





**COMUNE DI NAPOLI
MUNICIPALITÀ V**

**Piano Urbanistico Attuativo
Parco Urbano di quartiere con attrezzature
sportive ad uso pubblico**

**"LE DRIADI VILLAGE" AMBITO 36 - SCUDILLO -
via Bernardo Cavallino n. 64**

III ^ FASE PUA

**RELAZIONE GEOLOGICA
RELAZIONE IDROGEOLOGICA
RELAZIONE GEOTECNICA**

<p>PROPRIETA'</p> <p>Le Driadi s.r.l. LE DRIADI s.r.l. <i>L'Amministratore</i></p> 	<p>PROGETTO</p> <p>Ing. Lionello Lupi</p> 
---	---

 <p>COMUNE DI NAPOLI MUNICIPALITÀ V</p>	<p>Piano Urbanistico Attuativo Parco Urbano di quartiere con attrezzature sportive ad uso pubblico Le Driadi Village ambito 36 Scudillo Via Bernardo Cavallino 64 Napoli</p>	<p>PROPRIETA'</p> <p>Le Driadi s.r.l.</p> 	<p>PROGETTO</p> <p>Ing. Lionello Lupi</p>	<p>DESCRIZIONE</p> <p>RELAZIONI AL CONTO</p> <p style="text-align: right;">PROGETTO III FASE</p>	<p>REV. 8/A del 17.01.2019</p> <p>scala</p>
---	---	---	---	--	---

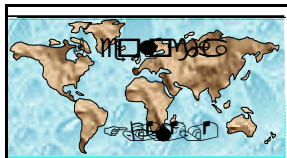
***L'ASPECTE GRAFICO E' DI NOSTRA PROPRIETA' ESCLUSIVA, SI FA DIVIETO DI COPIA ANCHE PARZIALE, DI TRASMISSIONE A TERZI E DI USO A QUALSIASI FINE SENZA LA NOSTRA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE SCRITTA.

RELAZIONE GEOLOGICA


Lionello Lupi

LE DRIADI s.r.l.
L'Amministratore
[Signature]

 COMUNE DI NAPOLI MUNICIPALITÀ V	Piano urbanistico attuativo Parco Urbano di quartiere con attrezzature sportive ad uso pubblico Le Driadi Village ambito 36 Scudillo Via Bernardo Cavallino 64 Napoli	PROPRIETÀ Le Driadi s.r.l.	PROGETTO Ing. Lionello Lupi	DESCRIZIONE RELAZIONE GEOLOGICA	PROGETTO III FASE PUA	REV 8/A del 17.01.2019
					scala	



**PUA DI INIZIATIVA PRIVATA AMBITO 36 "SCUDILLO" DELLA VARIANTE GENERALE AL PRG
STRALCIO AREA IN VIA B. CAVALLINO N. 64 - "LE DRIADI VILLAGE"**

Proponente: "Le Driadi s.r.l."

RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA

1. PREMESSA

La presente relazione geologico-tecnica è relativa al "Progetto di Piano Urbanistico Attuativo per la realizzazione di attrezzature sportive e ricreative di interesse pubblico "LE DRIADI" - AMBITO 36 - SCUDILLO - Via Bernardo Cavallino".

(Ubicazione dell'Area).

Nella relazione si analizzano le condizioni morfologiche, geologiche ed idrogeologiche del sito, oltre allo studio geotecnico sui terreni presenti.

Si espongono, inoltre, le situazioni rispetto alla risposta sismica delle litologie individuate, ai sensi delle vigenti normative e disposizioni.

2. MORFOLOGIA

L'area in oggetto presenta una morfologia valliva, con un impluvio centrale ed i versanti che convergono verso il vallone.

Le pendenze sono variabili: il pendio dell'area centrale è in direzione da nord-nord-est, mentre lateralmente sono presenti i due versanti che, rispettivamente mostrano pendenze in direzione sud-est e nord-ovest.

Inoltre, il progetto interessa anche una piccola area, al di fuori del citato vallone, che mostra un pendio in direzione est.

In particolare si passa da zone quasi totalmente pianeggianti, come ad esempio dove presenti piazzali asfaltati o edifici, fino ad aree con pendenze anche sub verticali. Le quote variano tra +228 e +206 metri s.l.m.m.

(Carta delle Pendenze)

Il sito è ubicato in un'area poco antropizzata dove sono presenti solo un casolare rurale abbandonato ed una villa multifamiliare, che però non è inserita nell'ambito del progetto; le aree circostanti, invece vedono una forte presenza antropica, tra gli edifici di Via Bernardo Cavallino e l'asse viario della Tangenziale di Napoli, rappresentato non solo dalle carreggiate principali, ma anche dagli svincoli Arenella e Zona Ospedaliera.

Inoltre, al di sotto del settore settentrionale del sito corre una delle due gallerie della Tangenziale di Napoli, in direzione nord-est, sud-ovest.

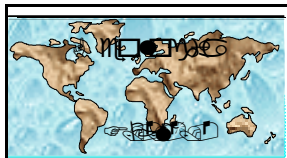
Per quanto riguarda il rischio frana, l'ultimo aggiornamento del Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Nord Occidentale della Campania, segnala un'area a rischio elevato e molto elevato, nel tratto immediatamente al di sopra delle gallerie della Tangenziale di Napoli, in un settore di competenza della Società Tangenziale di Napoli, che confina con il suolo di proprietà della Società "Le Driadi".

Lo studio della cartografia del Piano Regolatore Generale in tema, tavola 12/03 "vincoli geomorfologici", riporta che la maggior parte del sito in oggetto è incluso nel campo indicato come "area ad instabilità bassa"; solo l'area più in prossimità dell'imbocco delle gallerie della Tangenziale di Napoli è classificata come "area a instabilità media e alta". Data, però, il rapporto cartografico in cui è redatta detta carta (1:10.000), non è possibile identificare con precisione se il limite di separazione tra le due aree a diversa classificazione ricade o meno nelle particelle catastali di competenza del presente progetto.

L'area in oggetto interessa i luoghi posti al di sopra dell'imbocco delle gallerie Vomero della Tangenziale di Napoli ed il ciglio della scarpata.

(Carta della Stabilità)

(Stralcio PAI, Autorità di Bacino Nord Occidentale della Campania)



Trattasi di una tipologia di frana molto particolare in quanto sono interessati materiali piroclastici effettivamente sciolti, ma dotati di un alto grado di coesione apparente. Per tal motivo si ha una nicchia di distacco con pareti sub verticali, mentre l'effettivo movimento di frana è da classificare come *scorrimento rotazionale*, nel suo momento iniziale di movimento, ma tramutabile immediatamente in *flusso di terra*, in quanto se il materiale s'imbibisce d'acqua perde ogni segno di coesione. In definitiva, secondo la classificazione proposta da Varnes nel 1978 e successivamente integrata da Cruden nel 1996, trattasi di una *frana complessa/composita (complex)*.

I sopralluoghi effettuati e le indagini geomorfologiche eseguite alla data della presente relazione, hanno rivelato la presenza di un cantiere per la sistemazione del suolo e la mitigazione del rischio frana, proprio nell'area sopra indicata. Trattasi di opere d'ingegneria naturalistica, in realizzazione a cura della Società Tangenziale di Napoli, che di certo elimineranno il rischio indicato, nel corso dei prossimi giorni.

3. INDAGINI ESEGUITE

Date le caratteristiche morfologiche del luogo è stato dapprima eseguito un rilievo di superficie finalizzato a determinare gli affioramenti esistenti e le tipologie litologiche che interessano l'area.

Una volta individuato quanto si è potuto osservare dal rilievo geologico di superficie, si è passati alla progettazione ed esecuzione della campagna d'indagini geologiche in situ, che sono consistite in:

- n° 4 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, spinti sino ad una profondità massima di 30 metri dal p.c.;
- prelievo ed analisi di due campioni di tufo;
- n° 15 prove penetrometriche dinamiche S.P.T., in foro;
- n° 13 prove penetrometriche statiche CPT, spinte fino al rifiuto strumentale;

- n° 12 prove penetrometriche dinamiche pesanti continue D.P.S.H., spinte fino al rifiuto strumentale;

- n° 2 prove sismiche tipo "MASW"

Tali tipo e quantità d'indagini sono state finalizzate a:

- ✓ individuare la precisa successione stratigrafica del sottosuolo;
- ✓ caratterizzare geotecnicamente i litotipi presenti;
- ✓ individuare la profondità del tetto del Tufo Giallo Napoletano;
- ✓ verificare la eventuale presenza di una falda acquifera.

L'esecuzione delle operazioni è stata affidata alla Tecno In S.p.A. la quale, al termine della campagna d'indagine ha prodotto la relazione allegata al presente elaborato, a cui si fa riferimento.

L'ubicazione dei punti di prova è stata definita dallo scrivente, in modo tale da investigare uniformemente il territorio interessato dal progetto, intensificando le indagini laddove sono previste le opere di maggiore impatto sul sottosuolo. Gli effettivi punti utilizzati per le indagini sono stati successivamente georeferenziati.

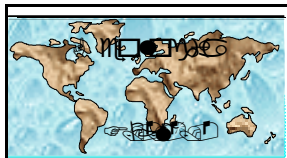
(Relazione Tecno In - pag.4 e allegato 1)

Per quanto riguarda le caratteristiche tecniche delle attrezzature utilizzate si rimanda alla relazione della Tecno In.

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il rilievo di superficie ha permesso d'individuare la presenza, in affioramento, del Tufo Giallo Napoletano, nella parte nord-est del vallone, dove vi sono le pareti sub verticali, in corrispondenza dell'imbocco delle gallerie della Tangenziale di Napoli. La restante parte dell'area è interessata, invece, da piroclastiti sciolte, di natura e composizione varia, che affiorano lungo le parti sub verticali delle gradonature esistenti; nelle aree pianeggianti il suolo humificato ricopre il tutto, senza soluzione di continuità con le piroclastiti sottostanti.

(Carta Geologica)



SONDAGGI GEOGNOSTICI

A causa delle difficoltà di accesso per l'attrezzatura utilizzata, i sondaggi geognostici sono stati eseguiti nel settore meridionale del sito. Il primo è stato ubicato nella parte più elevata dell'area, il secondo ed il terzo nel vallone, mentre il n° 4 è stato eseguito in prossimità del versante sud-est.

Tutte le trivellazioni hanno attraversato, dopo il primo spessore di suolo humificato, il banco di piroclastiti sciolte, intercettando poi il tufo a profondità variabili.

Sondaggio n°1 (rif. relazione Tecno In – allegato 2)

Spinto sino a trenta metri di profondità del piano campagna, ha visto il passaggio litologico tra le piroclastiti ed il tufo alla profondità di 15,20 metri dal p.c., con la presenza del così detto "Cappellaccio", dello spessore di circa 30 centimetri.

Al di sopra le piroclastiti, ascrivibili alle eruzioni del terzo periodo flegreo, sono rappresentate da un'alternanza di cineriti fini e medio-fini, intervallate da spessori di pomici millimetriche. Gli strati cineritici presentano differenti colorazioni, dal marroncino al beige, con tessitura caotica o laminata; le pomici, invece, sono immerse in matrice sabbiosa.

Da segnalare la presenza di un paleosuolo, dello spessore di circa 50 centimetri, immediatamente al di sopra del "Cappellaccio".

Per quanto riguarda il tufo, trattasi della facies gialla, dalla consistenza litoide, a grana medio-fine, ascrivibile all'eruzione flegrea di circa 12.000 anni fa.

Sondaggio n°2 (rif. relazione Tecno In – allegato 2)

Nel sondaggio 2, spinto sino a 21,70 metri dal p.c., il suolo vegetale ha un insolito spessore di circa 3,50 metri e, al suo interno, presenta anche degli elementi piroclastici tipo pomici. Per il resto la successione litologica è molto simile a quella del sondaggio 1, con le piroclastiti che ricoprono il tufo. Importante segnalare che tra il paleosuolo ed il tetto del tufo, posto alla profondità di circa 16 metri, è presente la facies incoerente del tufo stesso, denominato comunemente "Pozzolana", che mostra uno spessore di circa 2,4 metri.

Sondaggio n°3 (rif. relazione Tecno In – allegato 2)

Anche il sondaggio n° 3 ha attraversato, sino a 20 metri di profondità, una successione litologica simile alle precedenti, stavolta, però, non è stato intercettato il paleosuolo al di sopra del tufo ed il passaggio litologico è posto a circa 11 metri dal p.c.

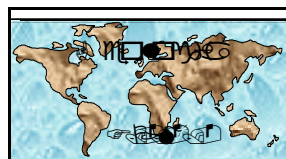
Sondaggio n°4 (rif. relazione Tecno In – allegato 2)

Stessa situazione è stata riscontrata nella terebrazione n° 4. Le uniche differenze da segnalare sono: spessore del terreno vegetale di 4,5 metri, paleosuolo a contatto diretto con il tufo e profondità del cambio litologico a circa 14,90 metri dal p.c.

Correlando i risultati dei sondaggi geognostico con quelli ottenuti sia dalle prove penetrometriche, statiche e dinamiche, che dalle prove sismiche, tipo MASW, è stato possibile ricostruire l'andamento del tetto del Tufo Giallo. Tale contatto litologico, tra la formazione litoide ed il complesso piroclastico sciolto che vi si appoggia stratigraficamente, ha un andamento che coincide pressappoco con la morfologia di superficie; al centro del vallone si sono registrate profondità maggiori, mentre nei due alti morfologici laterali il contatto è posto a minore profondità.

In base a quanto scaturito da tutte le indagini in situ, da quanto riportato dalla letteratura e nelle cartografie tematiche esistenti, la successione litologica individuata è presente in tutto il sottosuolo dell'area in oggetto.

(Carta dell'Uniformità Litologica).



5. GEOTECNICA

Al fine di avere un'indicazione precisa dal punto di vista della caratterizzazione tecnica delle litologie presenti, sono state eseguite delle prove in situ, che sono consistite nell'esecuzione di tredici penetrometrie statiche (Cpt), dodici prove penetrometriche dinamiche (D.P.S.H.). Inoltre, nei fori di sondaggio sono state eseguite un totale di quindici prove penetrometriche in foro (SPT).

Quanto eseguito permette anche di ottemperare alle vigenti leggi e disposizioni, in particolare al D.M. 14 gennaio 2008, par. 6.2.2 delle N.T.C. 2008 ed alle prescrizioni contenute nella comunicazione della Giunta Regionale della Campania – Area Generale di Coordinamento – Lavori Pubblici del 27.10.2009, prot. 2009.0921045 e successive variazioni.

