



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

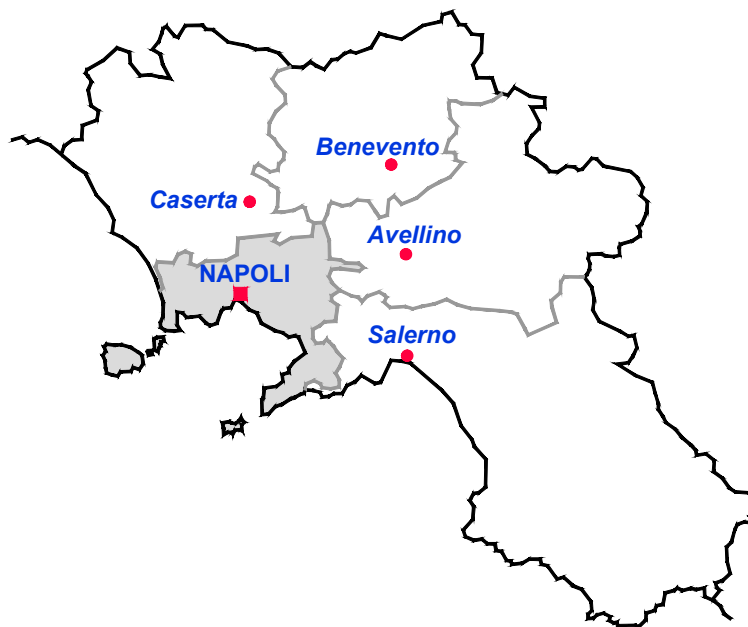


Comune di Giugliano in Campania



REGIONE CAMPANIA



Accordo di Programma Strategico per le Compensazioni Ambientali nella regione Campania
del 18 luglio 2008 e successivo atto modificativo dell' 8 aprile 2009



COMUNE DI GIUGLIANO IN CAMPANIA

Completamento reti fognarie del litorale domitio-flegreo: Collettori fognari di
Via S. Nullo, Via Grotta dell'Olmo e Via Madonna del Pantano

PROGETTO DEFINITIVO

Titolo elaborato				Elaborato							
Relazione geologica				02							
Redatto da				Gruppo di progettazione							
 SOGGETTO ATTUATORE Responsabile Direzione Acque Ing. Giovanni Pizzo Project Manager Ing. Claudio Gramaccioni				IL DIRETTORE TECNICO Ing. Giovanni Pizzo n. 2983 Ordine degli Ingegneri della Provincia di Palermo  Il Responsabile del Procedimento Ing. Claudio Gramaccioni				Ing. G. Modonesi (Opere civili e idrauliche) Ing. M. Deri (Opere civili e idrauliche) Ing. L. Pergamo (Geotecnica e strutture) Geol. P. Martines (Geologia) A. Pallone (Elaborati grafici)			
Cod. Commessa		Codice			Nome file			Data : Febbraio 2019			
COM207		PD	ED	0	2	3	COM207PDED_02_3				
Rev.	Data	Descrizione modifica				verificato:		approvato			
3	02/19	1ª Emissione									

INDICE

1. Premessa	2
2. Descrizione degli interventi di progetto	4
3. Contesto Territoriale	6
4. Le indagini geognostiche	13
5. Inquadramento geologico generale	14
6. Inquadramento idrogeologico generale	17
7. Geologia dell’area oggetto degli interventi.	21
8. Considerazioni idrogeologiche e geomorfologiche	37
9. Caratterizzazione litotecnica.....	39
10. Classificazione sismica dei siti (in base al metodo previsto dal D.M. 14.01.2008)	42
11. Conclusioni	44

1. Premessa

L’Accordo di Programma “Programma Strategico per le compensazioni Ambientali nella Regione Campania” del 18 luglio 2008, in attuazione di quanto disposto dall’articolo 11, comma 12, del Decreto Legge 23 maggio 2008, n. 90, convertito con la Legge n. 123/2008, ha provveduto all’individuazione di un piano di interventi prioritari di compensazione ambientale e bonifica da realizzare in alcuni Comuni della Regione Campania interessati dalla gestione dell’emergenza rifiuti, rinviando a successivi Accordi Operativi l’individuazione degli interventi nei singoli Comuni, la relativa copertura finanziaria, l’indicazione degli interventi programmatici non coperti finanziariamente.

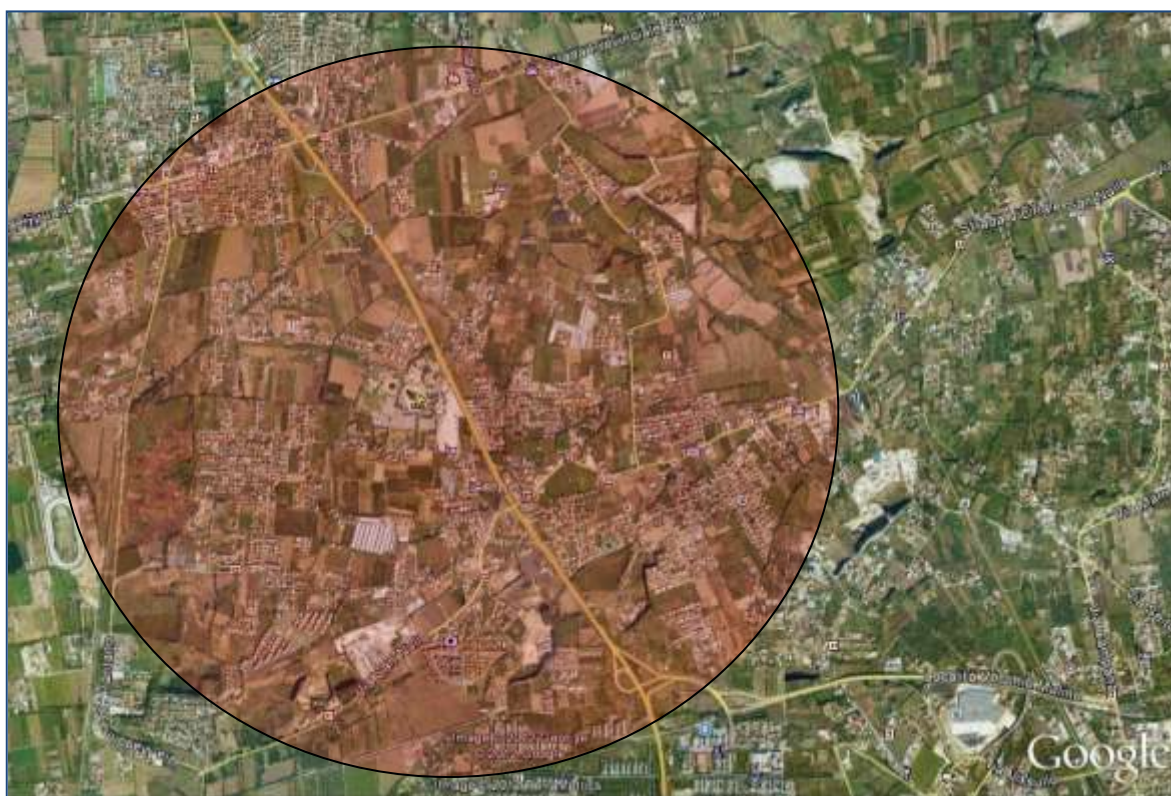


Foto n. 1 – Ripresa da satellite dall’area d’intervento (racchiusa nel cerchio)

L’intervento in oggetto si inquadra all’interno della Convenzione Quadro stipulata tra il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e Sogesid S.p.A, rientrando nello specifico, tra gli interventi di potenziamento delle strutture relative al ciclo delle acque reflue della Regione Campania.

Il presente progetto definitivo si riferisce alla realizzazione di circa 10,4 km di condotte fognarie nel Comune di Giugliano in Campania destinate a potenziare la rete

fognaria esistente in una vasta area in prossimità del mare a cavallo della SS 7Quater, delimitata a sud dal Canale Quarto ed a nord dal Lago Patria (foto n.1).

Nella presente relazione geologica definitiva, sono stati riportati i risultati dello studio mirato a determinare le caratteristiche geolitologiche, geomorfologiche e idrogeologiche di un significativo intorno del sito di interesse, maturati sulla base di un rilievo di superficie, dall’esame della documentazione cartografica e dei dati di letteratura rinvenuti per l’area in questione.

2. Descrizione degli interventi di progetto

Come meglio illustrato nella Relazione tecnica-illustrativa (Elab. PPED001), gli interventi proposti si inseriscono nel sistema idraulico fognario generale del Comune di Giugliano in Campania, allo scopo di risolvere le criticità presenti in alcune aree urbanizzate, senza aggravare ulteriormente l'esistente sistema di canalizzazione, come riportato nella seguente figura 1. Gli interventi oggetto della presente progettazione definitiva vengono qui di seguito descritti con riferimento alle singole reti :

A. Rete fognaria lungo via S. Nullo (rete nera per tutto il tratto a monte dell'attraversamento della SS 7 Quater come a valle della medesima SS fino all'immissione nel pozzetto del collettore di scarico al depuratore di Cuma).

La lunghezza totale dell'intervento compreso tra i nodi idraulici A0 e A6''è pari a circa m. 5.038 m ed è così suddiviso:

- I° tratto (dal nodo A0 al nodo A4) di circa m. 3.091 m, a monte del cavalcavia sulla SS 7 quater, con condotta in PEad De Ø 315 mm a servizio di un quartiere di circa 3670 abitanti;
- II° tratto in pressione (tra i nodi A4-A5) in PEad De Ø 225 mm di m 72,00 circa per l'attraversamento dell'esistente cavalcavia;
- III° tratto terminale (tra i nodi A5-A6'') di circa 1.875 m costituito da una condotta in PEad De Ø 315 mm a servizio di un quartiere di circa 511 abitanti.

Complessivamente la rete fognaria in progetto lungo via S. Nullo ha uno sviluppo di circa 5.040 m, serve una popolazione di 4.181 abitanti.

B. Rete fognaria lungo via Grotta dell'Olmo.

L'intervento è così suddiviso:

- tratto tra i nodi idraulici B1 e E1, per una lunghezza di circa 2.041,00 m, è costituito da una condotta in PEad del diametro De Ø 315 mm a servizio di un quartiere di circa 1.316 abitanti, con innesto sul collettore principale lungo via Grotta dell'Olmo prima dello scarico nel collettore Camaldoli;
- tratto dal nodo E1 al nodo B2 di circa 450,00 m, posto lungo una strada limitrofa a via Grotta dell'Olmo, con condotta in PEad De Ø 315 mm a servizio di un quartiere di circa 1.556 abitanti. Tale condotta raccoglie le sole acque nere recapitandole nel collettore ovoidale esistente lungo l'alveo Camaldoli.

Complessivamente la fognatura di via Grotta dell’Olmo, inclusa la rete secondaria, serve circa 1556 abitanti e scarica nel collettore fognario lungo l’alveo Camaldoli.

C. Rete fognaria lungo via Madonna del Pantano.

L’opera interessa la strada omonima e la strada confluyente Vicinale degli Incurabili per un totale di circa m 2.871.

E’ stato previsto il sistema fognario nero costituito da una rete di collettori fecali in PEad del diametro De Ø 315 mm, per un totale di circa 2.216 m, con un impianto (nodo C1”) di sollevamento con uno sviluppo di circa 654 m di condotte in pressione. Il totale degli abitanti serviti è pari a circa 1.747.

3. Contesto Territoriale

Gli interventi di progetto (vd. fig. 1) sono localizzati nel territorio amministrativo del Comune di Giugliano in Campania, parte integrante dell’area metropolitana partenopea, che conta 117.963 abitanti.

Essa si sviluppa a nord dei Campi Flegrei, con una superficie di 94,19 km² compresa tra l’Agro Napoletano e di Bonifica del Basso Volturno, circondato dalle colline di Marano, alla sinistra del Lago Patria, su di una vasta area che dalla piana flegra giunge fino al litorale Domitio.



Fig. 1- planimetria della zona, interventi riportati in rosso

Il nucleo urbano, negli ultimi vent’anni è stato al centro di un notevole sviluppo urbanistico.

La zona di espansione urbanistica del Comune di Giugliano in Campania è localizzata nei pressi del Lago Patria, e si estende sul litorale Domitio, confinando con le località balneari di Licola e Varcaturò (costituisce di fatto con esse la Circostrizione di decentramento del Comune di Giugliano in Campania denominata "Licola - Lago Patria") e poco distante da Castelvolturno.

Il territorio comunale è caratterizzato da un andamento morfologico pianeggiante in leggero declivio verso i settori occidentali a partire dalla quota di circa 100 m (s.l.m.) in prossimità dell’abitato di Giugliano, fino a 5-10 m (s.l.m.) in corrispondenza delle aree depresse occupate dal Lago Patria.

Dal punto di vista idrologico la zona è caratterizzata dall’assenza di una rete idrografica superficiale e gli unici importanti corpi ricettori superficiali sono, a Nord, i Regi Lagni e a Sud l’Alveo dei Camaldoli che segna, tra l’altro, il confine idrogeologico della Piana Campana.

L’area in esame risulta facilmente raggiungibile per il buon collegamento alle principali vie di comunicazione costituite dalla rete autostradale e dalla S.S. n.7 quater Domitiana, entrambe collegate dalle SS Circonvallazione Esterna di Napoli.

3.1 Descrizione dell’intervento in Via S. Nullo e Via Grotta dell’Olmo

La Via S. Nullo costituisce un importante collegamento tra i Comuni confinanti con il Comune di Giugliano in Campania e la fascia costiera dello stesso comune.

Il suo tracciato, infatti, definisce il confine territoriale di competenza tra i Comuni di Qualiano, Quarto e di Villaricca e in particolare la zona urbana denominata Villaricca 2.

La Via S. Nullo costituisce, inoltre, il naturale prolungamento della Via Consolare Campana del Comune di Qualiano ed è, a sua volta, attraversato dall’importante asse di collegamento S.S. 7 QUATER, prosieguo in direzione ovest della tangenziale est – ovest della città di Napoli.

La Via Grotta dell’Olmo mette in collegamento Via S. Nullo e Via Ripuarìa; quest’ultima costituisce un’importante via di comunicazione tra il Comune di Qualiano e la fascia costiera del Comune di Giugliano; essa termina il suo tracciato in corrispondenza dell’incrocio con la Strada Provinciale Domitiana (SP 510).

La morfologia del terreno, nel tratto terminale della suddetta via, e la mancanza di un adeguato sistema di allontanamento delle acque meteoriche determinano, non di rado, l’allagamento della sede stradale per eventi piovosi anche di modesta entità.

