

COMUNE DI AVELLINO

PROVINCIA DI AVELLINO



PROGETTO ESECUTIVO

Progetto di messa in sicurezza Operativa e Bonifica localizzata del sito STIR

-Attuazione del D.D. Regione Campania n. 99 del 16/11/2016 - Prot 2016 0767486-

Progetto sottoposto a validazione ai sensi del D.P.R. 207/2010

IL COMMITTENTE:



Il Progettista:
Ing. Francesco INFANTINO

Il Geologo:
Dott. Gerardo GRELLE

Il RUP:
Dott. ssa Patrizia PONTILLO

RELAZIONE GEOLOGICA

Avellino, AGOSTO 2018

ELABORATO
- B.01 -

Rev. 01

Premessa

Per la redazione del Progetto Esecutivo relativo alla Messa in Sicurezza e Bonifica Localizzata del Sito Stir, la Società IrpiniAmbiente Spa ha affidato allo scrivente l'incarico per la redazione della relazione geologica, idrogeologica in accoglimento di quanto previsto della normativa operante in materia. Tale relazione è redatta assumendo i dati, le ipotesi e le risultanze scaturite dal Piano di Caratterizzazione già redatto dallo scrivente e approvato con D.D.R.C n. 99 del 16/11/2016 - Prot 2016/0767486.

1. Collocazione geografica e contestualizzazione del sito

1.1 Inquadramento geografico

Il sito dell'impianto STIR di Pianodardine si colloca nel territorio comunale di Avellino, sulla sinistra idrografica del Fiume Sabato ed interessa la particella 1259 del Foglio 8 della Cartografia catastale del Comune di Avellino.

Il Comune di Avellino Confina a nord con Capriglia Irpina, Grottolella, Ospedaletto d'Alpinolo, Summonte e Montefredane, a est con Manocalzati, Atripalda, Aiello del Sabato, a sud con Contrada e a ovest con Mercogliano e Monteforte Irpino (vedi Figura 1).

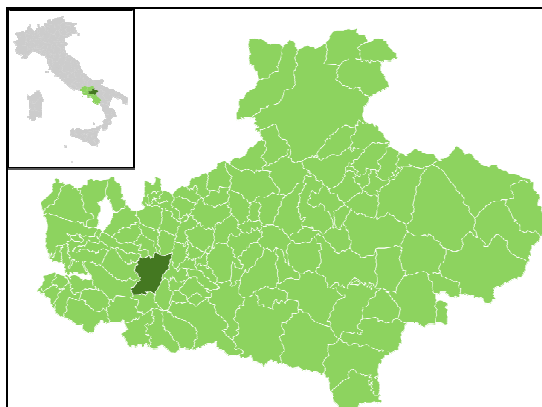


Figura 1 – Ubicazione del Comune di Avellino nel territorio della Provincia di Avellino.

In particolare la località del sito è Pianodardine e si trova ad ovest del confine occidentale del Comune di Manocalzati. Altre aree urbane limitrofe sono la frazione S.

Barbato di Manocalzati, la frazione Arcella di Montefredane nonché i comuni di Avellino ed Atripalda (Figura 2).

Il sito che si colloca in una vallata fluviale a ridosso della quale si elevano rilievi di tipo collinare, è delimitato da altri due corsi d'acqua, il rio Vergine a sud ed il Rio Noci a Nord.

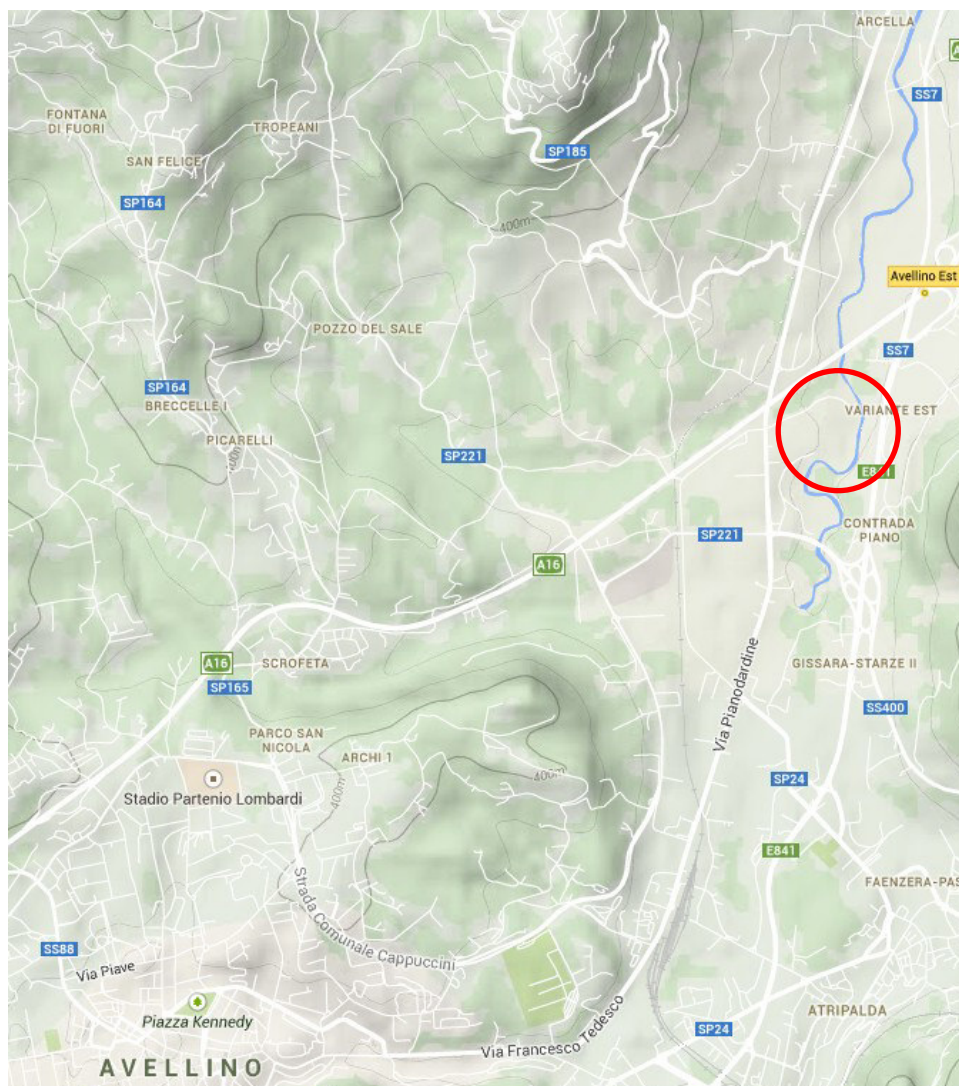
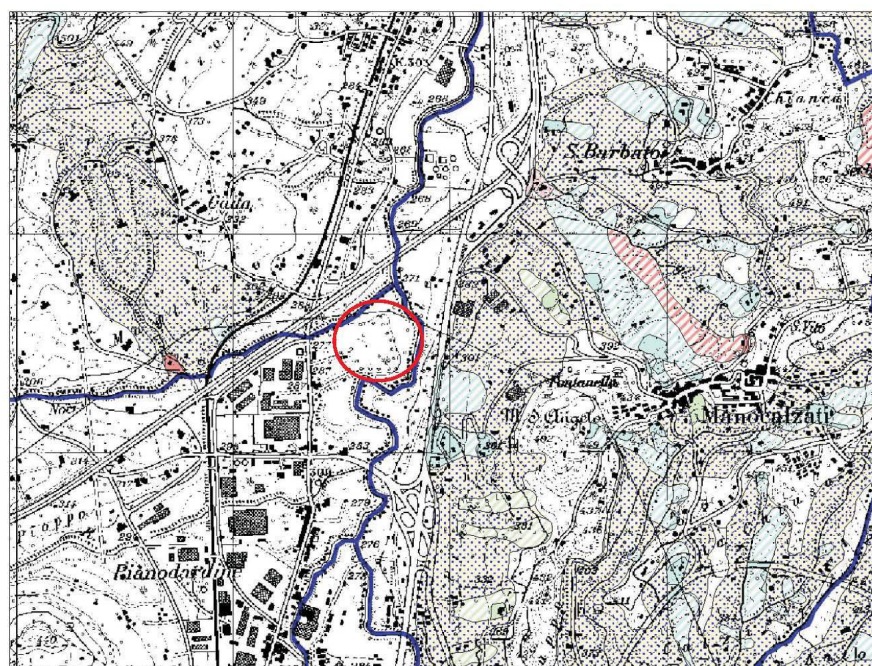


Figura 2 – Carta del rilievo del territorio comunale di Avellino con ubicazione del sito in studio ().

1.2 Cartografia del PAI – Autorità di Bacino Liri – Garigliano – Volturno

Dalla consultazione della cartografia tematica del PAI – Autorità di Bacino Liri – Garigliano – Volturno, si evince che il sito dell'impianto STIR di Pianodardine non rientra nelle perimetrazioni del rischio frana (cfr. Figura 3)



LEGENDA	
	AREA A RISCHIO MOLTO ELEVATO R4 Inella quale per il livello di rischio presente, sono possibili le perdite di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione delle attività socio economiche.
	AREA A RISCHIO ELEVATO R3 Inella quale per il livello di rischio presente, sono possibili problemi per la incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi; la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale.
	AREA A RISCHIO ELEVATO R2 Inella quale per il livello di rischio presente, sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.
	AREA A RISCHIO ELEVATO R1 Inella quale per il livello di rischio presente, i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali.
	AREA DI ALTA ATTENZIONE A4 Area non urbanizzata, potenzialmente interessata da fenomeni di innesco, transito ed innesco di frana a massima intensità attesa alla ma non urbanizzata.
	AREA DI ALTA ATTENZIONE A3 Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana attiva a massima intensità attesa media o di una frana quiescente della medesima intensità in un'area classificata ad alto grado di sismicità.
	AREA DI ALTA ATTENZIONE A2 Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana quiescente a massima intensità attesa media.
	AREA DI ALTA ATTENZIONE A1 Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana a massima intensità attesa bassa.
	AREA A RISCHIO POTENZIALMENTE ALTO Rpa Area nella quale il livello di rischio, potenzialmente alto, può essere definito solo a seguito di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.
	AREA DI ATTENZIONE POTENZIALMENTE ALTA Apa Area non urbanizzata e nella quale il livello di attenzione, potenzialmente alto, può essere definito solo a seguito di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.
	AREA A RISCHIO POTENZIALMENTE BASSO Rpb Area nella quale l'esclusione di un qualsiasi livello di rischio, potenzialmente basso, è subordinata allo svolgimento di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.
	AREA DI ATTENZIONE POTENZIALMENTE ALTA Apb Area nella quale l'esclusione di un qualsiasi livello di attenzione, potenzialmente basso, è subordinata allo svolgimento di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.
	Area di possibile ampliamento dei fenomeni frainco cartografati all'interno, ovvero di fenomeni di primo distacco, per la quale si rimanda al D.M. L.P. 11/03/08 - C1.
	Area di versante nella quale non è stato riconosciuto un livello di rischio o di attenzione significativo, per la quale si rimanda al D.M. L.P. 11/03/08 - C2.

Figura 3 – Stralcio della Carta degli scenari di rischio da frana del PAI dell'Autorità di Bacino Liri – Garigliano – Volturno con ubicazione del sito in studio ().

Per quanto concerne il rischio da alluvioni nel PAI dell'Autorità di Bacino Liri – Garigliano – Volturno non è stata prodotta alcuna tavola per l'area in cui ricade il sito in studio (Figura 4).

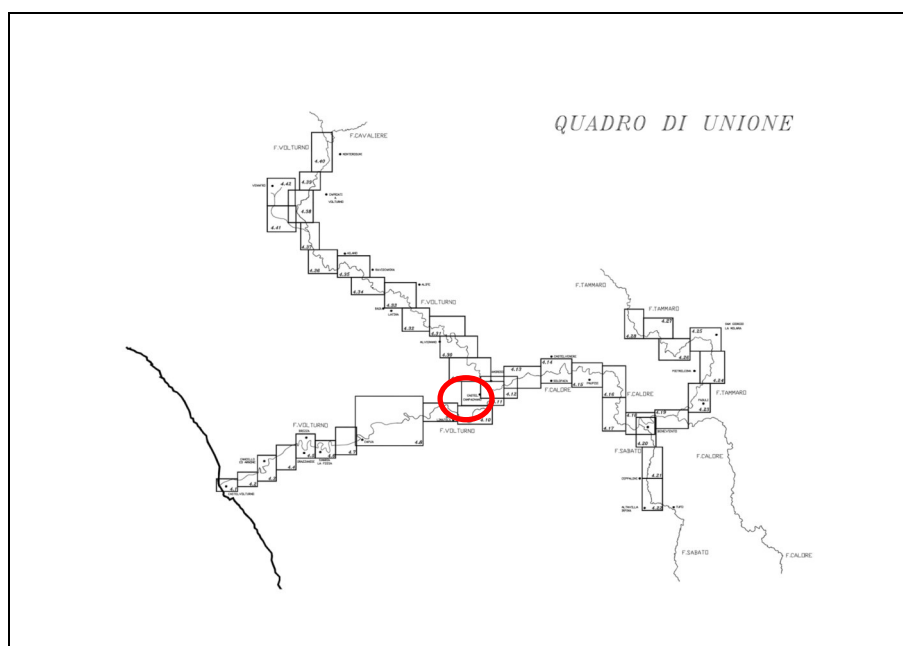


Figura 4 – Quadro di unione dei fogli della Carta del rischio alluvioni del PAI dell'Autorità di Bacino Liri – Garigliano – Volturno con ubicazione del sito in studio (○).