Le prove sono, infatti, certificate da un laboratorio inserito nell'elenco depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture, così come previsto all'art 59 del DPR 6.6.2001, n. 380 e successive variazioni.

(rif. relazione Tecno In – allegati 3, 4, 5)

5.1 Standard Penetration Test (SPT)

Nei fori di sondaggio sono state eseguite delle prove penetrometriche atte a definire alcuni parametri geotecnici, direttamente in situ, alla profondità più significative in relazione a quanto già rilevato ed al progetto da eseguire.

In particolare sono state eseguite n° 15 prove, così distribuite:

Sondaggio	Numero prove S.P.T.	Profondità di prova (m)
1	4	3,40÷3,85 – 5,80÷6,25 – 9,20÷9,65 – 11,70÷12,15
2	4	3,40÷3,85 – 6,20÷6,65 – 9,00÷9,45 – 11,60÷12,05
3	3	3,60÷4,05 – 6,50÷6,95 – 9,40÷9,85
4	4	2,90÷3,35 – 6,20÷6,65 – 10,00÷10,45 – 13,20÷13,65

S.P.T. in Sondaggio n°1

La prova n° 1 è stata eseguita in uno stato sabbioso, con presenza di limo e pomici minute, con risultati abbastanza scadenti. Il valore utile, infatti, è $N_{spt} = 6$.

La seconda prova ha attraversato una litologia sabbioso-limosa, con sottili livelli di pomici, dando come valore utile $N_{spt} = 14$.

Un livello a prevalenza pomiceo è stato attraversato dalla prova n° 3, riportando un valore utile per l' $N_{spt} = 12$

L'ultima prova ha dato come risultato utile per l' $N_{spt} = 22$, avendo attraversato una litologia più consistente, sempre di tipo sabbioso-limosa, con presenza di pomici.

S.P.T. in Sondaggio n°2

La prima prova ha dato come risultato utili un valore di $N_{spt} = 4$, in un livello di ceneri medio-fini, con presenza di limo e rare pomici.

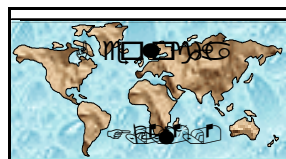
La prova n° 2 è stata condotta in una litologia simile alla precedente ed ha mostrato un risultato identico: $N_{spt} = 4$.

Per quanto riguarda la terza verifica la cinerite incontrata è allo stato rimaneggiato e ha fornito un $N_{spt} = 19$.

La quarta e ultima analisi ha interessato la stessa litologia precedente, ma ha dato come risultato un valore utile di $N_{spt} = 10$.

S.P.T. in Sondaggio n°3

Nel sondaggio n° 3 sono state eseguite olo tre prove SPT, in quanto già a circa undici metri di profondità è stata incontrata la formazione litoide del Tufo Giallo Napoletano.



La prima prova ha fornito il solito risultato scadente, in relazione alle caratteristiche geotecniche del litotipo. Trattasi di cineriti sabbioso-limose, con rare pomici incluse, che ha risposto alla sollecitazione della prova con un valore di $N_{spt} = 8$.

La prova n° 2, invece, ha dato risultati un po' più soddisfacenti, facendo registrare un $N_{spt} = 25$.

Anche la terza indagine ha fornito un risultato simile, con $N_{spt} = 24$.

S.P.T. in Sondaggio n°4

Le prime tre prove eseguite nel sondaggio n° 4 hanno fornito risultati piuttosto scadenti; solo la quarta ha riscontrato uno stato dei terreni con addensamento leggermente superiore.

La prima prova, infatti, eseguita, praticamente, nella coltre superficiale di ricoprimento, sebbene si fosse a circa tre metri di profondità, ha riscontrato un $N_{spt} = 3$; la seconda non è andata molto oltre, registrando un $N_{spt} = 5$, benché il campionatore si trovasse ad oltre sei metri di profondità.

Infine, sia le terza, che a quarta indagine hanno esibito valori utili di N_{spt} rispettivamente pari a 11 e 14. Le litologie attraversate sono sempre state delle cineriti a granulometria fine e/o medio fine.

5.2 Prove Penetrometriche Statiche (Cpt – Cone Penetration Test)

Le Prove Penetrometriche Statiche (Cpt), hanno permesso di definire con precisione la posizione del contatto tra le due diverse litologie individuate nei sondaggi.

Nella seguente tabella si riportano le quote di riferimento calcolate:

N° CPT	Quota piano campagna	Profondità del contatto stratigrafico	Quota assoluta del contatto s.l.m.m.	Quota fabbricato dallo 0.00	Quota assoluta fabbricato s.l.m.
1	220,87	15,8	205,07		
2	221,91	11,4	210,01	15,10	211,14
3	221,41	10,6	210,81	15,10	211,40
4	215,46	8,0	207,46		
5	216,04	3,0	213,04	12,40	214,10

N° CPT	Quota piano campagna	Profondità del contatto stratigrafico	Quota assoluta del contatto s.l.m.m.	Quota fabbricato dallo 0.00	Quota assoluta fabbricato s.l.m.
6	213,20	6,6	206,60	12,40	214,10
7	210,60	9,0	201,60	12,40	214,10
8	210,16	9,4	200,76		
9	210,14	5,6	204,54	15,10	211,40
10	210,93	5,6	205,30	15,10	211,40
11	207,59	12,4	195,19		
12	207,31	12,2	195,11		
13	208,39	4,8	203,59	15,10	211,40

Per i dati riguardanti le caratteristiche geotecniche rilevate con queste prove si rimanda alla "Relazione Geotecnica" allegata al progetto.

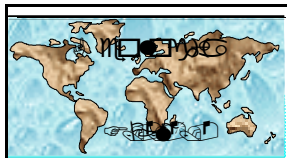
5.3 Prove Penetrometriche Dinamiche (D.P.S.H.)

La Prova Penetrometrica Dinamica (D.P.S.H.) consiste nell'ingegnere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi) misurando il numero di colpi necessari per l'infissione; sono molto diffuse ed utilizzate data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

L'elaborazione, l'interpretazione e la visualizzazione grafica consentono di classificare e parametrizzare i litotipi attraversati, con una registrazione in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli penetrati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici, per la caratterizzazione stratigrafica.

Da sottolineare che il tipo di prova permette di riconoscere precisamente lo spessore delle coltri di ricoprimento allo stato sciolto, sul un substrato litoide, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, oltre alla consistenza in generale del terreno.

Per l'ubicazione delle prove si fa riferimento alla relazione fornita dalla ditta esecutrice delle indagini, Tecno In s.p.a., allegato 1 – planimetria con ubicazione delle indagini.



Analizzando le dodici prove eseguite, si evince che ovunque è stato intercettato il tetto della formazione del Tufo Giallo Napoletano, a profondità variabili; inoltre la coltre di ricoprimento di natura piroclastica ha mostrato comportamenti simili, in tutte le prove, alla penetrazione della punta, con resistenze alquanto scadenti. Infatti, mediamente, sono bastati due, tre o quattro colpi per superare i dieci centimetri standard dell'analisi, mentre solo in rari casi si sono registrati sette od otto colpi.

Un numero più alto di colpi è stato necessario quando le prove hanno incontrato la piroclastite denominata comunemente "cappellaccio", litotipo generalmente più consistente, posto immediatamente al di sopra della formazione litoide del Tufo Giallo. In questo caso ci sono voluti anche oltre trenta colpi per far penetrare la punta.

Anche questo tipo d'indagine geotecnica ha dimostrato che le piroclastiti sciolte presenti nei primi metri di sottosuolo si presentano inadatte per ospitare eventuali piani di posa di fondazioni di qualsiasi tipo.

Per i dettagli si rimanda alla "Relazione Geotecnica" allegata al progetto.

6. GEOFISICA

La vigente normativa sismica italiana, definita dalla O.P.C.M. n. 3274/2003, dal D.M. 14/01/2008 del Ministero delle Infrastrutture e successive modifiche e integrazioni, in conformità con normativa tecnica europea gli Eurocodici EC 7 ed EC 8, è tra le più avanzate normative internazionali che attribuiscono la giusta importanza alla caratterizzazione non solo geotecnica, ma anche sismica del terreno su cui dovranno essere realizzate opere antropiche di qualunque natura.

La caratterizzazione del terreno dal punto di vista sismico in particolare e dinamico in generale richiede come elemento indispensabile la conoscenza del profilo di velocità delle onde di taglio (V_s) degli strati di terreno presenti nel sito, fino alla profondità di almeno 30 m dal piano campagna, secondo

quanto richiesto dalle sopraccitate normative. Il profilo delle onde di taglio V_s nei primi 30 m di profondità risulta necessario per valutare diversi importanti parametri, tra i quali:

- l'azione sismica di progetto al livello delle fondazioni di qualunque struttura;
- il rischio di liquefazione del terreno in sito;
- i rischi di instabilità dei pendii e/o delle opere di sostegno;
- i cedimenti dei rilevati, delle opere di sostegno, delle fondazioni degli edifici

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio V_s nei primi 30 m di profondità è possibile determinare una velocità equivalente V_{s30} rappresentativa del sito in esame, che consente di classificare il sito come suolo di tipo A, B, C, D, E, S1, S2 secondo l'attuale normativa sismica italiana o secondo la normativa europea Eurocodice 8.

Per tali motivi si è deciso di caratterizzare sismicamente il sito attraverso un'indagine con metodologia MASW, eseguendo due prove sui due lati opposti del vallone centrale, con allineamenti paralleli all'andamento del vallone stesso, della lunghezza di 36 metri circa cadauno, laddove in progetto è prevista la costruzione delle opere di maggiore impatto sul sottosuolo.

(rif. relazione Tecno In – Allegato 1 – planimetria con ubicazione delle indagini)

(Tav. 6 – Ubicazione delle indagini e sezioni)

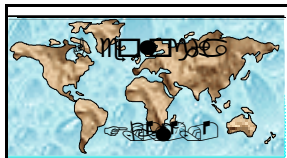
Inoltre è stata condotta anche un'indagine bibliografica, con l'ausilio del Catalogo dei Terremoti Italiani, che ha permesso d'individuare gli eventi sismici avvertiti, con intensità elevate, in quest'area, che hanno, anche in un passato recente, prodotto ingenti danni e diverse vittime.

(Tav. 8 – Eventi sismici - Napoli)

Data l'uniformità dei luoghi, riscontrata nei diversi sondaggi eseguiti, si ritiene opportuno considerare tutta l'area interessata dal progetto omogenea dal punto di vista della risposta alle sollecitazioni sismiche.

(Tav. 9 – Carta dell'omogeneità sismica).

Sempre in relazione alla normativa sismica vigente si ricorda che il territorio comunale della città di Napoli è inserito in categoria 2.



Da evidenziare, inoltre, che, pur essendo presenti nei primi metri di sottosuolo dei litotipi granulari sciolti, per la situazione geologica ed idrogeologica particolare, il fenomeno della liquefazione, in caso di evento sismico, nei livelli a granulometria a rischio, non si ritiene possibile.

Lo studio della cartografia del Piano Regolatore Generale in tema, tavole 11/13 e 11/14 “zonizzazione del territorio in prospettiva sismica”, ha messo in evidenza che il sito in oggetto è incluso nel campo indicato con la sigla “3A” per cui nei calcoli di progettazione si dovrebbero applicare i seguenti coefficienti:

3A	Coefficiente di fondazione	=	1,00
	Coefficiente di fondazione in caso di terreni sciolti superficiali con spessori maggiori di 15 metri	=	1,15
	Coefficiente d’irregolarità topografica	=	1,00

Nel caso in esame, però, le indagini eseguite hanno mostrato che, in gran parte del sito, lo spessore dei terreni sciolti superficiali è ben inferiore ai 15 metri.

6.1 Classificazione sismica ai sensi della OPCM 3274 20.3.03 e dell’Eurocodice 8

Le indagini eseguite hanno permesso di classificare il sito ai sensi della O.P.C.M. n. 3274/2003, del D.M. 14/01/2008 del Ministero delle Infrastrutture e successive modifiche e integrazioni, in conformità con normativa tecnica europea gli Eurocodici EC 7 ed EC 8.

Analizzando ed interpolando tutti i risultati scaturiti dai sondaggi geognostici, dalle prove penetrometriche (SPT, CPT e DPSH) e dalle prove sismiche, anche se entro i primi 20 metri di sottosuolo è stata individuata la formazione del Tufo Giallo Napoletano, che non fa procedere oltre le indagini penetrometriche, bisogna sottolineare che essa non mostra, però, elevati valori di permeabilità alle onde sismiche.

Per tali motivi si ritiene opportuno inserire il sito in categoria B – *Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza, con spessori variabili da decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < N_{spt} < 50$, $70 < Cu < 250$ kPa).*

7. IDROGEOLOGIA

Dal punto di vista idrogeologico, la successione incontrata risulta disomogenea nella sua verticalità, ma omogenea come complesso idrogeologico, in senso orizzontale.

(Tav. 10 - Carta dell’Uniformità Idrogeologica).

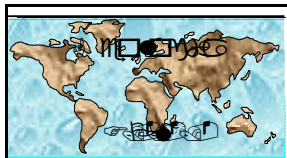
I primi metri di sottosuolo, costituiti da materiale sciolto di origine piroclastica, al di sopra della formazione del Tufo Giallo Napoletano, presentano una permeabilità medio-bassa per porosità, mentre, immediatamente dopo si passa ad una porosità principale per fessurazioni, tipica e caratteristica del tufo.

Nonostante la differenza nel tipo di permeabilità, le indagini dirette eseguite non hanno incontrato ristagni di acque di percolazione.

Per tutto quanto sopra citato e a seguito delle indagini eseguite, è possibile affermare che non vi è presenza di una falda acquifera significativa alle profondità interessate.

La cartografia allegata al P.R.G. del Comune di Napoli, relativamente al rischio idraulico (Carta della pericolosità idraulica), non include la maggior parte del sito in oggetto in alcun settore vincolato; solo l’area più in prossimità dell’imbocco delle gallerie della Tangenziale di Napoli è classificata come “area a suscettibilità di allagamento”. Data, però, il rapporto cartografico in cui è redatta detta carta (1:20.000), non è possibile identificare con precisione il limite della zona interessata da questo vincolo.

Analizzando con precisione, però, i programmi relativi alle aree interessate dall’intervento in progetto, si evince che i siti attinenti non ricadono nelle zone a rischio idraulico.



