

COMUNE DI NAPOLI

LOCALITA' : CHIAIANO



COMMITTENTE:
**Comune di Napoli- Area
Trasformazione del Territorio-
Servizio Edilizia Residenziale
Pubblica e nuova centralità**

OGGETTO:
**COMPLETAMENTO DELL'INTERVENTO
DEL LOTTO 1 DI EDILIZIA ABITATIVA
SOSTITUTIVA PER LA REALIZZAZIONE
DI 126 ALLOGGI IN VIA CUPA SPINELLI**

RELAZIONE GEOLOGICA

Data 06/07/2020

Geologo Daniela Viappiani
Via Fiume 68 - 84129 Salerno
cell. 3927612677
viappianidaniela@gmail.com
geoviappiani@epap.sicurezza postale.it

D. Viappiani
Geologo
Dott.ssa Daniela Viappiani


INDICE

| | |
|---|----|
| 1. PREMESSA | 3 |
| 2. RIFERIMENTI NORMATIVI | 4 |
| 3. DOCUMENTAZIONI DISPONIBILE | 5 |
| 4 .INQUADRAMENTO TERRITORIALE | 5 |
| 5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO | 7 |
| 6. SISMICITA' DEL TERRITORIO | 11 |
| 7. PIANI DI BACINO E COMPATIBILITA' GEOLOGICA | 14 |
| 8. DATI ESISTENTI | 15 |
| 9. INDAGINI IN SITO- PROSPEZIONE GEOFISICA MASW | 21 |
| 10.MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO | 26 |
| 11. CONCLUSIONI | 27 |

1. PREMESSA

Con Determina Dirigenziale n. 10 del 11.07.2019 il comune di Napoli affida incarico alla scrivente per la redazione della relazione geologica per il completamento dell'intervento del lotto 1 di edilizia abitativa sostitutiva per la realizzazione di 126 alloggi in via Cupa Spinelli- Chiaiano. L'intervento prevede la realizzazione di due corpi di fabbrica ad uso abitativo indicati come Blocco A e blocco B l'adeguamento e miglioramento delle strutture del blocco DE2 e DE5 (Fig. 1 sottostante)



Fig. 1 Planimetria dell'intervento da realizzare fornita dal gruppo di progettazione

Il sito di intervento è stato già oggetto di diverse campagne di indagini geognostiche e studi geologici a supporto del progetto edificatorio *“Appalto integrato concernente la progettazione esecutiva e l'esecuzione dei lavori di edilizia sostitutiva per la demolizione/costruzione di n. 126 alloggi realizzati con i fondi della L. 219/81 e 25/80, in prefabbricazione pesante in Via Cupa Spinelli* di cui le attuali opere da realizzare ne rappresentano un completamento”. La committenza ha messo quindi a disposizione della scrivente i dati e le risultanze scaturite dai pregressi studi, richiamati nel prosieguo, ritenuti attuali e pertinenti alla finalità del presente lavoro. I dati stratigrafici e geotecnici disponibili per il sito in esame sono stati integrati, in ragione della quantità di dati esistenti e delle limitate risorse economiche, con una prospezione geofisica di superficie nell'ambito del sito in cui è prevista la realizzazione dei nuovi fabbricati, come sarà meglio illustrato nei successivi paragrafi.

Ciò premesso la relazione geologica è finalizzata a fornire tutti gli elementi utili ai fini dell'intervento con riguardo alla descrizione del contesto geologico di inserimento e alla definizione di un modello di sottosuolo da assumere come base per la progettazione.

Il lavoro è stato quindi impostato attraverso le seguenti fasi:

- presa visione del progetto e sopralluogo nell'area di intervento;
- acquisizione della cartografia di base e tematica, per inquadrare territorialmente e geologicamente il sito.
- reperimento di dati e informazioni derivanti dalla letteratura geologica
- riesame delle risultanze di indagini pregresse eseguite nell'ambito del sito a corredo di precedenti studi geologici
- esecuzione di una prospezione geofisica di superficie
- disamina della documentazione tecnica allegata al vigente Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Distrettuale A.M. per indicare la compatibilità dell'opera con quanto stabilito dalle Norme di attuazione dell'Autorità di Bacino territorialmente competente.

Lo svolgimento delle fasi elencate ha consentito di:

- inquadrare il sito nell'ambito del contesto geologico, morfologico e idrogeologico generale;
- valutare le condizioni di stabilità del sito;
- definire le caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo indagato;
- fornire indicazioni su alcuni parametri fisico-meccanici dei terreni investigati;
- determinare un profilo di velocità delle onde di taglio e la categoria di suolo di fondazione attraverso il parametro V_{S30}

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Lo studio è stato svolto nel rispetto dei seguenti riferimenti normativi:

- Legge n 64/74
- Legge Regionale n. 9 del 7 gennaio 1983 “Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico”;
- D.M. 11/03/1988 “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- D.M. Infrastrutture del 17/01/2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- Norme di Attuazione del vigente Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Distrettuale A.M. per la Campania

3 . DOCUMETAZIONI DISPONIBILI

Il quadro conoscitivo del sito oggetto di studio parte dal reperimento e consultazione su fonti e canali ufficiali di dati di letteratura geologica e cartografie di base e tematiche nonché di dati geognostici e geotecnici ricavati da studi pregressi eseguiti nella medesima area di intervento messi a disposizione dalla Committenza.

Si è fatto pertanto riferimento alle seguenti fonti :

- F.447/448 "Napoli" della Carta geologia di Italia in scala 1:50.000 <http://www.isprambiente.gov.it/>;
- Cartografie tematica dal Geoportale nazionale
- cartografie tematiche dall' Autorita' di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale
- Consultazione elaborati geologici del PRG
- consultazione cataloghi CPTI15 e database DBMI15 per gli aspetti sismici (<http://ingv.it>)

Per gli aspetti stratigrafici geotecnici e sismici relativi a pregresse indagini in sito sono stati riesaminati i dati derivanti dalle seguenti campagne geognostiche la prima condotta nel 2003 dalla *Ditta Overmar S.r.l.* e la successiva nel 2006 effettuata dalla ditta *Geo Testing S.r.l.* con particolare attenzione alle indagini più prossime alle sagome di ingombro dei fabbricati in argomento .

4.INQUADRAMENTO TERRITORIALE

4.1 Inquadramento geografico e cartografico del sito

L'area di intervento si localizza nel settore nord orientale dei Campi Flegrei, delimitata dalla carrabile comunale via Cupa Spinelli in loc. Chiaiano del comune di Napoli.

Dal punto di vista cartografico il sito si individua nella carta geologica di Italia al 100.000 al F.185 Napoli ; nella Tavoletta cartografica IGM in scala 1:25.000 Tav. 39 Napoli quadrante 197 I (Fig. 2); mentre nella CTR al scala 5000 al f. 447111 (fig. 3) ;



Fig.1 Ortofoto- localizzazione del sito

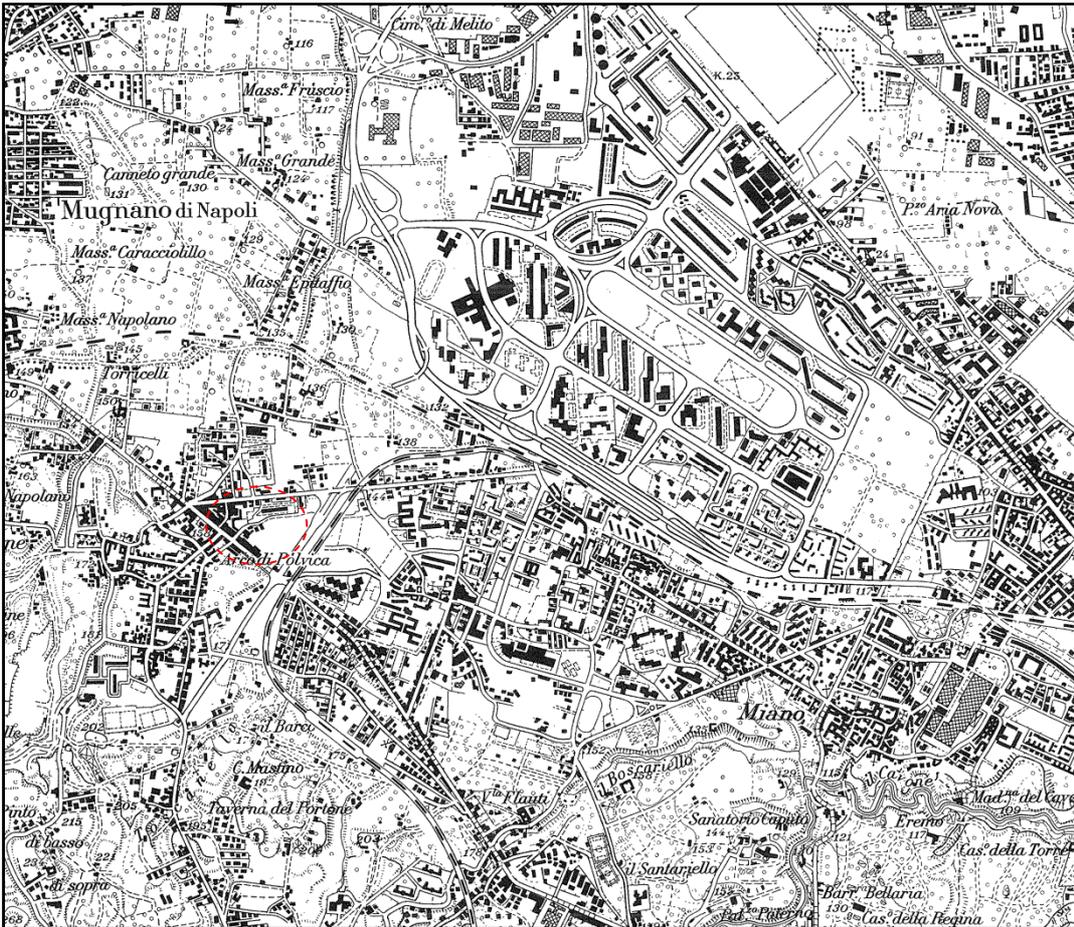


Fig.2 Stralci Cartografia IGM scala 1:25.000

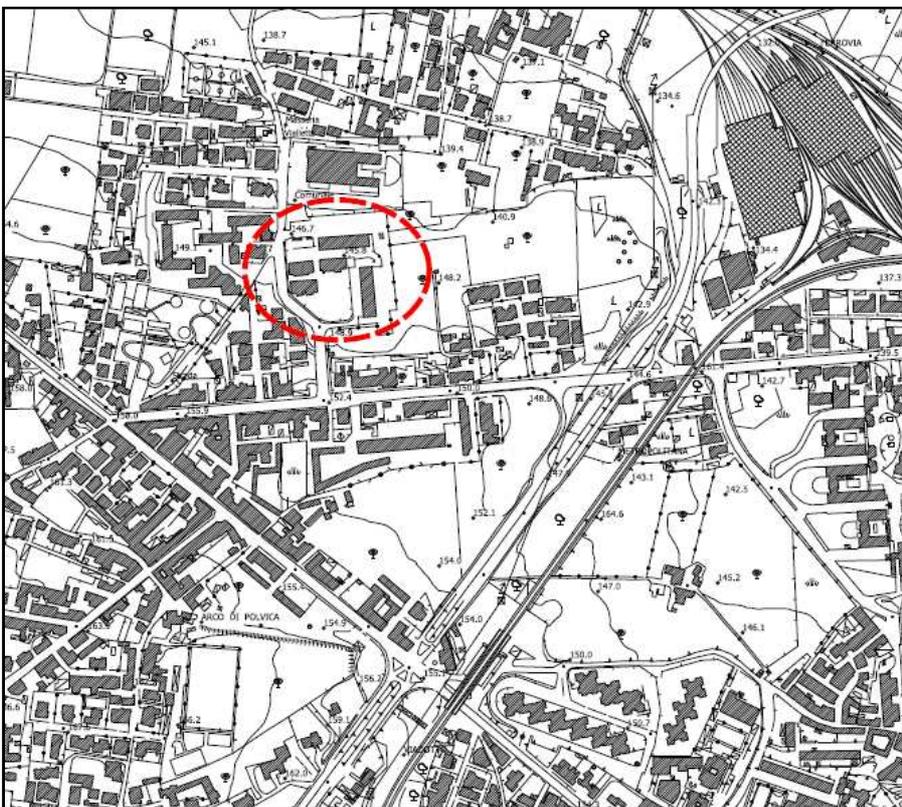


Fig.3 CTR scala 1:5000- localizzazione dell'area di intervento

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il sito oggetto di studio ricade del distretto vulcanico dei Campi Flegrei ubicato a circa 10Km a W-NW della città di Napoli, che rappresenta un sistema vulcanico quaternario, attivo, complesso, formato da un insieme di piccoli apparati vulcanici sovrapposti ed adiacenti, disposti secondo un allineamento E-O impostatosi in corrispondenza di un alto strutturale della depressione tettonica della Piana Campana. Quest'ultima è una vasta area pianeggiante, nella quale in epoca storica, e specie durante il Quaternario recente, si sono avuti importanti fenomeni vulcanici che hanno contribuito a definire l'attuale assetto morfologico. Dal punto di vista geologico-strutturale, la Piana Campana rappresenta un ampio graben formatosi probabilmente durante il Pliocene Superiore e sottoposto, poi, ad un accentuato sprofondamento durante il Quaternario (Ippolito, Ortolani e Russo, 1973), all'interno di esso si sono successivamente accumulati potenti depositi continentali, marini e vulcanici. L'ampio complesso vulcanico dei Campi Flegrei occupa la porzione più centrale della Piana Campana; strutturalmente rappresentano un'ampia caldera, che deriva dalla sovrapposizione di due principali episodi di sprofondamento (Orsi et al., 1996) connessi all'eruzione dell'Ignimbrite Campana (IC- 39000 anni; De Vivo et al., 2001) e del Tufo Giallo Napoletano (TGN; 12.000 anni; Alessio et al., 1973), ed all'interno della quale, negli ultimi 39000 anni, sono stati attivi più di settanta centri eruttivi.