Le strade in questione sono interessate da un discreto numero di abitazioni, costituite per lo più da ville unifamiliari, e da una limitata presenza di attività produttive di piccola e media grandezza. Inoltre, esse attraversano un notevole numero di terreni agricoli, per lo più frutteti, e servono un esiguo numero di utenze di tipo rurale, in taluni casi, in condizioni di abbandono e degrado. Relativamente al sistema di smaltimento dei reflui

urbani e delle acque di pioggia, allo stato attuale, non esistono infrastrutture fognarie a servizio delle suddette strade comunali. Ne consegue che le acque bianche non sono regimentate e razionalmente allontanate, mentre le acque nere vengono, dai privati, raccolte in sistemi a svuotamento periodico. Come brevemente accennato la Via S. Nullo è fisicamente interrotta dalla SS 7 Quater. Pertanto lo studio del tracciato e dello schema di smaltimento è stato vincolato dalla necessità di evitare questa importante interferenza.

Il collettore fognario delle acque nere di via S. Nullo può essere diviso nei seguenti tre tratti di lunghezza complessiva di 5038 m circa compresi tra i nodi A0 e A6’’:

- I° tratto (dal nodo A0 al nodo A4) di circa m. 3.091 m, a monte del cavalcavia sulla SS 7 quater, con condotta in PEad De Ø 315 mm a servizio di un quartiere di circa 3670 abitanti;
- II° tratto in pressione (tra i nodi A4-A5) in PEad De Ø 225 mm di m 72,00 circa per l’attraversamento dell’esistente cavalcavia;
- III° tratto terminale (tra i nodi A5-A6’’’) di circa 1.875 m costituito da una condotta in PEad De Ø 315 mm a servizio di un quartiere di circa 511 abitanti.

Complessivamente la rete fognaria in progetto lungo via S. ha uno sviluppo di circa 5.040 m, serve una popolazione di 4.181 abitanti.

Il collettore fognario di via S.Nullo recapita nel pozzetto esistente lungo la collettrice di scarico delle acque nere del quadrante est del Comune di Giugliano della quale sono acquisiti la profondità di posa (– 2,60 m dal piano viario), il diametro ed il materiale (PRFV DN 1100). Sulla base di tali informazioni è stata progettata la quota di arrivo (nodo A6’’’) della condotta di via S. Nullo.



Foto n. 2 – Foto aerea con la rappresentazione del tracciato di Via S. Nullo.

Il collettore fognario di via Grotta dell’Olmo, può essere suddiviso in due tratti così come illustrato negli elaborati planimetria e profili longitudinali:

- tratto tra i nodi idraulici B1 e E1, per una lunghezza di circa 2.041,00 m, è costituito da una condotta in PEad del diametro De Ø 315 mm a servizio di un quartiere di circa 1.316 abitanti, con innesto sul collettore principale lungo via Grotta dell’Olmo prima dello scarico nel collettore Camaldoli;
- tratto dal nodo E1 al nodo B2 di circa 450,00 m, posto lungo una strada limitrofa a via Grotta dell’Olmo, con condotta in PEad De Ø 315 mm a servizio di un quartiere di circa 1.556 abitanti, Tale condotta raccoglie le sole acque nere recapitandole nel collettore ovoidale esistente lungo l’alveo Camaldoli.

Complessivamente la fognatura di via Grotta dell’Olmo, è lunga 2.491 m circa, serve circa 1556 abitanti con recapito dei reflui nel collettore fognario lungo l’alveo Camaldoli

Il collettore di via Grotta dell’Olmo recapita nel collettore sub-comprensoriale che corre (nodo B2) lungo la strada in sponda sinistra dell’alveo Camaldoli. La tubazione esistente è in conglomerato cementizio del diametro di 1,6 m con fondo a 3,3 m al di sotto del piano viario (copertura 1,30 m). Nel punto di allaccio è presente un pozzetto di dimensioni interne 2,0x1,8 m con passo d’uomo di 60 cm. L’allaccio nel collettore

fognario Camaldoli è previsto nel nodo B2 tramite nuovo pozzetto sifonato con quota di immissione all’altezza del cervello del tubo esistente.

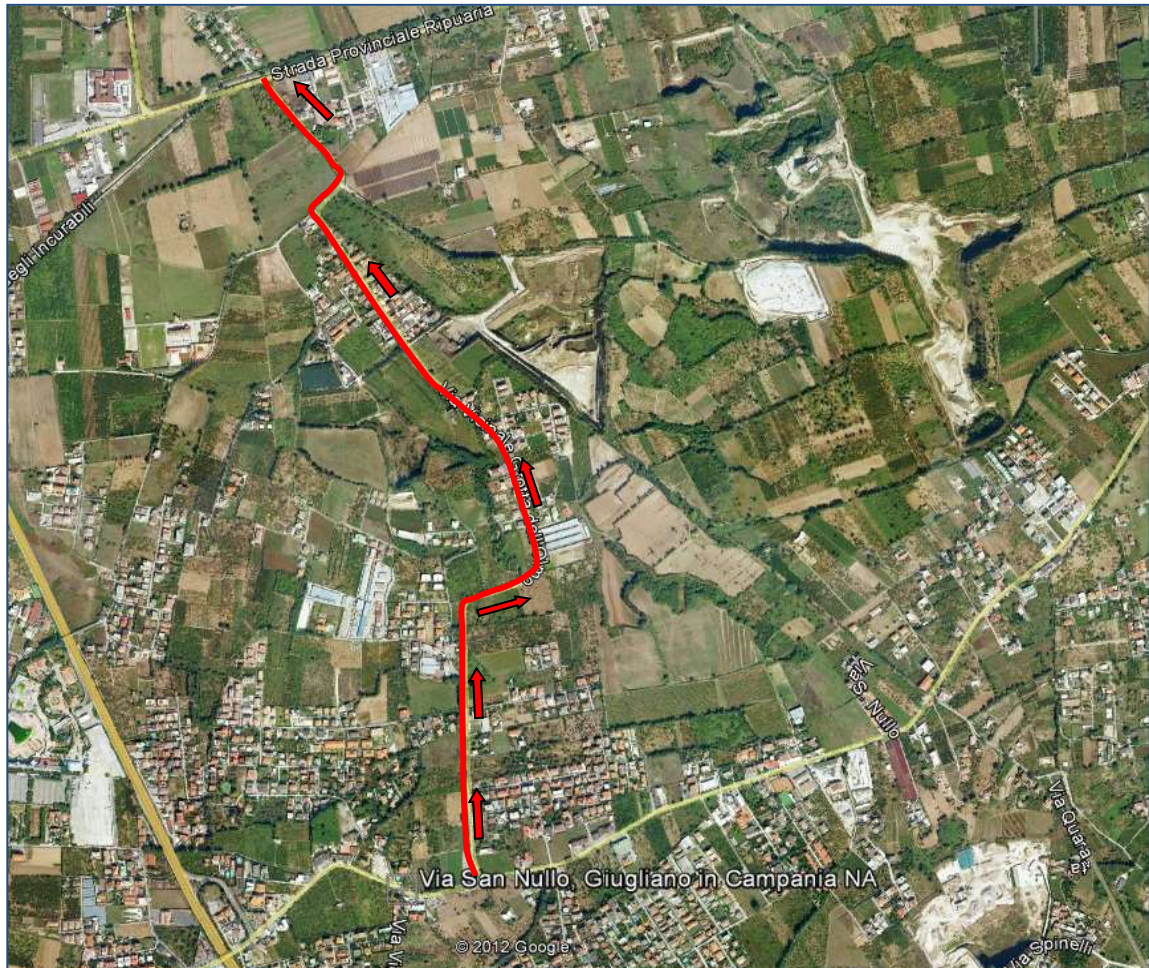


Foto n. 3 – Foto aerea con la rappresentazione del tracciato di Via Grotta dell’Olmo.

3.2 Descrizione dell’intervento in Via Madonna del Pantano

La Via Madonna del Pantano, importante arteria stradale il cui tracciato corre parallelo alla S.S. 7 Quater, mette in collegamento la località Lago Patria, dal termine della Circumvallazione Esterna di Napoli, alla zona di Licola fino al confine con il Comune di Pozzuoli.

Il tracciato della strada in questione interseca in direzione Nord – Sud Via Staffetta, Via Ripuaria per poi svilupparsi parallelamente all’Alveo dei Camaldoli a valle del suo attraversamento.

La via Ripuaria è attualmente servita da un collettore, che raccoglie gli emissari reflui della rete fognaria dell’area ubicata a nord della via stessa e li collette, in direzione di Licola-mare sino a raggiungere l’incrocio con la S.S.7 Quater e proseguirvi sino all’impianto di sollevamento di Licola-mare (vd. foto 4).

L’opera interessa la strada omonima e la strada confluyente Vicinale degli Incurabili per un totale di circa m 2.871.

È stato previsto il sistema fognario nero costituito da una rete di collettori fecali in PEad del diametro De Ø 315 mm, per un totale di circa 2.216 m, con un impianto (nodo C1”) di sollevamento con uno sviluppo di circa 654 m di condotte in pressione. Il totale degli abitanti serviti è pari a circa 1747.

Tutte le condotte sono in PEad DN 315, SN 8. E’ stato inoltre previsto un tratto in pressione indicati nella planimetria d’insieme C1”-C che solleva mediante l’impianto ubicato nel nodo C1”, le portate dell’intero quartiere. Il sollevamento è dotato di 3 pompe, con mandata da DN 250, aventi portata massima pari 21 e 3,6 l/s e lunghezze rispettivamente di circa 655 m.

La portata sollevata dall’impianto posizionato nel nodo C1” recapita le acque reflue nel pozzetto esistente del collettore fognario di via Ripuaria, DN 1100 in cls, ubicato nel nodo C, di dimensioni interne 2x1,8 mq. La condotta premente si immetterà nel pozzetto esistente attraverso un pozzetto prefabbricato 1,2x1,2, così come indicato nell’elaborato grafico.



Foto n.4 – Foto aerea con la rappresentazione del tracciato di Via Madonna del Pantano

4. Le indagini geognostiche

Al fine di acquisire dati validi sulle caratteristiche del sottosuolo, in un'area priva di valide informazioni sul sottosuolo, nel sito di progetto è stata condotta una campagna geognostica e geofisica.

Questa ultima consistita in indagini georadar GPR (Ground Penetrating Radar) per 10.000 m per l'identificazione soprattutto di reti e sottoservizi in una prova sismica attiva di tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Wave).

Le indagini dirette sono state eseguite attraverso sondaggi meccanici a carotaggio continuo a -3 m e a -10 m dal p.c. con prelievo di campioni indisturbati e analisi geotecniche di laboratorio e prove penetrometriche dinamiche in foro (SPT).

Nel periodo novembre-dicembre 2013, il R.T.I. Strago S.p.A.(Mandataria) e Tecno Bios Srl (Mandate) ha eseguito le attività sopra elencate con in particolare n. 4 sondaggi meccanici a carotaggio continuo (A4-C6-C'2-C2) spinti fino a profondità di - 10 e ubicati nei punti più significativi per le opere in progetto e n. 20 sondaggi meccanici a carotaggio continuo (da S1 a S20) spinti fino a profondità di - 3 m dal p.c. lungo gli assi delle condotte.

Le stratigrafie dei sondaggi sono allegare nei paragrafi successivi.

Nei fori dei sondaggi a - 10 m dal p.c. sono stati prelevati n. 8 campioni di terreno indisturbato per le prove geotecniche di laboratorio e sono state eseguite, inoltre, in totale n. 8 prove SPT, che consistono nell'infissione di una punta di definite dimensioni mediante una procedura standard (infissione per tre intervalli consecutivi di 15 cm ciascuno con maglio da 63,5 kg di peso e altezza di caduta 0,76 m).

Il dato da utilizzare per la caratterizzazione dei terreni è il numero dei colpi (N_{SPT}) necessario all'avanzamento della punta per i 30 cm successivi ai primi 15 cm.

I terreni indagati hanno manifestato un grado di addensamento variabile ma, a eccezione dei terreni rimaneggiati più superficiali, comunque modesto.

Non si sono registrati rifiuti alla penetrazione dello strumento.

5. Inquadramento geologico generale

La Piana Campana è una vasta area pianeggiante, delimitata a Nord dal M.te Massico, a nord-est dai Monti di Caserta, a est dai M.ti di Sarno, a sud dai M.ti Lattari e dalla Piana del Sarno e a ovest dal Mar Tirreno (vd. Fig. 2). Essa rappresenta una zona di grande importanza idro-geologica dove, in epoca storica e durante il Quaternario recente, si sono avuti importanti fenomeni vulcanici che hanno contribuito sensibilmente a definire lo assetto morfologico attuale.

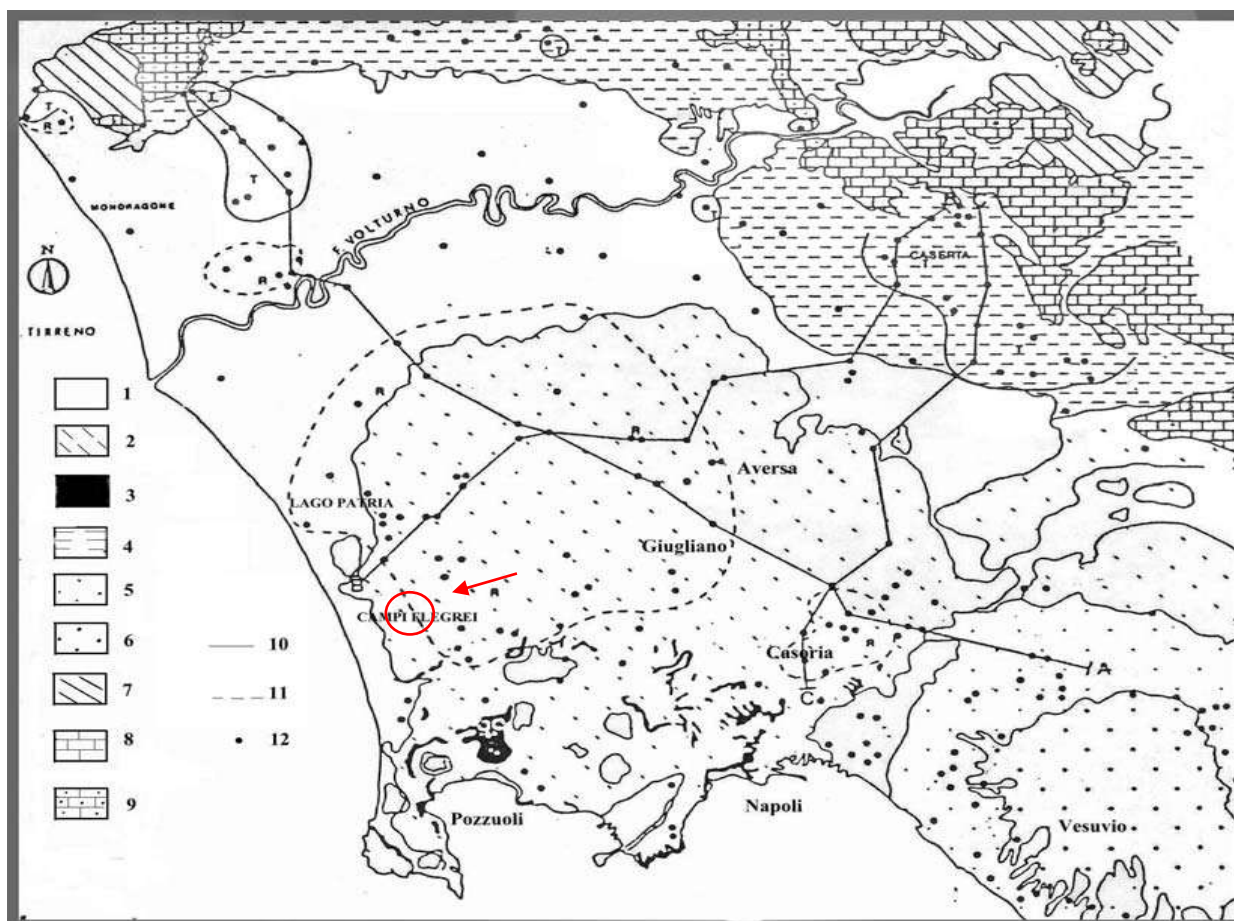


Figura 2 – Schema geologico della Piana Campana (da Ortolani & Aprile, 1985)