8. ALTRI VINCOLI

Le indagini cartografiche eseguite in relazione al Piano Regolatore Generale della Città di Napoli hanno permesso di escludere il sito da vincoli paesaggistici (Tavola 13/3 - Vincoli paesaggistici ex L. 1497/1939 e 431/1985) ed archeologici (Tavola 14/3 – Vincoli e aree di interesse archeologico).

9. CONCLUSIONI

La presente relazione geologico-tecnica è relativa al “Progetto di Piano Urbanistico Attuativo per la realizzazione di attrezzature sportive e ricreative di interesse pubblico "LE DRIADI" - AMBITO 36 - SCUDILLO - Via Bernardo Cavallino”.

(Tav. 1 - Ubicazione dell' Area).

Al fine di individuare con precisione le caratteristiche geologico-tecniche del sottosuolo del sito in esame sono state progettate ed eseguite le seguenti indagini geognostiche:

- rilievo geologico di superficie;
- rilievo geomorfologico;
- n° 4 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, spinti sino ad una profondità massima di 30 metri dal p.c.;
- prelievo ed analisi di due campioni di tufo;
- n° 15 prove penetrometriche dinamiche S.P.T., in foro;
- n° 13 prove penetrometriche statiche CPT, spinte fino al rifiuto strumentale;
- n° 12 prove penetrometriche dinamiche pesanti continue D.P.S.H., spinte fino al rifiuto strumentale;
- n° 2 prove sismiche tipo “MASW”.

Tali tipo e quantità d'indagini sono state finalizzate a:

- ✓ individuare la precisa successione stratigrafica del sottosuolo;
- ✓ caratterizzare geotecnicamente i litotipi presenti;

- ✓ individuare la profondità del tetto del Tufo Giallo Napoletano;
- ✓ verificare la eventuale presenza di una falda acquifera.

L'esecuzione delle operazioni è stata affidata alla Tecno In S.p.A. la quale, al termine della campagna d'indagine ha prodotto la relazione allegata al presente elaborato, a cui si fa riferimento.

L'ubicazione dei punti di prova è stata definita dallo scrivente, in modo tale da investigare uniformemente il territorio interessato dal progetto, intensificando le indagini laddove sono previste le opere di maggiore impatto sul sottosuolo. Gli effettivi punti utilizzati per le indagini sono stati successivamente georeferenziati.

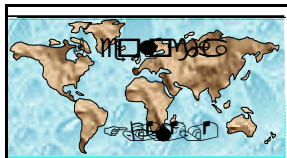
(Relazione Tecno in - pag.4 e allegato 1)

Unitamente a ciò è stata condotta anche un'indagine bibliografica, cartografica e sitografica, per completare le conoscenze acquisite in situ.

Nella relazione che ne è scaturita si riassumono le condizioni morfologiche, geologiche, sismiche ed idrogeologiche del sito, oltre allo studio geotecnico sui terreni individuati.

In base ai risultati scaturiti, ai sensi dalle considerazioni sopraesposte, considerando lo stato dei luoghi, i tipi di manufatti da edificare e le caratteristiche geologiche, idrogeologiche, sismiche e geotecniche del sottosuolo, è possibile affermare che:

- il sottosuolo in esame vede la presenza in superficie di litologie piroclastiche legate alle manifestazioni eruttive dei Campi Flegrei e del complesso Somma-Vesuvio, sovrastanti la formazione semi-litoide del Tufo Giallo Napoletano;
- in linea di massima il contatto stratigrafico segue l'andamento morfologico di superficie, anche se la profondità del cambio litologico non è costante;
- dal punto di vista geotecnico, la piroclastite non è in possesso di requisiti di consistenza tali da poter essere sede di eventuali piani di fondazione;
- dal punto di vista sismico il sito è classificato in seconda categoria ed è ascrivibile alla categoria B, ai sensi della O.P.C.M. n. 3274/2003;



- immediatamente ad est del sito, oltre il confine dei suoli di proprietà della Soc. Le Driadi, in area di competenza della Società Tangenziale di Napoli, sono in atto dei lavori di sistemazione, per la mitigazione del rischio frana, atti a risolvere il pericolo;
- non sussistono vincoli di natura paesaggistica e/o archeologica;
- non è presente, sino alle profondità interessate, alcuna falda acquifera.

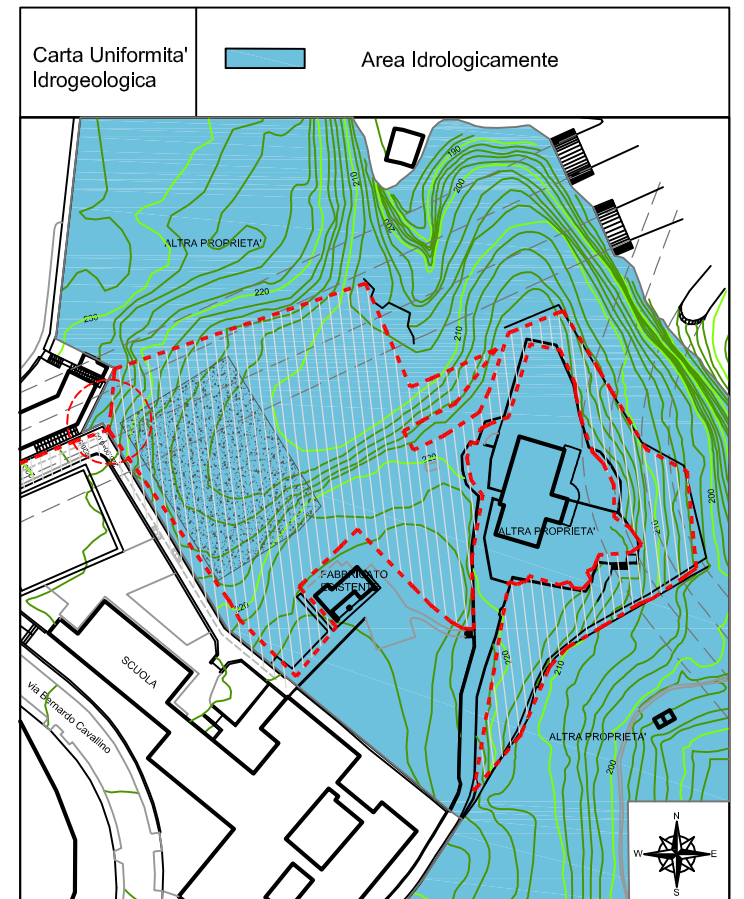
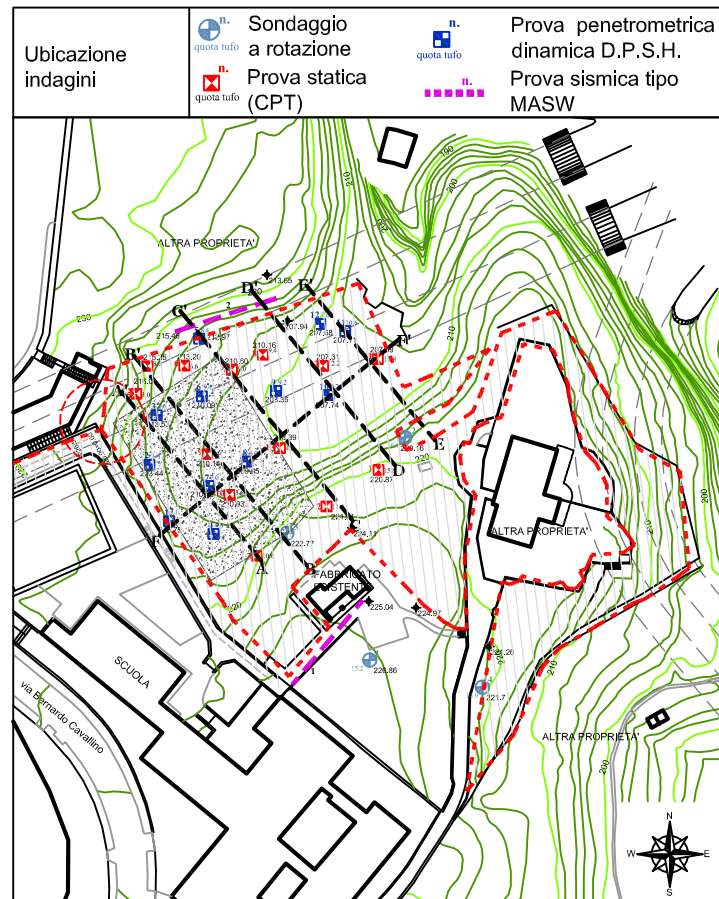
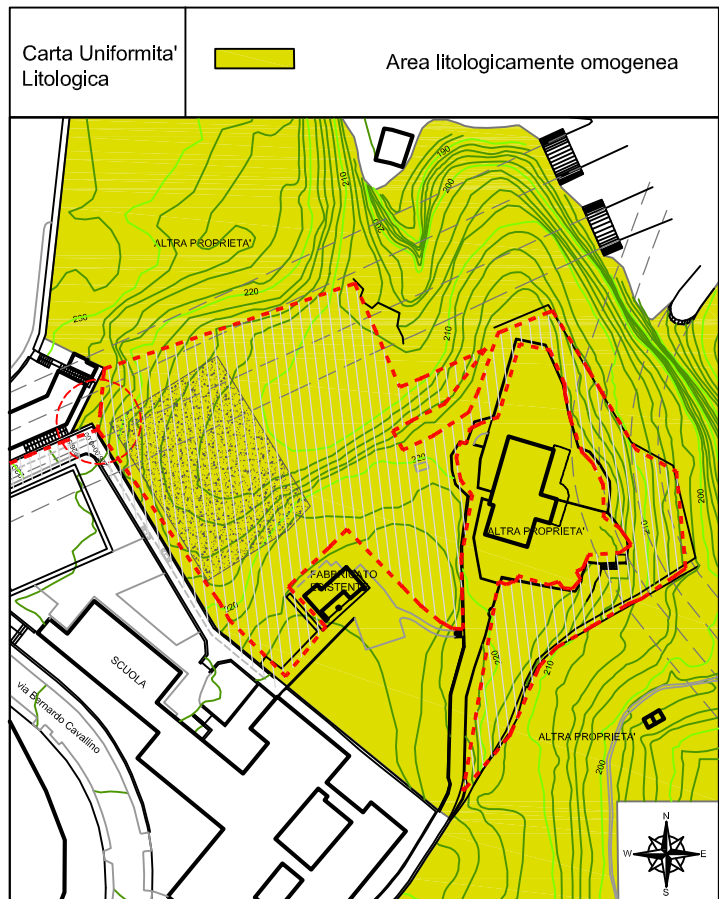
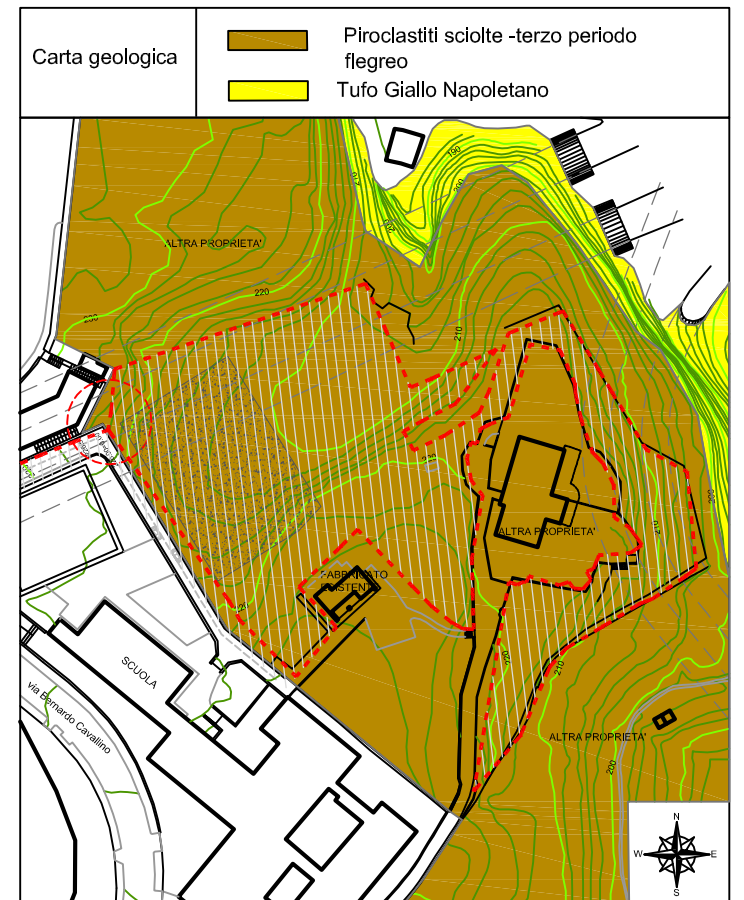
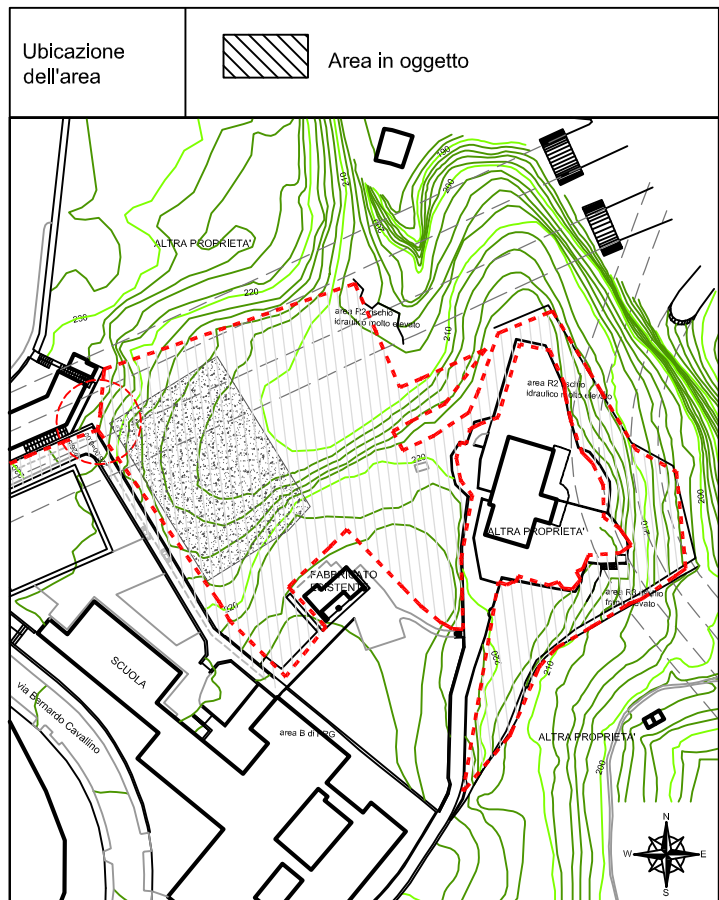
In conclusione, allo stato attuale, non ci sono ostacoli di natura geologico-tecnica che possono precludere la realizzazione del progetto.