La storia vulcanica dei campi Flegrei può essere schematizzata come segue:

Vulcanismo connesso alle eruzioni della Ignimbrite Campana e del Tufo Giallo Napoletano (più antico di 39.000 anni); le rocce più antiche sono esposte solo lungo le scarpate che bordano i Campi Flegrei e comprendono i duomi lavici e i depositi piroclastici, intercalati da paleosuoli, di almeno dieci diverse eruzioni. A questa attività, concentrata nella parte occidentale dei Campi Flegrei, segue l'eruzione dell'Ignimbrite Campana. (39000 anni). Trattasi del deposito piroclastico a più ampia distribuzione areale. La porzione basale del deposito, si presenta come una cinerita non cementata, mentre passando ad una zona intermedia più spessa, scarsamente saldata, con abbondanti pomici e tessitura da eutassitica a caotica verso l'alto; nella parte alta del deposito si arriva ad una zona non saldata a tessitura caotica. Le pomici presentano una gradazione inversa, mentre i frammenti litici hanno una gradazione diretta. Nella zona intermedia sono spesso presenti fessurazioni colonnari.

Vulcanismo tra 39.000 e 12.000 anni: i depositi eruttati nel periodo di tempo compreso tra l'eruzione dell'IC e quella del Tufo Giallo Napoletano, sono visibili lungo il bordo della caldera dell'Ignimbrite Campana, all'interno della città di Napoli e lungo i versanti nord occidentale e sud occidentale della collina di Posillipo. La maggior parte dei litotipi esposti rappresentano il prodotto di eruzioni esplosive a carattere generalmente freatomagmatico.

Il Tufo Giallo Napoletano (12.000 anni) vasto deposito da flusso piroclastico, di colore giallastro e grigiastro a struttura da massiva a stratoide, costituito da pomici, frammenti lavici e tufacei immersi in una matrice cineritica, L'intera sequenza del Tufo Giallo Napoletano è stata suddivisa in due membri, denominati membro inferiore e membro superiore, distinguibili per caratteristiche tessiturali e sedimentologiche, area di dispersione e composizione chimica (Orsi et al., 1992, 1995). Il passaggio tra i due membri è definito da una brusca variazione delle caratteristiche tessiturali del deposito e/o da una discordanza angolare. Il Membro Inferiore è disperso su un'ampia superficie ed è costituito da diverse unità da caduta, intercalate da numerosi livelli di cenere a grana fine, con intervalli contenenti lapilli accrezionali e vescicolari.

Vulcanismo più recente di 12.000 anni.

Dopo l'eruzione del Tufo Giallo Napoletano, la parte più bassa dei Campi Flegrei è stata invasa dal mare (Scandone et al. 1991). L'eruzione ha posto fine ad ogni attività all'esterno della caldera. Il vulcanismo si sarebbe quindi concentrato quindi in tre epoche intervallate da periodi di quiescenza (Isaia, 1998; Di Vito et al., 1999) Le eruzioni sono state per la maggior parte esplosive, magmatiche e freatomagmatiche.

Le prime hanno generato prodotti prevalentemente piroclastici da caduta e in seconda misura da flusso, le seconde hanno prodotto depositi da surges piroclastici. Nel corso della terza epoca (4.800-3.800), che è caratterizzata da 21 eruzioni esplosive e 5 effusive, si ha la formazione di Agnano- Monte Spina.

Le eruzioni vulcaniche e gli eventi vulcano-tettonici verificatisi negli ultimi 40.000 anni hanno di fatto determinato l'assetto morfo-strutturale dei Campi Flegrei generando un elevato numero di edifici vulcanici. I più giovani (es. Astroni, Averno, Solfatara, Monte Nuovo) sono facilmente riconoscibili per la tipica forma tronco-conica. In altri casi le originarie forme vulcaniche sono state modellate e talora in parte smantellate per effetto di eventi tettonici e vulcano-tettonici, intensi processi erosionali, deposizione di prodotti piroclastici successivi.

Il susseguirsi dei numerosi eventi esplosivi, d'intensità decrescente nel tempo, ha determinato una stratigrafia complessa derivante dalla sovrapposizione di prodotti piroclastici variabili in granulometria, spessore, stato di costipazione ed estensione laterale. Nell'ambito dei diversi litotipi legati all'attività eruttiva flegrea, l'Ignimbrite Campana e il Tufo Giallo Napoletano rappresentano degli orizzonti guida sia per quanto concerne i loro spessori sia per l'elevata estensione areale.

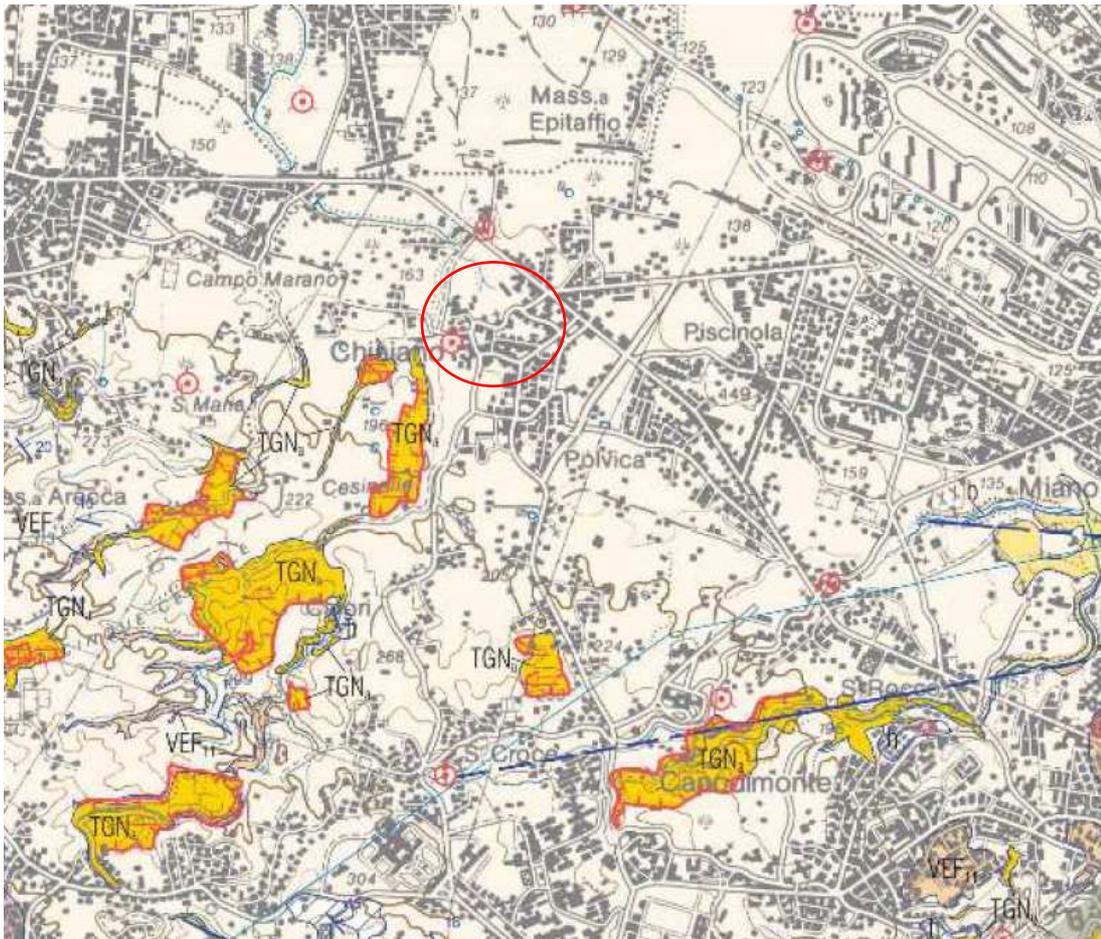
Al di sopra del T.G.N. si rileva, quasi ovunque, una successione piuttosto regolare di pomici e cineriti incoerenti, nella quale si trovano intercalati, a varie altezze, più livelli di paleosuoli.

Per quanto riguarda l'area flegrea ed in particolare il settore in studio i terreni sono riconducibili a diverse tipologie: materiali piroclastici sciolti ("pozzolane") in sede e rimaneggiati; tufi litoidi (Tufo Giallo Napoletano)(Fig. 1 a seguire):

Piroclastiti sciolte

Le piroclastiti sciolte, sono dei materiali di origine vulcanica, dovuti ad eruzioni di tipo esplosivo, la cui granulometria varia sia causa delle differenti condizioni di genesi che di molteplici fattori esterni che hanno concorso nel tempo a modificare le loro caratteristiche di origine. La frazione più grossa è costituita generalmente da pomici che si rinvergono sotto forma di banchi e/o lenti di varia grandezza e spessore. Molto più diffusi sono i depositi a granulometria medio fine contenenti solo frammenti di dimensioni più grosse. La pozzolana, piroclastiti sciolte che si trovano al tetto del Tufo Giallo Napoletano, è un deposito piroclastico prevalentemente da flusso a granulometria variabile (SCHMIDT, 1981) dalle ceneri fini (limo e argilla) a grossolane (sabbia) con inclusi lapilli (ghiaia), costituiti in prevalenza da pomici ed in subordine da scorie. La pozzolana presenta un tipico colore grigio chiaro ed è costituita da frammenti pomicei e vetrosi finissimi e da ceneri di composizione alcalina-trachitica. Quando alterata e/o pedogenizzata assume un colore marrone brunastro.

Tufo Giallo Napoletano ha una composizione analoga ad una alcalitrachite ed è dovuto all'autocementazione di detriti vulcanici prevalentemente ceneri, lapilli lapidei, pomicei, scoriacei eruttati durante i diversi cicli eruttivi dei Campi Flegrei. Laddove è possibile osservare l'intera serie dei prodotti finali e iniziali di un'eruzione di TGN si osserva che la formazione comincia dal basso con una serie di strati netti e gradati di lapilli, ceneri e pomici; verso l'alto questa stratificazione tende a scomparire senza soluzione di continuità passando a ceneri fini e sabbie grossolane, pomici, scorie e lapilli rimescolati e caotici. A sua volta il TFG passa verso l'alto alla facies cineritica molto meno coerente e di colore grigio chiaro.



SUBSISTEMA DI AGNANO-SOCCAVO (VEF₁₁)

Successione di depositi confinata a tetto da uno spesso paleosuolo ocraceo ampiamente distribuito sia nei settori interni alla caldera flegrea che nelle aree di piana circostante. La successione poggia sui depositi di tufo del subsistema di Napoli (VEF 10). I depositi sono composti da alternanze di ceneri grigie e verdastre fini e grossolane con lenti di lapilli pomicee e da cineriti giallastre con livelli e lenti di scorie nere. I depositi delle unità litostomatiche o litostratigrafiche sono separate da superfici erosive, paleosuoli o sedimenti continentali non vulcanici, e talora poggiano su depositi marini. L'unità subsistemica comprende inoltre i relitti di duomi di lava e depositi di tufi giallastri. Il subsistema contiene anche l'unità de "La Starza" che comprende la sequenza dell'omonimo terrazzo marino costituito da alternanze di sedimenti marini e di livelli piroclastici.



area dei Campi Flegrei

SUBSISTEMA DI CONTRADA ROMANO (VEF₁₂)

(cfr. - CCU - unità di Casalnuovo - Casoria p.p. del F. 448 "Ercolano")

Successione di depositi prevalentemente cineritici finemente stratificati con intercalati livelli di lapilli pomicee da caduta. I depositi poggiano su di uno spesso paleosuolo ocraceo ampiamente diffuso sia nei settori interni che esterni alla caldera flegrea, nelle aree di piana circostante, fino ai contrafforti appenninici o, a luoghi, su depositi marini. Nell'area orientale del foglio tra la città di Napoli e Casoria-Afragola, la parte alta della sequenza comprende depositi piroclastici dell'eruzione vesuviana di Avellino. Tutte le sequenze delle unità litostomatiche o litostratigrafiche sono separate da superfici erosive o paleosuoli. Porzioni di duomi di lava sono riconoscibili nel settore centrale della caldera. Tra le sequenze piroclastiche sono talora visibili depositi epiclastici legati a sedimentazione marina o lacustre-palustre.