3.3 Descrizione e caratteristiche attuali del sito e dell'impianto in essere

Allo stato attuale l'insediamento industriale "STIR", sito nel Comune di Avellino nella Z.I. ASI Pianodardine (**TAV-1**), opera il trattamento meccanico dei rifiuti RSU indifferenziati. L'impianto progettato per il trattamento di 116100 t/a di rifiuti solidi urbani indifferenziati, è stato autorizzato con provvedimento n. 267 del 31 dicembre 2009 del Commissario Delegato a fronteggiare l'emergenza nel settore dello smaltimento dei rifiuti nella Regione Campania al trattamento di un quantitativo massimo di 464 t/g.

Codice IPPC	Tipologia Impianto	Operazioni svolte e autorizzate (secondo Allegato B e/o C alla parte IV del d.lgs.152/06	Rifiuti NP	Rifiuti P	Rifiuti Urbani
5.3	Stoccaggio/recupero	R3, R13, D15, D14, D8	X	-	X

La condizione dimensionale dell'insediamento industriale è descritta nella seguente tabella:

Superficie totale (mq)	Superficie coperta (mq)	Anno costruzione complesso
50000	10860	2001

L'impianto interessa complessivamente una superficie pari a 50000 mq.

La superficie coperta si estende per circa 10860 mq di questi: 360 mq sono occupati dalla palazzina destinata agli uffici e servizi vari; 4400 mq sono destinati all'edificio di accettazione, selezione e imballaggio/trito-vagliato sfuso; 4400 mq sono afferenti l'edificio (MVS) della stabilizzazione; 1700 riguardano l'edificio della raffinazione.

Tale suddivisione è sintetizzata in tabella:

Area	Superficie utile (mq)
Edificio accettazione/selezione/imballaggio	4400
Edificio stabilizzazione (MVS)	4400
Edificio raffinazione	1700
Uffici e servizi vari	360
TOTALE	10860

Il resto della superficie complessiva è destinata a piazzali e strade interne e all'area a verde per un totale di circa 39000 mq (cfr. Allegato D1: Planimetria generale dell'impianto A.I.A. Ord. N°297 del 31.12.09)

2. Assetto geomorfologico e geologico dell'area

2.1 Inquadramento geomorfologico

L'area oggetto di studio è ubicata nel settore Nord-Est del limite del territorio comunale di Avellino all'interno del comprensorio industriale ASI di pianodardine (Figura 7), lungo la valle del fiume Sabato impostato, dal punto di vista geologico, lungo una depressione morfostrutturale, allungata in direzione ovest-est.



Figura 7 – Ubicazione dell'area STIR nel comprensorio industriale ASI di Pianodardine Avellino.

Nello specifico il sito di studio ricade nella sinistra idrografica del fiume Sabato tra le confluenze del vallone Rio Nord e del Vallone del Pioppo, estendendosi su una superficie di circa 61000 mq.

La specifica località del sito è Pianodardine, si trova a circa 1,5 km ad est del centro abitato di Manocalzati e dalla frazione S. Barbato, mentre più distanti sono la frazione Arcella di Montefredane a nord, nonché i comuni di Avellino ed Atripalda a sud.

Ricadendo come detto nella piana alluvionale del fiume Sabato, il sito è in corrispondenza di una delle anse meandriche del fiume, ad una quota di quota di circa 275 m. (s.l.m.) Esso quindi viene a ritrovarsi in una particolare posizione morfologica, come si evince dall'allegata carta morfologica, con specifiche caratteristiche dal punto di vista geologico, come nel seguito sarà definito.

2.2 Inquadramento geologico

La porzione di territorio di Pianodardine in comune di Avellino, in cui è insediata l'area di zona A.S.I. ricade nel foglio geologico 467 "Salerno" scala 1:100.000 e nella cartografia CARG, di recente edizione, nel foglio 449 "Avellino" in scala 1:50.000. In riferimento alla Figura 8, stralcio della cartografia CARG, nell'area le formazioni affioranti fanno riferimento alle seguenti successioni:

- a) Unità di Tufo – Altavilla (UTA)
- b) Ignimbrite campana (Tufo Grigio campano Auctt.). (TGC)
- c) Depositi vulcano clastici dell'unità di Piano delle Selve (PNV)
- d) Depositi alluvionali sub sintema del fiume Sabato (SLF4)

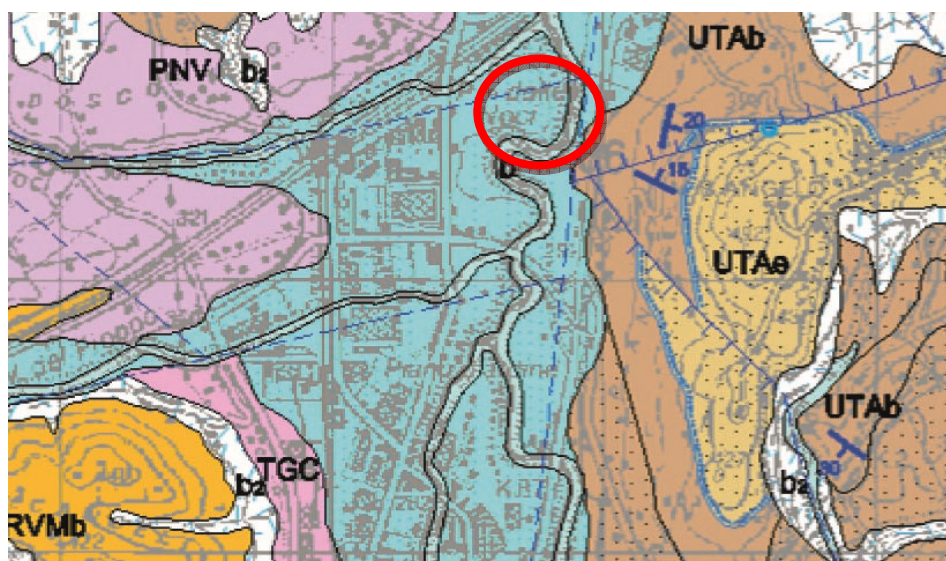


Figura 8 - Stralcio della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 Foglio 499 "Avellino" con Ubicazione del sito in studio.

a) Unità di Tufo – Altavilla (UTAb)

Si tratta di Successioni di depositi prevalentemente clastici post-evaporitici, che poggiano in discordanza sui terreni dell'Unità Sicilide e dell'Unità di Frigento-Monte Arioso, e su quelli del Sistema di Catelvetere.

L'unità di Altavilla indicata nel foglio CARG con UTA_b è caratterizzata da argille grigie con livelli marnosi, passanti verso l'alto ad alternanze di strati di medio spessore di argille verdi e grigio-scure, argille grigio-chiare marnose a laminazione piano-parallela, argille e argille siltose chiare e giallastre. La successione passa con gradualità verso l'alto ad un intervallo di argille siltose giallastre e litareniti a grana fine di colore marrone chiaro e grigio, caratterizzate da gradazione diretta e laminazione piano-parallela ed ondulata ad ampia scala. Questa sequenza è costituita in prevalenza da argilla di colore grigio plumbeo, spesso con livelli o lenti marnose con aspetto leggermente siltoso, facilmente divisibili in minute scagliette, passanti verso l'alto ad alternanze di strati di medio spessore di argille verdi e argille grigio scure plastiche, argille grigio chiare marnose a laminazione piano parallela, argille e argille siltose grigiastre. La successione francamente argillosa presenta spesso delle intercalazioni di livelli arenitici a fondo piatto con spessori da 2 a 20 cm con presenza di controimpronte.

La successione di Altavilla (UTA_b) costituisce la formazione di base dei depositi alluvionali e piroclastici ed è ben esposta in affioramento in corrispondenza dell'area PIP di Manocalzati (Figura 9), dove la presenza di intercalazioni arenitiche ha permesso di individuare i valori giacitureali pari a 080/25 (immersione e inclinazione degli strati).



Figura 9 - Affioramento delle argille dell'Unità di Altavilla in corrispondenza dell'area PIP di Manocalzati

b) Ignimbrite campana (Tufo Grigio campano Auctt.) (TGC)

Nel settore Sud-Ovest rispetto al sito di studio affiora in modo discontinuo la formazione dell'ignimbrite Campana indicata nel foglio CARG Avellino con il simbolo TGC.

Il deposito ignimbrico (da flusso piroclastico) affiora in forma generalmente litoide, con diverso grado di saldatura e litificazione e con tipica fessurazione colonnare e strutture da degassazione (pipes); più raramente, la frazione incoerente presente nella parte sommitale e laterale del deposito, prodotta per alterazione e degradazione della parte litoide, è in appoggio sui versanti. La colorazione varia dal grigio scuro al giallo per zeolitizzazione. Si tratta di un deposito cineritico scoriaceo, con tessitura caotica o massiva e più raramente eutassitica. I frammenti grossolani sono lavici, con lapilli e lapilli scoriacei, scorie scure più o meno schiacciate e deformate (fiamme, piroclasti vescicolati la cui porosità è ridotta per schiacciamento), inglobati in una matrice di cenere e con la presenza, in subordine, di litici e cristalli (minerali sciolti di sanidino, plagioclasio e mica biotite). La composizione varia da trachite a trachite fonolitica iperalcalina. Il deposito deriva da un flusso piroclastico proveniente dall'area flegrea. Alcuni autori ipotizzano che la zona di emissione del flusso sia una frattura arcuata presente lungo la parte nord dei Campi Flegrei e del Golfo di Napoli e

ritengono che l'eruzione abbia provocato lo sprofondamento di un'ampia area che comprende i Campi Flegrei e parte del Golfo di Napoli.

c) Depositi vulcano clastici dell'unità di Piano delle Selve (PNV)

In tutta l'area rilevata, i materiali piroclastici di copertura indicati nel foglio CARG Avellino con PNV, sono presenti in affioramenti discontinui, ma di significativa estensione sia lungo il fondovalle sia lungo i versanti. Sono depositi piroclastici da caduta, in giacitura primaria conforme alla superficie topografica preesistente costituiti da ceneri e lapilli pomicei; le ceneri sono di colore variabile dal giallo ocra chiaro al bruno e al rossiccio; alcuni livelli risultano parzialmente pedogenizzati. La coltre di depositi vulcanoclastici è composta da tufi incoerenti o pseudo coerenti e da sedimenti piroclastici rielaborati in forma di sabbie, sabbie limose, limi giallastri e/o bruni. La genesi è da individuare nelle differenti fasi parossistiche dei centri vulcanici campani. I depositi mostrano caratteristiche tali da farli ricollegare a processi di trasporto sia per flusso sia a processi di trasporto aereo (eruzioni del Somma Vesuvio). In particolare, i depositi mostrano caratteristiche tali da farli ricollegare a processi di trasporto aereo relativamente ai sedimenti affioranti su aree poste a quote più alte, e rielaborazione di tipo secondario per quei sedimenti posti alle quote più basse. A queste quote si sono inoltre accumulate le coltri dilavate ed erose ad opera degli agenti atmosferici, che talvolta hanno provocato l'argillificazione dei termini più fini.