Napoli, 16-02-2015

Release 5a

Dott. Geol.
Fabrizio Pisani Massamormile



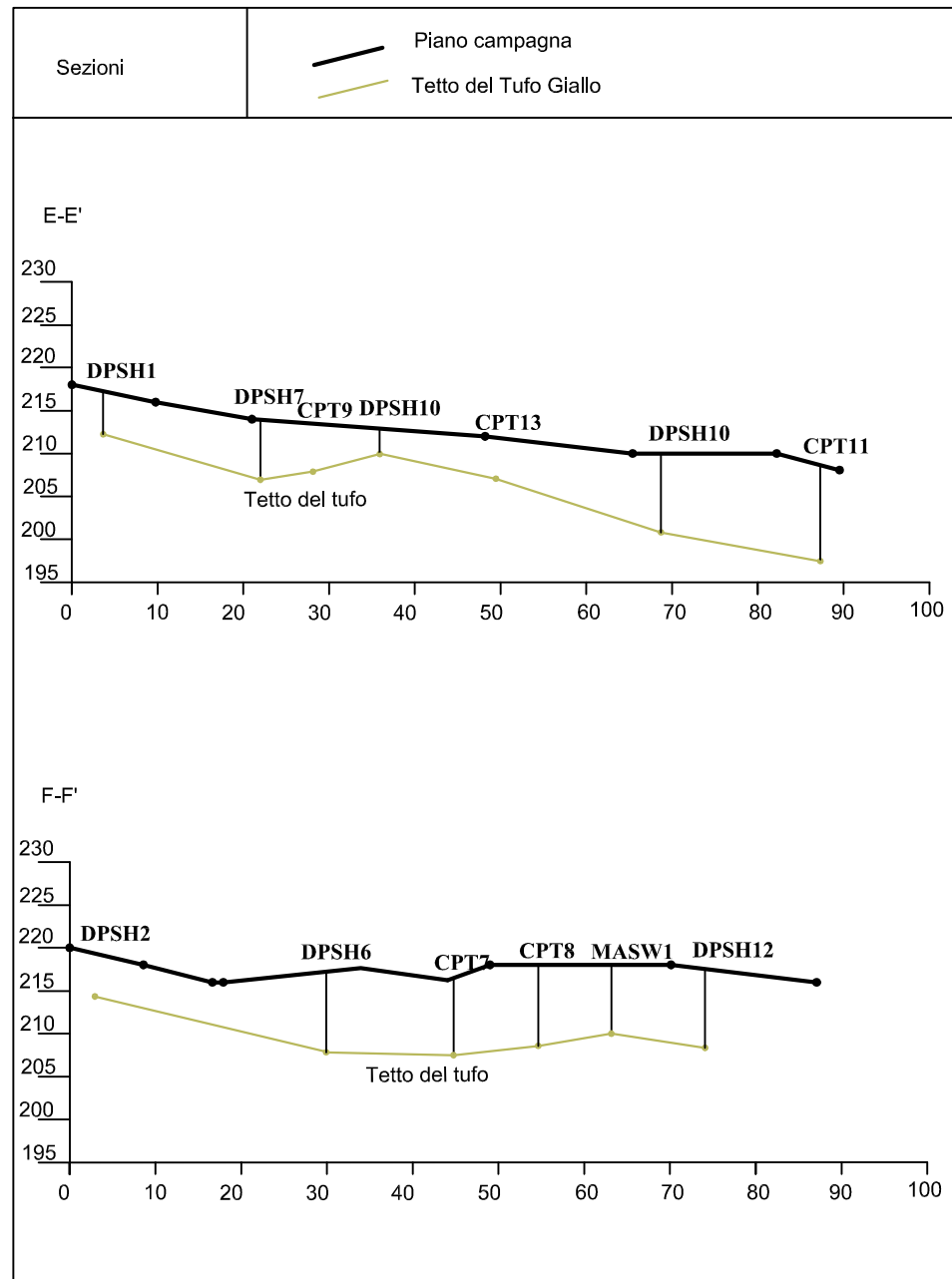
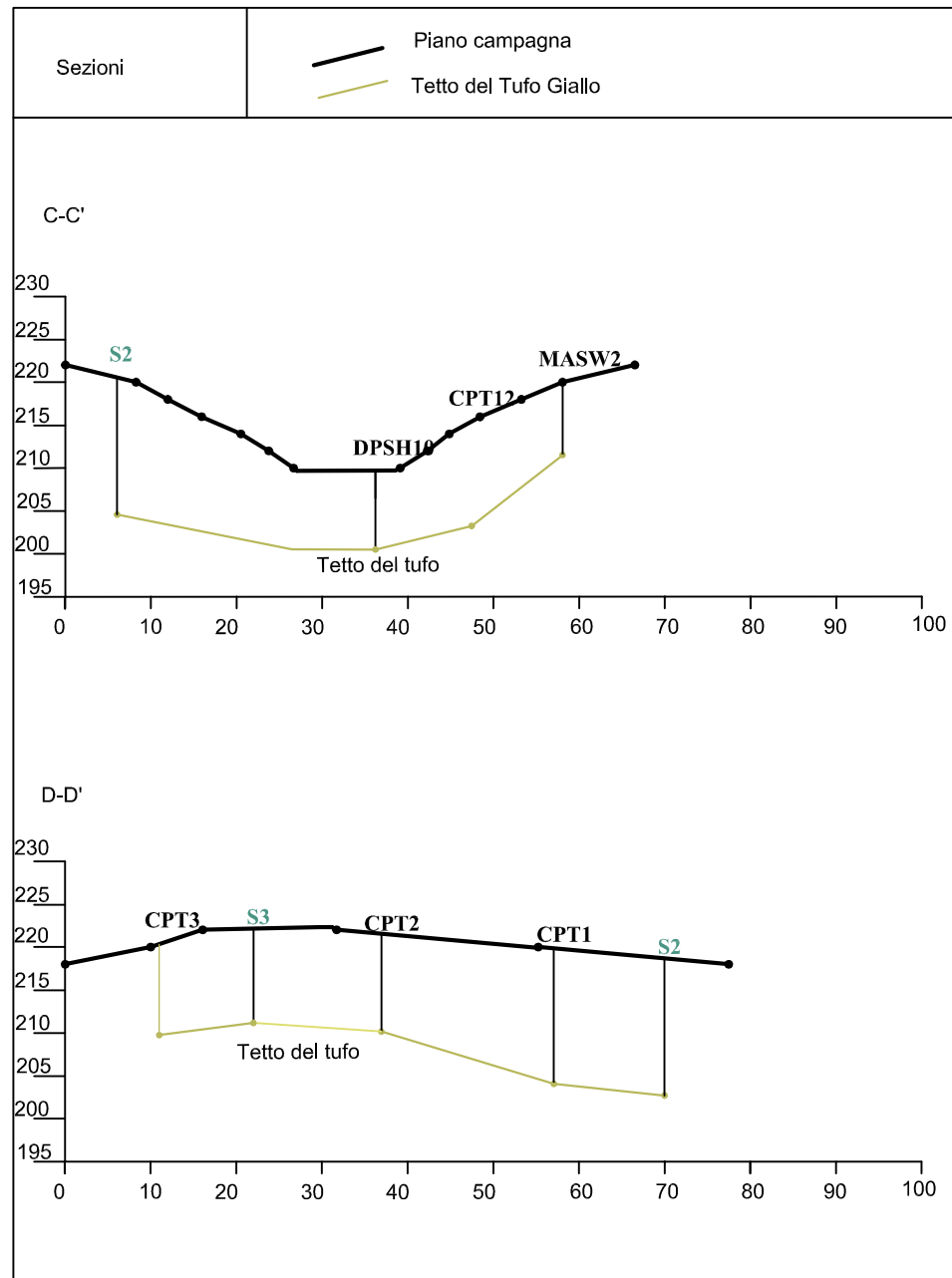
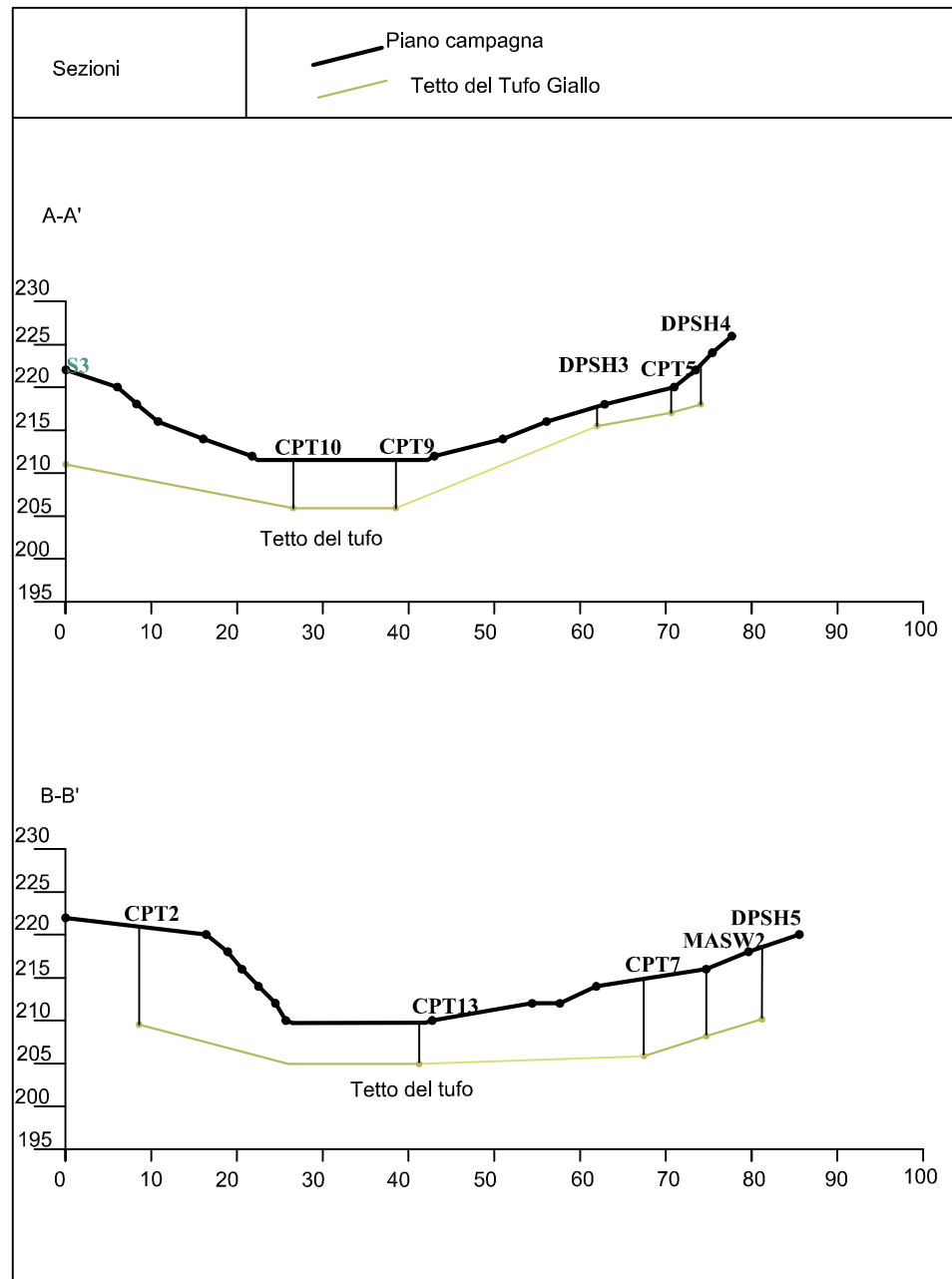


caposaldo chiodo a terra
 coordinate UTM X= 435163,5102
 Y=4523570,6380

perimetro di intervento PUA
 perimetro aree inaccessibili

area di intervento PUA
 10.720 mq

massimo ingombro fabbricato di progetto

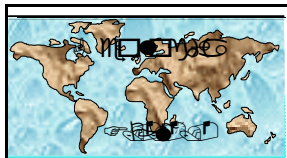


RELAZIONE IDROGEOLOGICA


Lionello Lupi

LE DRIADI s.r.l.
L'Amministratore
[Signature]

 COMUNE DI NAPOLI MUNICIPALITÀ V	Piano urbanistico attuativo Parco Urbano di quartiere con attrezzature sportive ad uso pubblico Le Driadi Village ambito 36 Scudillo Via Bernardo Cavallino 64 Napoli	PROPRIETÀ Le Driadi s.r.l.	PROGETTO Ing. Lionello Lupi	DESCRIZIONE RELAZIONE IDROGEOLOGICA	PROGETTO III FASE PUA	REV 8/A del 17.01.2019
						scala



**PUA DI INIZIATIVA PRIVATA AMBITO 36 "SCUDILLO" DELLA VARIANTE GENERALE AL PRG
STRALCIO AREA IN VIA B. CAVALLINO N. 64 - "LE DRIADI VILLAGE"**

Proponente: "Le Driadi s.r.l."

RELAZIONE IDROGEOLOGICA

Premessa

Nella presente relazione idrologica, relativa al "Progetto di Piano Urbanistico Attuativo per la realizzazione di attrezzature sportive e ricreative di interesse pubblico "LE DRIADI" - AMBITO 36 - SCUDILLO - Via Bernardo Cavallino", si analizzano le condizioni morfologiche, geologiche ed idrogeologiche del sito.

(Ubicazione dell'Area).

Morfologia

L'area in oggetto presenta una morfologia varia, con una zona valliva centrale ed i versanti che convergono verso il vallone che quindi funge da impluvio naturale. A monte il vallone è chiuso da un alto muro di contenimento che sorregge un'area pianeggiante occupata da un edificio scolastico e dalle aree a suo servizio. Verso valle la conca precipita verticalmente con un salto di quota di circa 60 metri, verso il vallone dei Gerolomini, e di circa 30 metri sulla sede viaria della Tangenziale di Napoli, nella zona dello svincolo "zona ospedaliera".

Le direzioni delle pendenze sono variabili: il pendio dell'area centrale è in direzione nord-nord-est, mentre lateralmente sono presenti i due versanti che, rispettivamente mostrano pendenze in direzione sud-est e nord-ovest.

Inoltre, il progetto interessa anche una piccola area, al di fuori del citato vallone, che mostra un pendio in direzione est.