1) Alluvioni recenti; 2) Piroclastiti recenti dei Campi Flegrei; 3) Tufo giallo; 4) Tufo grigio; 5) Piroclastiti del Somma Vesuvio; 6) Lave e piroclastiti del Somma Vesuvio; 7) Arenarie, argille e marne mioceniche; 8) Calcari e dolomie della piattaforma Campano-Lucana; 9) Calcari e dolomie della piattaforma Abruzzese-Campana; 10) Travertino presente nel sottosuolo; 11) Lave a piccola profondità;

La Piana Campana, strutturalmente rappresenta un “graben”, individuatosi probabilmente nel Pliocene sup., soggetto a un pronunciato sprofondamento durante il Quaternario. Le linee tettoniche lungo le quali sono avvenuti i ribassamenti sono ben riconoscibili ai bordi della pianura, dove si osservano faglie orientate NE-SW e NW-SE, che determinano il graduale sprofondamento delle rocce carbonatiche, appartenenti a due distinte unità tettoniche sovrapposte, affioranti tutto intorno al graben al di sotto di

notevoli spessori di depositi alluvionali e vulcanici quaternari. In superficie, quindi, sono ben osservabili le strutture marginali del “graben”.

Le strutture recenti principali sono rappresentate da faglie normali orientate NE-SW e NW-SE, che in almeno due fasi del Quaternario hanno determinato rigetti verticali dell’ordine di qualche migliaia di metri.

Le strutture mioceniche, osservabili ai margini della Piana, sono connesse ai fenomeni di sovrascorrimento che hanno interessato la copertura sedimentaria triassico-miocenica e non sono legate alle deformazioni attuali del basamento cristallino.

Queste ultime hanno orientamento W-E e sono costituite da una serie di monoclinali immergenti a nord e delimitate a sud da faglie normali, aventi rigetti verticali fino a mille metri e che tendono a estinguersi, verso il basso, sulle superfici di sovrascorrimento.

Le faglie recenti, cui sono connessi anche i fenomeni vulcanici del graben della Piana Campana, sono evidenti, con gli stessi orientamenti e sempre con notevoli rigetti verticali, in tutto l’Appennino Campano-Lucano. Le aree vulcaniche marine, antistanti alla Piana Campana, sono da mettere in relazione principalmente con strutture recenti e antiche parallele alla catena lungo una fascia in cui, in profondità al di sotto dei depositi del Miocene sup.-Pliocene e Quaternario, si ha il probabile contatto tra la crosta assottigliata del tipo tirrenico e quella deformata e ispessita sottostante la catena Appenninica.

Lungo tale fascia, si potrebbe avere la sovrapposizione della crosta del bordo orientale tirrenico sulle unità sedimentarie ricoprenti la crosta deformata del margine continentale africano. Le strutture principali recenti che hanno controllato il vulcanismo di questa fascia, quindi, sarebbero da collegare principalmente all’assetto strutturale profondo determinatosi dal Pliocene al Quaternario.

I fenomeni vulcanici dell’area flegrea, del Roccamonfina e del Vesuvio sono connessi a strutture recenti che interessano anche la crosta, deformatasi probabilmente per fenomeni compressivi fino al Messiniano, sostenente le unità sedimentarie della catena. Queste zone vulcaniche sono ubicate in corrispondenza dei graben delimitati da faglie orientate NE-SW e NW-SE, là dove si individuano le zone di massimo sprofondamento. La struttura profonda della Piana Campana è stata indagata sia con prospezioni geofisiche che con pozzi profondi.

I pozzi (profondi alcune migliaia di metri) però non hanno mai raggiunto, nella parte centrale del “graben”, il substrato carbonatico delle U.S.S. appenniniche sottostante i potenti depositi alluvionali detritici e vulcanici quaternari. Le strutture profonde quindi

risultano ancora oggi di difficile e controversa interpretazione per gli oggettivi limiti delle indagini finora condotte.

6. Inquadramento idrogeologico generale

Il contesto idrogeologico areale del Comune di Giugliano è rappresentato dall’Unità Idrogeologica del *Volturno - Regi Lagni*.

I litotipi presenti sono caratterizzati da una permeabilità relativa variabile ed infatti, nel territorio in esame, si individuano due principali complessi idrogeologici:

- complesso piroclastico-alluvionale;
- complesso tufaceo;

Quest’ultimo è caratterizzato da un tipo di permeabilità secondario per fratturazione, e subordinatamente primario per porosità nei casi in cui si presenta debolmente zeolitizzato.

Il complesso piroclastico-alluvionale, nel suo insieme, è mediamente permeabile per porosità; il grado di permeabilità è tuttavia variabile in funzione dell’assortimento granulometrico. Esso, infatti è costituito da breccie vulcaniche, scorie, pomici, lapilli e ceneri.

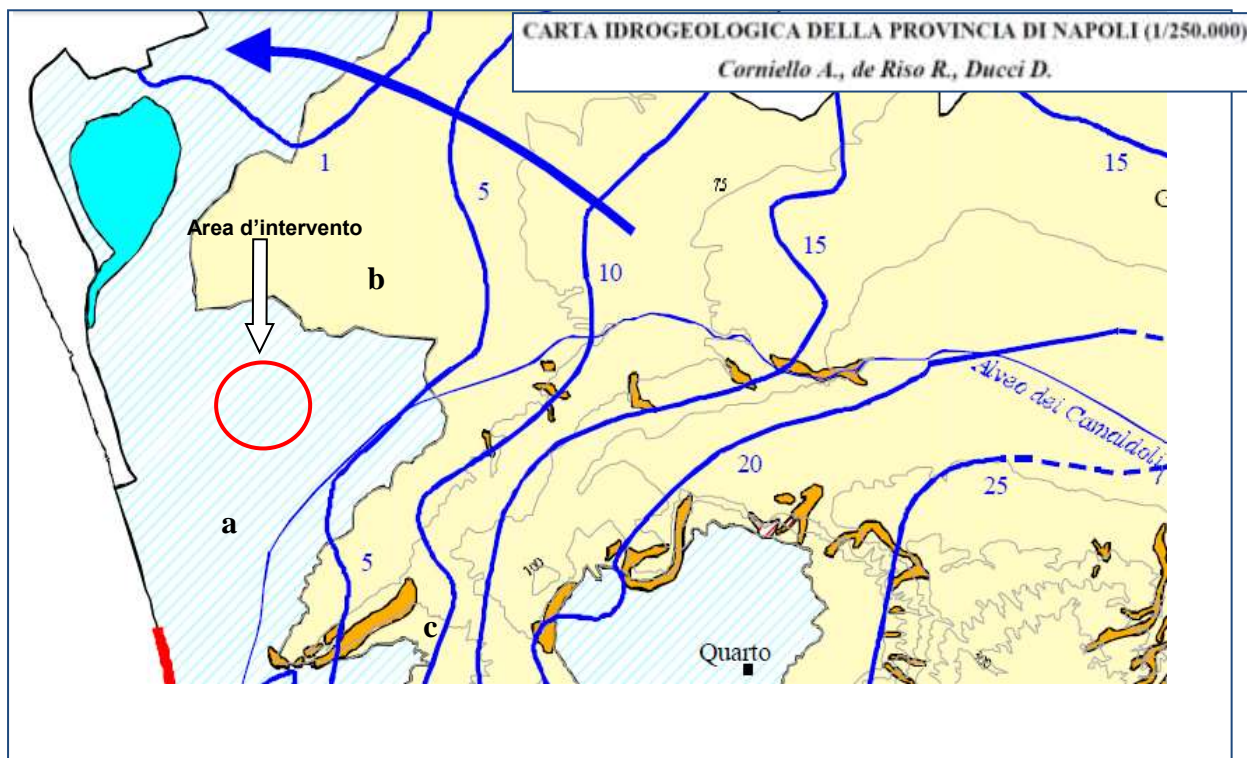
Le breccie vulcaniche sono accumuli di brandelli di lava derivanti da esplosioni vulcaniche o dovuti al lancio di materiali franati nei condotti vulcanici; generalmente si rinvencono allo stato sciolto ed incoerente; le scorie possono essere costituite essenzialmente di vetro vulcanico (“scorie di lancio”) oppure di noduli di lava generalmente ricoperti di crosta schiumosa e bollosa; le pomici hanno struttura porosa e dimensioni variabili da millimetriche a centimetriche; le ceneri rientrano mediamente nella classe granulometrica delle sabbie.

La circolazione idrica nell’area d’interesse è di tipo basale, con piezometrica localizzata tra i 5 e i 2 m (s.l.m.); tuttavia a causa della interdigitazioni di orizzonti a differente grado di permeabilità non è raro l’instaurarsi di falde sovrapposte a carattere stagionale.

La falda principale è accolta nei materiali al di sotto del complesso tufaceo: essa presenta carattere freatico ove il Tufo Grigio Campano è assente o di ridotto spessore, altrimenti è in diversa misura confinata in relazione alla potenza ed alle caratteristiche tessiturali e strutturali dello stesso.

La trasmissività media dell’acquifero, ricavata da dati di letteratura, è compresa tra 10^{-2} e 10^{-3} m²/s., mentre il coefficiente d’immagazzinamento, S, è pari a $10^{-2} \div 10^{-4}$.

Ciò confermando le condizioni di confinamento (o semiconfinamento) della falda (Nicotera - Tonnetti, 1972; Viparelli - Dentice D’Accadia, 1961).



Legenda

- a**:- depositi piroclastici di colmata per bonifica e terreni fluvio-lacustri con elementi piroclastici rimaneggiati e/o sedimentari a granulometria variabile;
 - b**:- depositi piroclastici sciolti flegrei s.l. e vesuviani con grana medio-fine e discontinui livelli più grossolani;
 - c**:- tufi giallastri talora stratificati. (TGN. TGC).
- Limiti presunti di bacini sotterranei ove noti
 - ➔ Direzione e verso di flusso delle falde
 - Isopiezometriche in m s.l.; tratteggiate se l'andamento è presunto

Fig. 3 – Carta Idrogeologica

Globalmente il deflusso sotterraneo è diretto verso i quadranti settentrionali con deviazioni verso i quadranti nord-occidentali.

L'assetto piezometrico non rivela marcate diversità tra zone interne ed esterne rispetto la struttura della caldera.

Inoltre, per quanto riguarda il P.A.I. l'area interessata dalle opere in progetto ricade all'interno dell'Autorità di Bacino Nord Occidentale della Campania e rientra, secondo gli ultimi aggiornamenti apportati nel 2010 nei piani stralcio per l'assetto idrogeologico, tra le aree interessate dal rischio idraulico.

In particolare da quanto si evince dalla cartografia (PAI- vd. fig. 4 e 5) parte degli interventi ricadono all'interno delle perimetrazioni R2 ed R1, rispettivamente corrispondenti ad un livello di rischio medio e moderato. In particolare l'area identificata

all’interno del cerchio in rosso corrisponde ai luoghi in cui ricadranno le opere in progetto.

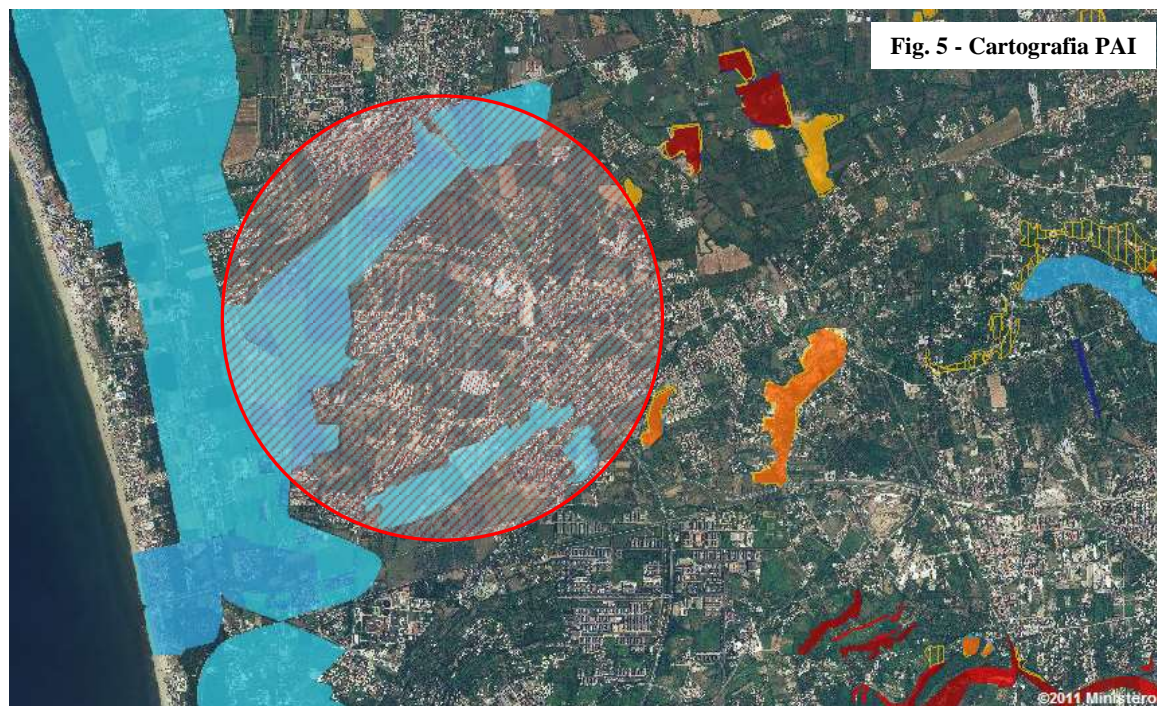
Di fatto le aree cartografate e delimitate in azzurro presentano una pericolosità idrogeologica moderata, legata alle oscillazioni dei regimi idraulici dell’Alveo Camaldoli.