OLOCENE p.p. (parte media) - ATTUALE



TUFO GIALLO NAPOLETANO

Successione di depositi piroclastici giallastri generalmente litificati nelle zone prossimali (TGN₁) che variano in verticale e lateralmente a depositi sciolti di colore grigio chiaro (TGN₂). La sequenza dei TGN è suddivisibile in due diversi membri separati da variazioni sedimentologiche e tessiture dei depositi o dalla presenza di una discordanza angolare, ma in questa sede non cartografati singolarmente. Una breccia grossolana lentiforme ricca in scorie nere, lave e tufi si intercala tra i due membri. Il membro inferiore di spessore massimo circa 20 m è formato da una fitta alternanza di livelli cineritici ricchi in lapilli accrozzionali e sottili livelli pomicee grossolani. Il membro superiore di spessore massimo di 100 m. è formato da spessi livelli cineritici generalmente massivi, con lenti pomicee. Le pomicee hanno vescicole molto allungate pochi cristalli di feldspato e composizione da latitica a trachitica. I litici sono tufi verdi e tufi epiclastici e lave. I depositi sono stati messi in posto da correnti piroclastiche e subordinatamente per caduta. Età ⁴⁰Ar/³⁹Ar 14,9±0,4 ka (DENIG et alii, 2004).

PLEISTOCENE SUPERIORE p.p. (Tardoglaciale)



Fig.1 Stralcio carta geolitologica - fonte ISPRA

La morfologia dell'area di Chiaiano è molto variabile, sia per la presenza di versanti, sia per la presenza di numerosissime cave a cielo aperto che hanno profondamente modificato l'aspetto originario; il sito di intervento si sviluppa in un'area con andamento subpianeggiante leggermente, degradante verso Nord, a quote comprese 148m e 146 m s.l.m. L'assetto morfologico conferisce una naturale stabilità all'area per l'assenza di fattori predisponenti a fenomenologia gravitative. Il sopralluogo condotto ha evidenziato le buone condizioni di stabilità e l'assenza di segni o indizi di dissesti in atto o potenziali allo stato attuale.

Per quanto riguarda l'assetto idrogeologico l'area di studio ricade nel settore "Occidentale-Flegreo" contraddistinto da una struttura vulcanica molto eterogenea ed un assetto stratigrafico-strutturale variabile da zona a zona in ragione della giacitura, della potenza, della granulometria dei termini sciolti, il grado di fessurazione dei termini lapidei e la presenza di numerose lineazioni vulcano-tettoniche [ROSI et al., 1983] che ne hanno fortemente condizionato le caratteristiche idrogeologiche dell'area.

I litotipi presenti nel sito di intervento dal punto di vista delle caratteristiche idrogeologiche sono riferibili a ai seguenti complessi idrogeologici:

Complesso delle piroclastiti vesuviane-flegree; questo complesso comprende tutti i depositi riferibili all'attività vulcanica vesuviana e tutti i prodotti distali indifferenziati delle eruzioni recenti dei Campi Flegrei. I depositi sono costituiti da prodotti sciolti con granulometria variabile funzione della distanza dai centri eruttivi ed alla morfologia preeruttiva. Generalmente prevalgono i livelli cineritici a granulometria fine. La permeabilità d'insieme del complesso è per porosità e si attesta su valori bassi e medio bassi.

Complesso Tufaceo principale; ci si riferisce essenzialmente alla formazione del Tufo Giallo Napoletano. Il complesso è caratterizzato da permeabilità generalmente bassa o medio-bassa per fessurazione e/o porosità nei termini a minor grado di cementazione. I valori medi di T sono compresi tra $1.76 \cdot 10^{-2}$ e $1.38 \cdot 10^{-5}$ m²/s mentre i valori medi di K sono compresi tra $3.34 \cdot 10^{-4}$ e $2.38 \cdot 10^{-6}$ m/s. Dal punto di vista idrogeologico, il complesso tufaceo principale, con in primo piano il T.G.N., grazie alla sua notevole diffusione e caratteristiche morfologiche ed idrodinamiche, rappresenta un elemento strutturale di primaria importanza che condiziona l'intera circolazione idrica sotterranea del territorio comunale.

A livello locale le caratteristiche stratigrafiche e idrogeologiche dei complessi citati favorisce una circolazione sotterranea per "falde sovrapposte", a causa della successione molto variabile di litotipi a diversa permeabilità relativa, mentre a grande scala, si riconosce essenzialmente un'unica falda e ciò soprattutto per la mancanza di veri e propri orizzonti impermeabili sufficientemente estesi e spessi;

Ne deriva, pertanto, uno schema di circolazione idrica sotterranea per falde sovrapposte, ma tra loro interconnesse, sia per l'interdigitazione di depositi a vario grado di permeabilità, sia tramite flussi verticali di drenanza [CELICO, 1983; CELICO & STANZIONE, 1988; CELICO et al., 1991]. Nell'ambito di tale schematizzazione è stato tuttavia osservato da vari autori che le falde maggiormente produttive sono localizzate tutte nei prodotti sciolti sovrapposti al Tufo Giallo Napoletano [CELICO, 1983] e che le relative quote di livellamento non si discostano in modo rilevante tra loro [VIPARELLI, 1967]. I diversi Autori [CIVITA et al., 1973; CELICO et al., 1988] concordano quindi nel ritenere valido uno schema idrico a falda unica, costituita da vari orizzonti idraulicamente interconnessi per la mancanza di orizzonti impermeabili sufficientemente estesi arealmente.

Studi di dettaglio effettuati da Celico et al., 2001 riportano che nel settore "Occidentale-Flegreo" esiste quindi una circolazione idrica superficiale all'interno del Complesso piroclastico costituito da una successione regolare di pomice e cineriti incoerenti nella quale si intercalano, a varie altezze, più livelli di paleosuoli. Il complesso piroclastico formerebbe un acquifero mediamente trasmissivo ($10^{-2} < T < 10^{-4}$ m²/s), poggiate sul T.G.N., che rappresenterebbe l'impermeabile relativo.

Nell'area di intervento i dati consultati indicano che la falda di base è attestata intorno ad una quota variabile tra 20 e 25 metri s.l.m, e di norma ha una soggiacenza intorno ai 10m. (Celico et alii 1991) Lungo le verticali di indagine esaminate non è segnalata la presenza di falde idriche interferenti con le quote di interesse geotecnico.

6. SISMICITA' DEL TERRITORIO

In ambito regionale il comprensorio comunale di Napoli ricade in un'area per la quale i terremoti sono riferibili sia all'attività vulcanica che all'attività sismica concentrata lungo la dorsale appenninica dove si possono notare addensamenti riconducibili a zone sismiche ben note nel complesso strutturale costituito dall'Appennino meridionale. Sulla base delle informazioni contenute nel sito dell'INGV e facendo riferimento a quanto elaborato dal Gruppo di lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica dell'INGV l'area sismogenetica più prossima al territorio in argomento è rappresentata dalla Fascia Sismogenetica 928 - Area dei vulcani napoletani nella Zonazione Sismogenetica ZS9 a cura di Meletti e Valensise e risente degli effetti dell'area dell'Appennino centro settentrionale e della Campania-Lucania che è senza dubbio la zona più significativa con molteplici scosse distruttive (anni 1561,1694,1732,1851,1857 e 1930) fino al tristemente noto terremoto dell'Irpinia avvenuto il 23 novembre 1980, 10 = IX-X MCS, e ritenuto uno dei più violenti terremoti che hanno colpito l'Appennino meridionale (Valensise,1993). Fino al 2002 la principale fonte di informazione sulle strutture sismogenetiche era rappresentata dalla zonazione ZS4 (Meletti et al., 2000; Scandone e Stucchi, 2000) dove le aree 57, 58, 63 prevedevano dei meccanismi focali principalmente di distensione (dip-slip). Studi più recenti (INGV - AA.VV., 2004) hanno però evidenziato alcune incoerenze e la scarsa compatibilità con alcuni cataloghi di terremoti modificando la zonazione precedente in una nuova zonazione sismogenetica denominata ZS9. Questa, rispetto alla precedente e per quanto riguarda la Campania, unisce le zone 57, 58, 62, 63 nella nuova zona 927 e la zona 56 che si identifica con la zona 928 che risulta essere la zona sismogenetica più vicina al comprensorio comunale in studio (Fig 1.).

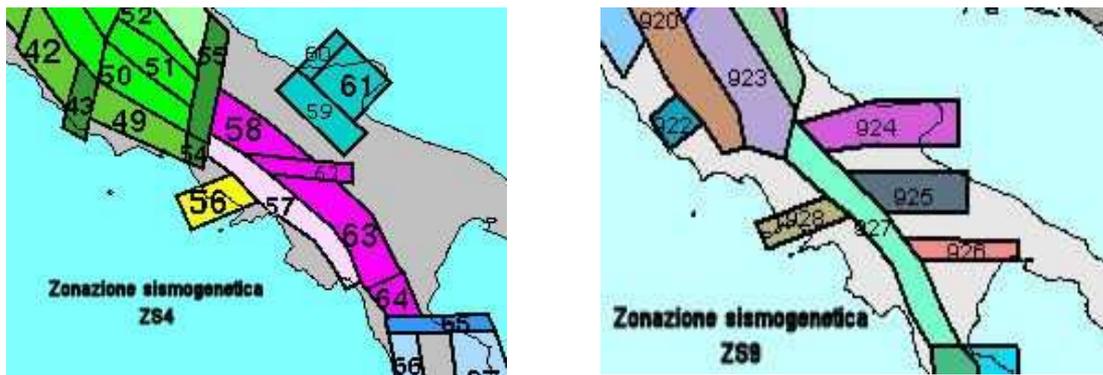


Fig. 1 - zonazione sismogenetica ZS4 e ZS9

La zona 927 include l'area caratterizzata dal maggiore rilascio di energia legata alla distensione generalizzata che ha interessato l'Appennino Meridionale. La pericolosità della zona viene stabilita sulla base di un valore relativo alla profondità efficace ossia la profondità alla quale si registra il maggior numero di terremoti che determinano appunto la pericolosità dell'area. Nella fattispecie per la zona sismogenetica 927 la profondità efficace è compresa tra 8 e 12 Km; mentre il meccanismo di fagliazione responsabile dei terremoti verificatisi in zona 927 è di tipo faglia normale. Eventi con magnitudo 4 - 5 ubicati a profondità fino a 35 km, sono molto diffusi soprattutto lungo la catena appenninica; qui i trend di fratturazione principali hanno direzione prevalente NW - SE. Non sono rari eventi con magnitudo > 6, quale quello del 23 novembre 1980 che si è risentito nel territorio in studio con intensità locale non inferiore al VII grado della scala MCS. Nel settore vesuviano, zona 928, il livello di sismicità è invece sensibilmente più basso di quello appenninico ciò in ragione delle caratteristiche meccaniche delle rocce vulcaniche caratterizzate da una bassa rigidità e alla tipologia di sforzi agenti che non consentono un accumulo di energia molto elevata.

Inoltre l' area vulcanica a differenza di quella appenninica è caratterizzata da una relativa bassa profondità degli ipocentri che rende i fenomeni sismici maggiormente avvertibili in superficie con un'area epicentrale però più circoscritta e con effetti che tendono a ridursi in tempi più o meno rapidi con la distanza a causa della forte attenuazione. In realtà fonti storiche relative alla sismicità del territorio napoletano evidenziano gli effetti di danneggiamento piuttosto elevati dovuti a terremoti dell'Appennino. Studi sulla storicità sismica del territorio napoletano (Esposito et alii 1992) riportano come la città abbia subito terremoti di intensità pari a circa il VII-VIII della scala MCS, riferiti ad eventi sismici (145-1688-1694-1805-1980) con intensità epicentrale pari al X-XI grado. Per tutti questi eventi sismici sono stati riportati i livelli di danno relativi ; Il terremoto DEL 23 NOVEMBRE 1980 produsse estesi e rilevanti danni raggiungendo intensità pari al VII grado della scala MSK. I quartieri più danneggiati risultarono quelli del centro storico e quelli posti a nord-est della città; di seguito Fig. 1 sottostante una mappatura ((fonte *Misure di vibrazione sismica nell'area urbana di Napoli - tesi di dottorato - A. Carola - Nunziata 2004*) relativa ai livelli di danno registrati a seguito del terremoto del 1980. Per l' area di Chiaiano è stato definito un livello di danno medio.

