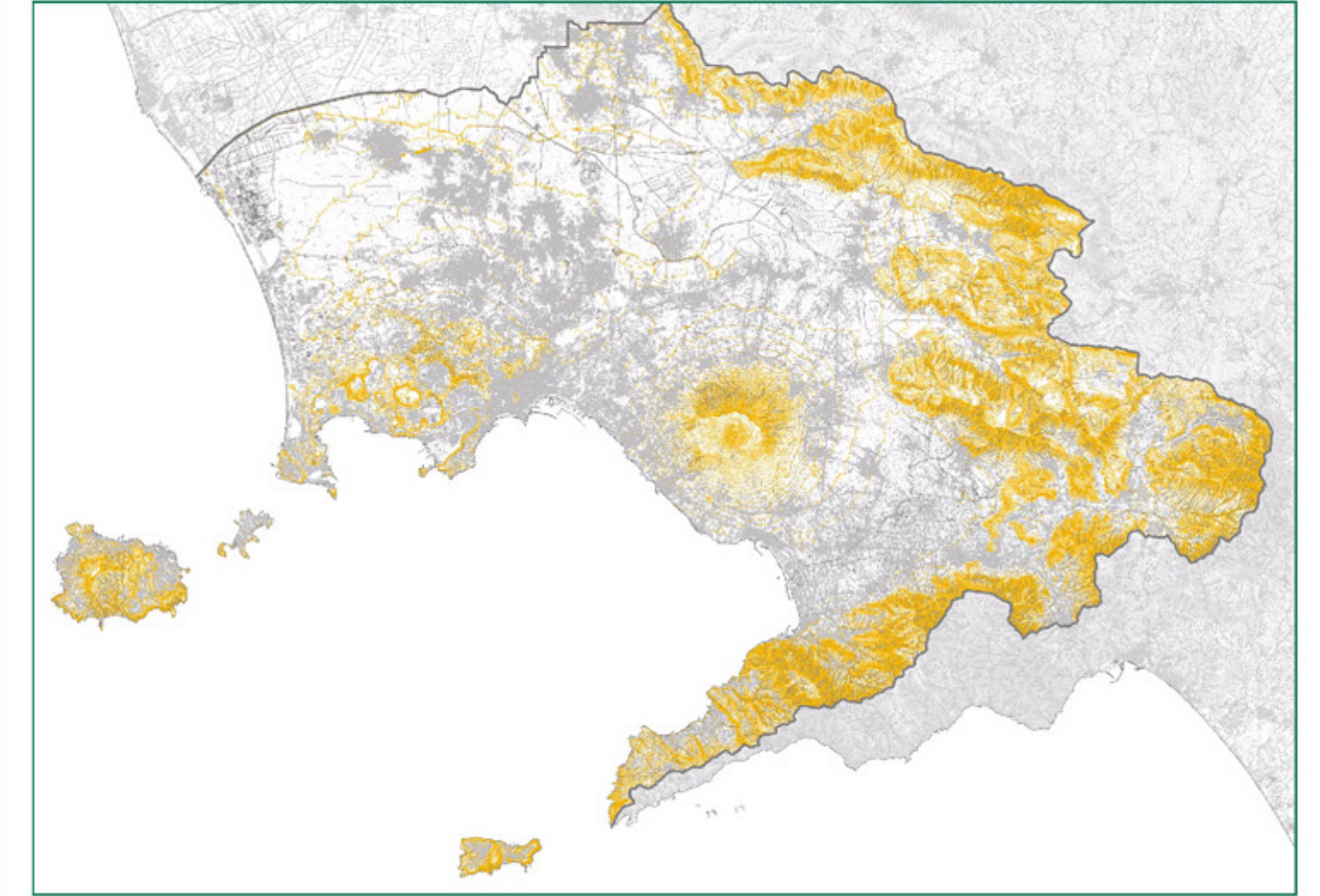




Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale  
Delibera di Comitato Istituzionale n. 1 del 23 febbraio 2016



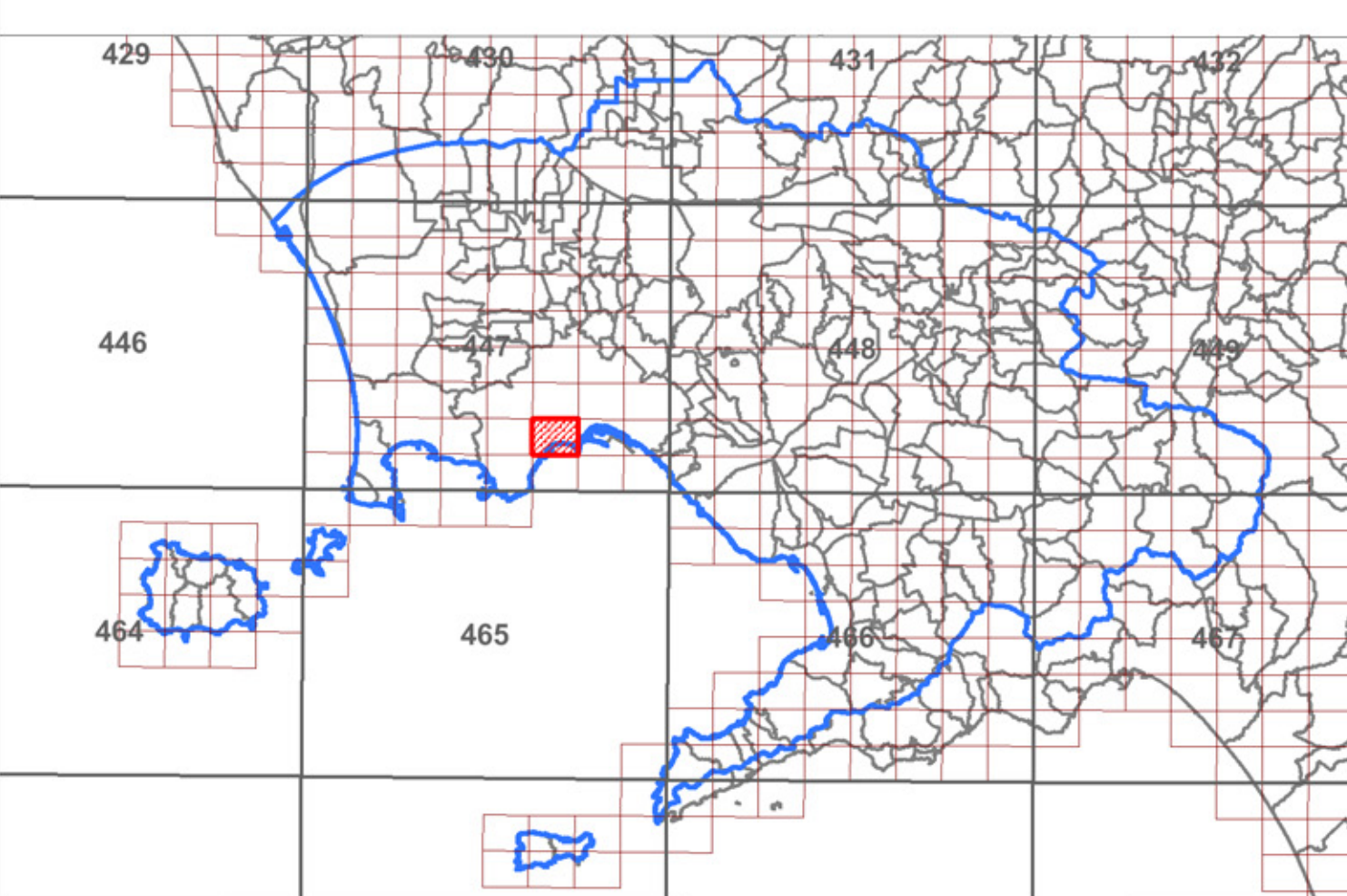
## PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO



### GRUPPO DI PROGETTO

- |  |  |
|--|--|
| <b>R.U.P.</b><br>arch. Marina Scala  | <b>COORDINATORE</b><br>arch. Paolo Tolentino   |
| <b>ASPETTI GEOLOGICI</b><br>geol. Federico Baistrocchi<br>geol. Stefania Coraggio<br>geol. Antonella Guerriero<br>geol. Paolo Mira | <b>SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE</b><br>dr. Alberto Albano<br>geom. Antonino Paroli   |
| <b>ASPETTI IDRAULICI</b><br>ing. Massimo Della Gatta<br>ing. Luigi Fariello<br>ing. Luigi Iodice                                   | <b>ASPETTI AMMINISTRATIVI</b><br>sig. Oreste Alfano<br>geom. Ciro Papa<br>geom. Luigi Beracci<br>sig.ra Felicità Napolitano<br>sig.ra Giuseppina Terracciano   |
| <b>ASPETTI TERRITORIALI</b><br>arch. Marina La Greca<br>arch. Ornella Piscopo<br>arch. Mauro Vincenti                              | <b>SUPPORTO TECNICO - GIURIDICO</b> G.R.C.<br>ing. Mauro Bifulco (D.G. - LL. PP. e Protezione Civile)<br>dr. Orlando Battaglia (U.O.D. - S.I.T.)<br>ing. Vincenzo Parità (U.O.D. - S.I.T.)<br>avv. Angelo Marzocchella (UFF. Spec. Advocatura) |
| <b>IL SEGRETARIO GENERALE</b><br>Avv. Luigi Stefano SORVINO  |  |

RISCHIO DA FRANA 1/5.000 Tavola 447151



### LEGENDA

- R4 - Rischio molto elevato
- R3 - Rischio elevato
- R2 - Rischio medio
- R1 - Rischio moderato
- Limite di bacino