La copertura piroclastica presenta spessori dell'ordine dei metri sulle aree a maggiore pendenza mentre nelle aree pianeggianti e nelle depressioni, ove è profondamente argillificata o humificata, assume spessori elevati. Per tutta l'asta fluviale del fiume Sabato fino alla confluenza del Fiume Calore, sono presenti depositi piroclastici sciolti e litoidi. L'unità è informale e deriva per la massima parte dal fall-out delle eruzioni pliniane, del centro eruttivo del Somma-Vesuvio avvenute circa 8010 ± 50 anni B.P. (piroclastiti di Mercato o di Ottaviano), 3760 ± 70 anni B.P. (piroclastiti di Avellino) e subordinatamente da quella avvenuta nel 472 d.C. (piroclastiti di Pollena), nonché, dall'evento eruttivo del 1944 (lave e piroclastiti del Vesuvio).

d) Depositi alluvionali (SFL4)

Nella cartografia geologica CARG il sito di studio ricade interamente nel sub-sintema del F. Sabato (Figura 8). Tale sub-sintema è costituito da ghiaie poligeniche ed eterometriche a matrice sabbiosa limosa e limi argillificati. I depositi possono essere disposti in più ordini di terrazzi dalla piana alluvionale, non più inondabile, compresi tra 2 e 4 metri di altezza rispetto all'alveo dell'attuale Fiume Sabato. Tali depositi sono disposti in banchi ad andamento lenticolare di spessore variabili di sabbie e ghiaie e, subordinatamente, di limi sabbiosi e argille limose. Le alluvioni si rivengono spesso intercalate sia al tetto che al letto dai depositi vulcanici piroclastici con reciproche implicazioni molto complesse. Le caratteristiche litologiche del complesso sono estremamente variabili a seconda della prevalenza degli apporti clastici: si rinvencono banchi lentiformi ghiaiosi a vari livelli nel corpo dei depositi più fini costituiti da una fitta alternanza di sabbie alluvionali e di piroclastici limo-sabbiose. Le ghiaie che si rinvencono nel deposito sono costituite da elementi prevalentemente calcarei, arrotondati e sub-arrotondati, con composizione dimensionale oscillante nella fascia 10-15 cm ed in subordine nella fascia 2-10 cm.

4.3 Assetto geo-litologico locale

Nella cartografia della Figura 10 sono indicate le ubicazioni dei sondaggi e delle indagini geofisiche utilizzate per la realizzazione del piano Preliminare e di Caratterizzazione (**TAV-2**) di cui sono disponibili le stratigrafie riportate in **Allegato A1 e Allegato A2**. In particolare queste fanno riferimento sia alle campagne indagini pregresse sia alla campagna indagine effettuata nell'ambito del Piano di Caratterizzazione (D.D.R. n. 34 dell'11/02/2015) per un totale di n. 17 sondaggi condizionati a piezometro e n. 5 Pozzi (punti d'acqua) per i quali non vi sono documentazioni sul tipo e le modalità di condizionamento. Va detto che dei 17 sondaggi n. 11 sondaggi a carotaggio continuo sono stati realizzati, nel periodo Maggio - Giugno 2015 nell'ambito dell'attuazione del piano di caratterizzazione, fino alla profondità di 15 metri dal piano campagna e sono stati condizionati con piezometro a tubo aperto. Per questi n.3 fori di sondaggio sono stati condizionati con piezometro a canna doppia (S6, S7, S13) così come definito dal piano caratterizzazione programmatico pre-DDRC n.34 dell'11/02/2015 (**Allegato E3**). In tale periodo ed in tale ambito, è stata eseguita una campagna di rilevamento topografico per il rilievo plano-altimetrico di tutti i suddetti

punti di indagine. La maglia del rilevamento è stata riferita al punto di indagine a quota più alta, S16. La tabella 1 mostra un quadro riassuntivo dei punti rilevati. Sempre nel piano di caratterizzazione sono state eseguite indagini geofisiche consistenti in stendimenti di sismica a rifrazione sovrapposti a stendimenti di geolettrica per un totale di n. 4 stendimenti doppi (A-B) (C-D) (E-F) (G-H) (**Allegato A3**).

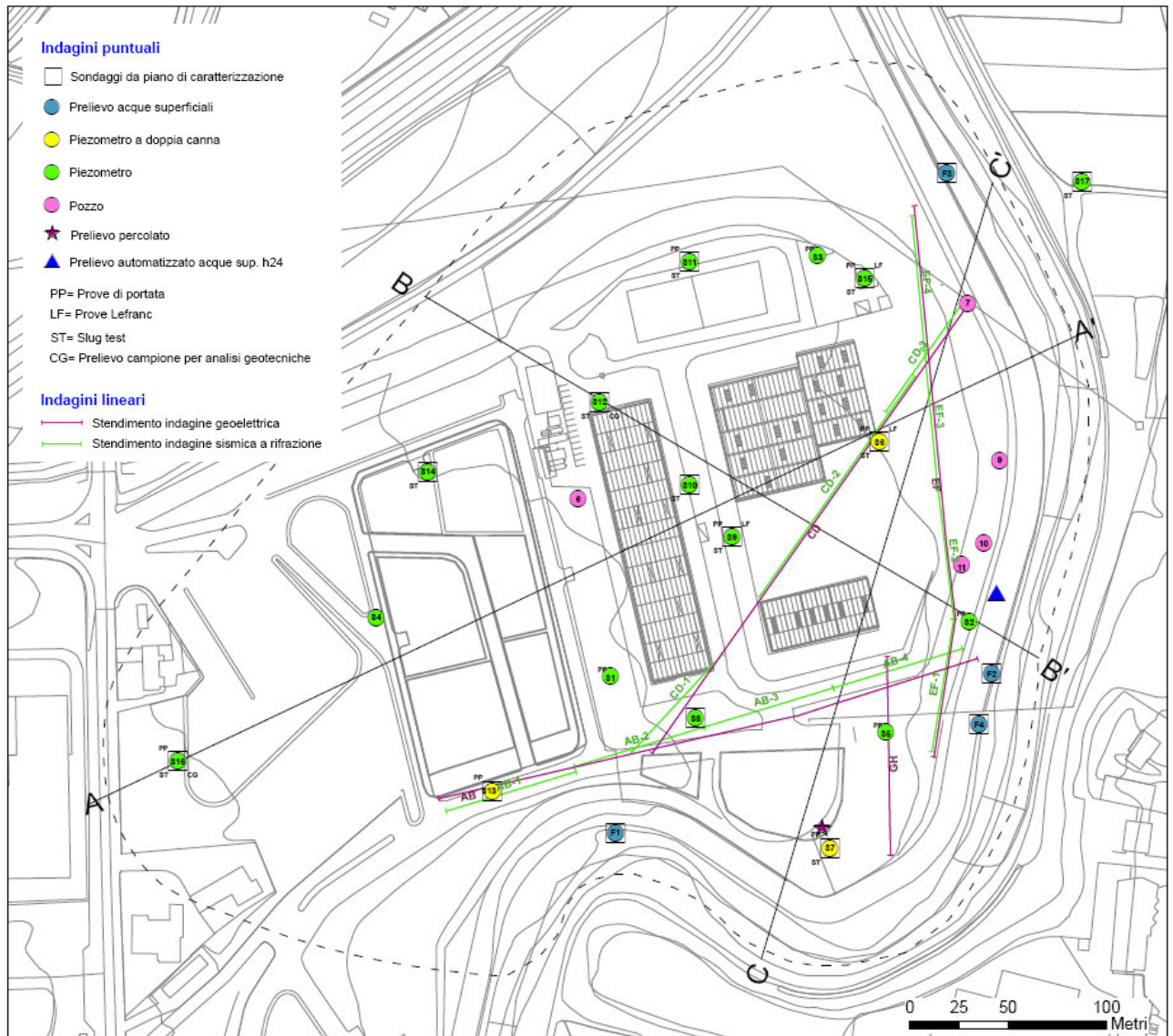


Figura 10 - Ubicazioni indagini.

Tabella 1. Punti di indagine e sondaggi presenti nell'area STIR

Punto indagine	Ex sigla	esecuzione	Quota riferita a S16 (m)	Quota Topografica (m slm)	Condizionamento	Prof falda Giugno 2016 (m)
6	6 POZZO monte	pregressi	-4.979	279.021	pozzo	5.26
7	POZZO1 valle1	pregressi	-11.271	272.729	pozzo	3.85
9	POZZO2 valle2	pregressi	-10.804	273.196	pozzo	5.56
10	POZZO3 valle 3	pregressi	-10.137	273.863	pozzo	5.90
11	N (nuovo)	pregressi	-9.837	274.163	pozzo	6.40
S01	S1	pregressi	-4.935	279.065	Piez	5.18
S02	S2	pregressi	-10.484	273.516	Piez doppia cann	5.68
S03	S3	pregressi	-11.007	272.993	Piez	5.68
S04	S4	pregressi	-3.357	280.643	Piez	6.47
S05	S5	pregressi	-5.673	278.327	Piez doppia cann	8.05
S06	S6	piano caratt.	-10.760	273.240	2PTA	5.09 / -
S07	S7	piano caratt.	-5.255	278.745	2PTA	9.87 / -
S08	S8	piano caratt.	-4.919	279.081	Piez	-
S09	S9	piano caratt.	-10.803	273.197	Piez	2.55
S10	S10	piano caratt.	-5.401	278.599	Piez	7.20
S11	S11	piano caratt.	-7.584	276.416	Piez	7.06
S12	S12	piano caratt.	-6.358	277.642	Piez	7.34
S13	S13	piano caratt.	-5.140	278.860	Piez doppia cann	5.40 / -
S14	S14	piano caratt.	-4.690	279.310	Piez	7.50
S15	S15	piano caratt.	-10.836	273.164	Piez	4.65
S16	S16	piano caratt.	0.000	284.000	Piez	7.84
S17	S17	piano caratt.	-13.626	270.374	Piez	3.42

Negli **Allegati A1 e A2** sono quindi riportate copia delle suddette stratigrafie. Al fine di definire il modello geologico si è fatto specifico riferimento alla più recente serie di stratigrafie realizzate, poiché effettuate con la presenza e la direzione dei lavori dello scrivente (attuazione del Piano di Caratterizzazione), mentre le restanti (indagini pregresse) hanno costituito elementi di controllo di quelle che sono le geometrie e le sequenze degli orizzonti litologici investigati.

2.4 Caratterizzazione dell'assetto litologico locale

Allo stato attuale delle conoscenze, attraverso l'interpretazione dei detti sondaggi, è stato possibile ricostruire il modello geologico-tecnico di riferimento del sottosuolo e quindi la redazione della corrispondente carta litotecnica dei terreni affioranti (Figura 11 e **TAV-3**). In base alle informazioni raccolte è stato quindi possibile ricostruire il seguente assetto litostratigrafico:

- Terreni di Riporto ricoprono in buona parte l'areato dello STIR con spessori variabili da zona a zona. Nello specifico nella zona a sud prospiciente il Fiume Sabato, in prossimità del sondaggio S7, i terreni di riporto sembrano essere stati accumulati in più fasi raggiungendo spessori di circa 8.00- 10.00 metri. In questo ambito, buona parte dei depositi antropici risultano essere costituiti da calcinacci o comunque da materiali di risulta di demolizioni; in tutti i casi terreni prevalentemente piroclastici ricoprono tali sottostanti depositi. Nelle restanti aree, soprattutto nelle zone di corte dei capannoni industriali, tali depositi sono costituiti da materiali anidri frammisti a depositi sabbiosi-limosi e piroclastici con distribuzione prevalentemente caotica o a strati e straterelli. In tale aree i depositi superano 1.50 metri fino a raggiungere, a tratti, un massimo di 4.00- 5.00 metri nella zona nord e nord-est (sondaggi S12 e S15). Spessori minimi di depositi di riporto sono presenti come sottofondo del piazzale dei capannoni di valle, mentre nelle zone di stoccaggio del vetro e dei metalli gli spessori ricominciano ad essere apprezzabili.

- Depositi Alluvionali affioranti nelle zone prossimali e d'argine del Fiume Sabato ma comunque presenti in buona parte nei terreni a valle dello STIR. Tali depositi sono composti da ciottoli e sabbie prevalentemente calcaree. Ricontrabili intercalazioni decimetriche di limi salmastri e materiale organico. Gli spessori di tali depositi aumentano verso l'asse del fiume raggiungendo spessori presumibilmente superiori ai 6.00 - 7.00 metri.

- Depositi Piroclastici distribuiti su quasi tutta l'area, essi sono riscontrabili sia in affioramento sia all'interno dei materiali di riporto presumibilmente utilizzati come copertura degli stessi e permetterne così la piantumazione. Buona parte dei depositi

piroclastici fanno riempimento di presumibili presenti bassi morfologici ove si rinvenivano in commistione con depositi alluvionali. Questo livello, per le sue caratteristiche granulometriche, sembra avere un ruolo anche dal punto di vista idrogeologico, costituendo un livello a permeabilità inferiore rispetto alla genericità della successione alluvionali o di commistioni presenti.