Per quanto riguarda le pendenze, si passa da zone quasi totalmente pianeggianti, come ad esempio le superfici dove presenti piazzali asfaltati o edifici, fino ad aree con pendenze anche sub verticali. Le quote variano tra +228 e +206 metri s.l.m.m.

(Tav. 1 - Carta delle Pendenze)

Il sito è ubicato in un'area poco antropizzata dove sono presenti solo un casolare rurale abbandonato ed una villa multifamiliare, che però non è inserita nell'ambito del progetto; le aree circostanti, invece vedono una forte presenza antropica, tra gli edifici di Via Bernardo Cavallino e l'asse viario della Tangenziale di Napoli, rappresentato non solo dalle carreggiate principali, ma anche dagli svincoli Arenella e Zona Ospedaliera.

Inoltre, al di sotto del settore settentrionale del sito corrono le due gallerie, parallele, della Tangenziale di Napoli, in direzione nord-est, sud-ovest.

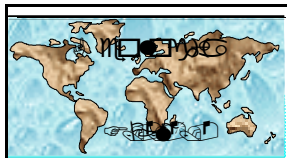
Rischio di frana

Per quanto riguarda il rischio frana, i sopralluoghi effettuati e le indagini geomorfologiche eseguite hanno rivelato alcune situazioni d'instabilità; in particolare sussiste un importante fenomeno franoso, immediatamente all'esterno dell'area di competenza del progetto, nella parte morfologicamente più bassa del vallone centrale.

La frana in atto interessa i luoghi posti al di sopra dell'imbocco delle gallerie Vomero della Tangenziale di Napoli ed il ciglio della scarpata in dissesto, ad oggi, è posto a pochi metri oltre il confine delle particelle catastali interessate dal progetto.

(Carta della Stabilità)

Trattasi di una tipologia di frana molto particolare in quanto sono interessati materiali piroclastici effettivamente sciolti, ma dotati di un alto grado di coesione apparente. Per tal motivo si ha una nicchia di distacco con pareti sub verticali, mentre l'effettivo movimento di frana è da classificare come scorrimento



rotazionale, nel suo momento iniziale di movimento, ma tramutabile immediatamente in flusso di terra, in quanto se il materiale s'imbibisce d'acqua perde ogni segno di coesione. In definitiva, secondo la classificazione proposta da Varnes nel 1978 e successivamente integrata da Cruden nel 1996, trattasi di una *frana* complessa/composita (complex).

Questi movimenti si esplicitano in tempi molto rapidi, in particolar modo durante (o immediatamente dopo) eventi atmosferici piovosi di particolare cospicuità. Inoltre, la situazione è aggravata dalla presenza di alcune tubazioni di scarico di acque le quali, danneggiate proprio in corrispondenza di una parte della nicchia di distacco della frana, versano i propri trasporti in maniera non regimentata nell'area di frana.

Le descritte situazione, verificata più volte sui luoghi, è in progresso per cui, in tempi brevi, la naturale evoluzione comporterà un arretramento topografico della nicchia di distacco che andrà ad interessare i suoli di competenza de "Le Driadi s.r.l."

Altra situazione di frana è stata rilevata al confine con la viabilità a servizio dei fabbricati al civico di Via Bernardo Cavallino 70. Qui i terreni interessati sono sempre piroclastici, ma la frana in atto è classificabile come flusso di terra, sempre secondo la classificazione proposta da Varnes nel 1978 e successivamente integrata da Cruden nel 1996.

(Carta della Stabilità)

Il dissesto ha generato un solco profondo oggi circa un metro e mezzo, nella sua parte più alta, a ridosso del muro di confine con le aree del condominio sopra citato, mentre più in basso ha distrutto i terrazzamenti edificati tempo fa per mitigare il rischio frana, presenti ai lati di detta fenditura. Trattasi di un fenomeno di entità di gran lunga inferiore rispetto a quello descritto in precedenza, ma che comunque deve essere interessato da una sistemazione in tempi brevi.

Lo studio della cartografia del Piano Regolatore Generale in tema, tavola 12/03 "vincoli geomorfologici", riporta che la maggior parte del sito in oggetto è incluso nel campo indicato come "area ad instabilità bassa"; solo l'area più in prossimità dell'imbocco delle gallerie della Tangenziale di Napoli è classificata come "area a instabilità media e alta". Dato, però, il rapporto cartografico in cui è redatta

detta carta (1:10.000), non è possibile identificare con precisione se il limite di separazione tra le due aree a diversa classificazione ricade o meno nelle particelle catastali di competenza del presente progetto.

Indagini eseguite

Date le caratteristiche morfologiche del luogo è stato dapprima eseguito un rilievo di superficie finalizzato a determinare gli affioramenti esistenti e le tipologie litologiche che interessano l'area.

Una volta individuato quanto si è potuto osservare dal rilievo geologico di superficie, si è passati alla progettazione ed esecuzione della campagna d'indagini geologiche in situ, che sono consistite in:

n° 4 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, spinti sino ad una profondità massima di 30 metri dal p.c.;

prelievo ed analisi di due campioni di tufo;

n° 15 prove penetrometriche dinamiche S.P.T., in foro;

n° 13 prove penetrometriche statiche CPT, spinte fino al rifiuto strumentale;

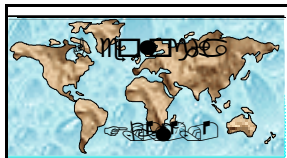
n° 12 prove penetrometriche dinamiche pesanti continue D.P.S.H., spinte fino al rifiuto strumentale;

n° 2 prove sismiche tipo "MASW"

Tali tipo e quantità d'indagini sono state finalizzate a:

- individuare la precisa successione stratigrafica del sottosuolo;
- caratterizzare geotecnicamente i litotipi presenti;
- individuare la profondità del tetto del Tufo Giallo Napoletano;
- verificare la eventuale presenza di una falda acquifera.

L'esecuzione delle operazioni è stata affidata alla Tecno In S.p.A. la quale, al termine della campagna d'indagine ha prodotto la relazione allegata al presente elaborato, a cui si fa riferimento.



L'ubicazione dei punti di prova è stata definita dallo scrivente, in modo tale da investigare uniformemente il territorio interessato dal progetto, intensificando le indagini laddove sono previste le opere di maggiore impatto sul sottosuolo. Gli effettivi punti utilizzati per le indagini sono stati successivamente georeferenziati.

(Relazione Tecno in - pag.4 e allegato 1)

Per quanto riguarda le caratteristiche tecniche delle attrezzature utilizzate si rimanda alla relazione della Tecno In.

Inquadramento geologico

Il rilievo di superficie ha permesso d'individuare la presenza, in affioramento, del Tufo Giallo Napoletano, nella parte nord-est del vallone, dove vi sono le pareti sub verticali, in corrispondenza dell'imbocco delle gallerie della Tangenziale di Napoli. La restante parte dell'area è interessata, invece, da piroclastiti sciolte, di natura e composizione varia, che affiorano lungo le parti sub verticali delle gradonature esistenti; nelle aree pianeggianti il suolo humificato ricopre il tutto, senza soluzione di continuità con le piroclastiti sottostanti.

(Tav. 3 - Carta Geologica)

Idrogeologia

Dal punto di vista idrogeologico, la successione incontrata risulta disomogenea nella sua verticalità, ma omogenea come complesso idrogeologico, in senso orizzontale.

(Tav. 4 - Carta dell'Uniformità Idrogeologica).

I primi metri di sottosuolo, costituiti da materiale sciolto di origine piroclastica, al di sopra della formazione del Tufo Giallo Napoletano, presentano una permeabilità medio-bassa per porosità, mentre, immediatamente dopo si passa ad una porosità prevalente per fessurazioni, tipica e caratteristica del tufo.

Nonostante la differenza nel tipo di permeabilità, le indagini dirette eseguite non hanno incontrato ristagni di acque di percolazione.

Dal punto di vista granulometrico, la piroclastite passa da frazioni descrivibili come sabbie a litologie ascrivibili ai limi, con passaggi sfumati e spesso indefinibili. Perciò per quanto riguarda il coefficiente di permeabilità, bisogna considerare le litologie piroclastiche sciolte come un unico complesso perché la loro estrema eterogeneità granulometrica modifica il percorso delle acque, sia in verticale che in orizzontale, anche a scala decimetrica.

Essendo, quindi, impossibile ricostruire puntiformemente una variabilità così spinta, è indispensabile osservare il complesso litologico nel suo insieme, come un'unica formazione, dal comportamento idrogeologico omogeneo a grande e media scala. A tale complesso è possibile assegnare il seguente campo di variabilità per quanto riguarda il coefficiente di permeabilità di Darcy:

$$10^{-4} < K < 10^{-7}$$

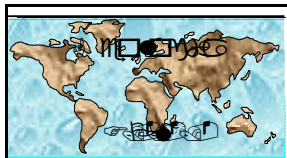
Per quanto riguarda il tufo la situazione è più difficilmente definibile.

In letteratura è possibile leggere diverse esperienze di laboratorio che danno risultati contrastanti. Infatti, se si fa riferimento alla classificazione relativa ai terreni, il tufo è classificabile tra le categorie di bassa o molto bassa permeabilità, in quanto essendo un derivato da ricaduta piroclastica, è dotato di un certo grado di porosità, pur essendo ascrivibile tra le rocce semi-litoidi. Se, invece, si fa riferimento alle rocce lapidee, il tufo è classificabile come permeabilità elevata, con coefficienti anche fino a 10^{-10} cm/sec-1.

Volendo caratterizzare questo litotipo, quindi, nel suo complesso generale, non essendo fattibile studiare con precisione il livello di fratturazione in posto della formazione, è possibile affermare che, non avendo rinvenuto alcun tipo di ristagno di acque di percolazione al contatto stratigrafico piroclastite/tufo, il coefficiente di permeabilità è di sicuro più elevato rispetto a quello del complesso piroclastico.

In conclusione, per tutto quanto sopra citato e a seguito delle indagini eseguite, è chiaro che non vi è presenza di una falda acquifera alle profondità interessate.

Per quanto riguarda il P.R.G. del Comune di Napoli, la cartografia allegata, relativamente al rischio idraulico (Carta della pericolosità idraulica), non include la maggior parte del sito in oggetto in



alcun settore vincolato; solo l'area più in prossimità dell'imbocco delle gallerie della Tangenziale di Napoli è classificata come "area a suscettibilità di allagamento". Dato, però, il rapporto cartografico in cui è redatta detta carta (1:20.000), non è possibile identificare con precisione il limite della zona interessata da questo vincolo.

In ogni caso, analizzando con precisione i progetti relativi alle aree interessate dall'intervento in oggetto, si evince che i siti attinenti al progetto non ricadono nelle zone a rischio idraulico.

Conclusioni

La presente relazione idraulica è relativa al "Progetto di Piano Urbanistico Attuativo per la realizzazione di attrezzature sportive e ricreative di interesse pubblico "LE DRIADI" - AMBITO 36 - SCUDILLO - Via Bernardo Cavallino".

(Ubicazione dell'Area).

Unitamente a ciò è stata condotta anche un'indagine bibliografica, cartografica e sitografica, per completare le conoscenze acquisite in situ.

In base ai risultati scaturiti, ai sensi dalle considerazioni sopraesposte, considerando lo stato dei luoghi, i tipi di manufatti da edificare e le caratteristiche del sottosuolo, è possibile affermare che non è presente, sino alle profondità interessate, alcuna falda acquifera.