All’interno di tali aree a “*pericolo alluvione*” moderato ricadono, in parte, le opere di progetto che non hanno nessuna influenza e non incidono, negativamente, sul grado di pericolosità segnalato.



In effetti sono manufatti che si sviluppano superficialmente nel sottosuolo e non interferiscono con il naturale deflusso idrico sia superficiale sia nel sottosuolo. Per il “*pericolo frana*” esso è rilevato solo nell’ambito degli impianti estrattivi (cave) e non interferisce con le ipotesi progettuali.

Di conseguenza per la valutazione del rischio, che ricalca nella delimitazione delle aree quello della pericolosità, s’identifica un “*rischio alluvione*” sia moderato sia medio.



Tale condizione non ha ricadute negative nella realizzazione delle opere di progetto che, una volta realizzate, possono mitigare, in parte, gli effetti dello scorrimento superficiale delle acque meteoriche, poiché, intercettate dai nuovi sistemi fognari.

7. Geologia dell’area oggetto degli interventi.

Il territorio comunale di Giugliano in Campania si sviluppa interamente su un’area subpianeggiante lungo una fascia in direzione Est-Ovest, immediatamente a Nord della Piana di Quarto e del complesso geologico dei Camaldoli.

L’area occupa una posizione piuttosto centrale nella Piana Campana, a Nord-Est del distretto vulcanico dei Campi Flegrei, corrispondente quindi ad un’ampia porzione della fascia “esterna” flegrea.

Dal punto di vista geologico-strutturale (vd. fig. 6 – Carta geologica-ISPRA), il territorio comunale è ubicato nella Piana Campana, vasta area di sprofondamento risalente al Pliocene superiore, caratterizzata da un sistema di faglie il cui andamento, ai margini orientali, è diretto a Nord – Ovest e Sud - Est.

La fase tettonica responsabile dell’attuale assetto geologico della Piana, si è sviluppata all’incirca settecentomila anni fa con le eruzioni esplosive sia del complesso Somma-Vesuvio sia dei vulcani di Agnano e Astroni.

Questa parte del territorio è essenzialmente costituita da varie formazioni litostratigrafiche fondamentali, che come già detto individuano altrettante aree idrogeologiche e geomorfologiche; in particolare alle formazioni presenti nell’area in oggetto appartengono tutti i prodotti vulcanici ascrivibili all’attività flegrea.

Si tratta essenzialmente di cineriti, pozzolane, tufi incoerenti, lapilli e pomici del II° e III° Periodo Flegreo, d’ignimbriti del I° Periodo Flegreo in facies di breccia vulcanica con blocchi lavici e scorie nerastre, oltre ai prodotti di dilavamento provenienti dalle pendici dei recinti calderici flegrei.

In affioramento si ritrovano terreni di colmata, sedimenti rimaneggiati con intercalazioni locali di lapilli e pomici dilavati.

Lo spessore di questi sedimenti nell’area in esame è estremamente variabile ma contenuta fino a un paio di metri; essi risultano sovrapposti ai prodotti piroclastici costituiti da pozzolane e cineriti con lapilli e pomici con livelli intercalati di prodotti provenienti dal dilavamento dalle pendici dei recinti calderici flegrei, da pozzolane grigio chiare e giallastre nonché da terreni riconducibili alla Formazione del “*tufo giallo napoletano Auct.*”, prevalentemente in facies incoerente.

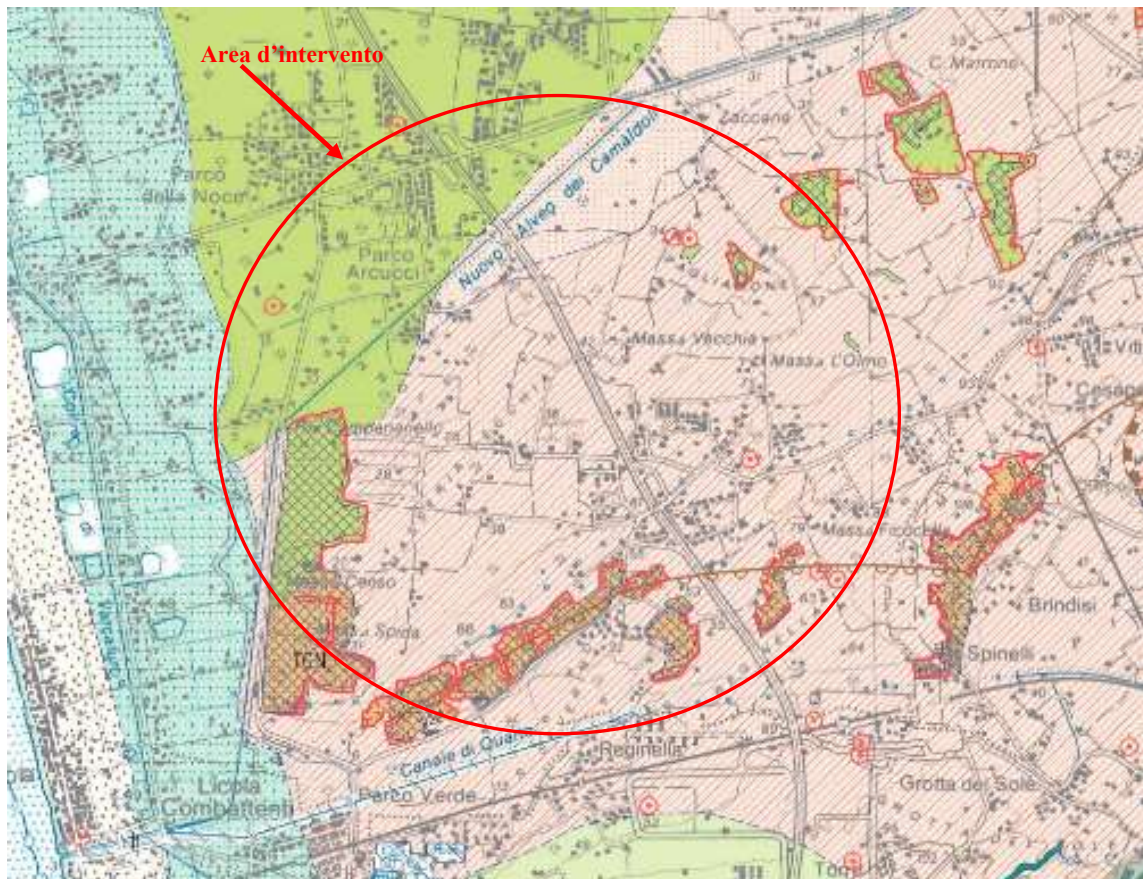


Fig. 6 – Stralcio cartografia geologica - ISPRA

Legenda

AREA DEI CAMPI FLEGREI

SUBSISTEMA DI CONTRADA ROMANO

Successione di depositi prevalentemente cineritici finemente stratificati con intercalati livelli di lapilli pomicei 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 circostanti, 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 litostatiche 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.

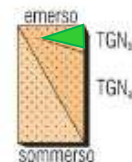
OLOCENE MEDIO - ATTUALE



TUFO GIALLO NAPOLETANO

Successione di depositi piroclastici giallastri generalmente litificati nelle zone prossimali (a) che variano in verticale e lateralmente a depositi sciolti di colore grigio chiaro (b). La sequenza del TGN è suddivisibile in due diversi membri separati da variazioni sedimentologiche e tessiturali dei depositi o dalla presenza di una discordanza angolare, ma in questa sede non cartografati singolarmente. Una breccia grossolana lentiforme e 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 accrezionali e sottili livelli pomicei grossolani. Il membro superiore di spessore massimo di 50-60 m, è formato da spessi livelli cineritici generalmente massivi, con lenti pomicee. Le pomici 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 14,900 ± 0.4 ka (DEINO *et alii*, 2004).

PLEISTOCENE SUPERIORE GLACIALE RECENTE



7.1 Geologia di Via S. Nullo.

Il collettore fognario delle acque nere di via S. Nullo può essere diviso nei seguenti tre tratti di lunghezza complessiva di 5040 m circa compresi tra i nodi A0 e A6’’

- I° tratto (dal nodo A0 al nodo A4) di circa m. 3.091 m, a monte del cavalcavia sulla SS 7 quater, con condotta in PEad De Ø 315 mm a servizio di un quartiere di circa 3670 abitanti;
- II° tratto in pressione (tra i nodi A4-A5) in PEad De Ø 225 mm di m 72,00 circa per l’attraversamento dell’esistente cavalcavia;
- III° tratto terminale (tra i nodi A5-A6’’) di circa 1.875 m costituito da una condotta in PEad De Ø 315 mm a servizio di un quartiere di circa 512 abitanti.

In particolare l’andamento stratigrafico del sottosuolo è stato ricostruito attraverso dei sondaggi superficiali perforati lungo la strada S. Nullo e aree limitrofe.

I sondaggi interessati sono S1, S2 S3 A4, S4 per Via S. Nullo ed S20 per via Massariota (vd. fig. da 7 a 13).

Dall’analisi dei dati stratigrafici, per il tratto contenuto in Via S. Nullo, è emerso la seguente serie litostragfica definita dall’alto verso il basso da uno strato costituito variabile da 0,30 a 0,50 m di misto granulometrico e asfalto a cui segue un livello di sabbie debolmente limose con inclusi pomici e scorie nerastre passanti lateralmente a limi sabbiosi e/o sabbie limose.

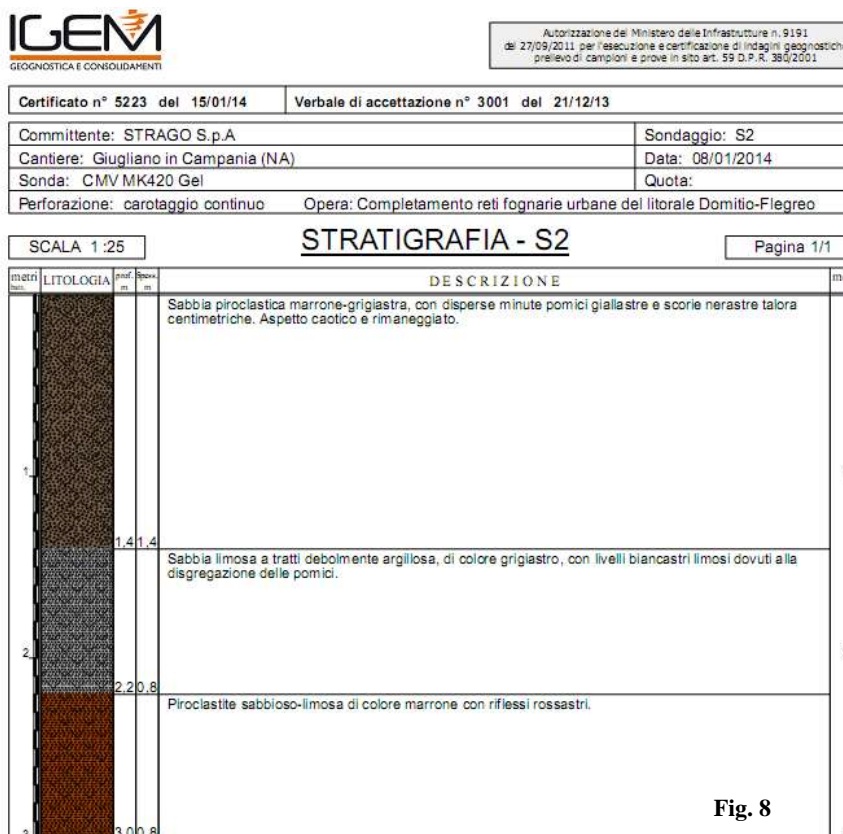
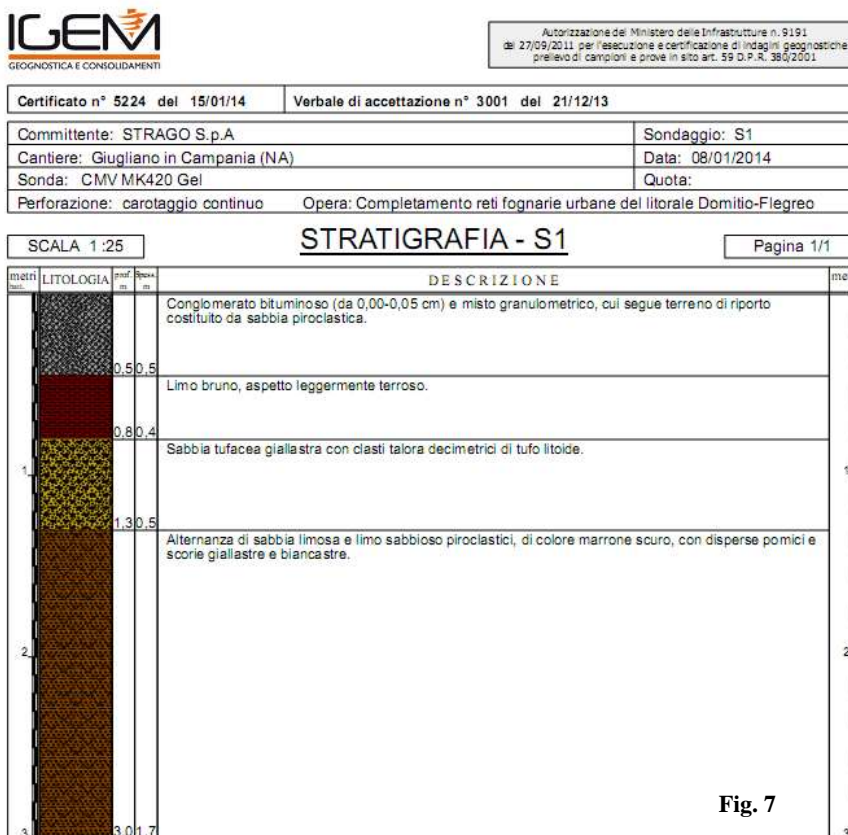
Sono terreni rimaneggiati e dall’aspetto, a luoghi, caotico. In alcuni tratti (S5) questi terreni passano a materiali di riporto. Spessore variabile dal metro fino a 2,00 metri circa. Seguono fino a – 3 m dal p.c. dei limi brunastri passanti lateralmente o in alternanza a sabbie e sabbie limose o debolmente limose.

Il solo sondaggio A4 si è spinto fino a – 10,00 m dal p.c. e in sequenza ha rilevato la presenza di sabbie debolmente limose di spessore fino a 1,20 m con sottostanti livelli di sabbie tufacee per 1,80 m circa di spessore e sabbie addensate con presenza di numerosi elementi clastici di pomici, scorie, e lapilli per uno spessore di circa 4,80 m.