- Argille del Substrato, appartenenti al membro argilloso dell'Unità di Altavilla, costituiscono i terreni di fondo delle suddette unità e costituiscono l'impermeabile massimo sostenente le dinamiche delle falde sovrastanti, nonché del Fiume sabato e della relativa sub-alvea. L'attuale alveo del F. Sabato risulta incidere tali depositi facendo riferire il proprio letto d'alveo a quote che, nel tratto di competenza, risultano comprese tra circa 269 - 296 metri slm.

Tali terreni sono costituiti da argille argilliti e siltiti grigiastre che a tratti si presentano di elevata consistenza. In particolare tali terreni nelle zone a maggiore consistenza presentano una parte sommitale (Top) con quote relativamente più alte formando una sorta di argine (diga) sepolto che ha costituito un ostacolo con caratteristiche di scarsa erodibilità storica al normale deflusso del F. Sabato favorendone l'aggiramento e quindi lo sviluppo di un ampio meandro dello stesso in tale specifica zona.

In riferimento all'andamento del Top del substrato argilloso, nella Figura 11 si riporta la sua distribuzione in termini di isobate ottenute mediante elaborazione con sistema geografico informatizzato (GIS) di dati puntuali scaturiti dalle informazioni ed interpretazioni dei log-stratigrafici attinenti ai sondaggi del piano di caratterizzazione e pregressi (Tabella 2). E' da osservare che la morfologia del suddetto argine sotterraneo evidenzia una zona di cresta antistante ad una zona di piana che viene a trovarsi in prossimità del piazzale di valle dello STIR. In tale zona, presumibilmente a causa di una minore consistenza, i terreni argillosi del substrato possono essere stati coinvolti da fenomeni di erosione fluviale e di successivo sviluppo di un'asta di meandro relitto e, quindi, di una successiva azione di ri-deposizione del Fiume Sabato. In questo modo, tali dinamiche, hanno modellato una zona di basso pianoro costituente un'area di deposizione postuma di materiale alluvionale su cui si è instaurata una larga zona iporreica parafluviale di inter-meandro.

A monte di tale zona, le argille di substrato presentano una blanda acclività (4° - 6°) assumendo una condizione di impluvio sotterraneo il cui vertice di recapito può essere collocato a ridosso del sondaggio S9, ovvero a centro della scarpata artificiale che

separa la parte alta da quella a valle dello STIR. In tale ambito, è da evidenziare come l'andamento sotterraneo della superficie di Top delle argille del substrato, ricopre un ruolo fondamentale nella distribuzione e nella portata del flusso, o meglio, dei deflussi idrici sotterranei. Nello specifico, se da un lato l'assetto di monte può costituire substrato impermeabile che sostiene una falda confluyente verso il Fiume Sabato, quindi di alimentazione al fiume, dall'altro, a valle, esso costituisce la base impermeabile del trasgressivo fluttuante flusso iporreico e di subalvea alimentato dal corso del F. Sabato.

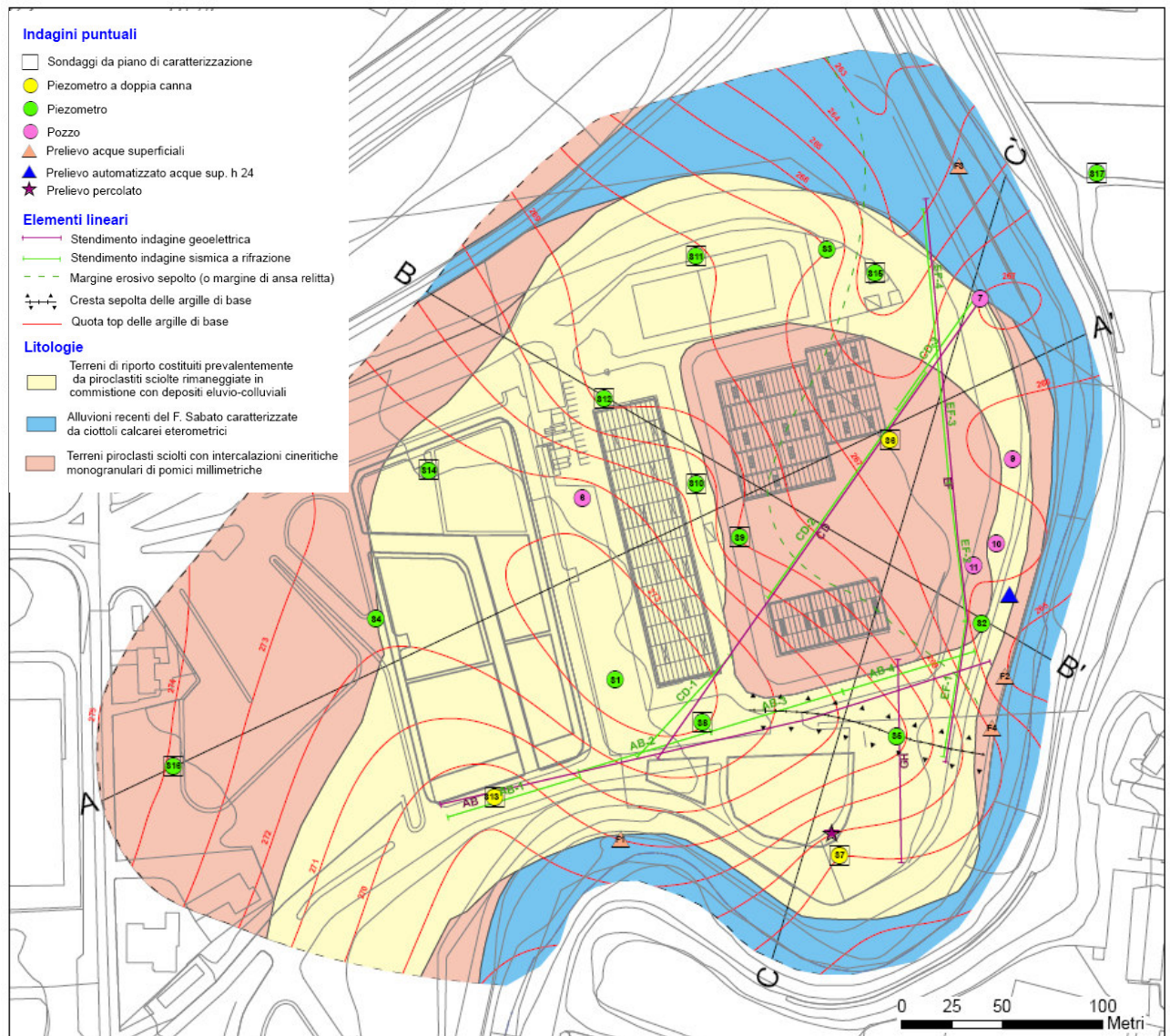


Figura 11 - Carta litotecnica.

Tabella 2. Valori puntuali del Top del substrato argilloso desunto dai sondaggi

Punto indagine	Ex sigla	esecuzione	Quota rif a S16 (m)	Quota Topografica (m slm)	Condizionamento	Z Top Argille (m)	Quota Top Argille Rif S16 (m)	Quota Top Argille (m slm)
6	6 POZZO monte	pregressi	-4.979	279.021	pozzo	-6.50	-11.48	272.521
7	POZZO1 valle1	pregressi	-11.271	272.729	pozzo	-5.70	-16.97	267.029
9	POZZO2 valle2	pregressi	-10.804	273.196	pozzo	-7.80	-18.60	265.396
10	POZZO3 valle 3	pregressi	-10.137	273.863	pozzo	-7.00	-17.14	266.863
11	N (nuovo)	pregressi	-9.837	274.163	pozzo	-8.00	-17.84	266.163
S01	S1	pregressi	-4.935	279.065	Piez	-5.40	-10.34	273.665
S02	S2	pregressi	-10.484	273.516	Piez 2C	-7.80	-18.28	265.716
S03	S3	pregressi	-11.007	272.993	Piez	-6.00	-17.01	266.993
S04	S4	pregressi	-3.357	280.643	Piez	-8.40	-11.76	272.243
S05	S5	pregressi	-5.673	278.327	Piez 2C	-8.00	-13.67	270.327
S06	S6	piano caratt.	-10.760	273.240	2PTA	-6.70	-17.46	266.540
S07	S7	piano caratt.	-5.255	278.745	2PTA	-11.70	-16.96	267.045
S08	S8	piano caratt.	-4.919	279.081	Piez	-6.00	-10.92	273.081
S09	S9	piano caratt.	-10.803	273.197	Piez	-4.30	-15.10	268.897
S10	S10	piano caratt.	-5.401	278.599	Piez	-8.00	-13.40	270.599
S11	S11	piano caratt.	-7.584	276.416	Piez	-8.30	-15.88	268.116
S12	S12	piano caratt.	-6.358	277.642	Piez	-8.80	-15.16	268.842
S13	S13	piano caratt.	-5.140	278.860	Piez 2C	-9.50	-14.64	269.360
S14	S14	piano caratt.	-4.690	279.310	Piez	-6.80	-11.49	272.510
S15	S15	piano caratt.	-10.836	273.164	Piez	-9.00	-19.84	264.164
S16	S16	piano caratt.	0.000	284.000	Piez	-10.10	-10.10	273.900
S17	S17	piano caratt.	-13.626	270.374	Piez	-4.10	-17.73	266.274

3. Assetto idrogeologico e idrografico

3.1 Assetto idrogeologico generale

L'assetto idrogeologico, e di conseguenza la circolazione idrica del sottosuolo, è il derivato di vari fattori litologici e morfo-strutturali influenzanti le geometrie e i rapporti spaziali degli ammassi, dotati di permeabilità differenziate. In tale ambito, la circolazione idrica sotterranea è sostanzialmente condizionata del deflusso idrico superficiale dato dal F. Sabato e dai suoi tributari sia in destra che in sinistra orografica. Su tali basi, come successivamente sarà illustrato nel dettaglio, le dinamiche di portata idraulica del corso d'acqua, sia a carattere stagionale che episodico (piene o alluvionamenti), influenzano notevolmente i deflussi idrici sotterranei sia in termini di portata freatica sia in termini di direzionalità del deflusso stesso. E' inoltre da sottolineare la peculiare ubicazione del sito STIR anche in ragione di una particolare condizione locale che vede, a fronte di un andamento meandriforme del Fiume Sabato, anche il possibile differente assetto idrodinamico delle falde afferenti alle due opposte sponde. In particolare si evince come a livello locale in destra orografica (sponda opposta STIR) sussiste il rilievo del Monte Sant'Angelo, ricadente nel comune di Manocalzati, caratterizzato da depositi dell'Unità di Altavilla di denominazione CARG: UTAb e UTAE; tali unità sono ascrivibili a terreni prevalentemente silicoclastici grossolani e/o sabbiosi con intercalazioni discontinue di materiale limoso argilloso. Tale promontorio, di fatto, determina un acquifero locale la cui apprezzabile produttività è evidenziata da venute idriche a ridosso dell'alveo, sempre in parte destra del Fiume Sabato), spesso captate da vasche o da superficiali pozzi di presa. Ciò implica un sostanziale e perenne carico idraulico che da quel fronte apporta un cospicuo incremento idrico al fiume. Nella tabella sottostante si riporta un estratto: "Risorse Idriche della Provincia di Avellino" (Aquino et al., 2006) redatto dall'Alto Calore Servizi SpA e dai dipartimenti di Scienze della Terra dell'Università di Napoli e del Sannio, dal quale si evince come tali sorgenti affiorano a ridosso della sponda destra del F. Sabato con portate rilevate non superiori ad 1.00 l/s.