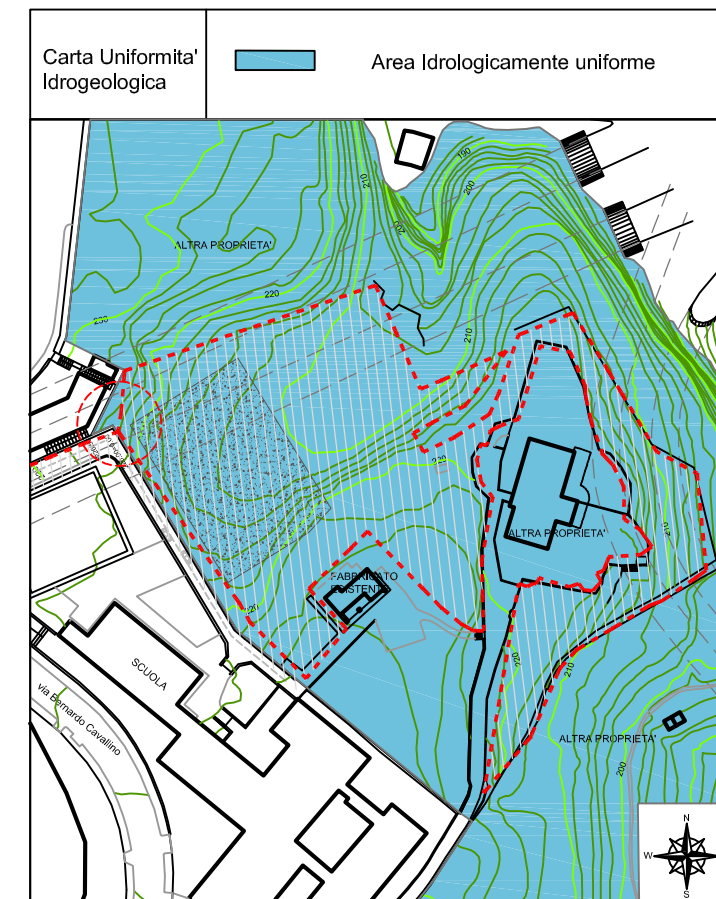
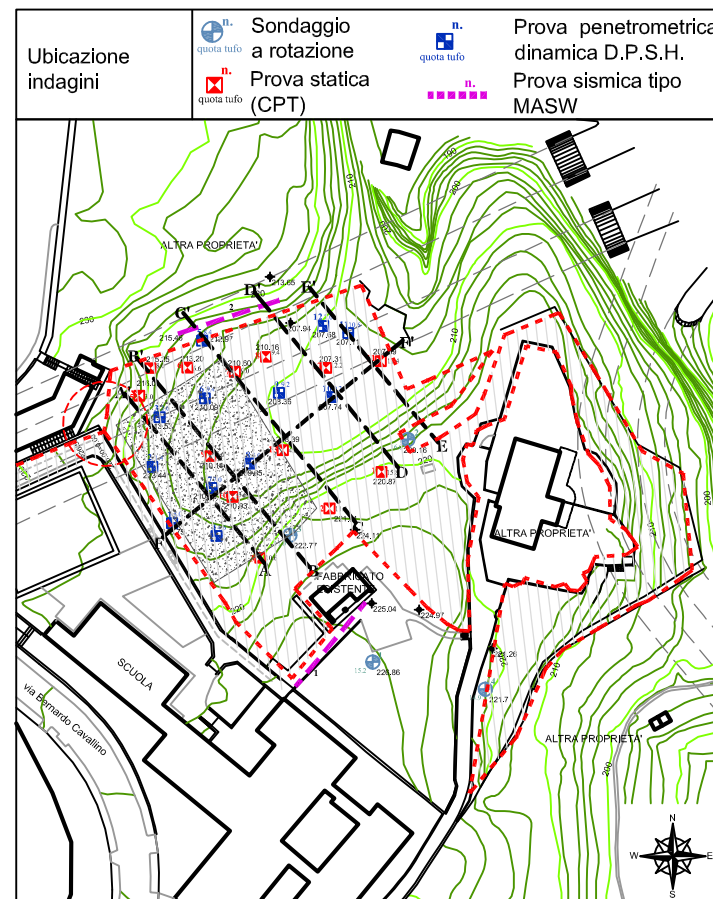
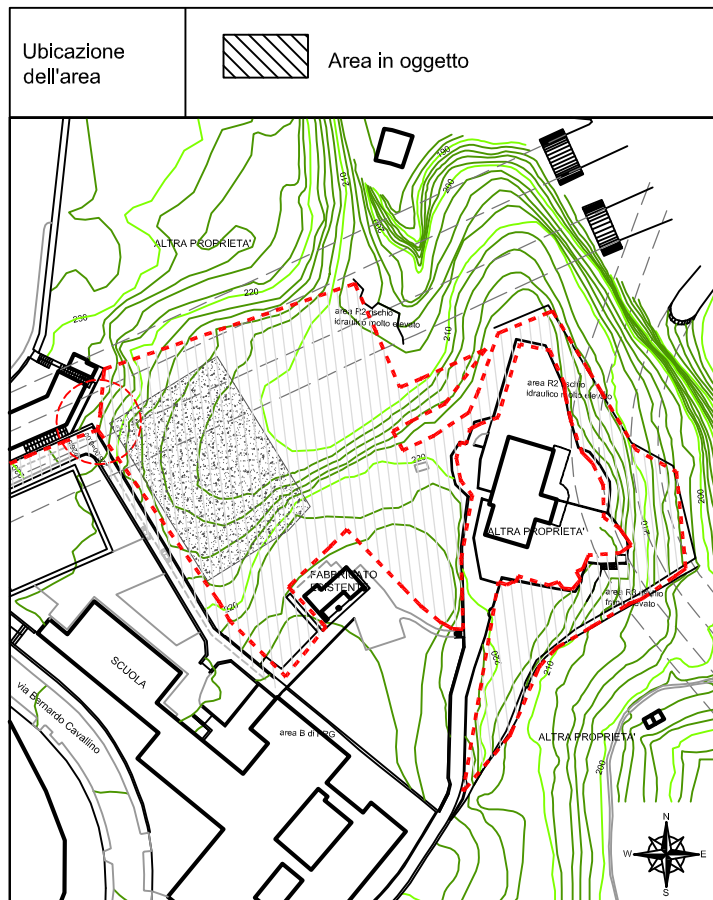
In conclusione, allo stato attuale, non ci sono ostacoli di natura idrogeologico che possono precludere la realizzazione del progetto, a meno degli'interventi per la risoluzione dei dissesti descritti.

Napoli, 16-02-2015

Release 5A

Dott. Geol.
Fabrizio Pisani Massamormile





caposaldo chiodo a terra
 coordinate UTM X= 435163,5102
 Y=4523570,6380

perimetro di intervento PUA
 perimetro aree inaccessibili

area di intervento PUA
 10.720 mq

massimo ingombro fabbricato di progetto

RELAZIONE GEOTECNICA


Lionello Lupi

LE DRIADI s.r.l.
L'Amministratore
[Signature]

 COMUNE DI NAPOLI MUNICIPALITÀ V	Piano urbanistico attuativo Parco Urbano di quartiere con attrezzature sportive ad uso pubblico Le Driadi Village ambito 36 Scudillo Via Bernardo Cavallino 64 Napoli	PROPRIETÀ Le Driadi s.r.l.	PROGETTO Ing. Lionello Lupi	DESCRIZIONE RELAZIONE GEOTECNICA	PROGETTO III FASE PUA	REV 8/A del 17.01.2019
						scala



**PUA DI INIZIATIVA PRIVATA AMBITO 36 “SCUDILLO” DELLA VARIANTE GENERALE AL PRG
STRALCIO AREA IN VIA B. CAVALLINO N. 64 - “LE DRIADI VILLAGE”**

PROPONENTE: “LE DRIADI S.R.L.”

RELAZIONE GEOTECNICA

INDAGINE ESEGUITE

I luoghi in esame presentano un andamento piano altimetrico molto variabile che ha permesso di eseguire un rilievo di superficie finalizzato a determinare gli affioramenti litologici esistenti e le tipologie geologiche che interessano l'area.

(Ubicazione dell'area)

Successivamente al rilievo di superficie, si è passati alla progettazione ed esecuzione della campagna d'indagini geologiche in situ, che sono consistite in:

- n° 4 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, spinti sino ad una profondità massima di 30 metri dal p.c.;
- prelievo ed analisi di due campioni di tufo;
- n° 15 prove penetrometriche dinamiche S.P.T., in foro;
- n° 13 prove penetrometriche statiche CPT, spinte fino al rifiuto strumentale;
- n° 12 prove penetrometriche dinamiche pesanti continue D.P.S.H., spinte fino al rifiuto strumentale;
- n° 2 prove sismiche tipo “MASW”

Tali tipo e quantità d'indagini sono state finalizzate a:

- ✓ individuare la precisa successione stratigrafica del sottosuolo;
- ✓ caratterizzare geotecnicamente i litotipi presenti;
- ✓ individuare la profondità del tetto del Tufo Giallo Napoletano;
- ✓ verificare la eventuale presenza di una falda acquifera.

L'esecuzione delle operazioni è stata affidata alla Tecno In S.p.A. la quale, al termine della campagna d'indagine ha prodotto la relazione allegata al presente elaborato, a cui si fa riferimento.

L'ubicazione dei punti di prova è stata definita dallo scrivente, in modo tale da investigare uniformemente il territorio interessato dal progetto, intensificando le indagini laddove sono previste le opere di maggiore impatto sul sottosuolo. Gli effettivi punti utilizzati per le indagini sono stati successivamente georeferenziati dalla ditta esecutrice le indagini.

(Relazione Tecno in - pag.4 e allegato 1)

Per quanto riguarda le caratteristiche tecniche delle attrezzature utilizzate si rimanda alla relazione della Tecno In.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

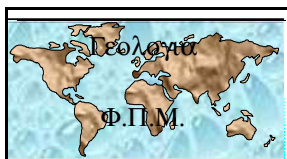
Il rilievo di superficie ha permesso d'individuare la presenza, in affioramento, del Tufo Giallo Napoletano, nella parte nord-est del vallone, dove vi sono le pareti sub verticali, in corrispondenza dell'imbocco delle gallerie della Tangenziale di Napoli. La restante parte dell'area è interessata, invece, da piroclastiti sciolte, di natura e composizione varia, che affiorano lungo le parti sub verticali delle gradonature esistenti; nelle aree pianeggianti il suolo humificato ricopre il tutto, senza soluzione di continuità con le piroclastiti sottostanti.

(Carta Geologica)

SONDAGGI GEOGNOSTICI

L'attrezzatura utilizzata dalla Tecno In s.p.a. per l'esecuzione dei sondaggi geognostici ha permesso di condurre delle terebrazioni solo nella parte sud orientale del sito.

Tutte le terebrazioni hanno attraversato, dopo il primo spessore di suolo humificato, il banco di piroclastiti sciolte, intercettando poi il tufo a profondità variabili.



GEOTECNICA

Per una precisa caratterizzazione geotecnica delle litologie presenti, sono state eseguite delle diverse prove in situ, che sono consistite nell'esecuzione di:

- 15 prove penetrometriche in foro (SPT).
- 13 penetrometrie statiche (Cpt);
- 12 prove penetrometriche dinamiche (D.P.S.H.)

Quanto eseguito permette anche di ottemperare alle vigenti leggi e disposizioni, in particolare al D.M. 14 gennaio 2008, par. 6.2.2 delle N.T.C. 2008 ed alle prescrizioni contenute nella comunicazione della Giunta Regionale della Campania – Area Generale di Coordinamento – Lavori Pubblici del 27.10.2009, prot. 2009.0921045 e successive variazioni.

Le prove sono, infatti, certificate da un laboratorio inserito nell'elenco depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture, così come previsto all'art 59 del DPR 6.6.2001, n. 380 e successive variazioni.

(rif. relazione Tecno In – allegati 3, 4, 5)

Standard Penetration Test (SPT)

Le Standard Penetration Tests (SPT) sono prove eseguite nei fori di sondaggio e possono sostituirsi al prelievo di campioni indisturbati nei terreni con caratteristiche granulometriche sciolte o semi-sciolte, anche in falda, sino a profondità di diverse decine di metri. Lo scopo è quello di misurare lo stato di addensamento delle litologie non litoidi, in funzione del numero di colpi eseguiti; inoltre, è possibile anche risalire alla definizione di alcuni parametri geotecnici utili all'identificazione delle caratteristiche dei terreni.

L'esecuzione della prova consiste nel misurare il numero di colpi (N_{spt}) necessari per far penetrare per trenta centimetri nel terreno un tubo campionatore, dopo aver effettuato un avanzamento preliminare di quindici centimetri, indispensabile per superare possibili detriti accumulati sul fondo dello scavo. L'intera procedura è standardizzata a livello internazionale ed approvata dall'A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana).

Nei quattro fori di sondaggio eseguiti sono state condotte delle prove penetrometriche atte a definire alcuni parametri geotecnici, direttamente in situ, alla profondità più significative in relazione a quanto già rilevato ed al progetto da eseguire.

In particolare sono state eseguite n° 15 prove, così distribuite:

Sondaggio	Numero prove S.P.T.	Profondità di prova (m)
1	4	3,40÷3,85 – 5,80÷6,25 – 9,20÷9,65 – 11,70÷12,15
2	4	3,40÷3,85 – 6,20÷6,65 – 9,00÷9,45 – 11,60÷12,05
3	3	3,60÷4,05 – 6,50÷6,95 – 9,40÷9,85
4	4	2,90÷3,35 – 6,20÷6,65 – 10,00÷10,45 – 13,20÷13,65

S.P.T. in Sondaggio n°1

La prova n° 1 è stata eseguita in uno stato sabbioso, con presenza di limo e pomici minute, con risultati abbastanza scadenti. Il valore utile, infatti, è $N_{spt} = 6$.

La seconda prova ha attraversato una litologia sabbioso-limoso, con sottili livelli di pomici, dando come valore utile $N_{spt} = 14$.

Un livello a prevalenza pomiceo è stato attraversato dalla prova n° 3, riportando un valore utile per l' $N_{spt} = 12$

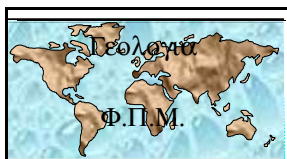
L'ultima prova ha dato come risultato utile per l' $N_{spt} = 22$, avendo attraversato una litologia più consistente, sempre di tipo sabbioso-limoso, con presenza di pomici.

Ai sensi della parametrizzazione geotecnica si ritengono appena sufficienti i valori riportati nelle prove 2, 3 e 4, in quanto trattasi di terreni in *medio stato di addensamento* con un valore di *Densità Relativa* (D_r) compreso tra 0,4 e 0,6.

S.P.T. in Sondaggio n°2

La prima prova ha dato come risultato utili un valore di $N_{spt} = 4$, in un livello di ceneri medio-fini, con presenza di limo e rare pomici.

La prova n° 2 è stata condotta in una litologia simile alla precedente ed ha mostrato un risultato identico: $N_{spt} = 4$.



Per quanto riguarda la terza verifica la cinerite incontrata è allo stato rimaneggiato e ha fornito un $N_{spt} = 19$.

La quarta e ultima analisi ha interessato la stessa litologia precedente, ma ha dato come risultato un valore utile di $N_{spt} = 10$.

In questa terebrazione solo nella terza prova si è raggiunto un numero di colpi sufficienti per definire lo strato *mediamente addensato* a cui è possibile attribuire un valore di *Densità Relativa* (Dr) di 0,4.

S.P.T. in Sondaggio n°3

Nel sondaggio n° 3 sono state eseguite solo tre prove SPT, in quanto già a circa undici metri di profondità è stata incontrata la formazione litoide del Tufo Giallo Napoletano.

La prima prova ha fornito il solito risultato scadente, in relazione alle caratteristiche geotecniche del litotipo. Trattasi di cineriti sabbioso-limose, con rare pomici incluse, che ha risposto alla sollecitazione della prova con un valore di $N_{spt} = 8$.

La prova n° 2, invece, ha dato risultati un po' più soddisfacenti, facendo registrare un $N_{spt} = 25$; ciò indica che la cinerite sabbioso-limosa attraversata è da classificare come *mediamente addensata*.

Anche la terza indagine ha fornito un risultato simile, con $N_{spt} = 24$. In questo caso si è attraversata la caratteristica pozzolana, spesso presente al tetto del Tufo Giallo, che presenta sempre caratteristiche granulometriche meno limose e più ghiaiose, con *addensamento di tipo medio*.

S.P.T. in Sondaggio n°4

Le prime tre prove eseguite nel sondaggio n° 4 hanno fornito risultati piuttosto scadenti; solo la quarta ha riscontrato uno stato dei terreni con addensamento leggermente superiore.

La prima prova, infatti, eseguita, praticamente, nella coltre superficiale di ricoprimento, sebbene si fosse a circa tre metri di profondità, ha riscontrato un $N_{spt} = 3$; la seconda non è andata molto oltre, registrando un $N_{spt} = 5$, benché il campionatore si trovasse ad oltre sei metri di profondità.

Infine, sia le terza, che a quarta indagine hanno esibito valori utili di N_{spt} appena sufficienti per permettere di classificare i terreni come *mediamente addensati*; infatti, i risultati sono stati

rispettivamente pari a 11 e 14 colpi. Le litologie attraversate sono sempre state delle cineriti a granulometria fine e/o medio fine.

Prove Penetrometriche Statiche (Cpt – Cone Penetration Test)

Le Prove Penetrometriche Statiche (Cpt) sono uno dei metodi d'indagine in situ più utilizzati, sia per la semplicità di esecuzione, che per la qualità dei risultati ottenibili. Soprattutto è importante sottolineare che questa indagine permette il calcolo dei parametri geotecnici lungo tutta la verticale di prova, in maniera continua.