Il tratto compreso in Via Massariota (S20) al di sotto di 0,50 m di conglomerato cementizio si rinvencono, distribuiti in sacche più o meno profonde, materiali di riporto costituiti da sabbie limose con livelli più o meno sottili di terre e/o torbe o pomici biancastre, spessore variabile da qualche decimetro fino a 2,10 m.

Seguono fino a – 3,00 m dal p.c. livelli di sabbie cineritiche con elementi clastici di pomici.

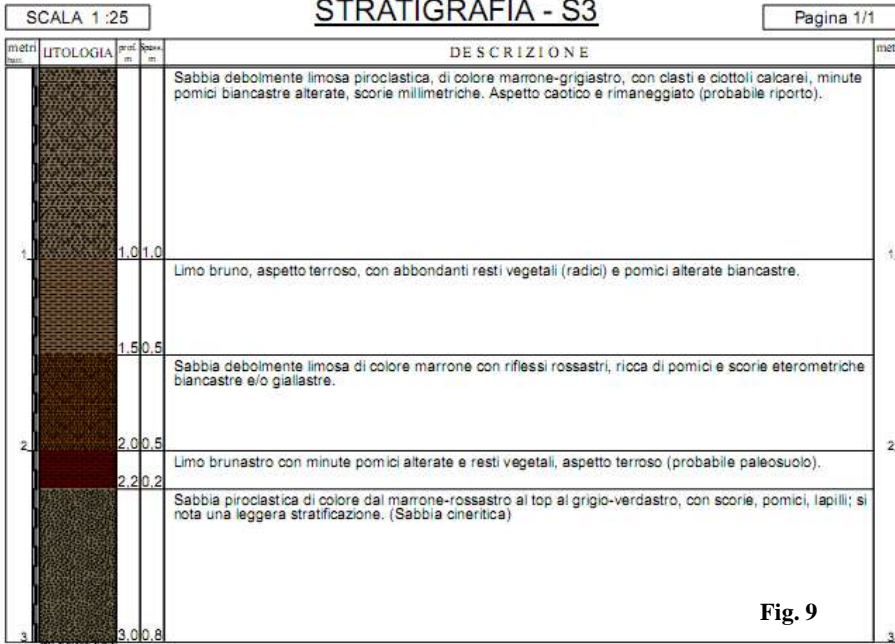
Via S. Nullo (stratigrafie ricavate dai S1, S2 S3, S4, S5, A4)





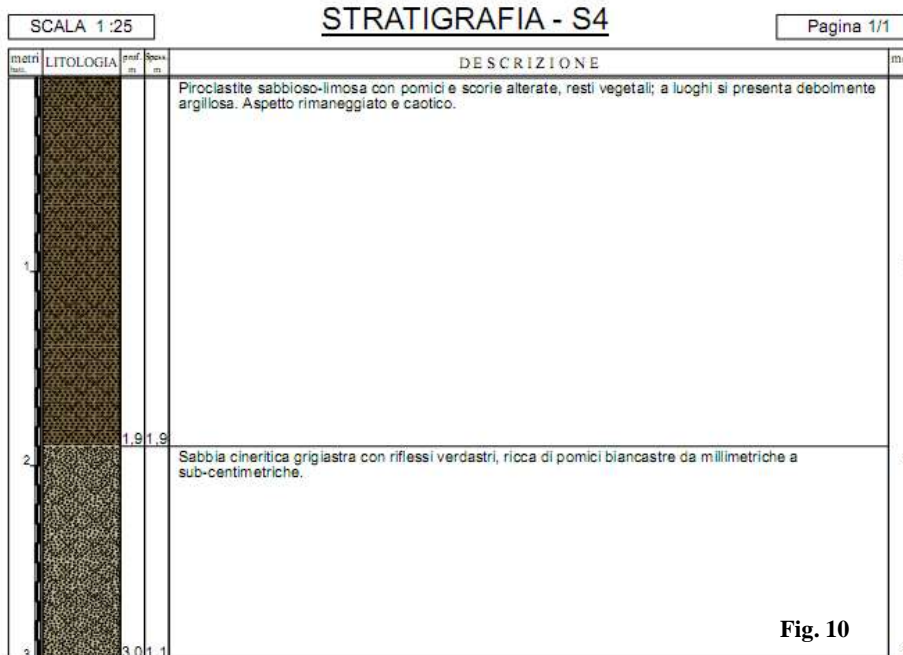
Autorizzazione del Ministero delle Infrastrutture n. 9191 del 27/09/2011 per l'esecuzione e certificazione di indagini geognostiche prelievo di campioni e prove in sito art. 59 D.P.R. 380/2001

Certificato n° 5222 del 15/01/14	Verbale di accettazione n° 3001 del 21/12/13
Committente: STRAGO S.p.A	Sondaggio: S3
Cantiere: Giugliano in Campania (NA)	Data: 08/01/2014
Sonda: CMV MK420 Gel	Quota:
Perforazione: carotaggio continuo	Opera: Completamento reti fognarie urbane del litorale Domitio-Flegreo



Autorizzazione del Ministero delle Infrastrutture n. 9191 del 27/09/2011 per l'esecuzione e certificazione di indagini geognostiche prelievo di campioni e prove in sito art. 59 D.P.R. 380/2001

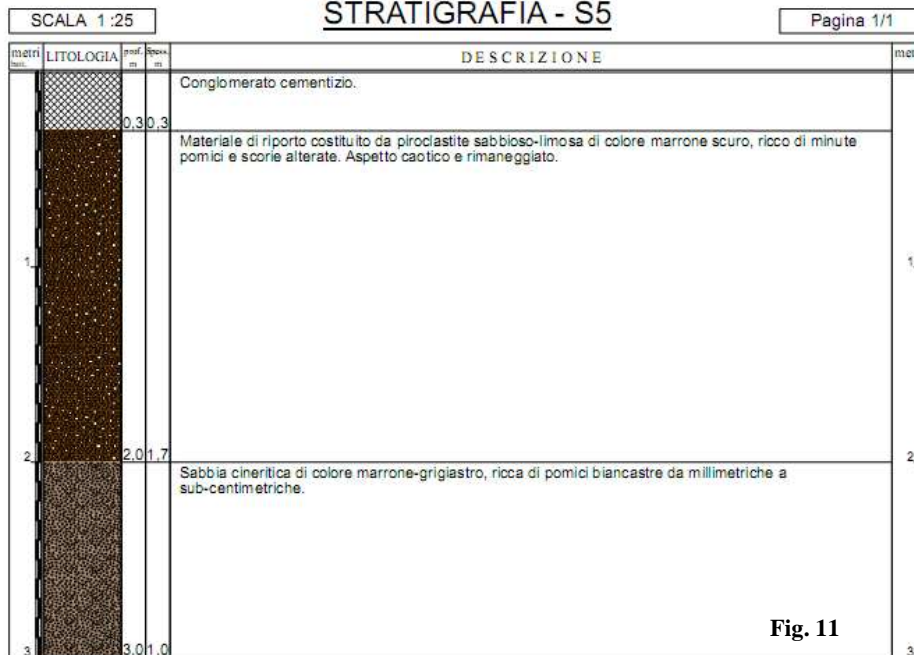
Certificato n° 5226 del 15/01/14	Verbale di accettazione n° 3001 del 21/12/13
Committente: STRAGO S.p.A	Sondaggio: S4
Cantiere: Giugliano in Campania (NA)	Data: 09/01/2014
Sonda: CMV MK420 Gel	Quota:
Perforazione: carotaggio continuo	Opera: Completamento reti fognarie urbane del litorale Domitio-Flegreo





Autorizzazione del Ministero delle Infrastrutture n. 5191 del 27/09/2011 per l'esecuzione e certificazione di indagini geognostiche prelievo di campioni e prove in sito art. 59 D.P.R. 380/2001

Certificato n° 5227 del 15/01/14	Verbale di accettazione n° 3001 del 21/12/13
Committente: STRAGO S.p.A	Sondaggio: S5
Cantiere: Giugliano in Campania (NA)	Data: 09/01/2014
Sonda: CMV MK420 Gel	Quota:
Perforazione: carotaggio continuo Opera: Completamento reti fognarie urbane del litorale Domitio-Flegreo	





Autorizzazione del Ministero delle Infrastrutture n. 9191 del 27/09/2011 per l'esecuzione e certificazione di indagini geognostiche: prelievo di campioni e prove in sito art. 59 D.P.R. 360/2001.

Certificato n° 5212 del 09/01/14	Verbale di accettazione n° 3001 del 21/12/13
Committente: STRAGO S.p.A.	Scandaglio: A4
Cantiere: Giugliano in Campania (NA)	Data: 23/12/2013
Sonda: CMV MK 420 GeI	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo - Opere Completamento reti fognarie urbane del litorale Domitio-Flegreo nel Comune di Giugliano (NA)	

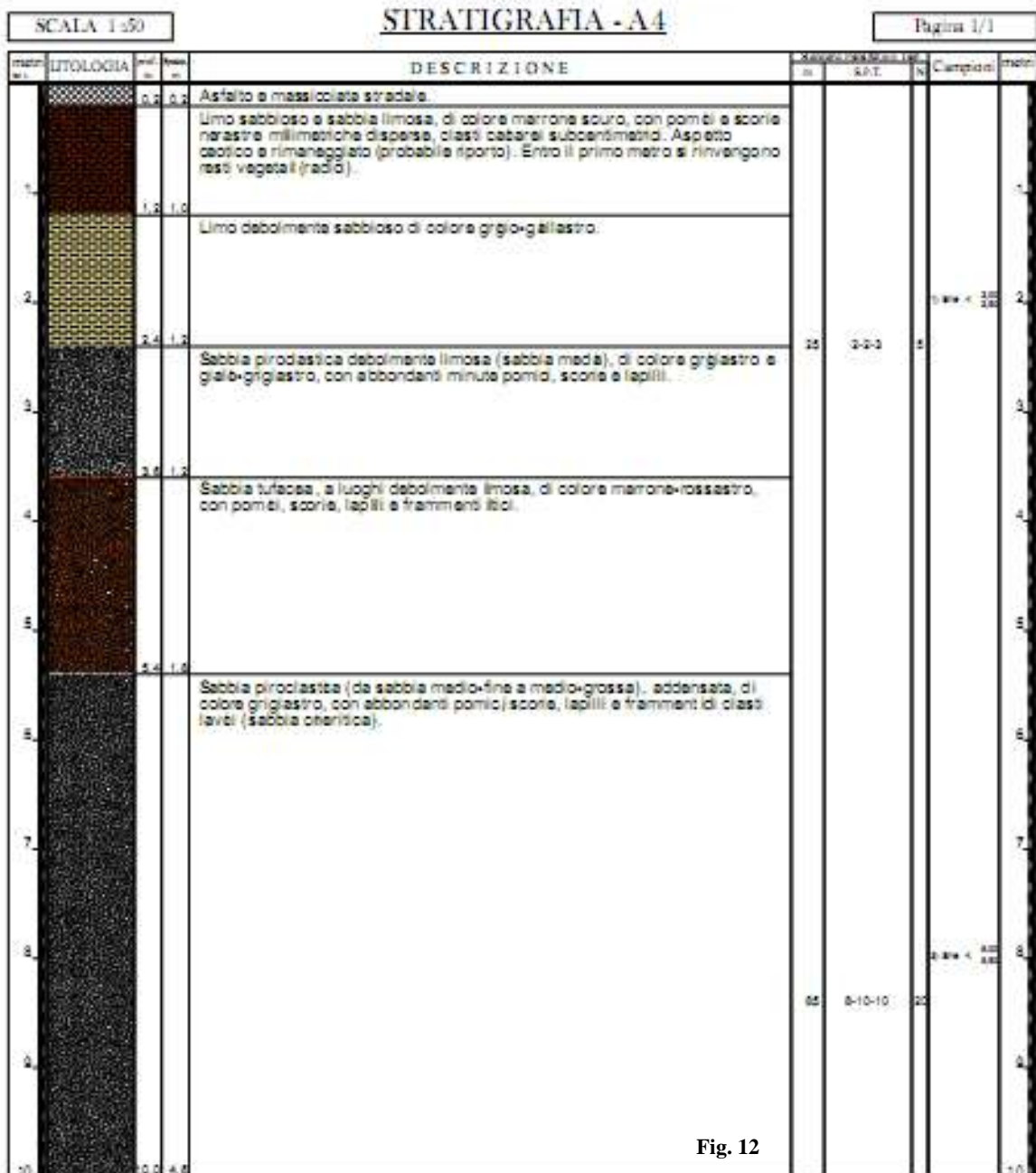


Fig. 12

Il Responsabile di sito
 Dott. Geol. Francesco Gravina

Il Direttore
 Dott. Geol. Francesco Gravina



7.2 Geologia di via Grotta dell’Olmo.

L’intervento è così suddiviso:

- I° tratto: tra i nodi idraulici B1-E1, per una lunghezza di circa 2041 m, è costituito da una condotta in PEad del diametro De Ø 315 mm a servizio di un quartiere di circa 1.316 abitanti. Tale condotta raccoglie le sole acque nere recapitandole nel collettore circolare esistente lungo l’alveo Camaldoli;
- II° Tratto : tra i nodi idraulici E1-B2, per una lunghezza di circa 450 m, a valle della confluenza del collettore della vicinale Grotta dell’Olmo, è costituito sempre da una condotta in PEad DN 315.

Complessivamente la fognatura di via Grotta dell’Olmo, è lunga 2.491 m circa, serve circa 1556 abitanti con recapito dei reflui nel collettore fognario lungo l’alveo Camaldoli.

In particolare l’andamento stratigrafico del sottosuolo è stato ricostruito attraverso dei sondaggi superficiali perforati lungo la Via Grotta dell’Olmo tra i nodi B1 e B2. I sondaggi interessati sono S6, S7 S8 (vd. fig. da 14 a 16).

Dall’analisi dei dati stratigrafici, per il tratto in argomento, è emerso la seguente serie litostratigrafica definita dall’alto verso il basso da uno strato costituito di circa 0,30 m di misto granulometrico e asfalto.

Segue un livello di sabbie limose e debolmente limose con a vari livelli stratigrafici inclusi clasti di pomici e tufi passanti lateralmente a limi sabbiosi e/o debolmente sabbioso fino a fondo foro (-3 m dal p.c.).

A luoghi si presentano rimaneggiati per spessori compresi tra un metro e 2 metri dal piano campagna.