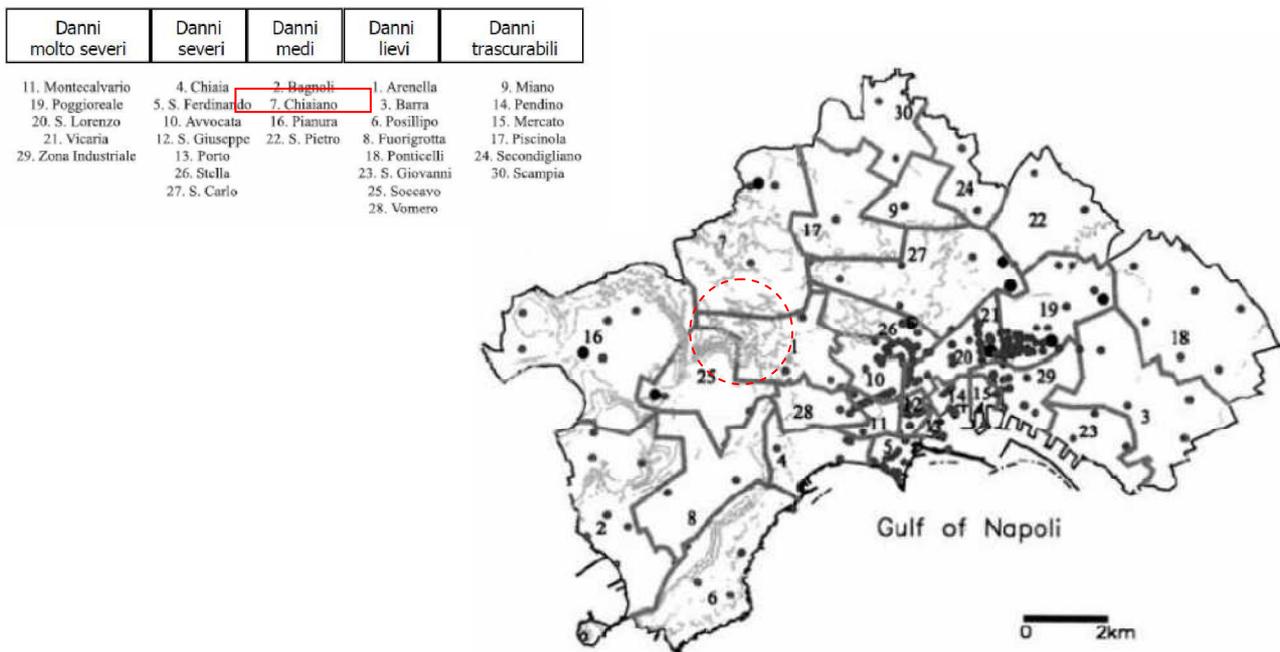
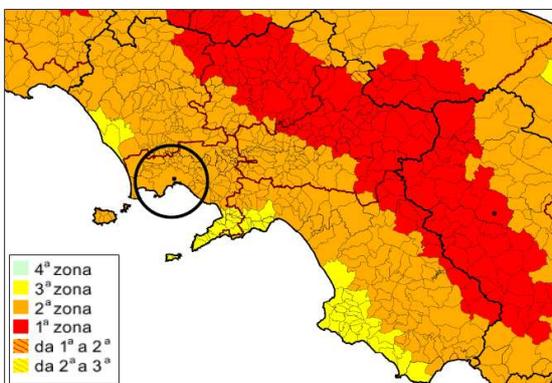


Fig. 2 mappa urbana di Napoli suddivisa per quartieri con individuazione del livello di danno subito a seguito del sisma del 1980.

Per quanto riguarda la classificazione sismica del comprensorio napoletano, in seguito all'aggiornamento della classificazione sismica della Campania esso rientra tra i comuni classificati a media sismicità , categoria 2.



La distribuzione e caratterizzazione delle zone sismogenetiche riconosciute è stata tradotta in una carta di pericolosità sismica (Fig.1) valida per tutto il territorio nazionale nella quale sono riportati i valori di accelerazione orizzontale massima al suolo ag con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a categoria di suolo A caratterizzati da valori di Vs>800m/s. Facendo quindi riferimento alla classificazione sismica su base comunale in termini di valore di accelerazione compresa nel range di valori di 0.150g a 0.175g attesi su suolo rigido di categoria A come mostra la mappa sottostante della distribuzione dell'accelerazione orizzontale calcolata su una griglia con passo 0.05°.

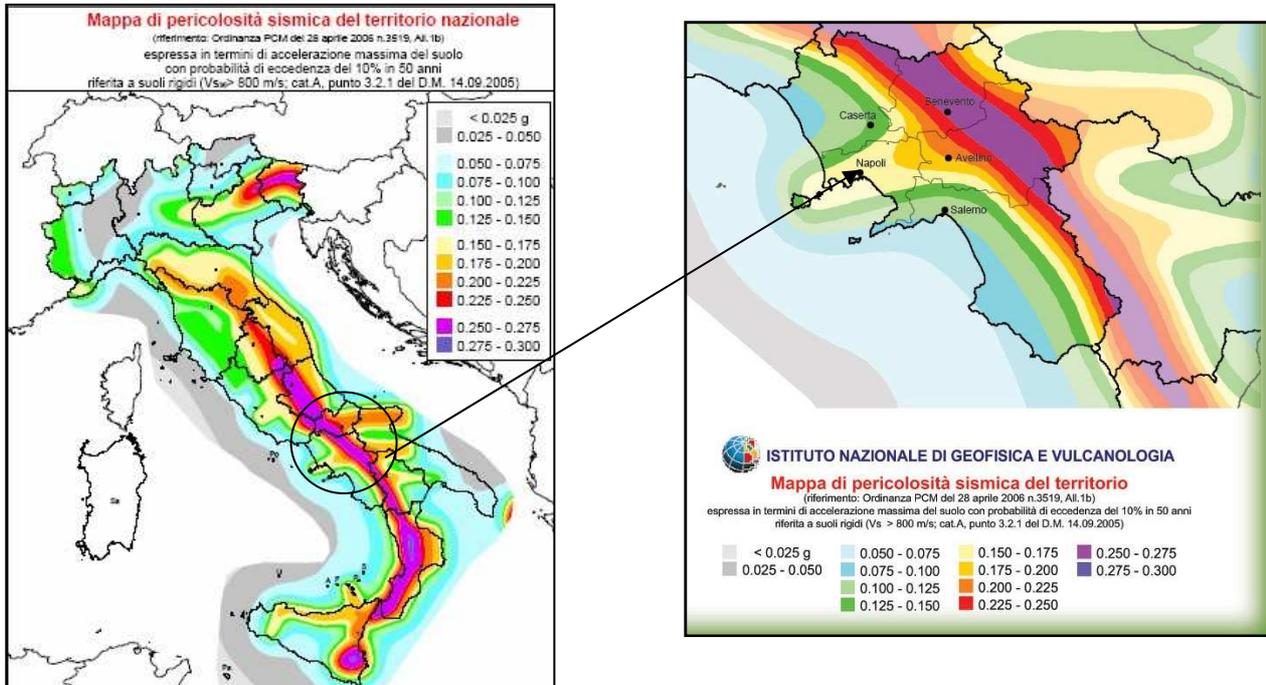


FIG.3. Mappa della pericolosità sismica

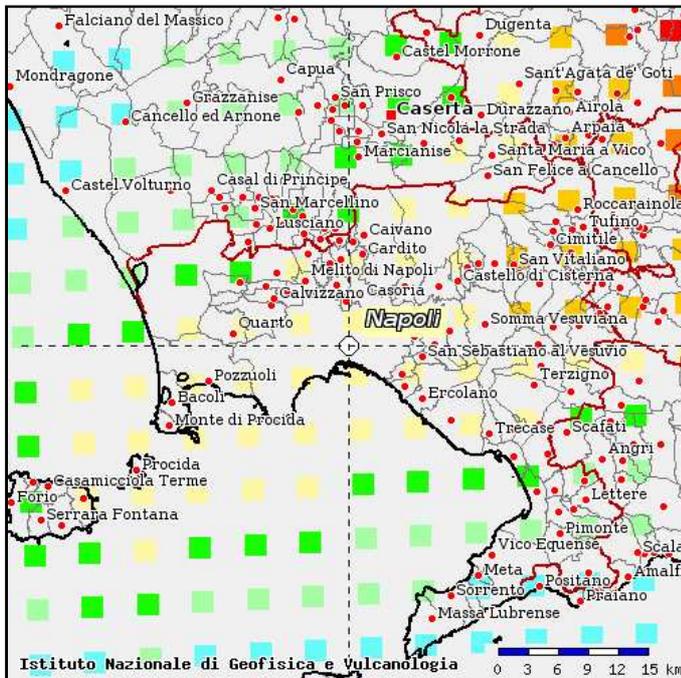


FIG.4 distribuzione dei valori di ag attesi su suolo rigido A

7. PERICOLOSITA' GEOLOGICA E PIANI DI BACINO

La pericolosità geologica in riferimento a condizione morfologiche di sito è stata desunta dalla consultazione della cartografia tematica redatta dalla Autorità di Bacino ex Campania Centrale e resa disponibile dall'Autorità di Bacino Distrettuale Appennino Meridionale.

Pertanto dalla presa visione delle seguenti cartografie

- carta della pericolosità e rischio da frana;
- carta della pericolosità e del rischio idraulico;
- carta della pericolosità e del rischio da colata;
- carta delle fasce fluviali e del reticolo idrografico;
- carta delle aree inondabili.

si evince che per il settore in studio sono assenti fattori predisponenti a fenomeni franosi e non ricade in area interessata da rischio e pericolosità da frana per fattori morfologici predisponenti né interessata da pericolosità idraulica o da colata .

| | |
|-----------------------------------|---|
| PERICOLOSITA' DA FRANA | <i>NP- Ambiti territoriali nei quali sono assenti fattori predisponenti alla genesi ed evoluzione di fenomeni franosi</i> |
| RISCHIO DA FRANA | <i>NP- Ambiti territoriali nei quali sono assenti fattori predisponenti alla genesi ed evoluzione di fenomeni franosi</i> |
| CARTA AREE INONDABILI | AREA NON PERIMETRATA |
| RISCHIO IDRAULICO | AREA NON PERIMETRATA |
| CARTA DELLE FASCE FLUVIALI | AREA NON PERIMETRATA |