Il metodo consiste nel far avanzare nel terreno una punta conica, spinta dalla pressione praticata dalla macchina, preventivamente ancorata al suolo. I valori di carico esercitati sono registrati da due manometri, collegati alla punta ed al manicotto laterale. In questo modo è possibile registrare la resistenza laterale (R_l) ed alla punta (R_p) che offrono i litotipi attraversati; successivamente, in fase di elaborazione dati, attraverso opportuni calcoli e tabelle di conversione, è possibile risalire non solo alla natura litologica dei terreni attraversati, ma soprattutto è possibile calcolare alcuni fondamentali parametri geotecnici:

- peso nell'unità di volume (γ')
- tensione verticale geostatica ($\delta'vo$)
- coesione non drenata (Cu)
- grado di sovra consolidazione (OCR)
- densità relativa (Dr)
- angolo di attrito naturale (ϕ)
- modulo di deformazione edometrico (Mo)

Per l'ubicazione delle prove si fa riferimento alla relazione fornita dalla ditta esecutrice delle indagini, Tecno In s.p.a., in allegato 1 – planimetria con ubicazione delle indagini.

In linea generale, è possibile affermare che i risultati ottenuti sono molto simili nelle diverse prove. Naturalmente cambiano gli spessori degli strati e le profondità, ma le caratteristiche geotecniche rimangono le stesse.

Siamo in presenza di litotipi dalle caratteristiche geotecniche variabili, ma che, normalmente, migliorano con la profondità. I primi metri risultano molto sciolti, poco addensati e con resistenza meccanica decisamente scadente; più in profondità le condizioni migliorano, ma non tanto da permettere



di dire che i terreni attraversati sono in possesso di qualità geotecniche sufficienti per poter essere utilizzati come piani di appoggio per fondazioni.

Proprio per quest'ultimo motivo, di seguito, si espongono una serie di valori medi per i parametri geotecnici citati. I diversi strati mostrano una variabile componente coesiva e/o granulare, a seconda del tipo di messa in posto e di rimaneggiamento subito; inoltre risulta praticamente impossibile correlare con precisione i vari orizzonti individuati durante le molteplici prove eseguite, per cui tutto ciò rende impossibile una suddivisione in strati, dal punto di vista geotecnico, del complesso piroclastico sciolto. Infine, non potendo esser sede di piani fondazionali, si preferisce considerare tutto il complesso piroclastico sciolto come un'unica formazione che agirà sulle fondazioni come un unico blocco, sia in senso della spinta laterale, che per quanto riguarda il carico verticale.

L'analisi dei risultati ottenuti permette di definire, in linea di massima quanto segue, in riferimento ai parametri geotecnici di maggior significato.

Peso nell'unità di volume (γ')

Per quanto riguarda il peso nell'unità di volume il valore è costantemente registrato in 1,85 t/m³, ma c'è da sottolineare che questo tipo di prova sopravvaluta sempre detto parametro. Per tal motivo, correlando queste prove con le altre eseguite, in base a molteplici esperienze personali dello scrivente e analizzando la letteratura tematica esistente è da preferire l'attribuzione di un valore medio di $\gamma' = 1,50$ t/m³ alle litologie piroclastiche sciolte individuate.

Tensione verticale geostatica ($\delta'vo$)

La tensione verticale geostatica è risultata essere piuttosto scadente, con valori inferiori allo zero, fino anche ad oltre cinque metri dal piano campagna. Solo nella prima prova si è registrato un dato leggermente inferiore a 3 kg/cm², a poco meno di quindici metri dal p.c.. Inoltre, ad avvalorare la scarsa affidabilità del parametro $\delta'vo$, nel caso in esame, c'è da considerare che le prove CPT, come già citato, sopravvalutano il parametro γ' .

Coesione non drenata (Cu)

Per la coesione non drenata, è preferibile non prendere in considerazione alcun valore in quanto la possibile coesione che queste litologie spesso mostrano è di tipo apparente, data dall'umidità del materiale stesso.

Sovra consolidazione (OCR)

Di conseguenza anche il grado di sovra consolidazione calcolato è da scartare, in quanto questa misura è calcolata proprio in base ai valori di Cu e $\delta'vo$.

Densità relativa (Dr)

La densità relativa rappresenta un parametro importante per i terreni a granulari in quanto permette di definirne lo stato di addensamento e valutare l'esposizione al pericolo di liquefazione, durante un evento sismico, nel caso mostri valori bassi.

I valori registrati risultano essere molto variabili, addirittura nell'ordine anche dei dieci centimetri. Ciò testimonia l'estrema eterogeneità dei materiali e non permette di definire con precisione un'uniforme successione a strati del sottosuolo. Pertanto, sono stati calcolati dei valori medi per ogni prova, esposti nella seguente tabella:

CPT1	CPT2	CPT3	CPT4	CPT5	CPT6	CPT7	CPT8	CPT9	CPT10	CPT11	CPT12	CPT13
41,89	45,41	50,08	28,30	18,30	34,76	24,55	41,91	16,29	27,30	34,60	30,47	25,15

Volendo calcolare un valore medio generale, si ottiene una densità relativa media del 32,23%

Angolo di attrito naturale (ϕ)

Anche questo parametro risulta estremamente eterogeneo sia nelle diverse prove, sia lungo la verticale di ogni sondaggio.

La causa di ciò è da attribuire alla variabile percentuale di limo/sabbia che è possibile rinvenire, per cui non si riesce a definire una omogeneità o variabilità costante né in senso verticale, né in quello orizzontale.



Nella tabella che segue si propone un calcolo dei valori medi per ogni terebrazione:

CPT1	CPT2	CPT3	CPT4	CPT5	CPT6	CPT7	CPT8	CPT9	CPT10	CPT11	CPT12	CPT13
33,67	34,06	33,92	27,39	29,62	27,17	30,47	34,71	28,63	26,74	30,48	29,53	30,65

Analizzando la successione piroclastica nel suo complesso, si ottiene un valore medio generale per l'angolo di attrito naturale di 30,54°

Modulo di deformazione edometrico (Mo)

Per il modulo di deformazione edometrico, invece, si ha una certa divisione tra i litotipi posti al di sopra del paleosuolo, diffusamente campionato, e quelli a profondità superiori.

Infatti, superiormente al detto paleosuolo si registrano valori medi inferiori a 100 kg/cm²; mentre, al di sotto si passa a registrazioni medie nell'ordine dei 300-400 kg/cm², con punte anche di oltre 600 kg/cm².

Accelerazione del suolo (A_{max}/g)

In questa sede non si prende in considerazione il parametro relativo all'accelerazione al suolo che può causare liquefazione in caso di evento sismico, in quanto non è stata individuata alcuna falda acquifera e le litologie accertate sono in possesso di un coefficiente di permeabilità tale da permettere un sufficiente smaltimento delle acque meteoriche d'infiltrazione. Inoltre, la variabilità granulometrica assicura la non liquefazione in caso di accelerazione del suolo.

In ausilio a quanto affermato ci sono anche i valori calcolati di densità relativa, che risultano essere sufficientemente alti per assicurare l'assenza di liquefazione in caso di accelerazione sismica.

Prove Penetrometriche Dinamiche (D.P.S.H.)

La Prova Penetrometrica Dinamica (D.P.S.H.) consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi) misurando il numero di colpi necessari per l'infissione; sono molto diffuse ed utilizzate data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

L'elaborazione, l'interpretazione e la visualizzazione grafica consentono di classificare e parametrizzare i litotipi attraversati, con una registrazione in continuo, che permette anche di avere un

raffronto sulle consistenze dei vari livelli penetrati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici, per la caratterizzazione stratigrafica.

Da sottolineare che il tipo di prova permette di riconoscere precisamente lo spessore delle coltri di ricoprimento allo stato sciolto, sul un substrato litoide, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, oltre alla consistenza in generale del terreno.

Questo tipo d'indagine permette di calcolare i seguenti parametri geotecnici:

- pressione efficace (σ')
- angolo di attrito naturale (φ)
- densità relativa (D_r)
- modulo edometrico (E_{ed})

Per l'ubicazione delle prove si fa riferimento alla relazione fornita dalla ditta esecutrice delle indagini, Tecno In s.p.a., in allegato 1 – planimetria con ubicazione delle indagini.

Analizzando le dodici prove eseguite, si evince che ovunque è stato intercettato il tetto della formazione del Tufo Giallo Napoletano, a profondità variabili; inoltre la coltre di ricoprimento di natura piroclastica ha mostrato comportamenti simili, in tutte le prove, alla penetrazione della punta, con resistenze alquanto scadenti. Infatti, mediamente, sono bastati due, tre o quattro colpi per superare i dieci centimetri standard dell'analisi, mentre solo in rari casi si sono registrati sette od otto colpi.

Un numero più alto di colpi è stato necessario quando le prove hanno incontrato la piroclastite denominata comunemente "cappellaccio", litotipo generalmente più consistente, posto immediatamente al di sopra della formazione litoide del Tufo Giallo, spesso definito da alcuni autori come la frazione meno compatta del tufo stesso. In questo caso ci sono voluti anche oltre trenta colpi per far penetrare la punta.

Pressione efficace (σ')

Per il calcolo di questo parametro in base alle prove penetrometriche dinamiche, valgono le stesse considerazioni espresse in precedenza per le prove CPT, per quanto riguarda la tensione geostatica verticale.

I valori medi calcolati sono presentati nella tabella che segue:

DPSH 1	DPSH 2	DPSH 3	DPSH 4	DPSH 5	DPSH 6	DPSH 7	DPSH 8	DPSH 9	DPSH 10	DPSH 11	DPSH 12
0,41	0,14	0,23	0,36	0,66	0,74	0,56	0,26	0,72	0,72	0,83	0,56



La media dei valori sopra esposti è di 0,51 kg/cm².

Angolo di attrito naturale (φ)

Anche da questo tipo di prova è possibile ricavare il valore di questo parametro, il quale quasi sempre non coincide con quello derivato da altro tipo di prove geotecniche, per quanto riguarda successioni litologiche come quelle piroclastiche sciolte presenti nell'area napoletana e puteolana. Il motivo di ciò è da riportare sempre all'estrema variabilità orizzontale e verticale dei depositi da ricaduta piroclastica recente.

Nel caso in esame le varie prove DPSH hanno fatto registrare variazioni decimetriche anche di varie unità di grado, facendo annotare valori minimi di 23°, negli strati più superficiali, e valori massimi di 34° a quote più profonde, con punte anche di 35° in prossimità del tetto del Tufo Giallo.

La media delle varie prove ha permesso di calcolare i risultati seguenti:

DPSH 1	DPSH 2	DPSH 3	DPSH 4	DPSH 5	DPSH 6	DPSH 7	DPSH 8	DPSH 9	DPSH 10	DPSH 11	DPSH 12
25,48	25,58	25,69	25,80	25,93	26,08	26,25	26,43	26,51	26,75	26,87	27,01

La media complessiva è di 27,18°

Densità relativa (D_r)

Sempre per i motivi più volte esposti il valore della Densità Relativa è variabile da punto a punto, nelle diverse prove. I risultati medi calcolati sono riportati nella tabella che segue.

DPSH 1	DPSH 2	DPSH 3	DPSH 4	DPSH 5	DPSH 6	DPSH 7	DPSH 8	DPSH 9	DPSH 10	DPSH 11	DPSH 12
45,86	55,75	58,52	59,55	47,25	35,26	38,30	64,17	38,88	43,68	47,96	51,94

La media complessiva è del 48,93%

Modulo edometrico (E_{ed})

Nel caso in studio, in considerazione del fatto che tutte le prove eseguite hanno dimostrato la presenza di litotipi piroclastici sciolti non idonei per sopportare carichi fondazionali, si è fatto ricorso al calcolo del Modulo Edometrico attraverso le prove DPSH.

La tabella seguente riporta i valori medi calcolati per ogni terebrazione. I valori riportati sono espressi in kg/cm².

DPSH 1	DPSH 2	DPSH 3	DPSH 4	DPSH 5	DPSH 6	DPSH 7	DPSH 8	DPSH 9	DPSH 10	DPSH 11	DPSH 12
55,94	51,28	54,35	66,43	55,83	36,58	32,54	114,39	51,00	48,43	59,96	57,19

La media complessiva è di 56,99 kg/cm².

Prove di laboratorio su tufo

Per quanto riguarda il Tufo Giallo Napoletano, esso è stato sottoposto a prove di tipo geotecnico in laboratorio che sono consistite in prove di resistenza a trazione ed a compressione.

Nei sondaggi geognostici n°2 e n°3 sono stati estratti due campioni indisturbati della formazione litoide, a diverse profondità. Trasportati in laboratorio con le dovute precauzioni del caso, finalizzate a mantenere intatte le proprietà geotecniche del materiale, i campioni sono stati sottoposti alle prove citate, eseguite in conformità con le vigenti normative in tema.

Per le caratteristiche delle attrezzature utilizzate si rimanda alla relazione redatta dalla Tecno In s.p.a.

Il primo campione estratto dal sondaggio n°2, è stato prelevato alla profondità di 21,10 metri dal p.c. ed ha fatto misurare un γ_n (peso volume naturale) di 12,92 KN/m³. Sottoposto a compressione assiale semplice, non confinata, ha sopportato un carico a rottura di 3,87 MPa.

Nel sondaggio n°3 il primo campione è stato prelevato a 19,50 metri di profondità dal p.c. ed è stato calcolato in 12,60 il suo γ_n , con una resistenza alla compressione di 3,70 MPa.

Per quanto riguarda la prova a trazione, definita "brasiliiana", nel sondaggio n°2 il campione da sottoporre a questa indagine è stato estratto a 21,40 metri dal p.c.. Il peso naturale di volume è stato calcolato in 13,03 KN/m³, resistendo ad un carico a trazione fino a 0,737 MPa.



Il secondo campione prelevato dal sondaggio n°3, proveniva da -19,80 metri di profondità ed ha esposto un valore di γ_n di 13,21 KN/m³; sottoposta alla prova di trazione, ha resistito sino a 0,651 MPa.

Analizzando i risultati conseguiti, si evince che questa formazione è idonea a sopportare eventuali carichi provenienti da strutture fondazionali.