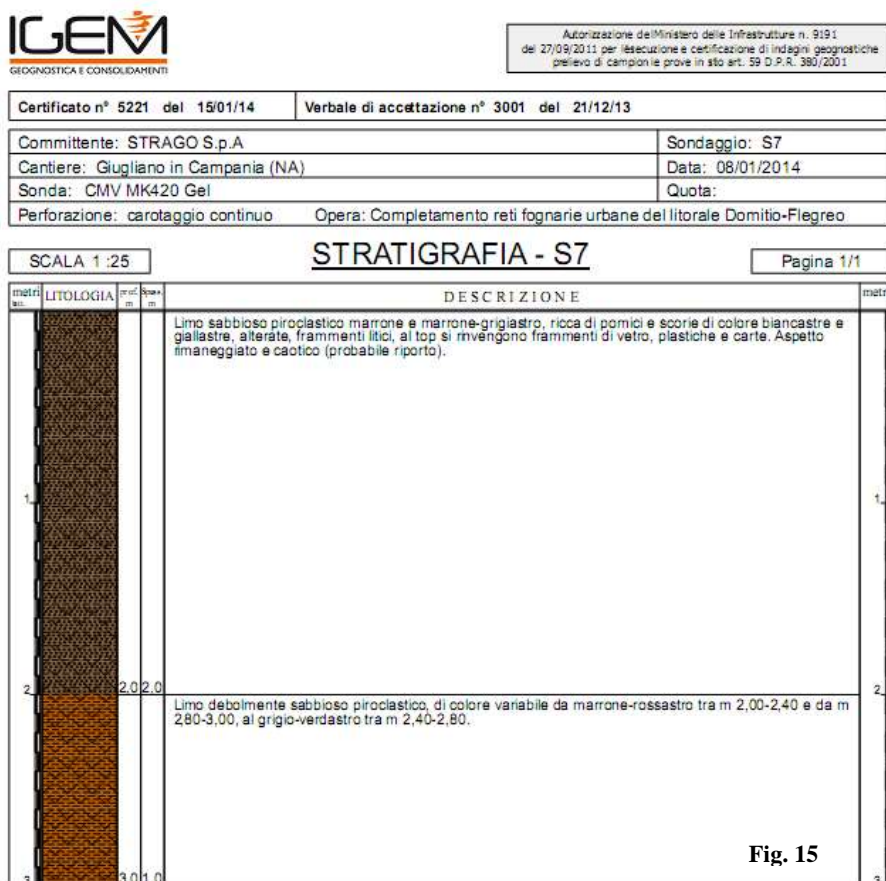
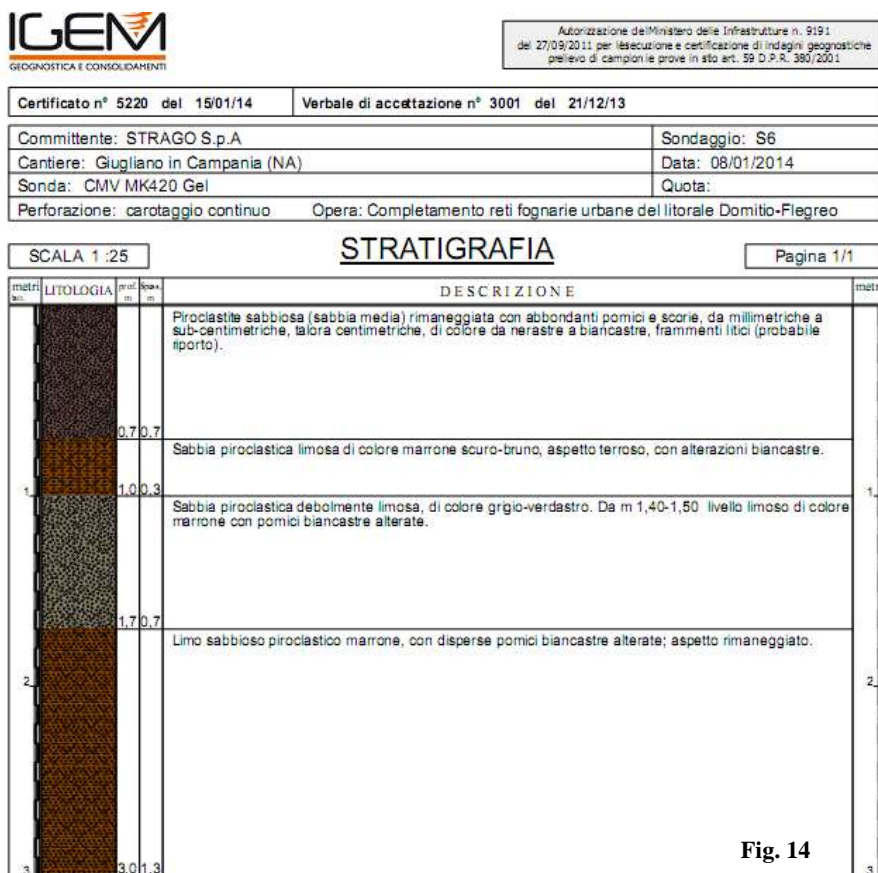
Il tratto compreso in Via Vicinale Grotta dell’Olmo (S9) al di sotto di 0,20 m di conglomerato bituminoso si rinvengono (vd. fig. 17), distribuiti in sacche di varia estensione, materiali di riporto costituiti da limi sabbiosi rimaneggiati e con inclusi resti vegetali e clasti di varia natura.

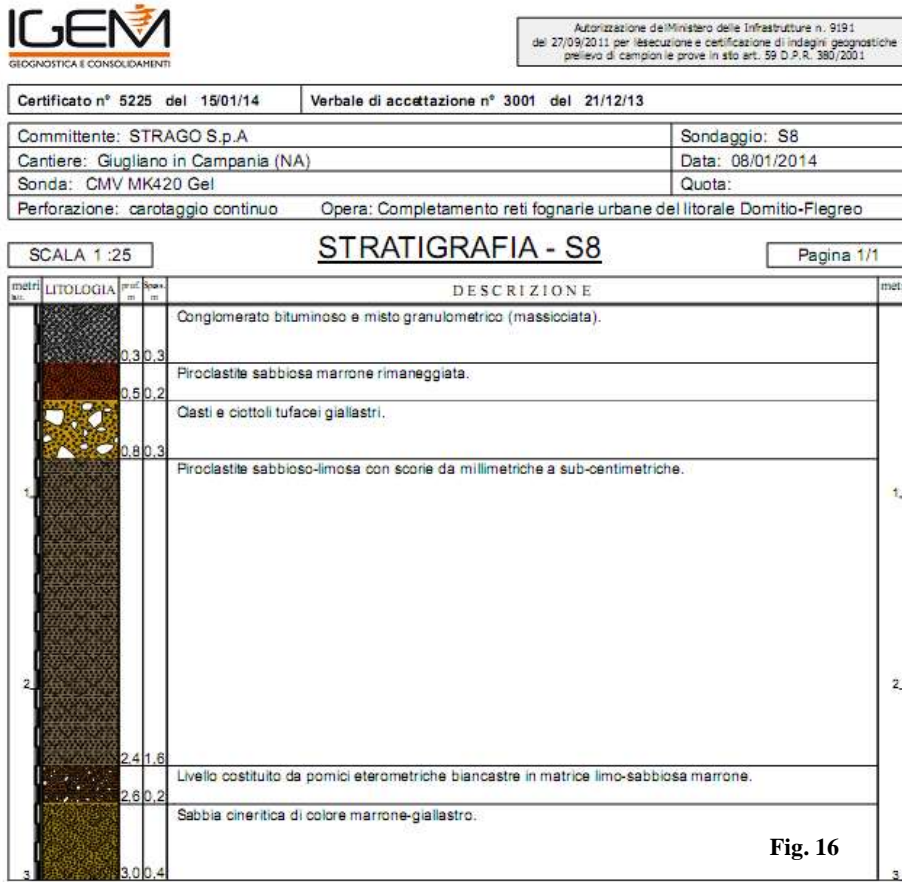
Spessore variabile da qualche decimetro fino al metro.

Seguono fino a – 3,00 m dal p.c. livelli di sabbie piroclastiche debolmente limose con elementi clastici di pomici e scorie.

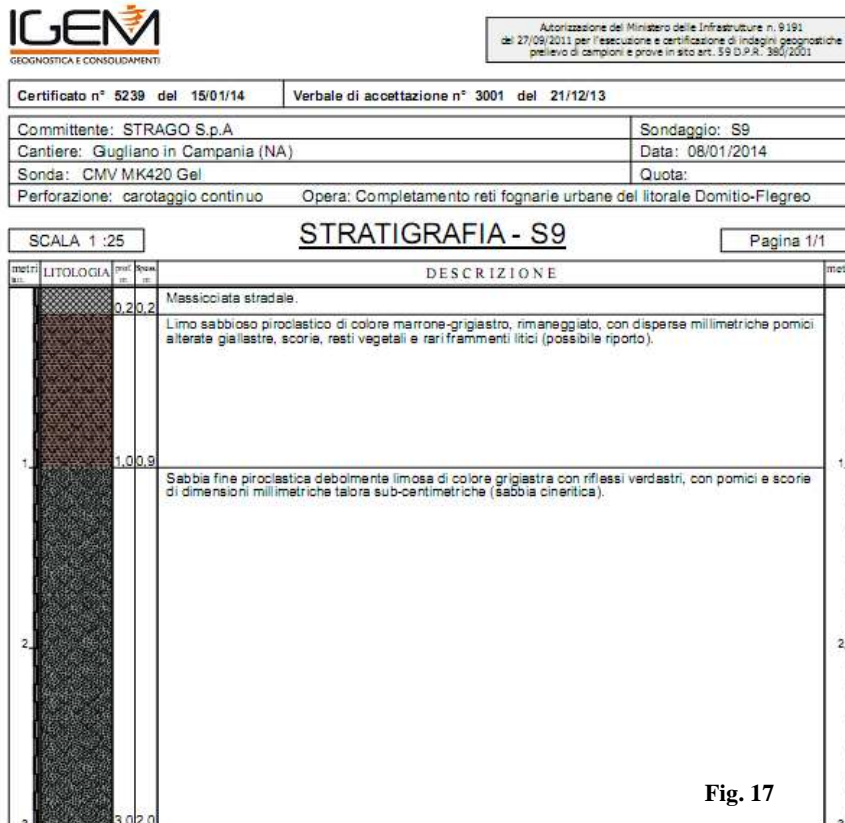
Dal punto di vista idrogeologico le sequenze descritte non presentano livelli saturi.

Via Grotta dell’Olmo - tra i nodi B1 e B2 - (stratigrafie ricavate dai S6, S7, S8)





Via Vicinale Grotta dell’Olmo (stratigrafia ricavata dal S9)



7.3 Geologia di via Madonna del Pantano.

L'opera interessa la strada omonima e le strade confluenti Vicinale degli Incurabili, per un totale di circa m 2.872.

E' stato previsto il sistema fognario nero costituito da una rete di collettori fecali in PEad del diametro De Ø 315 mm, per un totale di circa 2.216 m, con un impianto (nodo C1") di sollevamento con uno sviluppo di circa 655 m di condotte in pressione. Il totale degli abitanti serviti è pari a circa 3.733 con recapito dei reflui nel collettore fognario comunale di via Ripuaria.

In particolare l'andamento stratigrafico del sottosuolo è stato ricostruito attraverso dei sondaggi superficiali e non, perforati lungo le strade interessate dalle opere.

I sondaggi interessati sono C6, C2, C2' S10, S11(vd. fig. da 18 a 22).

Dall'analisi dei dati stratigrafici, dei tratti in argomento, è emerso la seguente serie litostragfica; asfalto e massicciata stradale per uno spessore di 0,30 m; in mancanza terreno vegetale con spessore variabile tra 0,20 e 0,50 m, ovvero 1,00 – 1,50 m di riporto.

Segue un livello di limi da sabbiosi a debolmente sabbiosi. Spessore compreso tra 0,90 e 2,80 m.

Seguono senza soluzione di continuità delle sabbie e sabbie fini limose.

Spessore compreso tra 1,1 e i 2,60 m circa.

In sequenza verso il basso si ritrovano un'alternanza più o meno regolare di limi e limi sabbiosi con inclusi litici; spessore massimo 4,6 m.

Si passa verso il basso e lateralmente ad alternanze di limi e limi sabbiosi e sabbie contenenti scorie, lapilli e frammenti litici. Spessore massimo oltre 5,00 (f.f.).

Dal punto di vista idrogeologico le sequenze descritte non presentano livelli saturi.

Via Madonna del Pantano (stratigrafia ricavata dal sondaggio C6)

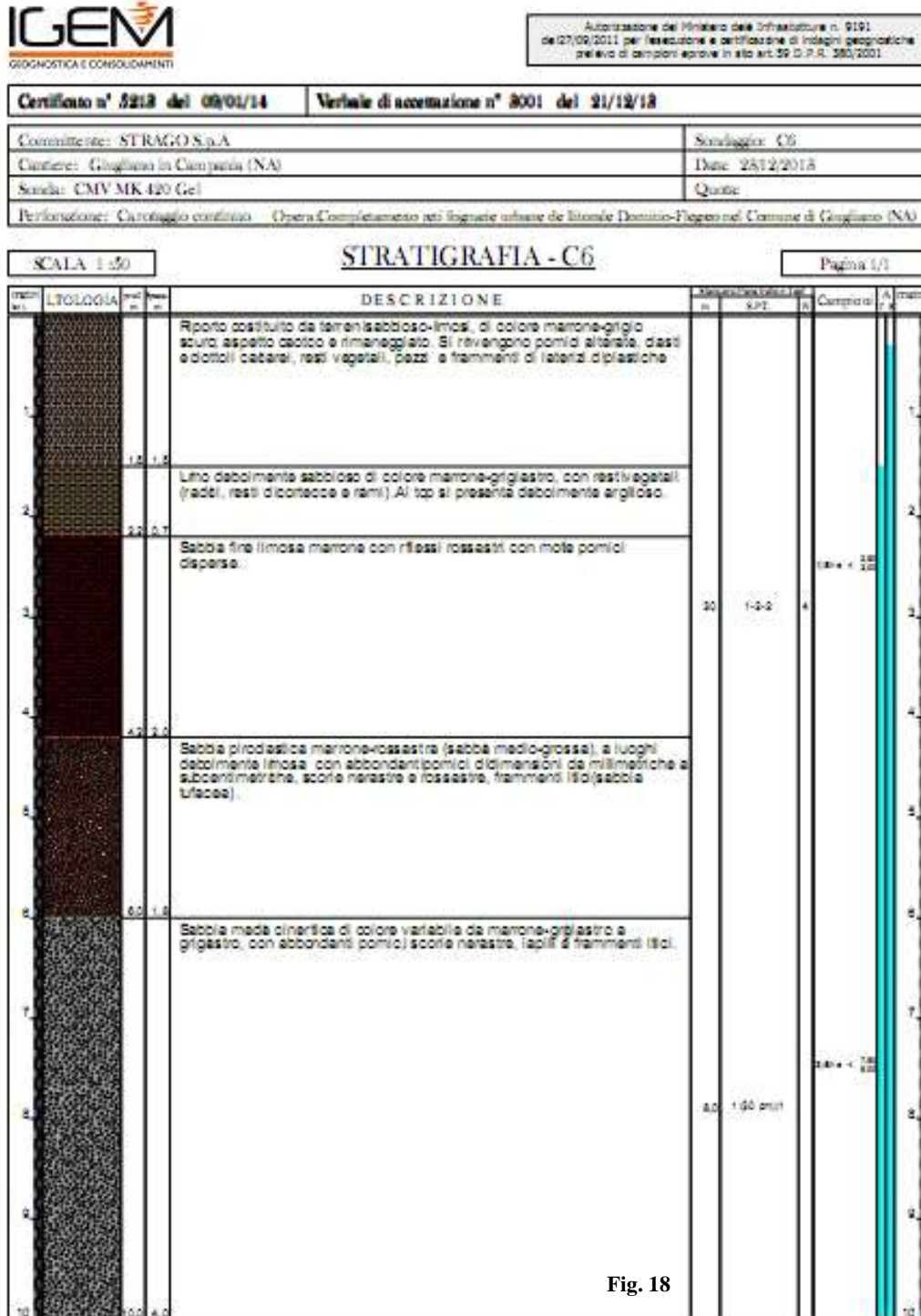


Fig. 18

Il Responsabile di sito
 Dott. Geol. Francesco Gravina

Il Direttore
 Dott. Geol. Francesco Gravina

Via Ripuarìa (stratigrafie ricavate dai sondaggi C2 e C'2)