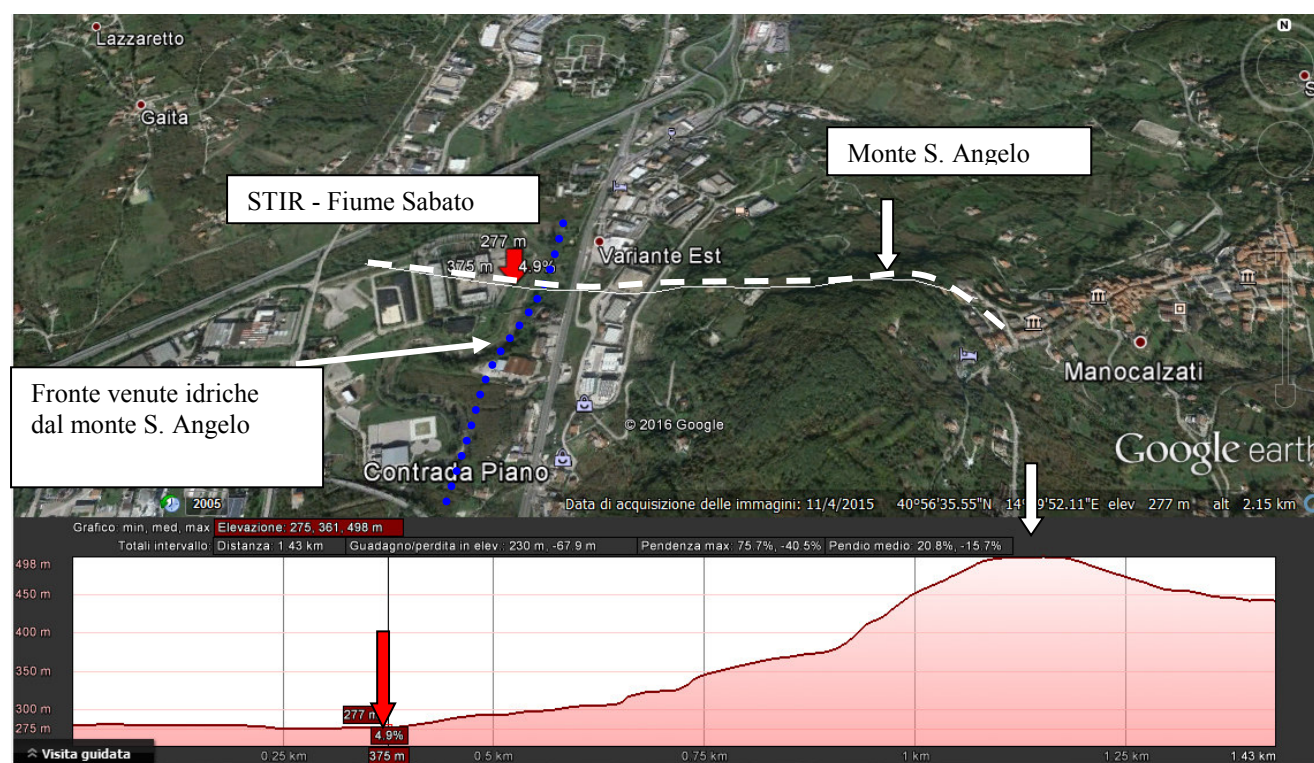


Figura 12 - Acquifero del Monte S. Angelo relazionato all'area STIR

Tabella 3. Sorgenti prossimali all'area STIR e ubicate a monte dell'argine opposto

Sorgenti ricadenti nel territorio comunale di						MANOCALZATI						
N°	Bacino idrografico	Corso d'acqua	Denominazione Sorgente	Territorio comunale	Denominazione località	Coordinate		Quota (m s.l.m.)	Q media (l/sec.)	Temp. (°C)	Ph	C. E. (µS/cm)
						Latitudine	Longitudine					
1	Sabato	V.ne Boschi	Orni	Manocalzati	Orni	40° 57' 18"	2° 23' 33"	420	< 1,00			
2	Sabato	V.ne Boschi	Boschi	Manocalzati	Boschi	40° 57' 18"	2° 23' 58"	430	< 1,00			
3	Sabato	V.ne Boschi	Castiglione	Manocalzati	S. Barbato	40° 57' 08"	2° 23' 45"	455	< 1,00			
4	Sabato	V.ne Vigne	Vacchio	Manocalzati	Selvetelle	40° 56' 52"	2° 24' 12"	510	< 1,00			
5	Sabato	V.ne Vigne	Montanino	Manocalzati	Selvetelle	40° 56' 42"	2° 24' 13"	530	< 1,00			
6	Sabato	V.ne Vigne	Accomando	Manocalzati	San Vito	40° 56' 36"	2° 23' 59"	460	< 1,00			
7	Sabato	V.ne Vigne	Giuliano	Manocalzati	San Vito	40° 56' 33"	2° 24' 05"	525	< 1,00			
8	Sabato	V.ne Chiusa	Acqua De Luca	Manocalzati	Acqua De Luca	40° 56' 30"	2° 24' 12"	495	< 1,00			
9	Sabato	V.ne Vigne	Cardillo	Manocalzati	Centro Urbano	40° 56' 30"	2° 23' 52"	465	< 1,00			
10	Sabato	V.ne Vigne	Fontanone	Manocalzati	Monte S. Angelo	40° 56' 30"	2° 23' 16"	390	< 1,00			
11	Sabato	Fiume Sabato	Del Mauro **	Manocalzati	Monte S. Angelo	40° 56' 29"	2° 23' 00"	350	< 1,00			
12	Sabato	V.ne Chiusa	Raimondi	Manocalzati	Monte S. Angelo	40° 56' 19"	2° 23' 26"	430	< 1,00			
13	Sabato	Fiume Sabato	Picariello	Manocalzati	Monte S. Angelo	40° 56' 18"	2° 23' 01"	360	< 1,00			
14	Sabato	V.ne Chiusa	Doria	Manocalzati	La Chiusa	40° 56' 08"	2° 23' 33"	410	< 1,00			
15	Sabato	V.ne Chiusa	Torre	Manocalzati	Torre	40° 56' 02"	2° 23' 51"	405	< 1,00			
16	Sabato	V.ne Chiusa	Luongo	Manocalzati	Fossi	40° 55' 50"	2° 24' 00"	390	< 1,00			
17	Sabato	V.ne Chiusa	Brogna	Manocalzati	Fossi	40° 55' 45"	2° 23' 50"	300	< 1,00			
18	Sabato	Fiume Sabato	Storti	Manocalzati	Tufara	40° 55' 43"	2° 22' 52"	305	< 1,00			
19	Sabato	V.ne Chiusa	Iandolo	Manocalzati	Fossi	40° 55' 41"	2° 23' 33"	330	< 1,00			
** Sorgente ad elevata mineralizzazione												

** Sorgente ad elevata mineralizzazione

Diversamente, nel lato sinistro, ove sono ubicati gli stabilimenti STIR, la zona appare prevalentemente pianeggiante in cui gli apporti idrici al fiume calore avvengono prevalentemente dai tributari che raccolgono acque di ruscellamento da aree sub-

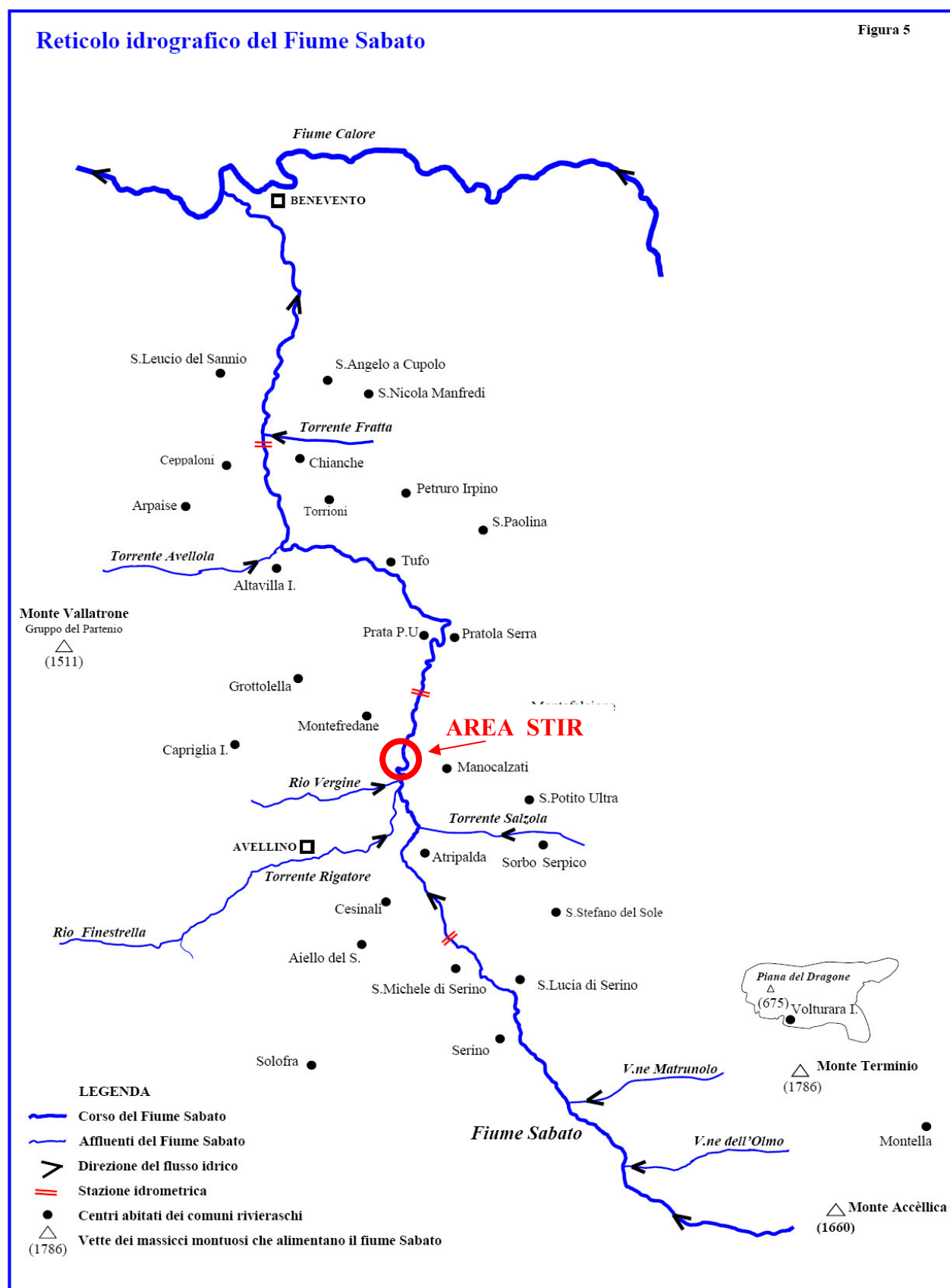
bacinali anche di apprezzabile entità (10-30 kmq); i più produttivi tra questi sono sicuramente il Rio Nocelle ed il Rio Vergine.

3.2 Reticolo idrografico significativo

Il sito dell'impianto STIR di località Pianodardine si colloca sulla sinistra idrografica del Fiume Sabato, affluente sinistro del Fiume Calore Irpino. In particolare, l'area in studio si colloca tra l'incisione fluviale del Rio Noci a Nord e del Rio Vergine a sud, ambedue affluenti in sinistra idrografica del fiume Sabato (Figura 13 e **TAV-1**).

3.2.1 Caratteristiche idrografiche di bacino (F.Sabato)

La zona oggetto dell'intervento si colloca nelle medio-valle del Fiume Sabato e, stando alla sua particolare posizione, essa risulta essere influenzata dalla totalità delle variazioni idrauliche più o meno rilevanti che avvengono nell'intera area bacinale di monte. A tal proposito, si riporta che la valle riferita al comprensorio di Pianodardine (AV) va a definire uno dei primi sostanziali tratti a bassa pendenza del Fiume stesso che attraversa una vasta area, in direzione prevalentemente Sud-Nord, per una lunghezza complessiva di circa 50 Km; in merito all'intera asta idrografica lo STIR si colloca a circa 25-28 Km dalla zona di origine, quindi a metà dell'intero percorso. L'origine del Sabato è imputabile ad alcune emergenze idriche localizzate nel varco Colla Finestra a 1.010 m s.l.m. ubicato in un settore settentrionale del Monte Accellica a 1.660 m s.l.m.. Il bacino che alimenta il fiume ha forma trapezoidale e ricopre una superficie di circa 460 Km². Lo spartiacque superficiale del suddetto bacino si sviluppa, ad est, lungo la linea di cresta dei Monti Picentini (Monte Accellica 1660m slm, Monte Terminio 1785 m slm, Monte Faggeto 1105m slm), per poi correre lungo le dorsali collinari che si ergono a Nord fino ad arrivare in prossimità del centro urbano della città di Benevento e così immettersi nel Fiume Calore. La pendenza media dell'alveo è di circa 1.5% raggiungendo valori massimi di 3.5% che si rilevano nel tratto di monte e fino all'abitato di Sarno; le pendenze minime sono dell'ordine dello 0.35% circa e caratterizzano il tratto compreso tra gli abitati di Atripalda e Tufo che delimitano a Nord ed a sud l'area oggetto dell'intervento (Figura. 13).



(Da S. Aquino: 2001)

Figura 13. Idrografia delle aste principali del Fiume Sabato

3.2.2 Idrologia locale

L'idrologia locale è caratterizzata dal locale andamento del F. Sabato e dalla confluenza di due suoi tributari (torrenti) in sinistra orografica: il Rio Vergine ed il Rio Nocelle; rispettivamente ubicati a Nord ed a Sud dell'area STIR.