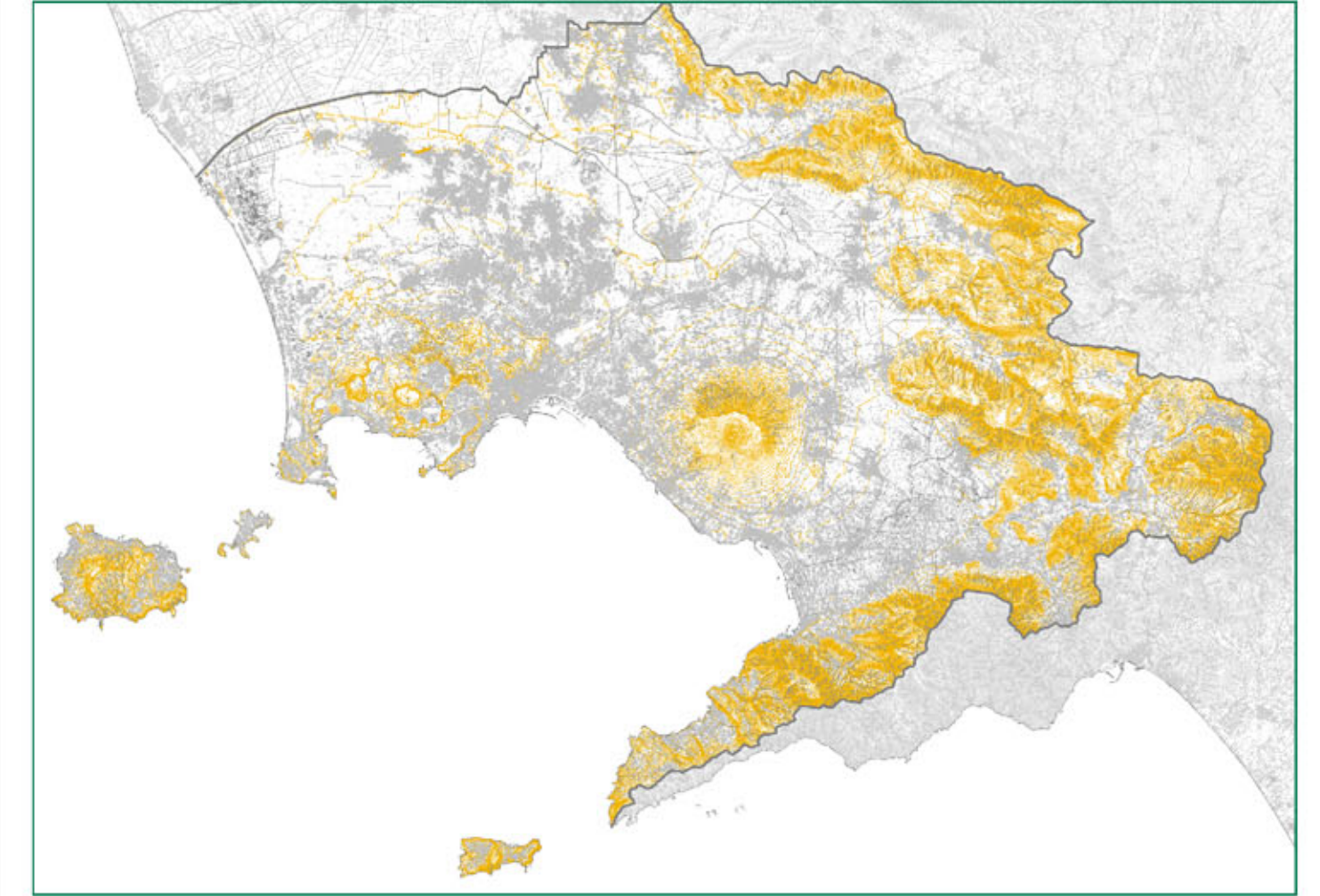




Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale  
Delibera di Comitato Istituzionale n. 1 del 23 febbraio 2016



## PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO



### GRUPPO DI PROGETTO

- R.U.P.  
arch. Marina Scala

**ASPETTI GEOLOGICI**  
geol. Federico Baistrocchi  
geol. Stefano Coraggio  
geol. Antonella Guerriero  
geol. Paolo Mira

**ASPETTI IDRAULICI**  
ing. Massimo Della Gatta  
ing. Luigi Farello  
ing. Luigi Iodice

**ASPETTI TERRITORIALI**  
arch. Marina La Greca  
arch. Ornella Piacopo  
arch. Mauro Vincenti
- COORDINATORE**  
arch. Paolo Tolentino

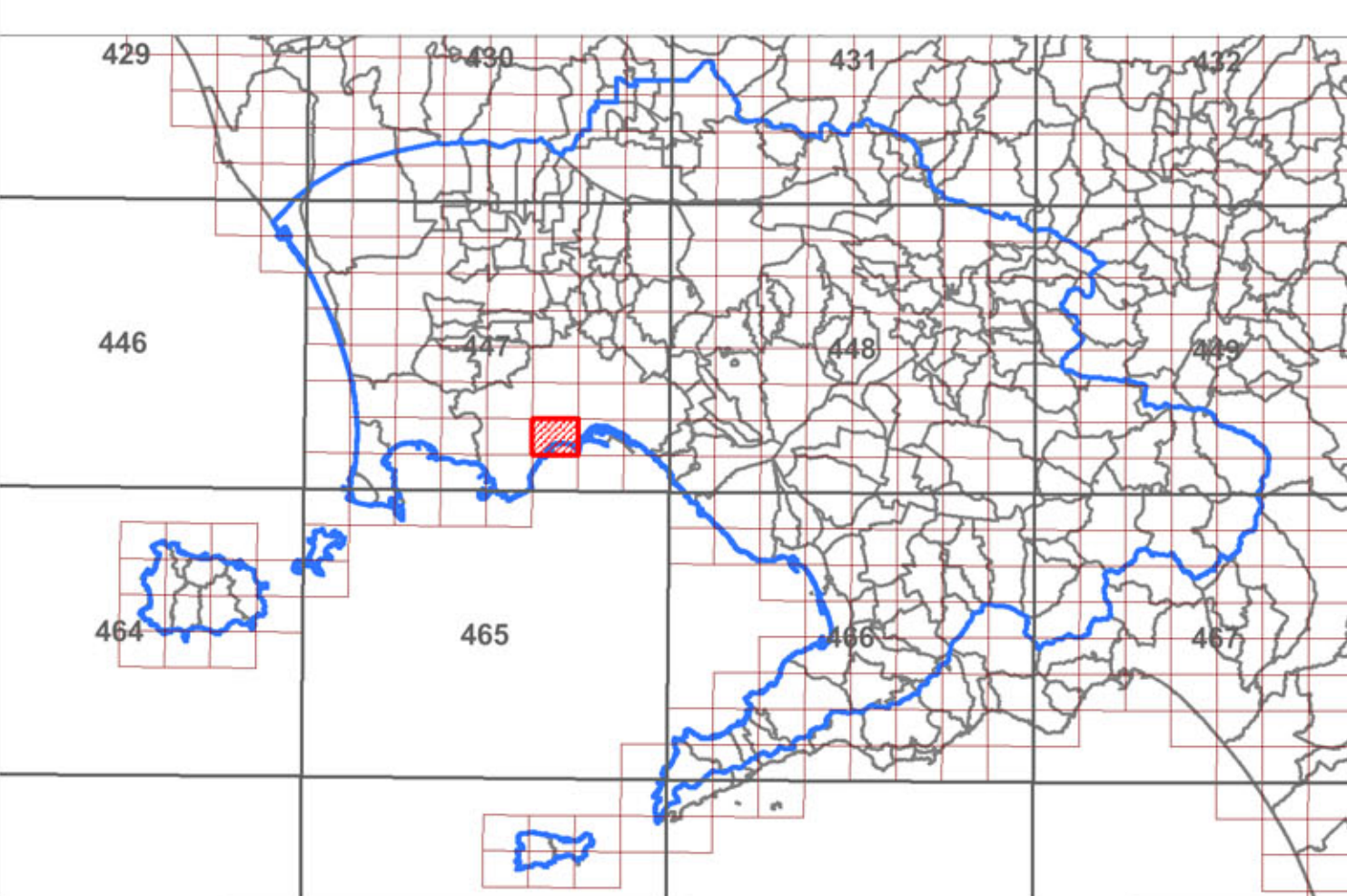
**SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE**  
dr. Alberto Albano  
geom. Antonino Paroli

**ASPETTI AMMINISTRATIVI**  
sig. Cresco Alfano  
geom. Ciro Papa  
geom. Luigi Beracci  
sig.ra Felicità Napolitano  
sig.ra Giuseppina Terracciano

**SUPPORTO TECNICO - GIURIDICO** G.R.C.  
ing. Mauro Biafore (D.G. - L.L. PP. e Protezione Civile)  
dr. Orlando Battipaglia (U.O.D. - S.I.T.)  
ing. Vincenzo Parità (U.O.D. - S.I.T.)  
avv. Angelo Marzocchella (UFF. Spec. Advocatura)

**IL SEGRETARIO GENERALE**  
Avv. Luigi Stefano Sorvino

PERICOLOSITA' IDRAULICA 1/5.000 Tavola447151



### LEGENDA

	Esondazione	Aree di attenzione	Elevato trasporto solido	Falda sub-affiorante Conche endoreiche
P3 - Pericolosità Elevata				
P2 - Pericolosità Media				
P1 - Pericolosità Bassa				

Pericolosità da esondazione - pericolosità idraulica dovuta a fenomeni alluvionali riconducibili a esondazione del reticolo idrografico.