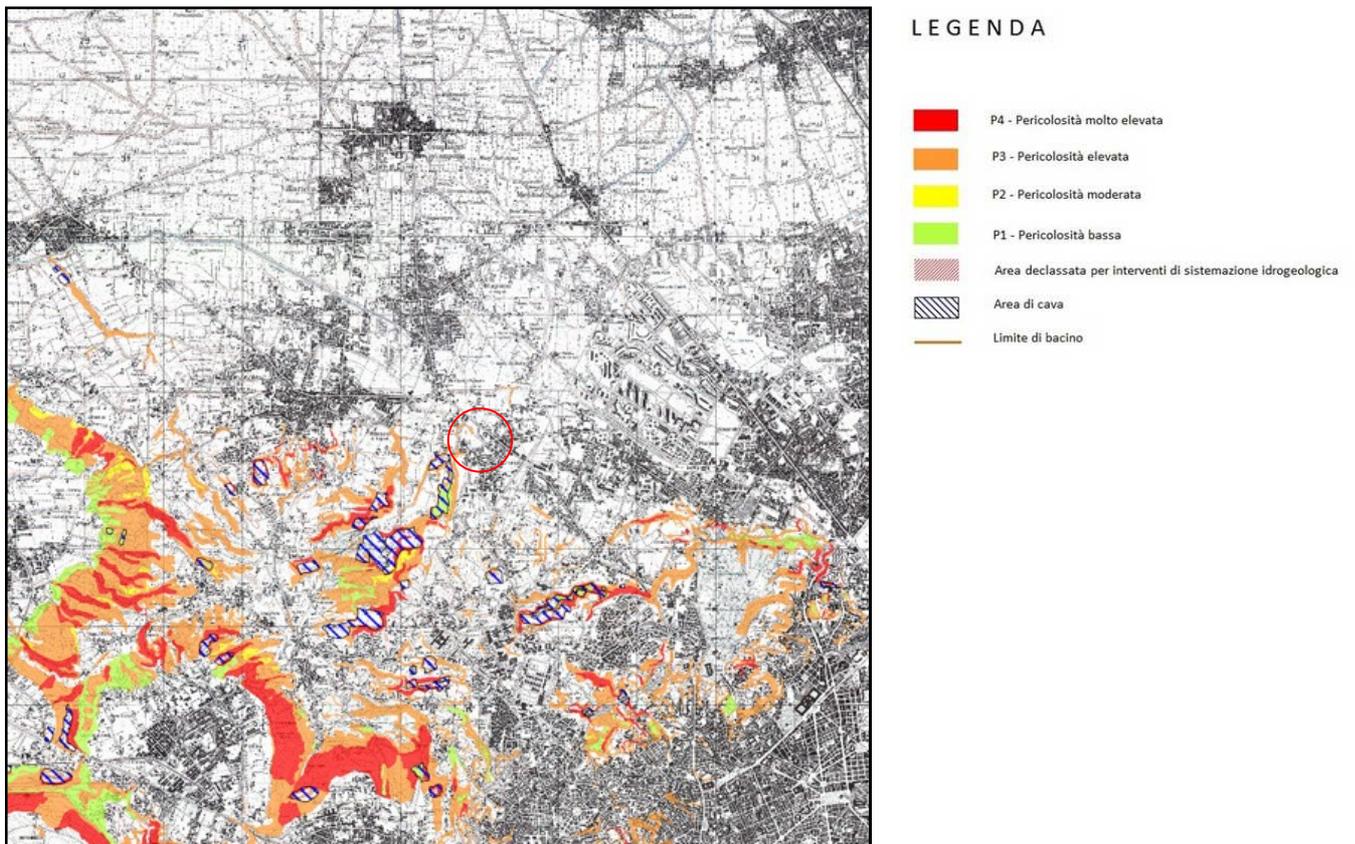


FIG.1 Stralcio Carta della pericolosità da frana Autorità di Bacino Distrettuale A.M.

8. DATI ESISTENTI

I dati esistenti e consultati si riferiscono ad indagini geognostiche (cfr. §.2) eseguite nella medesima area durante le campagne di indagini effettuate nel 2003 e nel 2006 per lo studio geologico per l' *APPALTO INTEGRATO CONCERNENTE LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA E L'ESECUZIONE DEI LAVORI DI EDILIZIA SOSTITUTIVA PER LA DEMOLIZIONE/COSTRUZIONE DI N. 126 ALLOGGI REALIZZATI CON I FONDI DELLA L. 219/81 E 25/80 IN PREFABBRICAZIONE PESANTE IN VIA CUPA SPINELLI CHIAIANO - NAPOLI* a cui si rimanda per eventuali approfondimenti. Delle numerose indagini eseguite sono state riesaminate le risultanze di sondaggi e prove in sito più prossimi alle zone di intervento per il blocco A e B e il blocco DE2 e DE5, come rappresentato nella planimetria ubicazionale e nella tabella riassuntiva a seguire.



FIG.1 Carta dell'ubicazione delle indagini in sito pregresse estratta da relazione geologica per *APPALTO INTEGRATO CONCERNENTE LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA E L'ESECUZIONE DEI LAVORI DI EDILIZIA SOSTITUTIVA PER LA DEMOLIZIONE/COSTRUZIONE DI N. 126 ALLOGGI REALIZZATI CON I FONDI DELLA L. 219/81 E 25/80 IN PREFABBRICAZIONE PESANTE IN VIA CUPA SPINELLI CHIAIANO - NAPOLI*

| Campagna Indagini 2003 | | | | |
|------------------------|--------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------|
| Sigla | Profondità m | Sigla campione indisturbato | Intervallo di profondità | Quantità prove SPT |
| S2 | 26.00 | / | / | 5 |
| | | / | / | 6 |
| S6 | 30.00 | / | / | |
| CPT4 | 22.20 | | | |
| CPT5 | 16.20 | | | |
| CPT6 | 22.60 | | | |
| Campagna Indagini 2006 | | | | |
| Sigla | Profondità m | Sigla campione indisturbato | Intervallo di profondità | Quantità prove SPT |
| S1 | 30.00 | CI1 | 5.30-5.75 | 6 |
| | | CI2 | 10.0-10.55 | 5 |
| S2 | 30.00 | CI1 | 4.80-5.30 | |
| CPT1 | 18.20 | | | |
| CPT2 | 16.60 | | | |

Tab.1 Sondaggi e prove delle precedenti campagne di indagini in sito

- Ricostruzione Stratigrafica

I terreni che costituiscono il sottosuolo di intervento a partire dalla quota del piano campagna e fino alle massime profondità indagate pari a 30.00m sono riferibili ai seguenti depositi:

- Materiali di riporto a base piroclastica ;
- Cineriti a granulometria sabbioso limosa e limo sabbiosa ;
- Tufo giallo Napoletano in facies semilitoide /liotide

La sequenza stratigrafica esaminata nei sondaggi geognostici citati è schematicamente riportata (per un maggiore dettaglio si rimanda allo studio geologico di riferimento e alle relative colonne stratigrafiche della campagna indagini Overmar srl 2003- Geotesting srl 2006):

Campagna indagini 2003:

Sondaggio S2:

0.00-2.50m Materiale di riporto costituito da piroclastite rimaneggiata con frammenti pomicei , tufacei litici di colore marrone

2.50-15.60m Cenere da grossolana a media (sabbia con limo) con diffuse pomici e litici subangolari e subarrotondati

15.60-16.80 m Cenere grossolana (sabbia grossolana) addensata tendente al tufaceo con pomici e litici minute.

16.80-17.00m Cappellaccio tufaceo

17.00-26.00m- Tufo giallo litoide

Sondaggio S6

0.00-2.10m Materiale di riporto costituito da piroclastite rimaneggiata con frammenti pomicei , tufacei litici di colore marrone

2.10-21.00m Cenere da grossolana a media (sabbia con limo) con diffuse pomici e litici subangolari e subarrotondati- livello di paleosuolo tra 3.00-5.00m

21.00-23.00 m Cappellaccio tufaceo

23.00-30.00 m Tufo giallo litoide/semilitoide

Campagna indagini 2006:**Sondaggio S1:**

0.00-2.70m Materiale di riporto costituito da litici di varia natura in matrice sabbioso limosa

2.50-6.00m sabbia con limo mediamente addensata , fortemente pedogenizzata , contenete pomici eterometriche

6.00m-7.25m Paleosuolo brunastro con resti vegetali

7.25-17.50m Cinerite grigiastra (sabbia limosa /limo sabbioso) mediamente addensata con rare pomici

17.50-18.00Cappellaccio del Tufo giallo

18.00-30.00 Tufo giallo compatto

Sondaggio S2

0.00-1.50m Materiale di riporto costituito da litici di varia natura in matrice sabbioso limosa

1.50-16.00m Cinerite grigiastra (sabbia limosa /limo sabbioso) mediamente addensata con rare pomici - intercalazioni di livelli di paleosuolo tra 3.00-5.00m , 5.00-7.75m.

16.00-16.50m Cappellaccio Tufaceo

16.50-30.00 Tufo giallo compatto.

Struttura stratigrafica del sottosuolo

| Sondaggio | Terreno di riporto | Sabbia limosa | Paleosuolo | Cinerite SL/LS | Cappellaccio tufaceo | TGN semilitoide/litoide |
|--------------------|--------------------|---------------|------------------------|----------------|----------------------|-------------------------|
| S2 ₂₀₀₃ | 0.00-2.50 | | | 2.50-16.80 | 16.80-17.00 | 17.00-30.00 |
| S6 ₂₀₀₃ | 0.00-2.10 | | | 2.10-21.00 | 21.00-23.00 | 23.00-30.00 |
| S1 ₂₀₀₆ | 0.00-2.70 | 2.50-6.00 | 6.00-7.50 | 7.25-17.50 | 17.50-18.00 | 18.00-30.00 |
| S2 ₂₀₀₆ | 0.00-1.50 | | 3.00-5.00 5.00-7.75 | 1.50-16.00 | 16.00-16.50 | 16.50-30.00 |

- Proprietà dei terreni

Le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni nell'ambito dei volumi significativi delle opere sono state ricavate dai dati derivanti da prove in foro SPT e prove penetrometriche CPT in sito e da analisi di laboratorio geotecnico su campioni rappresentativi:

Durante le terebrazioni sono state effettuate, per differenti intervalli di profondità, prove SPT come di seguito illustrato:

| Sond.2003 | SPT | Prof. (m) | N1 | N2 | N3 | Nspt | Litologia campionata |
|-----------|-----|-------------|----|----|----|------|------------------------|
| S2 | 1 | 3.00-3.45 | 1 | 2 | 2 | 4 | Cinerite |
| | 2 | 4.00-4.45 | 4 | 6 | 7 | 13 | Cinerite |
| | 3 | 8.80-9.25 | 5 | 6 | 6 | 12 | cinerite |
| | 4 | 12.00-12.45 | 6 | 7 | 8 | 15 | cinerite |
| | 5 | 15.5-15.95 | 10 | 18 | 23 | 41 | Cinerite/tufo alterato |
| S6 | 1 | 3.10-3.55 | 1 | 1 | 1 | 2 | Cinerite |
| | 2 | 6.00-6.45 | 5 | 6 | 7 | 13 | Cinerite |
| | 3 | 9.00-9.45 | 6 | 8 | 9 | 17 | Cinerite |
| | 4 | 11.80-12.25 | 8 | 9 | 10 | 19 | Cinerite |
| | 5 | 14.60-15.05 | 9 | 9 | 11 | 20 | Cinerite |
| | 6 | 18.50-18.95 | 19 | 20 | 24 | 44 | Tufo alterato |

Tab 1 . Tabella valori del Nspt ottenuto da prove SPT c.i 2003

| Sond.2006 | SPT | Prof. (m) | N1 | N2 | N3 | Nspt | Litologia Campionata |
|-----------|-----|------------|----|----|----|------|----------------------|
| S1 | 1 | 3.00-3.45 | 3 | 4 | 3 | 7 | Sabbialimosa |
| | 2 | 5.30-5.75 | 5 | 6 | 5 | 11 | Sabbia limosa |
| | 3 | 9.00-9.45 | 6 | 7 | 7 | 14 | Cinerite |
| | 4 | 11.5-11.95 | 11 | 10 | 8 | 18 | Cinerite |
| | 5 | 15.5-15.95 | 11 | 13 | 15 | 28 | Cinerite |
| | 6 | 17.8-18.25 | 17 | 36 | R | R | Tufo compatto |
| S2 | 1 | 3.00-3.45 | 1 | 1 | 1 | 2 | Paleosuolo |
| | 2 | 6.00-6.45 | 7 | 7 | 7 | 14 | Paleosuolo |
| | 3 | 9.50-9.95 | 5 | 8 | 9 | 17 | Cinerite |
| | 4 | 11.6-12.05 | 8 | 8 | 9 | 17 | Cinerite |
| | 5 | 15.0-15.95 | 9 | 8 | 6 | 15 | Cinerite |

Tab 2 . Tabella valori del Nspt ottenuto da prove SPT c.i 2006

La distribuzione del numero di colpi denota un grado di addensamento e consistenza variabile e che tende ad aumentare con la profondità e in accordo con la natura e terreni campionati, con valori <10 per i terreni più superficiali compresi nell'ambito dei 3.00m indicativi di materiali sciolti o poco addensati, valori crescenti di Nspt compresi tra 10 e 20 per il pacco cineritico, mediamente addensato fino a circa 18.00m dal p.c.; alla quota di rinvenimento del tufo giallo alterato o semilitoide si registrano valori sensibilmente più elevati, prossimi al rifiuto strumentale all'avanzamento della punta. (fig. 1)