- Per quanto attiene al F. Sabato, questo attraversa l'area in una condizione di quasi completo incasso con una larghezza media di circa 10-15 metri. Gli argini sono per la quasi totalità il risultato di una persistente e multitemporale sistemazione nonché di interventi di ripristino delle sponde che sul lato destro, ove la morfologia del versante e quindi le spinte dei terrapieni a tergo risultano sostanzialmente le più elevate, sono definite da paratie di pali a tratti facenti funzione di struttura portante di gabbionate a due/tre gradoni. Sul lato sinistro le spinte dei terrapieni sono supportate prevalentemente da gabbionate che in molti casi, date le basse pendenze, assumono esclusivamente compito di difesa di sponda.

Il tratto in questione, come più volte detto, si sviluppa secondo un sistema meandriforme avente un raggio di curvatura variabile presumibilmente in ragione dei litotipi attraversati e degli apporti idrici localizzati (nel caso specifico del Monte S. Angelo di Manocalzati) provenienti dal margine destro. Il raggi di curvatura di tale sistema a meandri si definiscono variabili tra 100 e 200 metri con tratti del singolo meandro variabili tra da 200 a 500 metri. Nella specifica area è inoltre presente un sistema di briglie, in particolare una briglia dell'altezza di circa 1.00- 1.50 metri dalla superficie d'alveo (rilevabile in periodi di magra), nella zona dove il tratto di fiume è attraversato a ponte dal collettore delle acque di depurazione dell'ASI, gestore della zona industriale di Pianodardine. La presenza della suddetta briglia, come ricorrente accade, può determinare un effetto di parziale ricollo della subalvea nello specifico tratto di fiume, influenzando, a vario grado, l'assetto idrogeologico locale; questa condizione sarà meglio discussa e approfondita nei punti seguenti.

- Per quanto attiene i due affluenti locali è da evidenziare che tra i due il Rio Vergine assume una condizione di portata perenne che difficilmente arriva ad essere in magra totale anche nei periodi di elevata siccità; esso intercetta le acque zenitali ma anche alcune acque sorgentizie ai piedi del Partenio nel settore afferente al picco di Montevergine; nel periodo di luglio 2015 (vicino al periodo di magra) la luce idraulica in alveo faceva registrare una distanza di circa 5-6 metri. Nell'ultimo tratto, prima di immettersi nel Sabato, il torrente attraversa per una distanza di circa 2 Km l'area

industriale ASI di Pianodardine. Nello stesso Luglio 2015, per il Rio Nocelle, che può avere un carattere stagionale presentandosi prevalentemente asciutto nei periodi estivi, lo scrivente ha osservato un flebile rivolo con un flusso prevalentemente in subalvea.

3.3 Assetto idrogeologico locale

L'assetto idrogeologico locale è stato ricostruito attraverso l'analisi dei dati litologici, idrogeologici e geofisici relazionati al modello geologico tecnico precedentemente illustrato (**TAV-4**). Nello specifico è stato possibile definire dal modello litotecnico nella sua visione tridimensionale le varie unità idrogeologiche nonché i rapporti sussistenti tra le stesse (sezz. A-A', B-B' e C-C'). Un'accurata analisi delle caratteristiche idrauliche delle varie unità litotecniche e le misure locali di vari parametri idraulici, sia diretti che indiretti, hanno permesso di ottenere un quadro dettagliato e multitemporale (dinamico) dell'andamento idrico nel sottosuolo (Tabella 4).

3.3.1 Unità idrogeologiche

Unità impermeabile di base: questa unità è ascrivibile alle argille grigio-azzurre che definiscono, appunto, lo stato tampone di base con spessore nettamente più potente rispetto ai relativi, più recenti, depositi di copertura aventi caratteristiche marcatamente drenanti. Tale unità, che costituisce l'orizzonte granulometricamente più fine della sequenza, è caratterizzata da argille e limi grigiastri a tratti siltitici con elevata consistenza e quindi di bassa permeabilità. Dai log-stratigrafici e dall'analisi delle carote è emerso che tali terreni hanno una struttura pressoché compatta ed uniforme; tuttavia, in alcuni casi, presentano delle intercalazioni centimetrico/decimetriche di materiale più sciolto e grossolano ascrivibile a sabbie; non è da escludere una limitata circolazione idrica all'interno di tali livelli. Per tutti i punti indagati tali argille di base hanno mostrato un certo grado di alterazione sommitale (cappellaccio di alterazione) con spessori variabili, da pochi decimetri fino ad oltre un metro, in ragione dell'entità della circolazione idrica sovrastante. Un maggiore contenuto d'acqua unitamente ad una minore consistenza differenzia tale livello di alterazione dalle sottostanti argille inalterate. La conducibilità idraulica di tali depositi argillosi, ricavata attraverso prove di permeabilità in edometro a carico variabile in laboratorio, è risultata compresa tra 1.15×10^{-6} m/s a 4.22×10^{-8} m/s variabile anche in ragione del carico di consolidazione

(prove eseguite a carichi verticali di 12.26 KPa, 24.52 KPa e 49.05 KPa) (Allegato A5.3)

Tabela 4. Rilevamento delle piezometrie nei punti d'indagine

Punto indagine	Ex sigla	esecuzione	Quota rif a S16 (m)	Condizionamento	Prof falda Giugno 2016 (m)	Prof falda Luglio 2016 (m)	Liv Piez rif S16 Giugno 2016	Liv Piez rif S16 Luglio 2016	Z Top Argille (m)	Quota Top Argille Rif S16 (m)	Quota Argille	Slug_test	Prov Portata	Le franc	Prelev_Camp	Quota Falda Luglio 2015 (m slm)	Quota Topografica (m slm)	Quota Top Argille (m slm)	Ricarica
6	6 POZZO monte	pregressi	-4.979	pozzo	5.26	4.96	-10.24	-9.94	-6.50	-11.48	272.521					274.061	279.021	272.521	
7	POZZO1 valle1	pregressi	-11.271	pozzo	3.85	4.47	-15.12	-15.74	-5.70	-16.97	267.029					268.259	272.729	267.029	RV
9	POZZO2 valle2	pregressi	-10.804	pozzo	5.56	5.37	-16.36	-16.17	-7.80	-18.60	265.396					267.826	273.196	265.396	RV
10	POZZO3 valle 3	pregressi	-10.137	pozzo	5.90	5.99	-16.04	-16.13	-7.00	-17.14	266.863					267.873	273.863	266.863	RV
11	N (nuovo)	pregressi	-9.837	pozzo	6.40	6.48	-16.24	-16.32	-8.00	-17.84	266.163					267.683	274.163	266.163	
S01	S1	pregressi	-4.935	Piez	5.18	5.14	-10.11	-10.07	-5.40	-10.34	273.665		PP			273.925	279.065	273.665	
S02	S2	pregressi	-10.484	Piez 2C	5.68	5.66	-16.16	-16.14	-7.80	-18.28	265.716		PP			267.856	273.516	265.716	RV
S03	S3	pregressi	-11.007	Piez	5.68	4.22	-16.69	-15.23	-6.00	-17.01	266.993		PP			268.773	272.993	266.993	
S04	S4	pregressi	-3.357	Piez	6.47	6.52	-9.83	-9.88	-8.40	-11.76	272.243					274.123	280.643	272.243	
S05	S5	pregressi	-5.673	Piez 2C	8.05	7.99	-13.66	-13.66	-8.00	-13.67	270.327		PP			270.337	278.327	270.327	RL
S06	S6	piano caratt.	-10.760	2PTA	5.09 / -	5.08 / -	-15.85	-15.84	-6.70	-17.46	266.540	ST	PP	LF		268.160	273.240	266.540	
S07	S7	piano caratt.	-5.255	2PTA	9.87 / -	9.85 / -	-15.13	-15.10	-11.70	-16.96	267.045	ST	PP			268.895	278.745	267.045	REV
S08	S8	piano caratt.	-4.919	Piez	-	-	-	-	-6.00	-10.92	273.081					-	279.081	273.081	A
S09	S9	piano caratt.	-10.803	Piez	2.55	2.70	-13.35	-13.50	-4.30	-15.10	268.897	ST	PP	LF		270.497	273.197	268.897	REV
S10	S10	piano caratt.	-5.401	Piez	7.20	7.44	-12.60	-12.84	-8.00	-13.40	270.599	ST				271.159	278.599	270.599	
S11	S11	piano caratt.	-7.584	Piez	7.06	7.27	-14.64	-14.85	-8.30	-15.88	268.116	ST	PP			269.146	276.416	268.116	
S12	S12	piano caratt.	-6.358	Piez	7.34	7.49	-13.70	-13.85	-8.80	-15.16	268.842	ST			CG	270.152	277.642	268.842	RV
S13	S13	piano caratt.	-5.140	Piez 2C	5.40 / -	5.41 / -	-10.54	-10.55	-9.50	-14.64	269.360	ST	PP			273.450	278.860	269.360	
S14	S14	piano caratt.	-4.690	Piez	7.50	6.03	-12.19	-10.72	-6.80	-11.49	272.510	ST				273.280	279.310	272.510	
S15	S15	piano caratt.	-10.836	Piez	4.65	5.01	-15.49	-15.85	-9.00	-19.84	264.164	ST	PP	LF		268.154	273.164	264.164	RV
S16	S16	piano caratt.	0.000	Piez	7.84	9.26	-7.84	-9.26	-10.10	-10.10	273.900	ST	PP		CG	274.740	284.000	273.900	RL
S17	S17	piano caratt.	-13.626	Piez	3.42	3.37	-17.05	-16.99	-4.10	-17.73	266.274	ST				267.004	270.374	266.274	REV

A = Asciutto; RL = Ricarica Lenta; RV = Ricarica Veloce; REV = Ricarica Estremamente Veloce

-Depositi alluvionali antichi del F. Sabato: tali depositi si differenziano dai recenti depositi alluvionali del medesimo fiume, in quanto risultano presenti alla base dell'unità piroclastica e vanno a ricoprire, con spessori mediamente compresi all'interno dei 50 cm, le argille del substrato. Presenti in quasi tutto il settore Est/Nord-Est topograficamente caratterizzato dalle quote più elevate, tali depositi alluvionali risultano spesso mancanti a quote più basse ed in quasi tutto il corpo centrale dell'area (sondaggi S6, S14, S15, S10 e solo 10 cm in S12). Ciò sta a significare una loro possibile erosione da parte della recente attività alluvionale del fiume Sabato. Tale deposito rappresenta lo strato acquifero prevalente e caratterizza la circolazione idrica sostenuta di monte il cui gradiente idraulico è riferibile al top delle argille di base. Come verrà successivamente evidenziato tale circolazione risulta essere minoritaria come è emerso dalla distribuzione dei dati di trasmissività. La conducibilità idraulica di tali depositi alluvionali antichi non è stata direttamente ricavata sulla singola tipologia litologica. Tuttavia, per tale litologia, relazionata ai piezometri S12 e S13, ove si riscontra essere in chiare condizioni di acquifero con granulometria grossolona (ghiaioso-sabbiosa) ben confinato da depositi di base (argille) e di tetto (piroclastici-cineritici) a granulometria nettamente più fine, può essere ragionevolmente associata la conducibilità idraulica ricavata attraverso prove in foro di tipo Slug-test (riguardanti l'intero tratto drenante), con misure in depressione del carico idraulico. I valori così ottenuti sono risultati essere dell'ordine di 10^{-4} - 10^{-5} m/s (**Allegato A5.4**) .

-Copertura piroclastica: tali depositi riferibili all'Eruzione Vesuviana detta di "Avellino", come precedentemente descritto, appaiono costituiti da livelli e livelletti presumibilmente ascrivibili sia a depositi da caduta diretta costituiti da pomici e cineriti poco assortiti, sia a depositi rimaneggiati da accumulo colluviale i quali si rinvencono granulometricamente assortiti con una deposizione prevalentemente poco classata. Queste caratteristiche litologiche conferiscono a tale deposito una elevata anisotropia delle caratteristiche idrauliche sia lungo la verticale (acque di infiltrazione zenitale) sia orizzontale. In merito a queste ultime è possibile affermare che la circolazione idrica sotterranea all'interno di tale depositi avviene ed è caratterizzata da una falda sospesa però non totalmente indipendente, quindi a tratti connessa da diramazioni sub-verticali con la sottostante falda perenne. Tale condizione è stata indagata attraverso i piezometri a doppia canna installati in S6, S13 e S7; negli ultimi due, a fronte di una condizione di secca nel piezometro più alto nel periodo di Maggio-Luglio 2015, è stato

possibile misurare una condizione di falda sovrapposta nel periodo di Febbraio-Marzo 2016, con una differenza della piezometrica di circa 70 cm a favore della falda riferita al pescante più alto. La conducibilità idraulica di tali depositi piroclastici è stata direttamente ricavata attraverso prove in foro di tipo Lefranc a carico variabile nei sondaggi S9 e S15; in questi, la sezione drenante è riferibile esclusivamente ai depositi piroclastici. Quindi i valori risultati da tali prove sono: $1.64 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ (S6) e $2.11 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ (S15) (**Allegato A5.1**) valori di permeabilità confermati dai risultati degli Slug-Test eseguite in piezometri caratterizzati da terreni simili (**Allegato A5.4**).