3. GEOFISICA

La vigente normativa sismica italiana, definita dalla O.P.C.M. n. 3274/2003, dal D.M. 14/01/2008 del Ministero delle Infrastrutture e successive modifiche e integrazioni, in conformità con normativa tecnica europea gli Eurocodici EC 7 ed EC 8, è tra le più avanzate normative internazionali che attribuiscono la giusta importanza alla caratterizzazione non solo geotecnica, ma anche sismica del terreno su cui dovranno essere realizzate opere antropiche di qualunque natura.

La caratterizzazione del terreno dal punto di vista sismico in particolare e dinamico in generale richiede come elemento indispensabile la conoscenza del profilo di velocità delle onde di taglio (V_s) degli strati di terreno presenti nel sito, fino alla profondità di almeno 30 m dal piano campagna, secondo quanto richiesto dalle sopraccitate normative. Il profilo delle onde di taglio V_s nei primi 30 m di profondità risulta necessario per valutare diversi importanti parametri, tra i quali:

- l'azione sismica di progetto al livello delle fondazioni di qualunque struttura;
- il rischio di liquefazione del terreno in sito;
- i rischi di instabilità dei pendii e/o delle opere di sostegno;
- i cedimenti dei rilevati, delle opere di sostegno, delle fondazioni degli edifici.

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio V_s nei primi 30 m di profondità è possibile determinare una velocità equivalente V_{s30} rappresentativa del sito in esame, che consente di classificare il sito come suolo di tipo A, B, C, D, E, S1, S2 secondo l'attuale normativa sismica italiana o secondo la normativa europea Eurocodice 8.

Per tali motivi si è deciso di caratterizzare sismicamente il sito attraverso un'indagine con metodologia MASW, eseguendo due prove sui due lati opposti del vallone centrale, con allineamenti

paralleli all'andamento del vallone stesso, della lunghezza di 36 metri circa cadauno, laddove in progetto è prevista la costruzione delle opere di maggiore impatto sul sottosuolo.

(rif. relazione Tecno In – Allegato 1 – planimetria con ubicazione delle indagini)

Le caratteristiche tecniche delle attrezzature utilizzate sono riportate nella relazione prodotta dalla Tecno In s.p.a.

MASW 1

La prova sismica n°1 ha fornito chiari risultati sulla diversità litologica tra le piroclastiti sciolte ed il Tufo Giallo. In particolare si ha una netta variazione di velocità delle onde sismiche di tipo S a circa 12,90 metri di profondità, dove è presente la tipologia alterata del Tufo Giallo, denominata "Cappellaccio". Anche il computo del γ_n permette di evidenziare il passaggio litologico.

Per quanto riguarda i parametri calcolati, questo tipo d'indagine sottostima sempre il valore del Peso Naturale (γ_n) dei materiali, come anche i coefficienti relativi al Modulo di Poisson (ν), al Modulo di Taglio (G) ed al Modulo di Elasticità (E).

In totale è stato calcolato un valore medio di velocità per V_{s30} pari a 463 m/s.

MASW 2

Anche la prova n°2 ha permesso di estrapolare gli stessi risultati dell'indagine 1. Qui la profondità del contatto stratigrafico è individuata a circa 7,8 metri di profondità dal p.c.

Il valore medio calcolato per le V_{s30} è di 427 m/s.

In aggiunta alle prove sismiche in situ, è stata condotta anche un'indagine bibliografica, con l'ausilio del Catalogo dei Terremoti Italiani, che ha permesso d'individuare gli eventi sismici avvertiti, con intensità elevate, in quest'area, che hanno, anche in un passato recente, prodotto ingenti danni e diverse vittime.

(Eventi sismici - Napoli)

Data l'uniformità dei luoghi, riscontrata nei diversi sondaggi eseguiti, si ritiene opportuno considerare tutta l'area interessata dal progetto omogenea dal punto di vista della risposta alle sollecitazioni sismiche.

(Carta dell'omogeneità sismica).



Sempre in relazione alla normativa sismica vigente si ricorda che il territorio comunale della città di Napoli è inserito in categoria 2.

Da evidenziare, inoltre, che, pur essendo presenti nei primi metri di sottosuolo dei litotipi granulari sciolti, per la situazione geologica ed idrogeologica particolare, il fenomeno della liquefazione, in caso di evento sismico, nei livelli a granulometria a rischio, non si ritiene possibile.

Lo studio della cartografia del Piano Regolatore Generale in tema, tavole 11/13 e 11/14 “zonizzazione del territorio in prospettiva sismica”, ha messo in evidenza che il sito in oggetto è incluso nel campo indicato con la sigla “3A” per cui nei calcoli di progettazione si dovrebbero applicare i seguenti coefficienti:

3A	Coefficiente di fondazione	=	1,00
	Coefficiente di fondazione in caso di terreni sciolti superficiali con spessori maggiori di 15 metri	=	1,15
	Coefficiente d'irregolarità topografica	=	1,00

Nel caso in esame, però, le indagini eseguite hanno mostrato che, in gran parte del sito, lo spessore dei terreni sciolti superficiali è ben inferiore ai 15 metri.

Classificazione sismica ai sensi della OPCM 3274 20.3.03, del DM 14.01/2008 e dell'Eurocodice 8

Le indagini eseguite hanno permesso di classificare il sito ai sensi della O.P.C.M. n. 3274/2003, del D.M. 14/01/2008 del Ministero delle Infrastrutture e successive modifiche e integrazioni, in conformità con normativa tecnica europea gli Eurocodici EC 7 ed EC 8.

Analizzando ed interpolando tutti i risultati scaturiti dai sondaggi geognostici, dalle prove penetrometriche (SPT, CPT e DPSH) e dalle prove sismiche, anche se entro i primi 20 metri di sottosuolo è stata individuata la formazione del Tufo Giallo Napoletano, che non fa procedere oltre le indagini penetrometriche, bisogna sottolineare che essa non mostra, però, elevati valori di permeabilità alle onde sismiche.

Da quanto analizzato, si evince che i risultati delle diverse indagini insinuano una certa indefinibilità nella classificazione ai sensi delle citate normative.

Infatti in base alle prove sismiche il sito andrebbe classificato in categoria B – *Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da una graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica NSPT > 50, o coesione non drenata c > 250 kPa)*; però i risultati più scadenti registrati nelle prove penetrometriche inserirebbero la successione litologica in categoria C - *Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (15<NSPT<50, 70<cw< 250 kPa).*

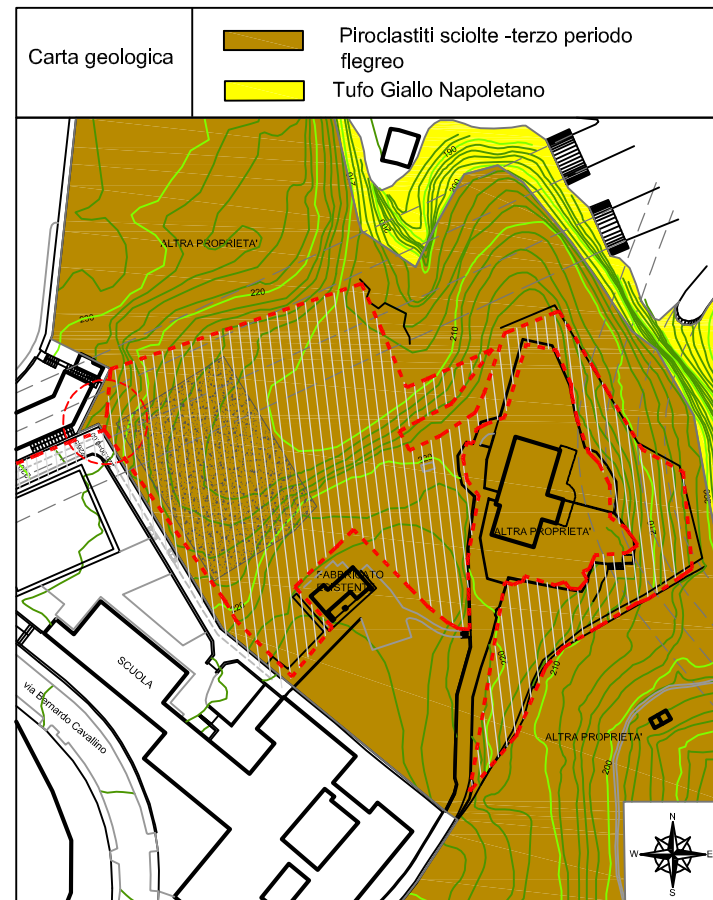
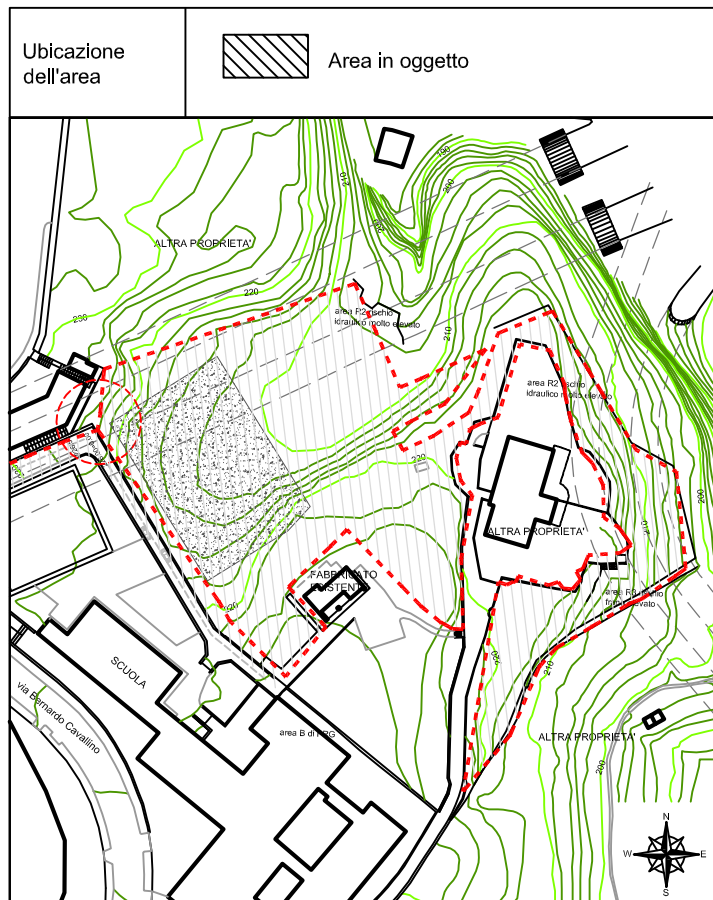
Non essendovi, quindi, definizioni fisico-matematiche precise si consiglia nei calcoli strutturali di utilizzare i parametri previsti per la categoria C, soprattutto ai fini della sicurezza.

Napoli, 16-02-2015

Release 5A

Dott. Geol.
Fabrizio Pisani Massamormile





Eventi Sismici		Storia Sismica del Territorio in esame									
Anno	Intensità locale	Intensità max	Scala Mercalli	Epicentro	Anno	Intensità locale	Intensità max	Scala Mercalli	Epicentro		
01) 2 a.c.	7,5	7,5	7,5	Napoli	39) 1870	3,0	10,0	6,1	Cosentino		
02) 62	7,5	9,0	6,1	Pompei	40) 1873	2,5	7,5	5,5	Monti della Meta		
03) 79	7,5	8,0	6,3	Area vesuviana	41) 1874	4,0	8,0	5,5	Monti della Meta		
04) 1293	7,0	9,0	6,8	Sannio	42) 1881	3,0	8,5	5,7	Abruzzo		
05) 1349	7,0	10,0	6,7	Lazio merid	43) 1882	5,0	8,0	5,3	Matese		
06) 1456	8,0	11,0	7,1	App.centro-merid	44) 1883	5,0	10,0	5,6	Casamiccioia		
07) 1461	3,5	10,0	6,3	Aquilano	45) 1901	3,5	7,0	5,3	Monti della Meta		
08) 1560	3,0	8,0	5,9	Barletta	46) 1905	3,5	10,5	6,8	Calabria		
09) 1561	5,0	9,0	6,0	Buccino	47) 1910	4,0	9,0	5,8	Irpinia-Basilicata		
10) 1561	5,0	10,0	6,5	Vallo di Diano	48) 1915	6,0	11,0	7,0	Marsica		
11) 1627	5,0	10,0	6,8	Gargano	49) 1930	7,0	10,0	6,7	Irpinia		
12) 1638	3,0	11,0	6,9	Calabria	50) 1930	3,0	8,5	5,9	Marche		
13) 1646	4,6	9,5	6,2	Gargano	51) 1948	3,0	7,5	6,0	Puglia		
14) 1654	4,6	10,0	6,1	Marsica	52) 1962	6,5	9,0	6,2	Irpinia		
15) 1688	8,0	11,0	6,6	Sannio	53) 1979	4,0	9,1	5,8	Valnerina		
16) 1694	7,0	10,0	10,0	Irpinia-Basilicata	54) 1980	7,0	10,0	6,7	Irpinia-Basilicata		
17) 1702	6,0	10,0	6,3	Beneventano	55) 1982	4,0	7,5	5,5	Golfo Policastro		
18) 1702	4,5	7,5	4,6	Benevento	56) 1984	5,5	8,0	5,9	App. abruzzese		
19) 1702	5,0	7,5	5,3	Benevento	57) 2009	3,5	5,8	8,5	Aquilano		
20) 1703	3,0	8,0	6,2	Appennino umbro							
21) 1703	3,0	10,0	6,7	Aquilano							
22) 1703	3,5	11,0	6,7	Appennino umbro							
23) 1706	4,5	10,5	6,7	Maiella							
24) 1732	7,0	10,5	6,6	Irpinia							
25) 1743	4,5	9,0	7,3	Basso Ionio							
26) 1731	5,0	9,0	6,6	Foggiano							
27) 1783	4,0	11,0	6,9	Calabria							
28) 1786	4,6	8,0	5,6	Aquilano							
29) 1805	7,5	10,0	6,6	Molise							
30) 1806	3,5	8,0	5,6	Colli alban							
31) 1826	4,6	9,0	5,9	Basilicata							
32) 1832	3,0	10,0	6,5	Crotonese							
33) 1836	5,0	9,0	6,3	Basilicata							
34) 1836	3,5	10,0	6,3	Calabria settentr							
35) 1851	5,0	10,0	6,3	Basilicata							
36) 1851	3,5	8,5	5,6	Melfi							
37) 1853	4,0	9,0	5,9	Irpinia							
38) 1857	6,0	11,0	7,0	Basilicata							

caposaldo
chiodo a terra
coordinate UTM X= 435163,5102
Y=4523570,6380

perimetro di intervento PUA
perimetro aree inaccessibili

area di intervento PUA
10.720 mq

massimo ingombro
fabbricato di progetto