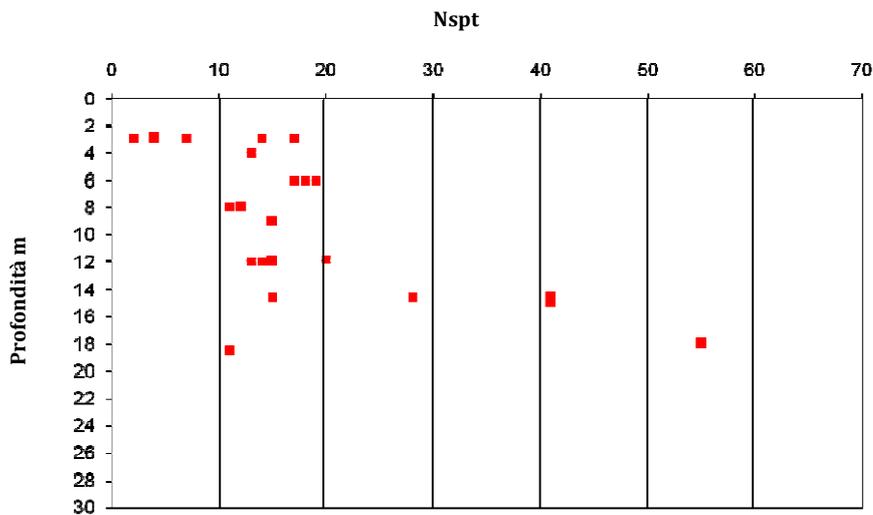


Fig. 1 grafico della distribuzione del numero di colpi SPT

Dal numero di colpi attraverso le più note correlazioni riportate in letteratura geologica, è possibile stimare i valori di densità relativa per terreni incoerenti o poco coesivi e valori di angolo di attrito e coesione come di seguito illustrato:

| Nspt | Densita' relativa | |
|-------|----------------------|-------------|
| | Terzaghi Peck | Gibss Holtz |
| 0-4 | Molto sciolto | 0-15% |
| 4-10 | Sciolto | 15-35% |
| 10-30 | Mediamente addensato | 35-65% |
| 30-50 | Denso | 65-85% |
| >50 | Molto denso | 85-100% |

Tab. 1 Associazione tra la densità relativa e valori di Nspt- (da SPT E. Pasqualini)

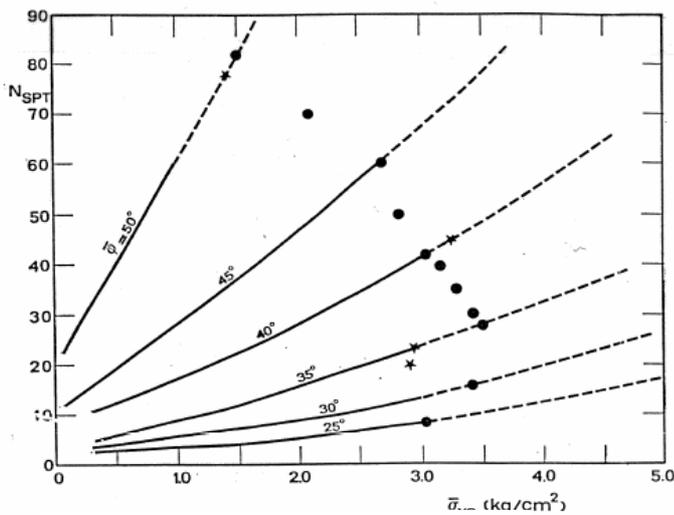
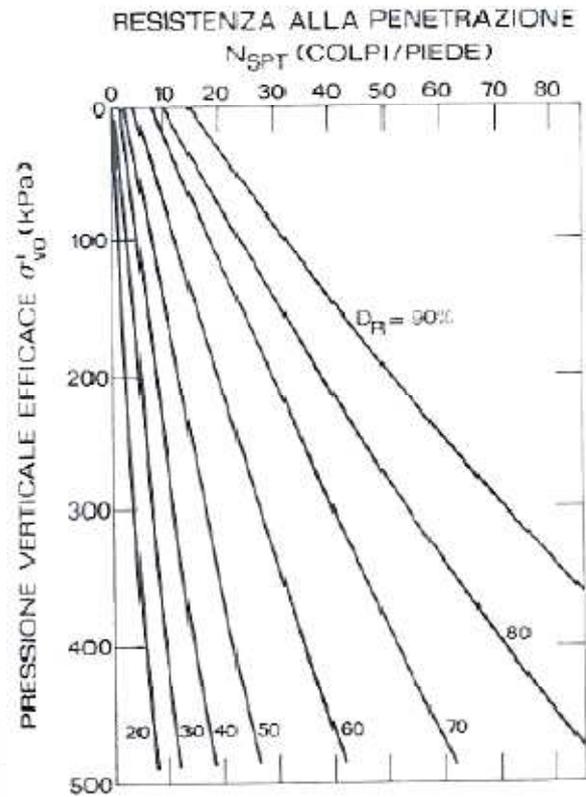


Fig. 1 correlazione di De Mello per la stima dell'angolo di attrito da valori di Nspt-

$$\phi' = f(N_{SPT}, \sigma'_v)$$

| Nspt | Litotipi coesivi | Indice di Consistenza Ic | Coesione non denata u (bar) |
|---------|------------------|--------------------------|-----------------------------|
| < 2 | Molto soffice | ~ 0 | < 0.1 |
| 2 - 4 | Soffice | 0.00 - 0.25 | 0.1 - 0.25 |
| 4 - 8 | Plastica | 0.25 - 0.50 | 0.25 - 0.50 |
| 8 - 15 | Dura | 0.50 - 0.75 | 0.50 - 1.00 |
| 15 - 30 | Molto dura | 0.75 - 1.00 | 1.00 - 2.00 |
| > 30 | Durissima | > 1.00 | > 2.00 |

Tab. 2 Associazione tra Indice di consistenza e Coesione Cu per terreni coesivi e valori di Nspt- (da SPT E. Pasqualini)

Le prove CPT esaminate hanno avuto massimo sviluppo nei depositi piroclastici consentendo di stimare in modo continuo l'addensamento dei terreni sabbioso limosi e limoso sabbiosi campionati. Le prove esaminate più prossime alle zone di intervento sono le seguenti:

| Campagna indagini | Sigla prova | Prof. m raggiunta |
|-------------------|-------------|-------------------|
| 2003 | CPT4 | 22.20 |
| | CPT5 | 16.20 |
| | CPT6 | 22.60 |
| 2006 | CPT1 | 18.20 |
| | CPT2 | 16.60 |

Le variazioni sulle verticali di indagine (CPT_4 CPT 5 e CPT6) della resistenza penetrometrica statica alla punta Q_c fanno registrare valori medi inferiori a 50Kg/cm^2 per i depositi più superficiali almeno fino a circa 6.00m dal p.c. e valori variabili compresi tra 50Kg/cm^2 e 100kg/cm^2 fino a alle massime profondità di indagine; le prove CPT 1 e CPT2 registrano valori di resistenza alla punta Q_c inferiori a 10MPa fino a circa 18m dal p.c. con valori più elevati registrati in corrispondenza del tetto tufaceo.

Inoltre, lungo le verticali di indagini e a profondità utili ai fini progettuali sono stati prelevati campioni di terreno indisturbato successivamente sottoposto ad analisi di laboratorio geotecnico ; i campioni di terreno indisturbati sono rappresentativi del deposito di cineriti a granulometria sabbioso limosa; i parametri ottenuti sono illustrati nella tabella sottostante:

| PARAMETRI GEOTECNICI | SIGLA CAMPIONE/PROF. M | | | |
|--|------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| | S1C1 : 5.30-5.75 | S1C2 10.00-10.55m | S2C1 4.80-5.30m | S2C2 9.00-9.50 |
| Peso specifico dei grani $\gamma_g \text{ g/cm}^3$ | 2.32 | 2.31 | 2.42 | 2.28 |
| Peso unità di volume $\gamma \text{ gr/cm}^3$ | 1.08 | 1.07 | 1.37 | 1.10 |
| Peso secco $\gamma_d \text{ gr/cm}^3$ | 0.87 | 0.94 | 0.90 | 0.95 |
| Porosità % | 62.55 | 59.41 | 62.88 | 58.15 |
| Contenuto d'acqua % | 24.91 | 13.80 | 52.44 | 15.44 |
| Grado di saturazione% | 34.58 | 21.81 | 74.97 | 25.31 |
| Indice dei vuoti | 1.67 | 1.46 | 1.69 | 1.39 |
| Classificazione granulometrica | SABBIA CON LIMO | LIMO SABBIOSO | LIMO CON SABBIA | SABBIA CON LIMO |
| Angolo di attrito ° | 31 | 27 | 31 | 35 |
| Coesione c'KPa | 10 | 36 | 65 | 15 |
| Modulo edometrico Mpa | 2.70 | / | 3.2 | / |

Per maggiori dettagli e approfondimenti si rimanda al precedente studio geologico e ai relativi allegati geognostici e geotecnici del progetto *APPALTO INTEGRATO CONCERNENTE LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA E L'ESECUZIONE DEI LAVORI DI EDILIZIA SOSTITUTIVA PER LA DEMOLIZIONE/COSTRUZIONE DI N. 126 ALLOGGI REALIZZATI CON I FONDI DELLA L. 219/81 E 25/80 IN PREFABBRICAZIONE PESANTE IN VIA CUPA SPINELLI CHIAIANO - NAPOLI*

9. INDAGINE SISMICA MASW

L'indagine sismica multicanale MASW è impiegata per poter definire lungo allineamenti preferenziali un modello di velocità delle onde di taglio V_s a partire dalla propagazione di onde superficiali tipo Rayleigh che si generano insieme con onde P ed SV quando la sorgente di energia è ad impatto verticale. Attraverso uno stendimento lineare di geofoni sono misurate le onde superficiali generate con una sorgente attiva in un punto sulla superficie del suolo. I fondamenti teorici del metodo MASW fanno riferimento ad un semispazio stratificato con strati paralleli e orizzontali; in tale situazione la velocità di propagazione delle onde di Rayleigh è funzione della frequenza con cui l'onda si propaga, e che a sua volta controlla la profondità di penetrazione dell'onda stessa. Tale caratteristica è definita "dispersione" delle onde di superficie e la velocità con cui esse si propagano è chiamata "velocità di fase". La dispersione delle onde superficiali consente di ottenere informazioni a differenti profondità di indagine in dipendenza delle diverse lunghezze d'onda e frequenze delle onde generate. In tal modo onde caratterizzate da grandi lunghezze d'onda e quindi basse frequenze forniscono informazioni sugli strati più profondi; al contrario le onde che viaggiano con alte frequenze e quindi con lunghezze d'onde più corte interessano essenzialmente gli strati più superficiali di un sito. Le onde di Rayleigh esistono anche in semispazi omogenei, dove si generano alla superficie libera di un mezzo dalla combinazione delle onde longitudinali e trasversali, propagandosi secondo un moto ellittico retrogrado. L'ampiezza degli spostamenti decresce rapidamente con la profondità, così che l'onda di Rayleigh è confinata nella parte superficiale del semispazio. In un semispazio omogeneo inoltre le onde di Rayleigh non sono dispersive, vale a dire che la velocità di fase non dipende né dalla frequenza né dal numero d'onda k . Sulla superficie libera di un semispazio omogeneo la velocità con cui si propaga l'onda di Rayleigh è leggermente inferiore alla velocità V_s delle onde di taglio S (tra 0,862 c_s e 0,955 c_s) e dipende dal coefficiente di Poisson ν (Roma 2000- Achenbach, 1999). In termini energetici le onde di Rayleigh, denominate anche come Ground roll, normalmente prevalgono sulle onde di volume poiché trasportano circa i due terzi dell'energia generata dalla sorgente e subiscono un'attenuazione geometrica inferiore rispetto alle onde.

La prova sismica MASW proposta da Park nel 1999 sfrutta proprio la dispersione delle onde di superficie per poter definire profili di velocità delle onde di taglio a partire dalla generazione di onde di Rayleigh. Essa fornisce il profilo monodimensionale di velocità V_s , assumendo un valore medio di velocità lungo lo stendimento realizzato. La registrazione delle onde superficiali avviene disponendo un opportuno numero di geofoni equidistanti tra loro; la sorgente di energia, generalmente una massa battente, viene posta ad una distanza stabilita inizialmente pari all'interdistanza geofonica e variata di volta in volta, solitamente non superiore ai 10m dal primo geofono. Sia la lunghezza (L) dello stendimento sismico che la distanza intergeofonica (Δx) condizionano la profondità di indagine (Z) poiché incidono rispettivamente sulla massima e minima lunghezza d'onda (λ) analizzabile secondo le seguenti relazioni:

$$L = \lambda_{\max} = Z_{\max}$$

$$\Delta x = \lambda_{\min} = Z_{\min}$$

La configurazione geometrica controlla invece la risoluzione dell'analisi spettrale; normalmente si dispongono i ricevitori ad interasse (Δx_{\min}) costante compreso tra 0,5m e 2,0m, tenendo conto dell'influenza del numero d'onda di Nyquist (K_{Nyquist}) che definisce il limite oltre il quale non bisogna spingere l'analisi del segnale per evitare fenomeni di aliasing e aumentare quindi l'incertezza sull'affidabilità del segnale misurato. Il numero d'onda di Nyquist è pari a:

$$K_{\text{Nyquist}} = \pi / \Delta x_{\min}$$

La risoluzione della curva di dispersione lungo la coordinata k è pari a:

$$\Delta K = 2\pi / N * \Delta x$$

dove N è il numero di ricevitori dello stendimento (M. Corrao - G. Coco "Geofisica Applicata").