Pericolosità per elevato trasporto solido - pericolosità idraulica dovuta a fenomeni alluvionali caratterizzati da elevato trasporto solido (flussi iperconcentrati, colate detritiche, debris - flow, etc).

Area di attenzione - "aree ad elevata suscettibilità di allagamento ubicate al piede di valloni", "punti/fasce di possibile crisi idraulica localizzata/diffusa", "fasce di attenzione per la presenza di alvei strada".

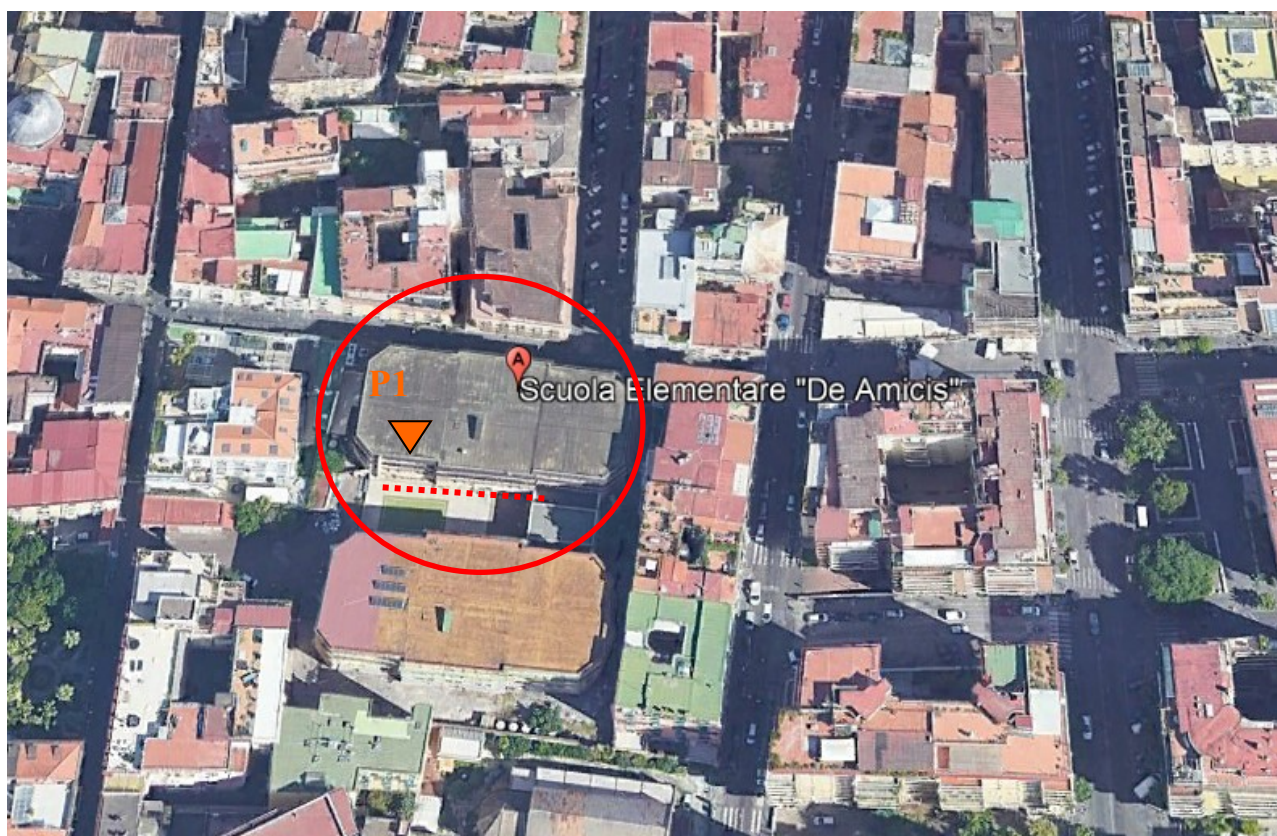
— Limite di Bacino  
— Alveo strada  
— Reticolo idrografico  
— Tratto tombato  
— Vasca



**Comune di Napoli (NA)**

*Napoli-Via Santa Teresa a Chiaia, 8-3° Circolo didattico "De Amicis" (codice: 1.5.5/1.6.6/1.17.17)*