Autorizzazione del Ministero delle Infrastrutture n. 9191 del 27/09/2011 per l'esecuzione e certificazione di indagini geologiche, prelievo di campioni e prove in sito art. 59 D. PR. 360/2001

Certificato n° 5215 del 09/01/14	Verbale di accettazione n° 3001 del 21/12/13
Committente: STRAGO S.p.A	Sondaggio: C2
Cantiere: Giugliano in Campania (NA)	Data: 23/12/2013
Sonda: CMV MK 420 Gel	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo - Opere Completamento reti fognarie urbane del litorale Domitio-Flegreo nel Comune di Giugliano (NA)	

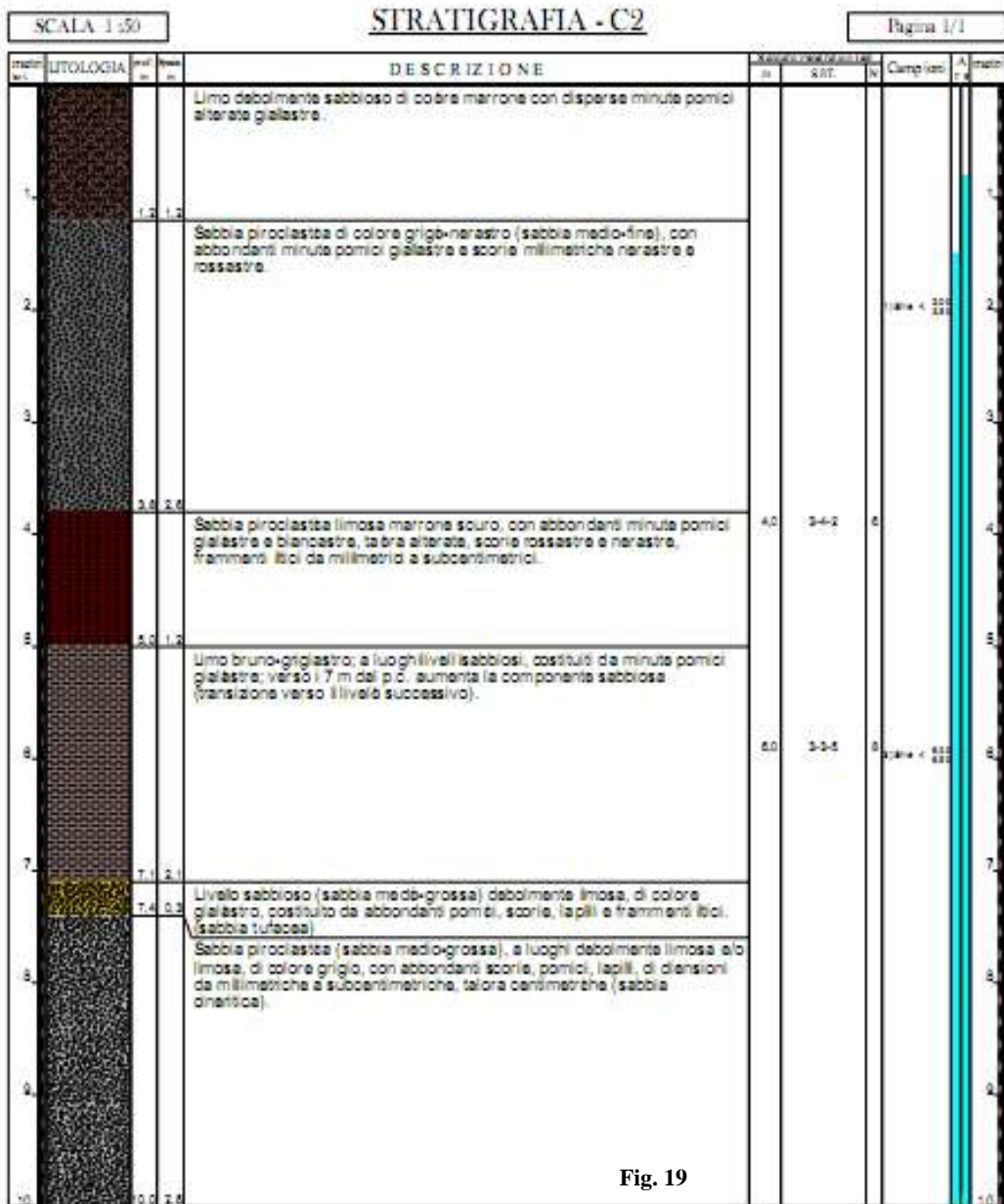


Fig. 19



Autorizzazione del Ministero delle Infrastrutture n. 9191
 del 27/09/2011 per l'esecuzione e certificazione di indagini geotecniche
 prelievo di campioni e prove in sito art.59 D.P.R. 280/2001

Certificato n° 5214 del 09/01/14	Verbale di accettazione n° 8001 del 21/12/13
Committente: STRAGO S.p.A.	Scandaglio: C2
Cantiere: Giugliano in Campania (NA)	Data: 30/12/2013
Sonda: CMV MK 420 Gei	Quota:
Perfezionamento: Carotaggio continuo - Opera Completamento reti fognarie urbane de Litorale Domitio-Flegreo nel Comune di Giugliano (NA)	

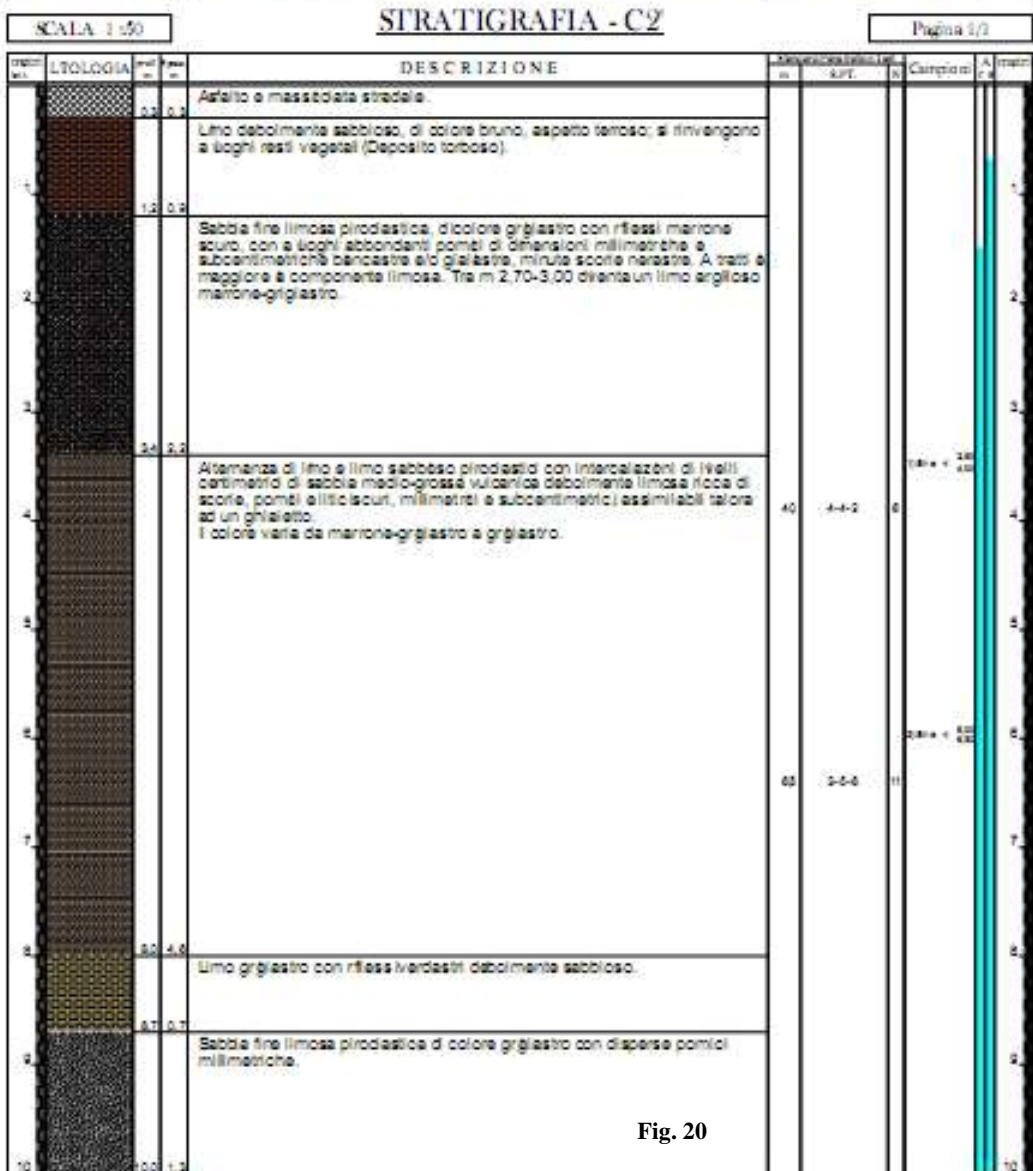
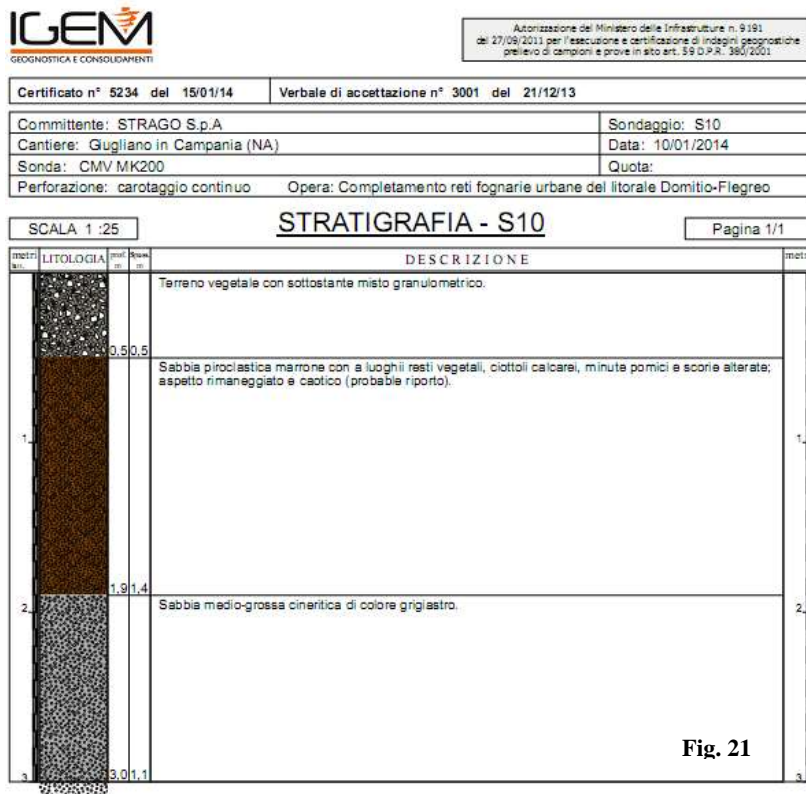


Fig. 20

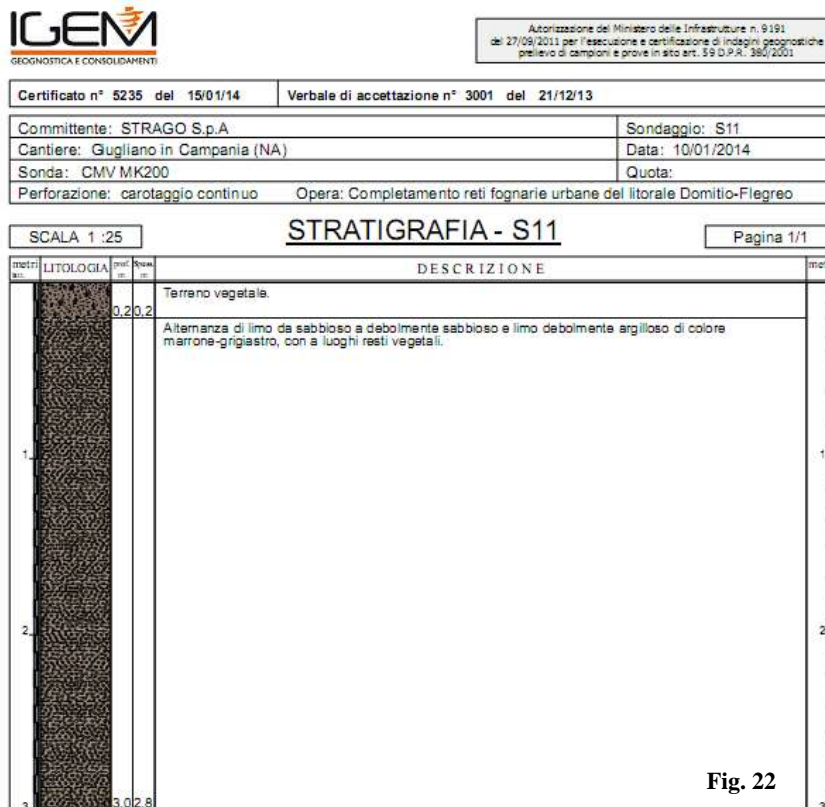
È Responsabile di sito
 Don. Geol. Francesco Gravina

Il Direttore
 Don. Geol. Francesco Gravina

Via Torre degli Incurabili (stratigrafia ricavata dal S20)



Via Vicinale Rannola (stratigrafia ricavata dal S11)



8. Considerazioni idrogeologiche e geomorfologiche

In merito alle condizioni idrogeologiche l’area in esame si trova tra il Distretto dei Campi Flegrei e la Piana Campana con caratteristiche litostratigrafiche e giaciture del sottosuolo tali da poterla aggregare alla complessa e articolata struttura idrogeologica presente nella piana campana-campi flegrei nella quale la circolazione idrica sotterranea è costituita dalla sovrapposizione di varie falde che assumono rilievo e interesse idrogeologico se sottostanti il tufo grigio.