Tuttavia i metodi che usano sorgenti artificiali per generare le onde di superficie tendono ad investigare intervalli limitati di profondità (poche decine di metri) ciò a causa del limitato range di frequenza che viene generato in ragione anche delle litologie da investigare e dalla sorgente energizzante utilizzata.

- Acquisizione in sito

Il profilo sismico è stato realizzato nel sito di intervento posizionando lungo un allineamento preferenziale 12 geofoni con frequenza propria di 4.5Hz posti a distanza intergeofonica costante pari a 2.00 m. con disposizione geometrica lineare . Come sorgente energizzante è stata utilizzata una massa dal peso di 10Kg battente su una piastra circolare di duralluminio. Gli shot eseguiti sono stati complessivamente quattro, ottenuti posizionando la sorgente energizzante a 2.00 ,10.00m rispetto al geofono posto all'estremità dello stendimento, sia a destro che a sinistra dello stesso.



-Strumentazione utilizzata

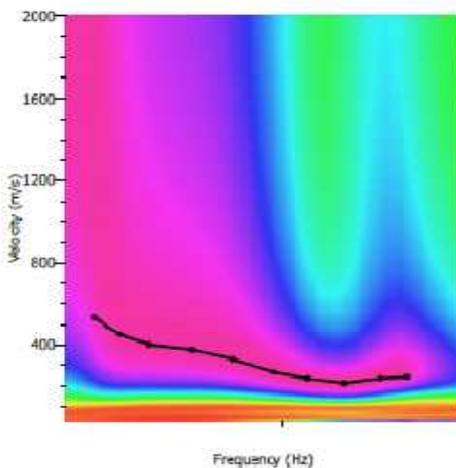
La strumentazione utilizzata per l'acquisizione è quella fornita da M.A.E. attrezzature e consiste in:
 base di acquisizione sismografo MAE AS/6000 24 bit
 campionamento dei segnali tra 0.002-0.00005 sec.
 canali utilizzati 24, estensibili a 36;
 24 geofoni verticali con frequenza 4.5 Hz;
 sensore trigger tempo zero;
 archiviazione su supporto digitale.
 I dati sono stati acquisiti con le seguenti impostazioni:
 campionatura dei segnali a 1000Hz;
 lunghezza delle tracce sismiche pari a 4.096 sec.
 durata della registrazione a 2.00 sec
 numero di campioni 2048

-Analisi e risultati

La procedura di analisi f-k dei segnali acquisiti in sito avviene attraverso passaggi fondamentali con l'ausilio di appositi programmi di calcolo (GEOPSY-DINVER di Marc Wathelet). I passaggi fondamentali dell'elaborazione possono essere schematizzati come segue:

1. I segnali acquisiti nel dominio del tempo vengono trasformati e analizzati nel dominio delle frequenze (F-K frequenza –numero d'onda o p-f lentezza –frequenza- attraverso l'uso del Geopsy
2. Calcolo della curva di dispersione individuando i punti di massima potenza spettrale delle onde di Rayleigh. (impiego del programma Geopsy)
3. Inversione della curva di dispersione teorica sviluppando un modello di suolo iniziale ed ottenendo in tal modo un profilo di velocità Vs per il modello supposto (utilizzo programma DINVER).

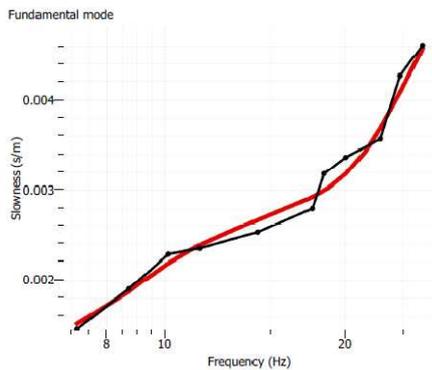
Per ciascun punto di energizzazione viene definita la curva di dispersione calcolata individuando i punti di massima potenza spettrale delle onde Rayleigh, riportandoli graficamente nel piano velocità



di fase m/s-frequenza Hz o lentezza m/s –frequenza Hz (Fig. 2 a lato es spettro esaminato). L'analisi nel dominio delle frequenze dei segnali acquisiti consente di definire il range di frequenze entro cui è possibile individuare il modo fondamentale dell'onda R che nel caso di specie è compreso tra 23.10 Hz e 8.14 Hz con intervallo di velocità apparenti tra circa 161m/s e 554m/s. La curva di dispersione media ottenuta come valore medio delle curve analizzate è successivamente sottoposta al processo di inversione con apposito programma di calcolo. I fondamenti matematici che regolano il processo di inversione e il calcolo della curva di dispersione teorica sono riferibili agli algoritmi di calcolo di Thomson (1950) and Haskell (1953), successivamente modificati da Knopoff (1964), Dunkin (1965) and Herrmann (1994). La

curva di dispersione teorica calcolata con l'inversione si ottiene supponendo un modello di terra iniziale i cui parametri sono rappresentati dal numero di strati supposto e il loro spessore, valori di Vp e Vs attribuiti a ciascuno strato supposto e la densità. I parametri per il modello di terra di partenza vengono scelti sulla base delle conoscenze e dati geologici, geotecnici e geofisici disponibili per il sito in studio.

In linea di principio per tentativi successivi si sceglie il modello che meglio rappresenta la situazione stratigrafica di sito e per il quale si riscontra il valore di misfit minore che rappresenta la distanza tra la curva di dispersione calcolata (tratto nero) e quella sperimentale (tratto rosso). Il valore di misfit ottenuto nel nostro caso è pari a 0.04



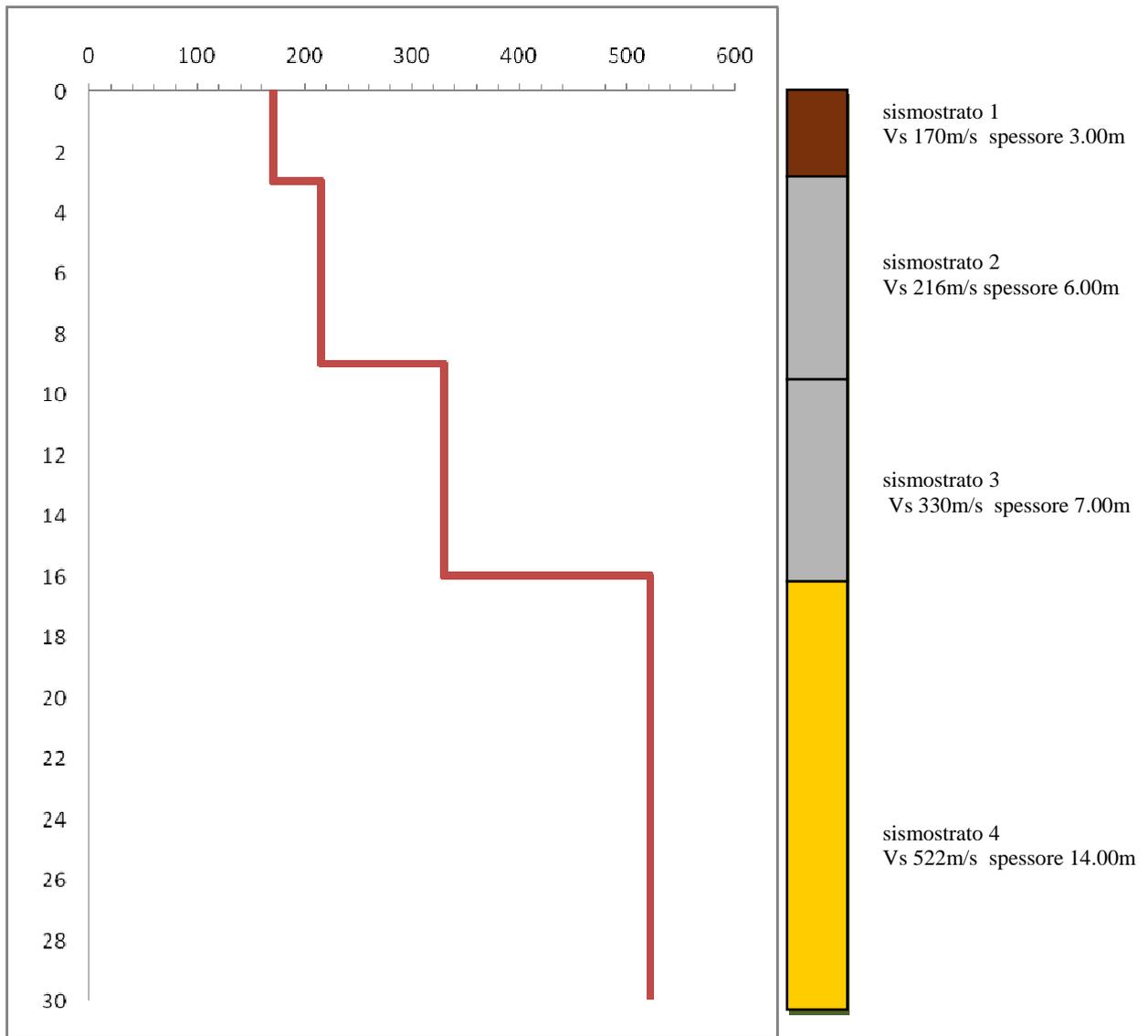
Per il sito in studio il modello di terra iniziale fa riferimento alle informazioni stratigrafiche, piroclastiti sciolte poggianti su TGN alterato e/o litoide, in base alle quali è stato sviluppato il modello di suolo di partenza e calcolato il modello di velocità V_s . I sismostrati individuati sono quattro schematizzati nella tabella sottostante:

| sismostrato | Profondità m | Spessore m | V_s m/s |
|-------------|--------------|------------|-----------|
| 1 | 0.00-3.00 | 3.00 | 170 |
| 2 | 3.00-9.00 | 6.00 | 216 |
| 3 | 9.00-16.00 | 7.00 | 330 |
| 4 | 16.00-30.00 | 14.00 | 522 |

I valori calcolati non sono indicativi della presenza di un bedrock sismico ($V_s > 800$ m/s) almeno fino alla massima profondità investigata funzione delle frequenze campionate. La categoria di sottosuolo di fondazione per il sito in studio è stata definita attraverso la determinazione del valore di velocità V_s che, come stabilisce la normativa vigente NTC 2018, può essere calcolato fino alla profondità di intercetta del tetto del substrato sismico ($V_{s_{eq}}$) o fino alla profondità di 30m ($V_{s_{eq}} = V_{s_{30}}$) nel caso in cui tale substrato non venga intercettato prima. Nel caso di specie il tetto del bedrock sismico ($V_s > 800$ m/s) non è stato intercettato, e pertanto il valore di V_s è stato determinato per la colonna di terreno compreso fino alla profondità di 30m ($V_{s_{30}}$); **il valore di $V_{s_{30}}$ calcolato è pari a 321 m/s definisce i terreni appartenenti alla categoria di sottosuolo C**

Per quanto riguarda la categoria topografica, in ragione dell'assetto morfologico-topografico si assume il **coefficiente topografico T1** (tab 3.2 II NTC 2018) per il sito in studio.

PROFILO DI VELOCITÀ Vs



10. MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO (MGR)

L'insieme dei dati esaminati ha consentito la definizione del modello di sottosuolo rappresentativo del sito di intervento che a partire dalla quota del piano campagna e fino alle massime profondità indagate pari a 30.00m è costituito dai seguenti depositi:

- Materiali di riporto a base piroclastica ;
- Cineriti a granulometria sabbioso limosa e limo sabbiosa ;
- Tufo giallo Napoletano in facies semilitoide /liotide

Terreno di riporto costituito da terreni a granulometria sabbioso limosa per i quale non si hanno indicazione sui parametri geotecnici da analisi di laboratorio; trattasi tuttavia di terreni residuali con basso grado di addensamento e consistenza e con parametri geotecnici variabili, mediamente scadenti, in ragione della natura ed eterogeneità che caratterizza tali depositi. Lo spessore è variabile tra 1.5m e 2.70m.

Cineriti e intercalazioni di paleosuoli sono depositi piroclastici che ricadono nel campo granulometrico delle sabbie e sabbie limose e limi sabbiosi; gli spessori notevoli 5.00-11.00m circa , il letto di tale deposito si rinviene a quote variabili tra 16.00 e 23.00m seguito dal sottostante banco tufaceo. Le prove meccaniche in sito indicano un buon grado di addensamento che tende ad aumentare con la profondità (Nspt 17-28). La presenza dei livelli intercalati di paleosuoli poco addensati possono contribuire a locali scadimenti delle caratteristiche geotecniche, che mostrano un'ampia variabilità dei valori di alcuni parametri in accordo con la natura e il grado di alterazione dei terreni campionati.