*Committente: Comune di Napoli*



Prova sismica MASW



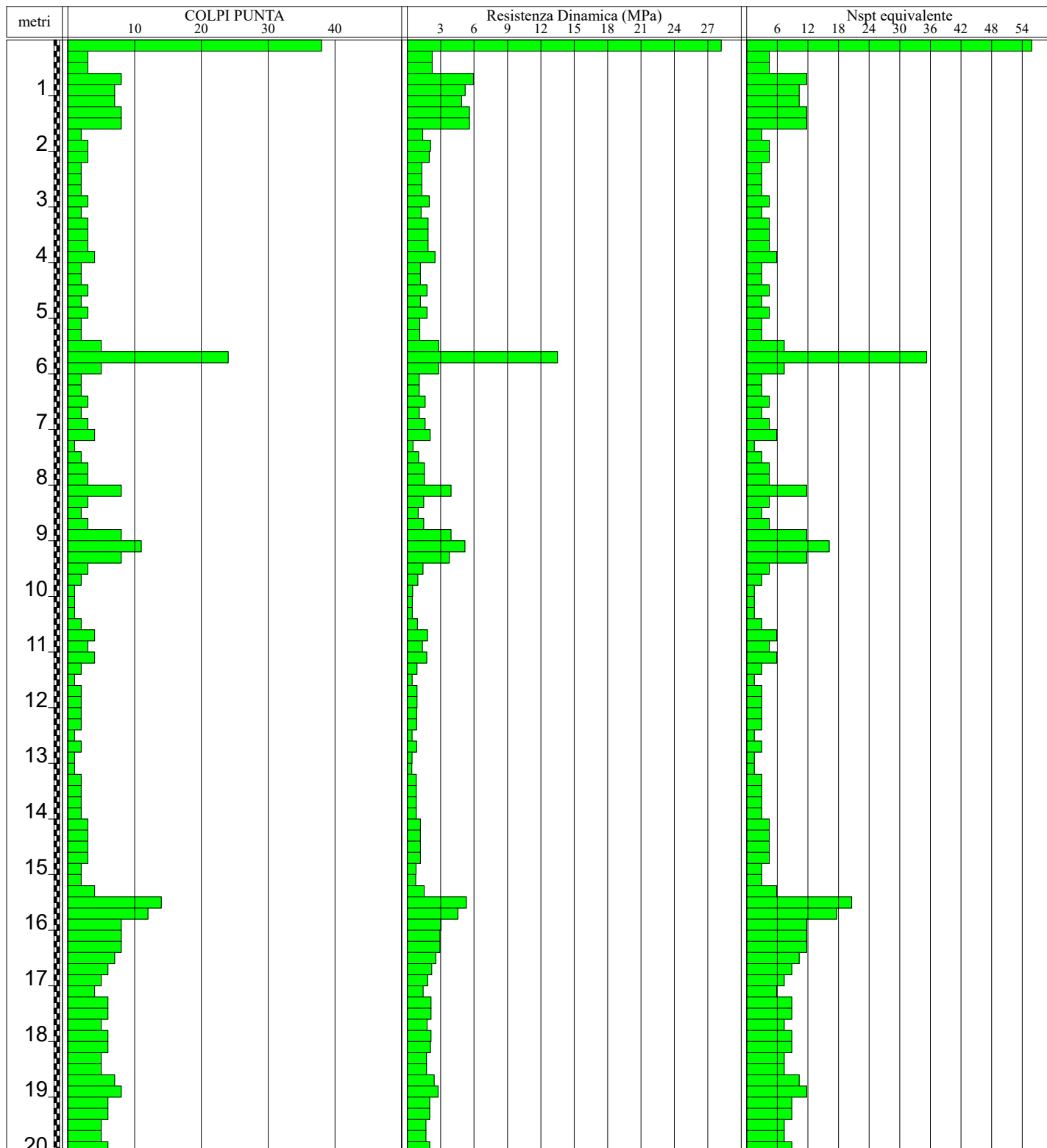
Prova penetrometrica dinamica super-pesante (DPSH)

Committente: Comune di Napoli	Prova n°: P1
Cantiere: Napoli-Via Santa Teresa a Chiaia, 8-3° Circolo didattico "De Amicis" (codice: 1.5.5/1.6.6/1.17.17)	Data: 07/09/2021
Opera: Servizi professionali finalizzati alle verifiche di vulnerabilità sismica di edifici scolastici comunali	
Attrezzatura: Penetrometro Pagani TG63-200	

SCALA 1:100

## PROVA PENETROMETRICA

Pagina 1/3



Il Responsabile di sito

Il Direttore Tecnico

**SOTTOSUOLO S.r.l.**  
DIRETTORE TECNICO  
Dott. Geol. Antonio Gravina



Committente: Comune di Napoli	Prova n°: P1
Cantiere: Napoli-Via Santa Teresa a Chiaia,8-3°Circolo didattico"De Amicis" (codice:1.5.5/1.6.6/1.17.17)	Data: 07/00/2021
Opera: Servizi professionali finalizzati alle verifiche di vulnerabilità sismica di edifici scolastici comunali	
Attrezzatura: Penetrometro Pagani TG63-200	Coord.:

## PROVA PENETROMETRICA

Pagina 2/3

n°	Profondità m	Colpi punta	Nspt equivalente	Resist. dinam. kPa	n°	Profondità m	Colpi punta	Nspt equivalente	Resist. dinam. kPa
1	0,20	38	56	28202,5	44	8,80	3	4	1472,1
2	0,40	3	4	2226,5	45	9,00	8	12	3925,5
3	0,60	3	4	2226,5	46	9,20	11	16	5178,2
4	0,80	8	12	5937,4	47	9,40	8	12	3766,0
5	1,00	7	10	5195,2	48	9,60	3	4	1412,2
6	1,20	7	10	4882,4	49	9,80	2	3	941,5
7	1,40	8	12	5579,9	50	10,00	1	1	470,7
8	1,60	8	12	5579,9	51	10,20	1	1	452,4
9	1,80	2	3	1395,0	52	10,40	1	1	452,4
10	2,00	3	4	2092,5	53	10,60	2	3	904,7
11	2,20	3	4	1973,6	54	10,80	4	6	1809,5
12	2,40	2	3	1315,8	55	11,00	3	4	1357,1
13	2,60	2	3	1315,8	56	11,20	4	6	1741,5
14	2,80	2	3	1315,8	57	11,40	2	3	870,7
15	3,00	3	4	1973,6	58	11,60	1	1	435,4
16	3,20	2	3	1245,1	59	11,80	2	3	870,7
17	3,40	3	4	1867,6	60	12,00	2	3	870,7
18	3,60	3	4	1867,6	61	12,20	2	3	839,2
19	3,80	3	4	1867,6	62	12,40	2	3	839,2
20	4,00	4	6	2490,1	63	12,60	1	1	419,6
21	4,20	2	3	1181,6	64	12,80	2	3	839,2
22	4,40	2	3	1181,6	65	13,00	1	1	419,6
23	4,60	3	4	1772,3	66	13,20	1	1	404,9
24	4,80	2	3	1181,6	67	13,40	2	3	809,9
25	5,00	3	4	1772,3	68	13,60	2	3	809,9
26	5,20	2	3	1124,2	69	13,80	2	3	809,9
27	5,40	2	3	1124,2	70	14,00	2	3	809,9
28	5,60	5	7	2810,6	71	14,20	3	4	1173,8
29	5,80	24	35	13490,7	72	14,40	3	4	1173,8
30	6,00	5	7	2810,6	73	14,60	3	4	1173,8
31	6,20	2	3	1072,2	74	14,80	3	4	1173,8
32	6,40	2	3	1072,2	75	15,00	2	3	782,5
33	6,60	3	4	1608,3	76	15,20	2	3	756,9
34	6,80	2	3	1072,2	77	15,40	4	6	1513,9
35	7,00	3	4	1608,3	78	15,60	14	21	5298,6
36	7,20	4	6	2049,6	79	15,80	12	18	4541,7
37	7,40	1	1	512,4	80	16,00	8	12	3027,8
38	7,60	2	3	1024,8	81	16,20	8	12	2932,0
39	7,80	3	4	1537,2	82	16,40	8	12	2932,0
40	8,00	3	4	1537,2	83	16,60	7	10	2565,5
41	8,20	8	12	3925,5	84	16,80	6	9	2199,0
42	8,40	3	4	1472,1	85	17,00	5	7	1832,5
43	8,60	2	3	981,4	86	17,20	4	6	1421,0