- Alluvioni recenti: Tali depositi caratterizzano l'acquifero nella parte di valle e nella parte bordante il Fiume Sabato. In generale, come verrà successivamente evidenziato, tali depositi definiscono un'ampia zona iporreica laterale ospitante il prolungamento della sub-alvea nella zona concava del meandro. Dalle prove di tipo Slug-Test si evince una conducibilità idraulica di circa $1.00\text{--}4.00 \times 10^{-5} \text{ m/s}$; tali valori devono considerarsi come riferiti ad un sistema drenante misto con una sostanziale presenza di tratti di terreno piroclastici nella sezione drenante (piezometri S17, S10, S11, S17).

-Riporto: tale deposito presente con spessori variabili nell'area oggetto d'intervento non costituisce in nessun caso acquifero, eccezion fatta per fenomeni di prominente piena del F. Sabato interessando prevalentemente il settore di fronte d'ansa in prossimità del sondaggio S7. L'eterogeneità di tali depositi permette di definire con buona approssimazione una conducibilità idraulica molto variabile ma essenzialmente riferibile a materiale grossolano drenante. Tale condizione ammette una buona permeabilità dell'ordine di 10^{-4} m/s anche dove tali depositi sono presenti con abbondante matrice sabbiosa di origine piroclastica.

Tabella 5. Valori di conducibilità idraulica

Piezometro	Tipo di test	Litotipo prevalente	Conducibilità idraulica (m/s)
S06	Slug-test	Piroclastiti	7.02×10^{-6}
	Lefranc	Piroclastiti	9.62×10^{-7}
S07	Slug-test	Piroclastiti/Alluvioni	2.94×10^{-5}
S08	-	-	-
S09	Slug-test	Alluvioni-Ciottoli	2.81×10^{-4}
	Lefranc	Alluvioni-Ciottoli	1.64×10^{-5}

S10	Slug-test	Piroclastiti	5.27×10^{-5}
S11	Slug-test	Piroclastiti-Cineriti	3.97×10^{-5}
S12	Slug-test	Piroclastiti-Cineriti	2.68×10^{-4}
	Perm. in edometro	Argille di base alterate	1.15×10^{-6} - 7.10×10^{-7}
S13	Slug-test	Piroclastiti-Cineriti	2.19×10^{-5}
S14	Slug-test	Piroclastiti	1.53×10^{-6}
S15	Slug-test	Pir.Cineriti/All.Ciottoli	4.31×10^{-5}
	Lefranc	Piroclastiti	2.11×10^{-5}
S16	Slug-test	Alluvioni-Ciottoli	2.67×10^{-5}
	Perm. in edometro	Argille di base	7.33×10^{-8} - 4.22×10^{-8}
S17	Slug-test	Piroclastiti-Ciottoli	1.49×10^{-5}

3.4 Circolazione idrica sotterranea

L'assetto geo-litologico, nonché la non comune condizione idrologica locale, definisce un quadro abbastanza articolato della circolazione idrica sotterranea nell'area STIR, principalmente per ciò che attiene alle possibili direzionalità ed ai possibili ambiti di alimentazione della falda stessa. La seguente Figura 14 (**TAV-4**) definisce un quadro accurato con robuste basi analitiche delle condizioni idrogeologiche del sottosuolo, quadro definito sulle analisi quantitative e sulle caratteristiche del modello geologico di base. Nello specifico, l'elaborazione spaziale dei dati relativi ad una buona distribuzione areale dei punti di misura (piezometri) ha permesso di ricostruire l'andamento e la direzionalità della falda nel periodo Giugno- Luglio del 2015 (Tabella 4 e Tabella 5). Le misure di emungimento e di conducibilità idraulica hanno invece permesso di definire specifici ambiti di trasmissività nonché di portata dei deflussi idrici sotterranei. In merito ai suddetti parametri si ricorda come la conducibilità idraulica (K) e la trasmissività (T) sono fondamentali per analizzare la capacità dell'acquifero di lasciarsi attraversare dall'acqua e quindi danno un'indicazione fondamentale sulle condizioni di prevalenza in zone, come quella oggetto di studio, caratterizzate da molteplici direzionalità e apporti del deflusso idrico sotterraneo. Per quanto concerne la trasmissività, T, questa è stata definita (calcolata) nei punti di indagine, ovvero nei piezometri eseguiti per il piano di caratterizzazione ove erano note la tipologia e l'accuratezza del condizionamento, ricavando i parametri di input (portata/decremento della piezometrica) dalle prove di emungimento eseguite in date: 27-28-29 Luglio 2015 (**Allegato A5.2**). L'analisi della trasmissività è stata eseguita anche considerando modelli di decremento-portata relativi

a prove di emungimento a pozzo singolo. Le tipologie di deflusso riscontrate, come verrà successivamente definito in dettaglio, non sono riferibili in maniera esclusiva a modelli di acquiferi teorici del tipo liberi o confinati; per tale motivo il parametro di trasmissività è stato ricavato secondo entrambi i suddetti modelli teorici; in particolare:

- per il modello *acquifero libero* (formula di Jacob)

$$T = 0.183Q/\Delta H$$

dove Q è la portata di emungimento (singolo gradino) mentre ΔH è la depressione di falda misurata durante il singolo gradino di portata. Valori in tabella (tabella 6);

- per il modello *acquifero confinato* (formula di Thiem)

$$T = Q/\Delta H \times 0.159 \times \ln(R_0/R_p)$$

dove Q è la portata di emungimento (singolo gradino), ΔH è la depressione di falda misurata durante il singolo gradino di portata, R_0 ed R_p sono rispettivamente il raggio del cono di depressione (raggio di azione), ed il raggio del pozzo. Nel caso specifico, data la tipologia dei terreni costituenti l'acquifero ed in relazione alla loro distanza, è stato considerato un raggio di azione di 50 metri, mentre il raggio geometrico dei pozzi (foro + intercapedine di ghiaietto siliceo) è di 0.10 metri. Valori in (tabella 6).

Tabella 6. Parametri del deflusso idrico ricavate dalle prove di emungimento

Punto indagine	data	tempo emungimento	portata (l/min)	pzm prof inizio (m)	pzm prof fine (m)	ABBASSAM (m)	PRODUTTIVITA (l/(min m))	TRASMISSIVITA Theis m ² /h	TRASMISSIVITA Jacob m ² /h
7 ex Pz valle 1	28/07/2015	110	49.10	5.82	7.00	1.18	41.61	2.47	0.46
S1	29/07/2015	60	10.83	6.20	10.02	3.82	2.84	0.17	0.03
S2	28/07/2015	150	30.50	6.67	7.72	1.05	29.05	1.72	0.32
S3	29/07/2015	60	20.30	5.36	5.71	0.35	58.00	3.44	0.64
S5	28/07/2015	NON PRODUTTIVO							
S6	28/07/2015	20	3.70	6.20	9.84	3.64	1.02	0.06	0.01
S7	28/07/2015	76	18.00	11.10	11.73	0.63	28.57	1.69	0.31
S8	28/07/2015	NON PRODUTTIVO							
S9	28/07/2015	60	18.60	3.76	3.90	0.14	132.86	7.88	1.46
S11	29/07/2015	53	8.68	8.33	9.80	1.47	5.90	0.35	0.06
S13	27/07/2015	90	8.11	6.30	8.80	2.5	3.24	0.19	0.04
S15	29/07/2015	90	27.10	6.04	6.38	0.34	79.71	4.73	0.88
S16	27/07/2015	NON PRODUTTIVO							

3.4.1 Modello idrogeologico locale

La coerenza tridimensionale delle elaborazioni planimetriche è stata definita attraverso la costruzione di sezioni a carattere geologico-tecnico ed idrogeologico con la rappresentazione del modello di deflusso nei tratti interessati dalle stesse (Figura 16). Le condizioni e le dinamiche di sottosuolo definite in tali sezioni, caratterizzate in termini di modello litologico relazionato al modello di circolazione idrica, sono state correlate, desunte ed ottimizzate in relazione ai dati puntuali delle suddette indagini dirette ma anche in relazione alle indagini geofisiche di tipo lineare (Figura 17). Queste ultime si riferiscono ad indagini geoelettriche (resistività e caricabilità) nonché ad indagini di sismica a rifrazione ad onde primarie (**Allegato A3**). Tali correlazioni saranno evidenziate di volta in volta nella seguente trattazione particolareggiata del modello di deflusso locale che risulta essenzialmente composto da una circolazione idrica a quote più elevate, deflusso di monte riguardante il settore ad ovest, e da un deflusso prossimale all'alveo fluviale del F.Sabato e del torrente "Rio Nocelle", deflusso di valle, riguardante la zona sud/sud-est e nord/nord-est del settore STIR.

- Andamento del deflusso di monte

Le misure della profondità statica della superficie di falda (profondità piezometrica) è stata eseguita in concomitanza delle operazioni di spurgo propedeutico per il campionamento ambientale nella campagna indagine di Giugno 2015 e come misura prestabilita di ricognizione/monitoraggio di Luglio 2015 per tutti i punti di misura presenti, ovvero per i sondaggi e pozzi eseguiti nelle precedenti campagne indagini. Data una più completa distribuzione areale, proprio questi ultimi sono stati utilizzati per l'analisi di ricostruzione dell'andamento della piezometrica. L'analisi di distribuzione spaziale del dato è stata eseguita in ambiente GIS attraverso la tecnica di interpolazione "*Spline*" che ha la specifica caratteristica di restare invariato il valore nel punto di misura nell'analisi computazionale. Tale condizione ha permesso di tutelare l'osservazione di specifiche variazioni locali, e le distribuite e numerose misure hanno permesso di definire un quadro sufficientemente accurato degli andamenti sotterranei del deflusso. L'analisi spaziale così realizzata ha evidenziato quote piezometriche che vanno da 276 a 270-269 m. s.l.m. con pendenze medie di circa 3%-4% e con un pendenza massima, osservabile a sud in direzione della porzione di ansa convessa, di circa 8-9%.

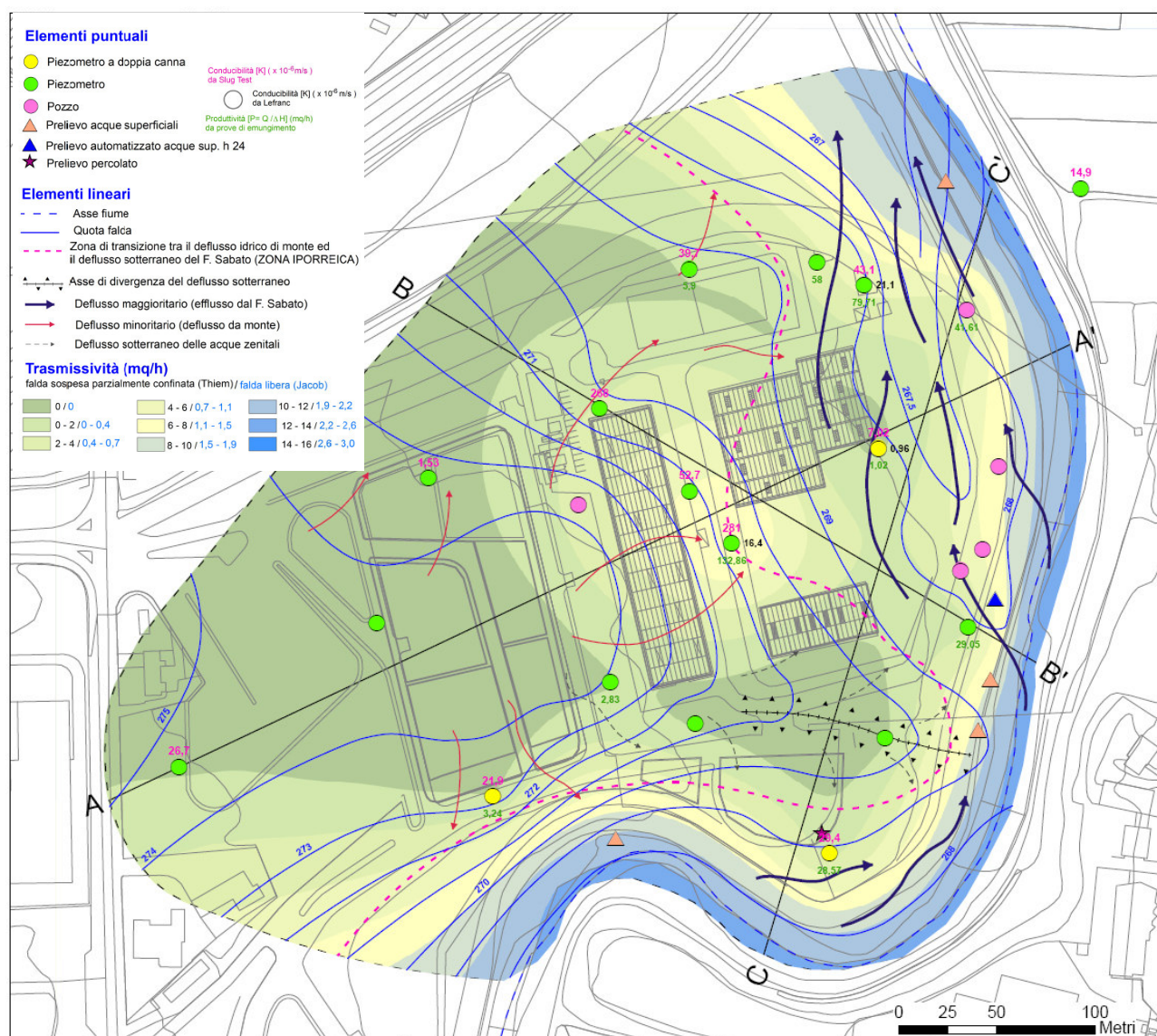


Figura 14. Carta delle caratteristiche idrogeologiche e del deflusso idrico sotterraneo