Le prove di laboratorio eseguite sui campioni rappresentativi hanno restituito i seguenti valori geotecnici :

peso specifico 1.07 gr/cm³ -1.37gr/cm³; coesione 10-65KPa e angolo d'attrito 27°-35°

Tufo Giallo Napoletano alterato nella parte sommitale (cappellaccio) più compatto in profondità. Il tetto di tale formazione si intercetta a quote variabili tra 16.00-23.00m dal p.c.; ha fatto registrare nelle prove SPT il rifiuto strumentale all'avanzamento della punta conica. Dati di letteratura geologica riportano per tale formazione valori del peso di volume compresi tra 1.1-14 t/m³ e una resistenza media allo schiacciamento intorno a 50Kg/cm².

Per quanto riguarda il profilo di velocità delle onde Vs per il modello geologico supposto i valori calcolati sono compresi tra 170m/s e 300m/s fino alla profondità di 16.00m circa dal p.c attribuibile ai depositi piroclastici sabbioso limosi, passando a valori di velocità Vs di circa 500m/s riferibili al Tufo giallo napoletano in facies litoide.

Per quanto riguarda una stima dei moduli dinamici associati ai litotipi in sito si assumono i dati ottenuti dalla prova in foro DH3 del 2006 riferite a medesime litologie; i valori stimati sono variabili nei seguenti intervalli:

Deposito cineritico :

Coefficiente di Poisson: 0.40-0.38

modulo di Young kg/cm² 400-1500

modulo di taglio Kg/cm² 140-900

modulo di incompressibilità volumetrica Kg/cm² 600-1700

Deposito Tufaceo :

Coefficiente di Poisson: 0.30-0.34

modulo di Young kg/cm² 11000-12000

modulo di taglio Kg/cm² 4000-5000

modulo di incompressibilità volumetrica Kg/cm² 9000-11000

11. CONCLUSIONI

Lo studio geologico è stato finalizzato alla descrizione del contesto geologico in cui il sito di intervento si inserisce e alla ricostruzione della struttura del sottosuolo che ospiterà le opere in progetto.

La zona destinata alla costruzione dei nuovi fabbricati del Lotto 1 è inserita nel più ampio progetto di realizzazione di edilizia abitativa di 126 alloggi in via Cupa Spinelli- Chiaiano di cui l'intervento in argomento rappresenta un completamento. L'area è stata oggetto di precedenti studi geologici e campagne di indagini geognostiche per il medesimo progetto le cui risultanze, ritenute attuali e pertinenti, sono state acquisite e riesaminate ai fini dello studio redatto.

L'insieme e il raffronto dei dati esaminati ha consentito di definire i seguenti aspetti:

- i sopralluoghi e le analisi cartografiche hanno evidenziato un assetto morfologico del sito di intervento con un andamento subpianeggiante che rende l'area stabile ed esente dall'insorgere di potenziali fenomeni gravitativi; le buone condizioni di stabilità non saranno alterate o aggravate dalle opere a farsi;
- rispetto alla classificazione delle aree individuate nel PSAI dall' Autorità di Bacino Distrettuale A.M. per la Campania l'area non risulta perimetrata per rischio e pericolosità da frana, né idraulico; pertanto l'intervento risulta compatibile con le condizioni di sito e le norme di attuazione della citata Autorità ;
- il modello geologico rappresentativo del sito di intervento, a partire dalle quote del piano campagna è caratterizzato dalla presenza di materiale di riporto a base piroclastica arealmente presente con spessori variabili compresi tra 1.50m e 3.00m circa ;le caratteristiche geotecniche possono risultare variabili per l'eterogeneità tipica dei terreni di riporto, ma in ogni caso riflettono la natura di tali terreni, residuali, e con caratteristiche geotecniche tendenzialmente scadenti. Ai terreni di riporto segue un potente pacco di depositi piroclastici mediamente addensati e a luoghi sciolti, costituiti da ceneri medio fini e grossolane , a granulometria sabbiosa limosa in subordine limoso sabbiosa con tratti debolmente argillosi. Sono diffusamente presenti nell'ambito di tale depositi elementi pomicei di varia pezzatura ed elementi litici vulcanici. Frequentemente presenti a varie altezze intercalazione di livelli di paleosuolo brunastro, con resti vegetali e organici, che rappresentano livelli con basso grado di consistenza tra sciolto o poco addensato. Il letto dello strato cineritico si intercetta a quote variabili tra 16.00m e 23.00m dal piano campagna. Le caratteristiche geotecniche delle ceneriti sabbiose risultano variabili in ampi intervalli di valori in accordo con la natura e grado di alterazione dei depositi stessi. Tali terreni presentano quasi sempre una certa coesione in parte dovuta alla presenza di elementi pomicei e o scoriacei in parte alla frazione più limose talvolta debolmente argillosa. Le resistenze meccaniche per quanto quasi sempre contenute, sono tipiche di questi depositi in parte francamente coesiva e in parte attrittive. Alla quota compresa tra 16.00 e 23.00m dal piano campagna si intercetta il tetto del tufo giallo napoletano in facies litoide/semilitoide, con la porzione sommitale alterata nei primi metri. Il TGN raggiunge le massime profondità di indagine ; le caratteristiche geotecniche riflettono il buon grado di consistenza e compattezza in profondità.
- Dalle colonne stratigrafiche esaminate non si rileva la presenza di falda idrica a quote di interesse geotecnico e/o prossime al piano campagna; tuttavia non sono da escludere nei depositi più superficiali localizzati livelli idrici, seppur modesti a carattere stagionale, alimentati dalle acque di precipitazione meteorica che potrebbero agire favorendo lo scadimento delle caratteristiche geotecniche dei terreni .
- Non è segnalata la presenza di cavità antropiche o naturali limitatamente al sito di intervento.
- Per la definizione delle azioni sismiche di progetto si dovrà considerare che il sito ricade nella zona sismica 2 ed è caratterizzato da terreni classificabili come categoria di sottosuolo "C". Non è stato individuato un bedrock sismico ($V_s > 800$ m/s) e non sono da escludere eventuali fenomeni di amplificazione di tipo stratigrafico in ragione della tipologia di terreno presente. Si escludono invece amplificazioni di tipo topografico per il naturale assetto morfologico; il coefficiente topografico è assunto pari a T1. Per quanto riguarda la suscettibilità alla liquefazione in considerazione delle litologie presenti in sito e dell'assenza di falde idriche lungo le verticali

esaminate si ritiene che la propensione a tali fenomeni dei depositi campionati possa essere ritenuta molto bassa.

Pertanto in base a quanto illustrato non si ravvisano impedimenti di carattere geologico alla realizzazione dell'intervento in progetto fermo restando che sarà prerogativa del progettista la valutazione e la verifica dell'interazione terreno-struttura per gli aspetti geotecnici e geofisici secondo quanto previsto dalle vigenti normative. In base a tali valutazioni sarà possibile operare le più opportune scelte progettuali da affrontare in considerazione dell'assetto stratigrafico e delle caratteristiche geotecniche dei terreni del sottosuolo.

Nell'ipotesi di adozione di fondazioni indirette, in ragione dell'andamento stratigrafico descritto, potrebbe essere utile considerare la possibilità di realizzazione di pali pilota da testare per una verifica diretta della portanza effettiva di ogni elemento.

Infine per quanto riguarda la realizzazione delle opere, sarà cura delle figure professionali preposte adottare tutte le cautele previste per le operazioni di cantiere se necessario l'idonea protezione dei fronti di scavo, secondo i dettami delle normative in materia di sicurezza .

Salerno 06.07.2020

Geologo
Dott.ssa Daniela Viappiani



DENUNCIA DI LAVORI PER AUTORIZZAZIONE SISMICA

(art. 2 L.R. 7/1/83 n. 9 s.m.i., artt. 93 e 65 D.P.R. 6/6/2001 n. 380 - art. 17 L. 2/2/1974 n. 64, art.4 L. 5/11/1971 n. 1086)

Con riferimento alla denuncia dei lavori appresso indicati:

**ASSEVERAZIONE
DEL GEOLOGO**

(art. 2 L.R. 7/1/1983 n. 9, artt. 46 e 47 D.P.R. 28/12/2000 n. 445, artt.359 e 481 del Codice Penale)

OGGETTO E UBICAZIONEComune: DI NAPOLI C.A.P. _____LAVORI di: COMPLETAMENTO INTERVENTO DEL LOTTO 1 - BLOCCO A-B -DE2- DE5 DI EDILIZIA ABITATIVA SOSTITUTIVA PER LA REALIZZAZIONE DI 126 ALLOGGI IN VIA CUPA SPINELLI-CHIAIANOUbicazione: via/piazza CUPA SPINELLI-CHIAIANO**Riferimenti catastali:**

- N.C.T. Foglio n° _____ Particelle n° _____
 Foglio n° _____ Particelle n° _____
- N.C.E.U. Sez. _____ Foglio n° _____ Particella n° _____ - sub _____
 Sez. _____ Foglio n° _____ Particella n° _____ - sub _____

IL SOTTOSCRITTO

GEOLOGO: (cognome e nome) VIAPPIANI DANIELA
 nato a SALERNO il 21/09/1972 - C.F. VPPDNL72P61H703R
 residente in SALERNO alla via/piazza FIUME 68 C.A.P. 84129
 domiciliato in SALERNO alla via/piazza FIUME 68 C.A.P. 84129
 tel. _____ cell. 3927612677 fax _____ p.e.c. GEOVIAPPIANI@EPAP.SICUREZZAPOSTALE.IT

consapevole delle sanzioni penali previste dall'art.76 del D.P.R.445/00 per le ipotesi di falsità in atti e dichiarazioni mendaci ivi indicate, ai sensi degli artt. 46 e 47 del D.P.R.445/00

DICHIARA

- 1) di essere abilitato all'esercizio della professione di GEOLOGO _____;
- 2) di essere iscritto all'Ordine dei Geologi della CAMPANIA _____ sez. _____ sett. _____ al n° 2148 _____;
 (oppure)
 di essere dipendente della seguente pubblica amm.ne committente: _____;
- 3) di aver ricevuto l'incarico sopra indicato e di averlo personalmente espletato, redigendo i seguenti elaborati:

| | |
|---|-----|
| 1 - RELAZIONE GEOLOGICA (LOTTO 1- BLOCCO A-B-DE2-DE5) | 3 - |
| 2 - | 4 - |

In relazione a quanto sopra, consapevole delle responsabilità che con la presente si assume in qualità di persona esercente un servizio di pubblica necessità ai sensi degli artt.359 e 481 del Codice Penale

ASSEVERA

che ha prodotto i sopra indicati elaborati nel rispetto delle norme tecniche emanate ai sensi degli artt.52, comma 1, e 83 del D.P.R.380/01 (artt.1 e 3 L.64/74) nonché (nel caso di opere in cemento armato o a struttura metallica) ai sensi dell'art.60 del D.P.R.380/01 (art.21 L.1086/71); che in particolare, in applicazione del disposto dell'art. 20 del D.L. 248 del 31/12/07 (come modificato e integrato dalla legge di conversione n° 31 del 28/02/08), e del D.L.207/08 (come modificato e integrato dalla legge 27/02/2009 n°14) si è fatto riferimento, di concerto con il progettista, alle seguenti norme tecniche:

 D.M. 17/01/2018 (oppure) D.M. 14/01/2008 (oppure) D.M. 14/09/2005 e/o Norme previgenti**ALLEGA**

x copia del seguente documento di identità in corso di validità:

tipo CARTA DI IDENTITA' n° AT2707464 rilasciato in data 27.01.2015 da COMUNE DI SALERNO(data) 06/07/2020

(timbro e firma) _____



Cognome **VIAPPIANI**
 Nome **DANIELA**
 nato il **21/09/1972**
 (atto n. **3840** P. 1 S. A 1972)
 a **SALERNO** (**SA**)
 Cittadinanza **ITALIANA**
 Residenza **SALERNO**
 Via **VIA FIUME N. 68 SC. B INT.** 6
 Stato civile.....
 Professione **GEOLOGO**
 CONNOTATI E CONTRASSEGNI SALIENTI
 Statura **1.70**
 Capelli **CASTANI**
 Occhi **VERDI**
 Segni particolari.....



Firma del titolare *Daniela Viappiani*
SALERNO li **27/01/2015**
 Impronta del dito indice sinistro *[Signature]*
 SINDACO




IP.Z.S. SpA - OFFICINA C.V. - ROMA