Il Responsabile di sito

Il Direttore Tecnico

Committente: Comune di Napoli	Prova n°: P1
Cantiere: Napoli-Via Santa Teresa a Chiaia,8-3°Circolo didattico"De Amicis" (codice:1.5.5/1.6.6/1.17.17)	Dati:07/09/2021
Opera: Servizi professionali finalizzati alle verifiche di vulnerabilità sismica di edifici scolastici comunali	
Attrezzatura: Penetrometro Pagani TG63-200	Coord.:

## PROVA PENETROMETRICA

Pagina 3/3

n°	Profondità m	Colpi punta	Nspt equivalente	Resist. dinam. kPa
87	17,40	6	9	2131,6
88	17,60	6	9	2131,6
89	17,80	5	7	1776,3
90	18,00	6	9	2131,6
91	18,20	6	9	2068,1
92	18,40	5	7	1723,5
93	18,60	5	7	1723,5
94	18,80	7	10	2412,8
95	19,00	8	12	2757,5
96	19,20	6	9	2008,4
97	19,40	6	9	2008,4
98	19,60	5	7	1673,7
99	19,80	5	7	1673,7
100	20,00	6	9	2008,4

**SOTTOSUOLO s.r.l.**  
DIRETTORE TECNICO  
Dott. Geol. Antonio Gravina

Il Responsabile di sito

Il Direttore Tecnico

<u><b>INDICE</b></u>		<i><b>pagina</b></i>
<b>1.</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>INDAGINE GEOFISICA M.A.S.W.</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>STRUMENTAZIONE IMPIEGATA</b>	<b>4</b>
<b>4.</b>	<b>ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI</b>	<b>5</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONE</b>	<b>7</b>
	<u><b>ALLEGATI</b></u>	<b>9</b>
•	<b>Elaborati profili sismici M.A.S.W.</b>	
•	<b>Documentazione fotografica</b>	

## 1. PREMESSA

Su incarico ricevuto dal xxxxxx xxxxxx, nella data del 7/09/2021, è stata eseguita una indagine sismica di tipo superficiale per l'istituto scolastico sito Via Santa Teresa a Chiaia, 8 Napoli - 3° Circolo didattico "De Amicis" (codice:1.5.5/1.6.6/1.17.17).

Lo scopo di questo tipo d'indagine è la caratterizzazione della risposta sismica del sito tramite l'analisi spettrale delle onde di Rayleigh di un profilo sismico tipo M.A.S.W. (multichannel analysis of surface waves). Tale metodologia consente di determinare il valore delle velocità delle onde di taglio S e di ricavare il Valore  $V_{s,eq}$ , ai sensi dell'O.P.C.M. 3274/03 e succ. mod. ed integr.; D.M. 14/09/2005; D.M. 14/01/2008; **D.M. 17/01/2018**.

A tale scopo è stata eseguita la seguente indagine:

- n° 1 profilo sismico tipo *M.A.S.W.* delle onde Rayleigh (multichannel analysis of surface waves) con direzione azimutale NS



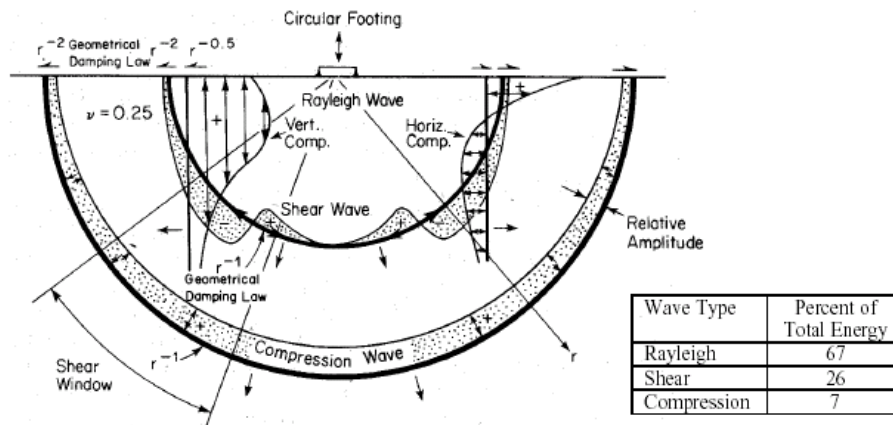
*Ubicazione della prova masw effettuata (Lat. 40°50'7.77"N- long 14°14'7.32"E)*

## 2. INDAGINE GEOFISICA M.A.S.W.

L'indagine sismica MASW (multichannel analysis of surface waves) è una tecnica non invasiva utilizzata per individuare il profilo verticale della velocità delle onde sismiche in particolare delle onde di taglio ( $V_s$ ) utile al calcolo del parametro  $V_{s,eq}$  così come richiesto dalla nuova normativa tecnica (NTC 2018).