Le falde idriche sovrastanti a tale formazione litostratigrafica presentano caratteri di un “multifalda” e vengono alimentate quasi esclusivamente dalle acque meteoriche presentando caratteri di produttività stagionali ed effimeri.

Il flusso delle acque sotterranee avviene lungo le direttrici che vanno dai quadranti orientali verso i quadranti occidentali.

In particolare nelle aree interessate dalle indagini la falda freatica, in pressione, raggiunge quote quasi prossime al livello di campagna.

In particolare vista la presenza di depositi piroclastici incoerenti, abbondantemente presenti sia in affioramento sia nel sottosuolo, caratterizzati da una granulometria compresa tra le sabbie e i limi con commistioni tra le due frazioni, le caratteristiche idrogeologiche di tali livelli sono tali da conferire a questo complesso superficiale un grado di permeabilità per porosità medio-basso con una variabilità sia in senso verticale sia in senso orizzontale.

Di fatto di tutti i punti d’indagine, solo nei sondaggi C6, C2 e C’2 è presente la falda freatica, in pressione, che si attesta a pochi decimetri dal p.c. (da 0,30 a 0,80 m dal p.c.).

Dal punto di vista geomorfologico il territorio investigato su cui ridadono le opere di progetto occupa le porzioni occidentali del Comune di Giugliano in Campania e presenta un andamento morfologico pressoché pianeggiante ed è caratterizzato da una intensa urbanizzazione.

Le quote altimetriche variano da 60 a 10 m circa (s.l.m.) con pendenze modestissime, prossime all’1% verso ovest nord-ovest ovvero verso la costa tirrenica.

Non si hanno riscontri di cavità sotterranea e l’unico elemento morfologico di rilievo è l’Alveo Camaldoli che rappresenta l’unica via d’acqua di una certa importanza.

Considerata, pertanto, l’assenza di particolari e significativi processi geomorfici in atto e/o quiescenti e considerato che i substrati presentano delle caratteristiche geotecniche discrete in relazione agli interventi da realizzare, che gravano nel

sottosuolo, da pochi metri dalla superficie fino alla profondità massima di 8 m dal p.c. si può escludere che le opere di progetto possano influire negativamente sulle condizioni morfologiche dell’area su cui insistono.

9. Caratterizzazione litotecnica

La caratterizzazione geotecnica ha riguardato i punti in cui sono stati eseguiti i sondaggi geognostici spinti fino a 10 metri dal p.c.

Di fatto in questi luoghi saranno realizzate delle opere a notevole impatto meccanico sui substrati, a differenza dei tracciati superficiali (qualche metro di profondità dal p.c.) dove saranno posate le tubazioni di servizio che avranno un modestissimo e irrisorio impatto sui substrati. In ogni caso i campioni prelevati entro 3 metri dal p.c. essendo affioranti e/o presenti anche lungo lo sviluppo tracciati hanno permesso una conoscenza sufficiente per determinare i metodi di posa delle condotte.

In particolare il sondaggio A4 eseguito in asse sulla realizzazione di un impianto di sollevamento ha permesso di prelevare due campioni indisturbati di cui si forniscono le caratteristiche meccaniche principali a seguito di analisi di laboratorio:

- campione T1 prelevato a profondità compresa tra 2,00 e 2,50 m dal p.c.

Dall’analisi granulometrica risulta essere una *sabbia con limo debolmente ghiaiosa* con i seguenti parametri geotecnici ricavati dall’analisi di laboratorio:

$$\gamma = 12,90 \text{ kN/m}^3;$$

$$c' = 17,19 \text{ kPa};$$

$$\varphi' = 31,47^\circ;$$

- il campione T2 prelevato nello stesso sondaggio geognostico a profondità compresa tra 8,00 e 8,50 dal p.c. è risultato granulometricamente assimilabile a una *sabbia con limo* con i seguenti dati:

$$\gamma = 23,63 \text{ kN/m}^3;$$

$$c' = 13,67 \text{ kPa};$$

$$\varphi' = 34,14^\circ$$

Nel sondaggio geognostico C2, sempre nell’ambito di un impianto di sollevamento, si sono prelevati due campioni indisturbati il T5 e T6 rispettivamente tra 2,00 e 2,50 m dal p.c. e tra 6,00 e 6,50 m dal p.c.. Dall’analisi granulometrica di laboratorio il campione T5 è stato caratterizzato granulometricamente come una *sabbia limosa debolmente ghiaiosa* le cui caratteristiche fisico-meccaniche sono:

$$\gamma = 18,83 \text{ kN/m}^3;$$

$$c' = 7,41 \text{ kPa};$$

$$\varphi' = 36,68^\circ;$$

- il campione T6 prelevato nello stesso sondaggio geognostico a profondità compresa tra 8,00 e 8,50 dal p.c. è risultato granulometricamente assimilabile a una *limo con sabbia* con i seguenti dati:

$$\gamma = 16,68 \text{ kN/m}^3;$$

$$c' = 18,39 \text{ kPa};$$

$$\varphi' = 32,40^\circ$$

Nel sondaggio geognostico C6, eseguito in asse sulla realizzazione di un impianto di sollevamento, si sono prelevati due campioni indisturbati il T3 e T4 rispettivamente tra 2,50 e 3,00 m dal p.c. e tra 7,50 e 8,00 m dal p.c. Dall'analisi granulometrica di laboratorio il campione T5 è stato caratterizzato granulometricamente come una *limo con sabbia argilloso* le cui caratteristiche fisico-meccaniche sono:

$$\gamma = 15,86 \text{ kN/m}^3;$$

$$c' = 20,04 \text{ kPa};$$

$$\varphi' = 33,40^\circ;$$

- il campione T4 prelevato nello stesso sondaggio geognostico a profondità compresa tra 7,50 e 8,00 dal p.c. è risultato granulometricamente assimilabile a una *sabbia con limo ghiaiosa* con i seguenti dati:

$$\gamma = 15,48 \text{ kN/m}^3;$$

$$c' = 11,17 \text{ kPa};$$

$$\varphi' = 37,48^\circ$$

Nel sondaggio geognostico C'2 si sono prelevati due campioni indisturbati il T3 e T4 rispettivamente tra 3,50 e 4,00 m dal p.c. e tra 6,00 e 6,50 m dal p.c.

Dall'analisi granulometrica di laboratorio il campione T7 è stato caratterizzato granulometricamente come una *limo sabbioso debolmente argilloso* le cui caratteristiche fisico-meccaniche sono:

$$\gamma = 16,13 \text{ kN/m}^3;$$

$$c' = 20,34 \text{ kPa};$$

$$\varphi' = 31,31^\circ;$$

- il campione T8 prelevato nello stesso sondaggio geognostico a profondità compresa tra 6,00 e 6,50 dal p.c. è risultato granulometricamente assimilabile a una *limo sabbioso-ghiaiosa debolmente argilloso* con i seguenti dati:

$$\gamma = 15,21 \text{ kN/m}^3;$$

$$c' = 18,23 \text{ kPa};$$

$$\varphi' = 32,11^\circ$$

Qui di seguito si rappresenta la tabella riassuntiva (tab.1) dati geotecnici di laboratorio:

Tab. 1

Identif.	Prof.[m]	Granulometria	γ [kN/m ³]	ϕ' (in °)	c' [kPa]
C2 - C1	2.0 - 2.5	Sabbia limosa	18.83	36.68	7.41
C2 - C2	6.0 - 6.5	Limo con sabbia	16.68	32.40	18.39
C2' - C1	3.5 - 4.0	Limo sabbioso debolmente argilloso	16.13	31.31	20.34
C2' - C2	6.0 - 6.5	Limo sabbioso ghiaioso debolmente argilloso	15.21	32.11	18.23
C6 - C1	2.5 - 3.0	Limo con sabbia argilloso	15.86	33.40	20.04
C6 - C2	7.5 - 8.0	Sabbia con limo ghiaiosa	15.48	37.48	11.17
A4 - C1	2.0 - 2.5	Sabbia con limo debolmente ghiaiosa	16.36	34.14	13.67
A4 - C2	8.0 - 8.5	Sabbia con limo	12.90	31.47	17.19

Nel corso dei sondaggi geognostici a carotaggio continuo, a quote stratigrafiche diverse, sono state eseguite, in foro, n.8 prove penetrometriche dinamiche del tipo S.P.T riassunte nelle seguenti tabelle (tab. 2 e 3).

Tab. 2

Sondaggio	Prova Profondità	N° colpi
A4 S.P.T. 1	m. 2,50 - 2,95	(2-2-3)
A4 S.P.T. 2	m. 8,50 - 8,95	(8-10-10)
C2 S.P.T. 1	m. 4,00 - 4,45	(3-4-2)
C2 S.P.T. 2	m. 6,00 - 6,45	(3-3-5)
C2' S.P.T. 1	m. 4,00 - 4,45	(4-4-2)
C2' S.P.T. 2	m. 6,50 - 6,95	(3-5-6)
C6 S.P.T. 1	m. 3,00 - 3,45	(1-2-2)
C6 S.P.T. 2	m. 8,00 - 8,45	(1[30 cm] ⁻¹)

Tab. 3

Sondaggio A4

Prof. (m)	NSPT	Resistenza dinamica (kPa)	Peso di Volume (kN/m ³)	Angolo di attrito interno (°)	Modulo di Young (kPa)	Modulo deformazione di taglio (kPa)	Densità relativa (%)	Modulo edometrico (kPa)
2.5	5	2216	13.5	29	10781	20803	18.31	3500
8.5	20	6590	15	34	75900	48526	50.43	10000

Sondaggio C2

Prof. (m)	NSPT	Resistenza dinamica (kPa)	Peso di Volume (kN/m ³)	Angolo di attrito interno (°)	Modulo di Young (kPa)	Modulo deformazione di taglio (kPa)	Densità relativa (%)	Modulo edometrico (kPa)
4.00	6	2385	16.5	31	13683	23254	19.73	4000
6.5	8	2883	15	32	20180	27723	28.38	5500

Sondaggio C2'

Prof. (m)	NSPT	Resistenza dinamica (kPa)	Peso di Volume (kN/m ³)	Angolo di attrito interno (°)	Modulo di Young (kPa)	Modulo deformazione di taglio (kPa)	Densità relativa (%)	Modulo edometrico (kPa)
4.00	6	2385	16.5	31	13683	23254	19.73	4000
6.50	11	3963	14	33	31565	33677	36.03	7700

Sondaggio C6

Prof. (m)	NSPT	Resistenza dinamica (kPa)	Peso di Volume (kN/m ³)	Angolo di attrito interno (°)	Modulo di Young (kPa)	Modulo deformazione di taglio (kPa)	Densità relativa (%)	Modulo edometrico (kPa)
3.00	4	443	14	29	8120	18151	15.72	3000
8.00	1.5	15801	14	28	2557	9969	8.03	1400

10. Classificazione sismica dei siti (in base al metodo previsto dal D.M. 14.01.2008)

Riguardo alla classificazione sismica dei suoli di fondazione in situ prevista dalla Normativa in vigore (D.M. del 17 Gennaio 2018, Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni), vengono identificate n. 5 classi (denominate rispettivamente A, B, C, D e E) a ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico.

Lo schema indicativo (vd. tab 4) di riferimento per la determinazione della classe del sito è il seguente:

Tab. 4

Classe	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo di 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} , compresi fra 360 m/s e 800 m/s ($N_{spt,30} > 50$ nei terreni a grana grossa o $cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi fra 180 e 360 m/s ($15 < N_{spt,30} < 50$ nei terreni a grana grossa, $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati oppure di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30} < 180$ m/s ($N_{spt,30} < 15$ nei terreni a grana grossa, $cu_{30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, giacenti su un substrato di riferimento ($V_{s30} > 800$ m/s).

Per V_{s30} s'intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati fino a 30 metri di profondità dal piano di posa delle opere

Alle cinque categorie su descritte se ne aggiungono altre due (S1 S2) per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare (vd. tab.5).

Tab. 5

Classe	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di V_{s30} inferiori a 100 m/s (o $10 < cu_{30} < 20$), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o argille molto organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria non rientrante nelle classi precedenti.

Per il suolo di fondazione della zona di studio il parametro V_{s30} è caratterizzato dalle seguenti velocità rilevate:

$V_{s30} - SS1$ pari a 244 m/s per l’intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a – 30 m (ctg. C).

$V_{s30} - SS2$ pari a 249 m/s per l’intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a – 30 m (ctg. C).

$V_{s30} - SS3$ pari a 239 m/s per l’intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a – 30 m (ctg.C).

$V_{s30} - SS4$ pari a 251 m/s per l’intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a – 30 m (ctg. C).

11. Conclusioni

Lo studio fatto basandosi sulle indagini geognostiche effettuate, ha permesso di ricostruire un modello geologico-tecnico del sottosuolo sufficientemente adeguato per una corretta progettazione delle opere previste.

Su quanto è emerso dai sopralluoghi effettuati, dai risultati delle indagini in campo e dalle prove di laboratorio geotecnico è possibile stabilire quanto segue:

- nell'area su cui insistono le opere di progetto non esistono evidenti fenomeni, sia a livello superficiale sia profondo, di dissesto in atto ne potenziali; in generale sono aree stabili e senza significativi squilibri geomorfologici;
- il sottosuolo è caratterizzato dalla presenza di un substrato costituito da depositi che, dal basso verso l'alto, prevalentemente di natura effusiva caratterizzati da cineriti a granulometria prevalentemente sabbiosa seguiti da alternanze di sabbia e limo con pomici che evolvono a piroclastiti sabbio-limose con inclusi di pomici e scorie alterate, a luoghi, con aspetto rimaneggiato e inclusi materiali di origine antropica;
- dal punto di vista idrogeologico la falda idrica sotterranea è stata intercettata dai sondaggi geognostici solo nei punti C6, C'2 C2. Di fatto il livello piezometrico si attesta, in profondità a oltre 5.0-6.0 m dal p.c. ma per condizioni di leggera pressione, risale entro il primo metro di profondità;
- le caratteristiche meccaniche dei terreni presenti nell'area, discrete ai fini degli interventi, l'assetto strutturale, geomorfologico e idrogeologico determinano allo stato attuale una situazione di sostanziale idoneità per la realizzazione delle opere progettuali;
- dal punto di vista archeologico le indagini eseguite non hanno messo in evidenza nessuna emergenza significativa e nessuna traccia di antiche attività antropiche.

IL GEOLOGO
dott.Paolo Martines