Tale indagine fu messa a punto nel 1999 da ricercatori del Kansas Geological Survey (Park et al.,1999) che attraverso lo studio delle onde di superficie (Rayleigh e Love) ricavarono le velocità onde di taglio in funzione della profondità, infatti la velocità delle onde di Rayleigh vale circa il 90% delle velocità delle onde di taglio.

Lo studio delle onde superficiali è consigliato principalmente perché i 2/3 dell'energia delle sollecitazioni provocate sul terreno viene trasformata in onde superficiali mentre la rimanente parte genera onde P ed S.



La metodologia MASW si distingue in *attiva* e in *passiva*:

- Nel metodo *attivo* le onde superficiali vengono generate da una energizzazione puntuale creata generalmente da una massa battente o esplosione controllata.
- Nel metodo *passivo* (REMI), messo a punto dal Prof. Luie, 2001, si sfrutta il rumore di fondo (microtremori) prodotto dalle attività antropiche e naturali.

### 3. STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

L'esecuzione dell'indagine è avvenuta utilizzando un sismografo a trasmissione digitale del segnale, fabbricato dalla **SARA *electronic instruments*** modello **DOREMI**, con trattamento del segnale a 16 bit. Tale sismografo, collegato ad un notebook, tramite una speciale interfaccia di comunicazione, consente, tramite software di gestione, la memorizzazione in automatico delle acquisizioni dei vari sismogrammi, permette l'impostazione dei guadagni per ogni singolo canale sia in modo automatico che manualmente, l'attivazione di filtri "passa alto", "passa basso" e filtro a "fase zero", inoltre, è provvisto della funzione stacking che permette di attenuare eventuale rumore di fondo presente nel sito in esame.

4

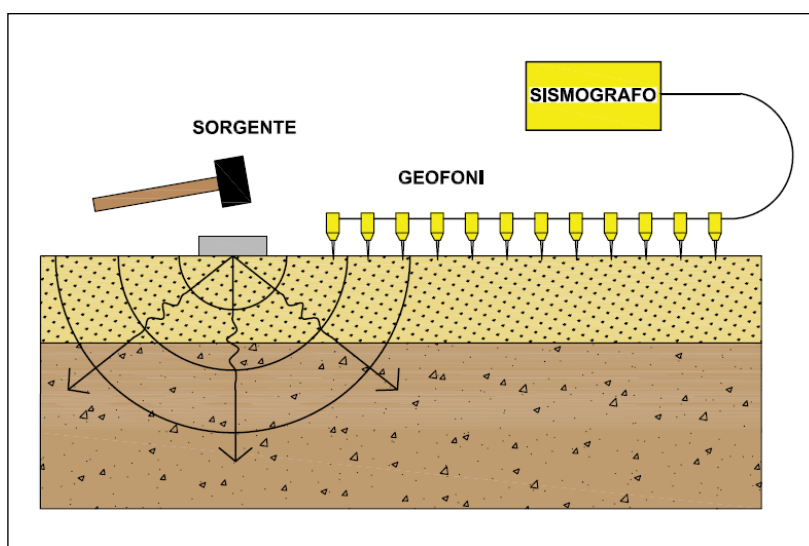


*Sismografo DOREMI della Sara Electronic Instruments s.r.l.*



#### 4. ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI

L'acquisizione del set di dati per l'analisi delle onde superficiali di tipo Rayleigh è stata eseguita utilizzando la classica strumentazione per un'indagine sismica a rifrazione, disponendo sul terreno un array lineare da 12 geofoni verticali da 4,5Hz con una spaziatura di 2 metri. Per l'esecuzione della prova è stato usato come sistema di energizzazione una mazza da 5 kg battente su un piattello in alluminio posto ad una distanza di offset dal primo geofono di 5-6 metri.



I dati sperimentali, acquisiti in campagna e memorizzati dal PC, vengono in seguito elaborati ed interpretati attraverso l'utilizzo del pacchetto software GEOPSY (<http://www.geopsy.org/>). Il primo passo è la creazione di un file di registrazione costituito da un array virtuale di 24 geofoni interlacciando due acquisizioni da 12 canali con offset diverso, tale operazione si rende utile per una maggiore definizione e accuratezza nei successivi step di elaborazione. Dall'analisi spettrale delle onde di Rayleigh del file di acquisizione ottenuto ne consegue la relazione tra la variazione della velocità di fase e la frequenza meglio definita come *curva di dispersione*. Sul grafico dello spettro in 2D è possibile, attraverso un picking manuale e/o automatico, posizionare i punti interpolanti lo spettro. Tale curva è poi sottoposta al processo di inversione con il Software Dinver (pacchetto Geopsy) dalla quale si ricava il modello del sottosuolo. L'inversione della curva avviene attraverso l'algoritmo "neighbourhood algorithm" (Sambridge,1999) in seguito implementato da Wathelet (2005).

Durante la modellizzazione è possibile inserire, se noti, oltre che la Vs e le Vp anche lo spessore dello strato, il coefficiente di Poisson e il peso di volume. Procedendo per tentativi modificando opportunamente i vari dati sopraindicati, si ottiene una sovrapposizione tra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione teorica corrispondente il modello del terreno individuato, il grado di *adattamento* delle due curve è rappresentato dal valore di “*misfit*” fornito dal software.

$$misfit = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(V_{oi} - V_{Ri})^2}{n \cdot \sigma_i^2}}$$

(Wathelt et al. 2004)

$V_{oi}$  = Velocità della frequenza *i*-esima nella curva di dispersione sperimentale

$V_{Ri}$  = Velocità di fase del modo fondamentale delle onde Rayleigh alla frequenza *i*-esima



## 5. CONCLUSIONI

Dall'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh è stato possibile ricostruire il profilo verticale delle onde sismiche di taglio Vs individuando 4 sismostrati riportati nella seguente tabella riassuntiva:

<i>PROFILO VERTICALE Vs</i>			
Sismostrati n.	Vs (m/s)	Spessore (m)	Profondità (m)
1	247	10.7	10.7
2	295	6.5	17.2
3	520	12.8	30.0
Misfit			0.022
<b>VS,eq (m/s)</b> <i>Calcolato dal piano campagna fino al bedrock (Vs &gt; 800 m/s) o 30m se più profondo</i>			333 m/s

```
# 5100 run_04.report
# Layered model 4875: value=0.0223549
# Vs
246.694773276582      0
246.694773276582      10.6779273148452
295.083330319878      10.6779273148452
295.083330319878      17.2196881712731
520.310969312288      17.2196881712731
520.310969312288      1e+99
```

8

*Restituzione del profilo delle Vs con le profondità*

```
C:\Program Files (x86)\Geopsy.org\bin>gpd
# 5100 run_04.report
# Layered model 4875: value=0.0223549
# Vp
489.726534929697      0
489.726534929697      10.6779273148452
609.570384967857      10.6779273148452
609.570384967857      17.2196881712731
1002.51885277176      17.2196881712731
1002.51885277176      1e+99
```

*Restituzione del profilo delle Vp con le profondità (Stimate)*

# ALLEGATO

**Profilo sismico M.A.S.W.**

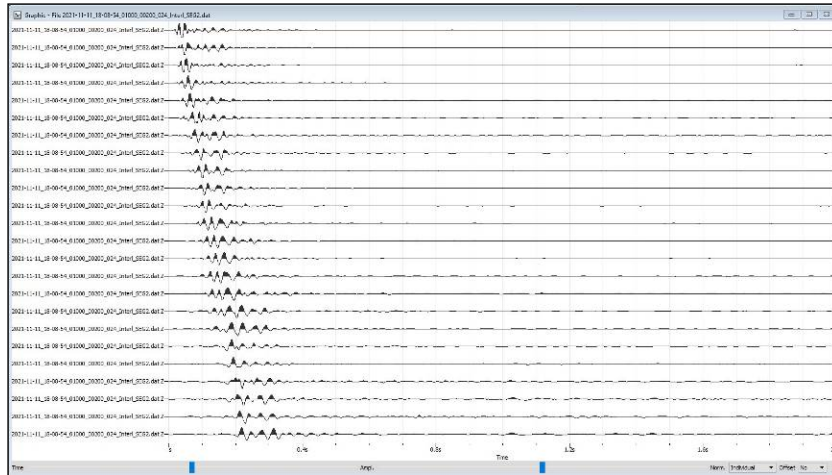
**e**

**Documentazione fotografica**

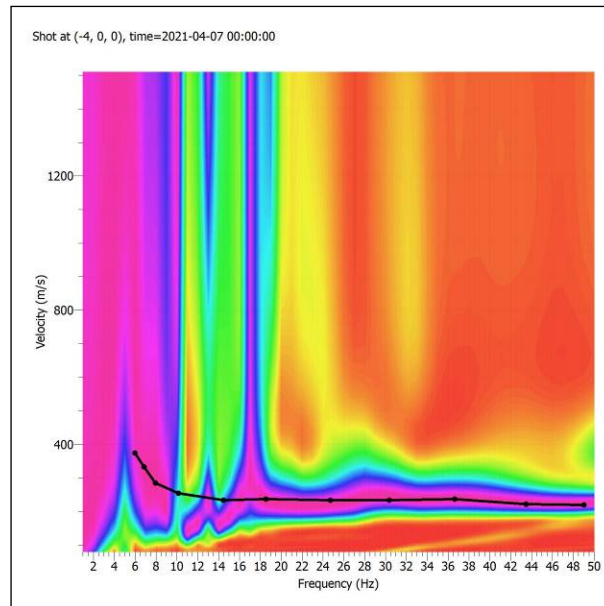
**Prova sismica: M.A.S.W**

**Data: 16/11/21**

**Località: Via Santa Teresa a Chiaia, 8 Napoli - 3° Circolo didattico "De Amicis"**  
(codice: 1.5.5/1.6.6/1.17.17)



*Sismogrammi di acquisiti*



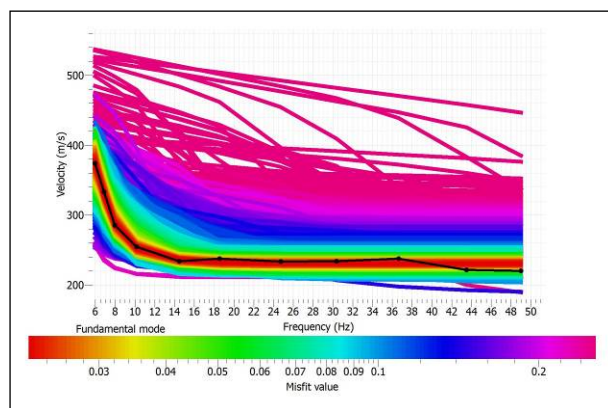
*Curva di dispersione sperimentale - Spettro frequenza-velocità*

**Prova sismica: M.A.S.W**

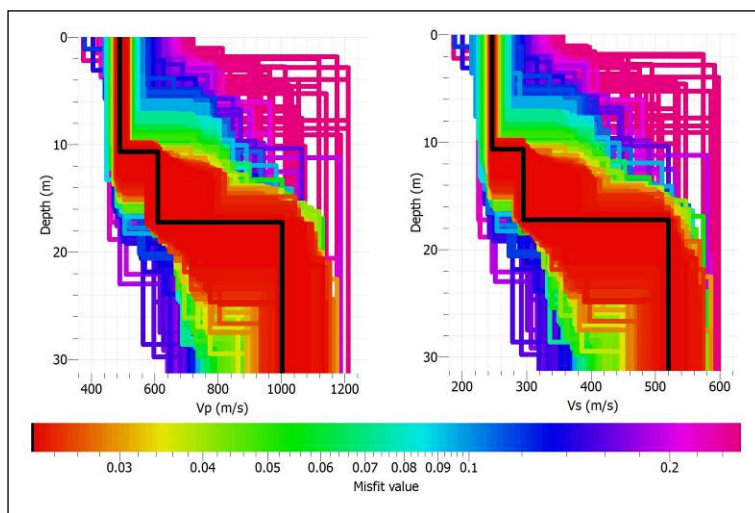
**Data: 16/11/21**

**Località: Via Santa Teresa a Chiaia, 8 Napoli - 3° Circolo didattico "De Amicis"**

(codice: 1.5.5/1.6.6/1.17.17)



*Confronto curva di dispersione sperimentale e teorica*



*Profilo delle Vs e stima delle Vp*