In tale ambito, la direzione del deflusso e le modalità di propagazione definiscono una falda freatica di tipo sospesa di normale deflusso che va ad alimentare il sottostante F. Sabato. Tale falda è definita quale "falda di monte". Per tale deflusso, inoltre, è osservabile come le linee di deflusso (vettori rossi - carta idrogeologica), tracciate normali alle piezometriche, convergono verso il piezometro S9 portando un relativo cospicuo quantitativo idrico localizzato. Tale punto si trova nella zona centrale dell'impianto STIR. A fronte di una zona di convergenza sussiste una persistente zona di divergenza che occorre relazionata allo spartiacque sotterraneo caratterizzato dall'andamento del top dello strato argilloso di base (**TAV-4**). In particolare, nella zona più sommitale di tale tratto, la falda sembra non raggiungere il top delle argille lasciando

una limitata porzione asciutta compresa nella parte sud dell'impianto MVS dello STIR (Sez. A-A'); tale condizione occorre ed è quindi ivi accertata, in prossimità del piezometro S8. In merito, lo stesso mostra scarsissime portate evidenziate dai lentissimi recuperi del livello piezometrico statico all'equilibrio a seguito delle operazioni di spurgo; tali tempi sono stati in ogni caso superiori alle 24-48 ore. E' inoltre possibile notare che tale condizione di spartiacque sotterraneo, costituito dal promontorio substratico argilloso-siltitico, estende la sua propaggine fino al corso del F. Sabato seguendo grossomodo l'andamento del collettore di scarico ASI delle acque non depurate (Sez. C-C'). Le condizioni di elevata resistività locale, associabile a tale condizione di spartiacque sotterraneo, sono riscontrabili anche nei relativi box4 e box7 delle tomografie geoelettriche e sismiche C-D e G-H. Quindi per tale condizione di morfologia sepolta e limitatamente a tale area, il deflusso idrico sotterraneo risulta principalmente imputabile al transito verticale e sub-verticale delle acque di infiltrazione meteoriche (box4 e box7), quindi maggiormente presente e consistente durante i periodi piovosi.

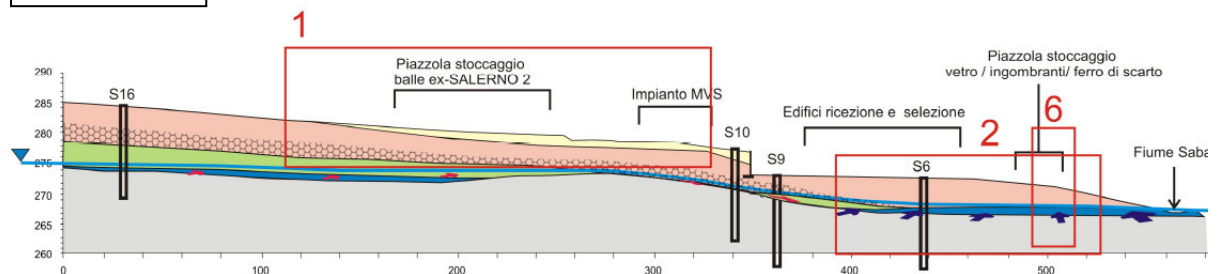
Per quanto concerne le caratteristiche fisiche del modello idrodinamico, questo risulta, per certi aspetti, complesso; per esso, essendo un deflusso prettamente sostenuto dalle argille di base, i carichi idraulici e le velocità di filtrazione sono essenzialmente dipendenti dall'andamento morfologico sepolto di queste ultime. Inoltre, gli orizzonti acquiferi, definiti da alluvioni antiche, depositi piroclastici da caduta e da intercalazioni colluviali, risultano essere caratterizzati da una apprezzabile variazione delle caratteristiche di conducibilità idraulica. Tali variazioni, in relazione anche ai rapporti eteropici latero-verticali tra le varie unità litotecniche, costituiscono prerequisito sostanziale che associa a tale acquifero un assetto di parziale confinamento e comunque non totalmente definibile quale libero o freatico. Tale assetto suggerisce di considerare in maniera cautelativa, nell'analisi di simulazione della possibile diffusione del plume di contaminazione, un modello di trasmissività di acquifero confinato caratterizzato da valori nettamente maggiori di trasmissività e quindi con più elevati valori di diffusività della contaminazione (valori nella carta circolazione idrica sotterranea **TAV-4** e rappresentazione dell'analisi di diffusione della contaminazione **TAV-5**).

- Andamento del deflusso di valle

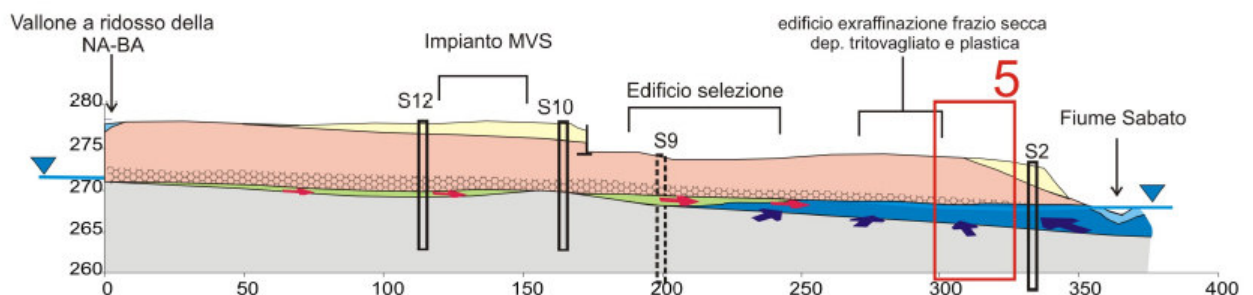
A valle, l'andamento delle isopiezometriche definisce una condizione di minimo lungo un corsia di drenaggio avente direzione Sud-Nord ma decentrata rispetto all'asta del fiume in quel tratto; tale corsia di drenaggio viene a trovarsi nell'area del piazzale di manovra a valle (piazzole di stoccaggio vetri e metalli) dello STIR. Tale assetto definisce linee di deflusso (vettori blu - carta idrogeologica) quasi trasversali rispetto al deflusso idrico proveniente da monte e sub-parallelo al deflusso orografico del Fiume Sabato. In particolare, come evidenziato anche dalle tomografie geoelettriche, Box3, Box5, Box6, esiste una vasta zona umida a bassa resistività che ha inizio poco a sud del sondaggio S2 e a valle del sondaggio S5, implicando che tale deflusso è controllato dalla morfologia del promontorio argilloso che ne sbarra parzialmente il deflusso diretto dalla zona d'ansa frontale ove è ubicato il piezometro S7. Dal punto di vista dell'acquifero, questo risulta costituito principalmente delle alluvioni sabbioso-ghiaiose attuali del F. Sabato. Le prove di emungimento eseguite nei piezometri presenti in tale area hanno mostrato caratteristiche di trasmissività e di produttività nettamente più elevati dei piezometri a monte, eccezion fatta per il piezometro S6; ciò è segno che le portate di emungimento applicate, anche se con gradini di carico propriamente spinti per la tipologia di acquifero, provocavano un richiamo d'acqua dalla subalvea del Fiume. Data la tipologia di circolazione (falda iporreica) sono ipotizzabili condizioni di carico idraulico non eccessivamente elevate e comunque strettamente correlate alle portate del F. Sabato. In questo caso la trasmissività è maggiormente data dalla maggiore sezione drenate oltre che da una maggiore permeabilità della stessa. Tale assetto idrogeologico definisce senza alcun dubbio una falda di tipo freatica, mentre tutti gli elementi litologico strutturali, i risultati delle misure effettuate, nonché la morfometria del corso d'acqua (meandriforme) suggerisce, per l'acquifero in questione, una condizione di zona iporreica perfluviale o zona iporreica di piana alluvionale. Il passaggio dalla condizione di prominente falda freatica di valle, con deflusso prevalentemente da sud a nord e la minoritaria falda sospesa di monte, con deflusso da ovest ad est, risulta essere variabile in ragione delle portate assunte dal F. Sabato durante l'anno idrologico. Nello specifico, è possibile una condizione di maggior trasgressività durante i periodi piovosi ma soprattutto durante condizioni di piena autunnali del fiume che essendo dovute alle prime piogge annuali troverebbero la spinta della falda di monte in condizioni di minimo carico idraulico o comunque non rapidamente rispondente all'incremento di carico da valle dato dall'aumento di portata del fiume. E' ipotizzabile che

la condizione di equilibrio di tale linea di miscelazione delle due falde avvenga in prossimità del repentino ribassamento topografico a monte ed a sud del piazzale STIR di valle (fucsia tratteggiata in figura 14 ed in **TAV-4**). A tal proposito, la distribuzione spaziale delle temperature dell'acqua all'interno dei piezometri, con valori puntuali rivelati nei medesimi prima (ante) e dopo (post) le operazioni di spurgo nella campagna di luglio 2015 (figura 18), manifestano caratteristiche termiche delle acque di valle più elevate di quelle di monte (ante) e viceversa (post) ciò a riprova della sussistenza dei due suddetti regimi di deflusso.

SEZ. A-A'



SEZ. B-B'



SEZ. C-C'

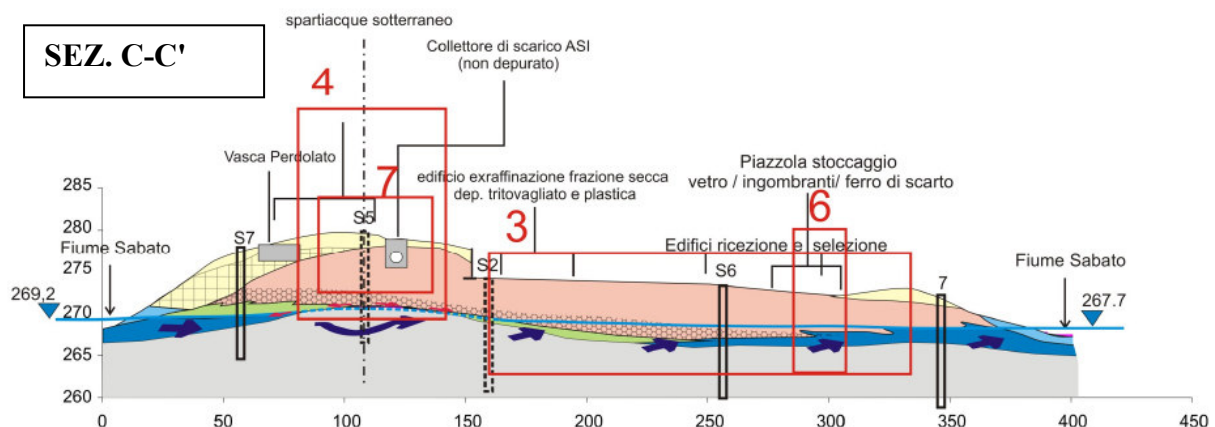
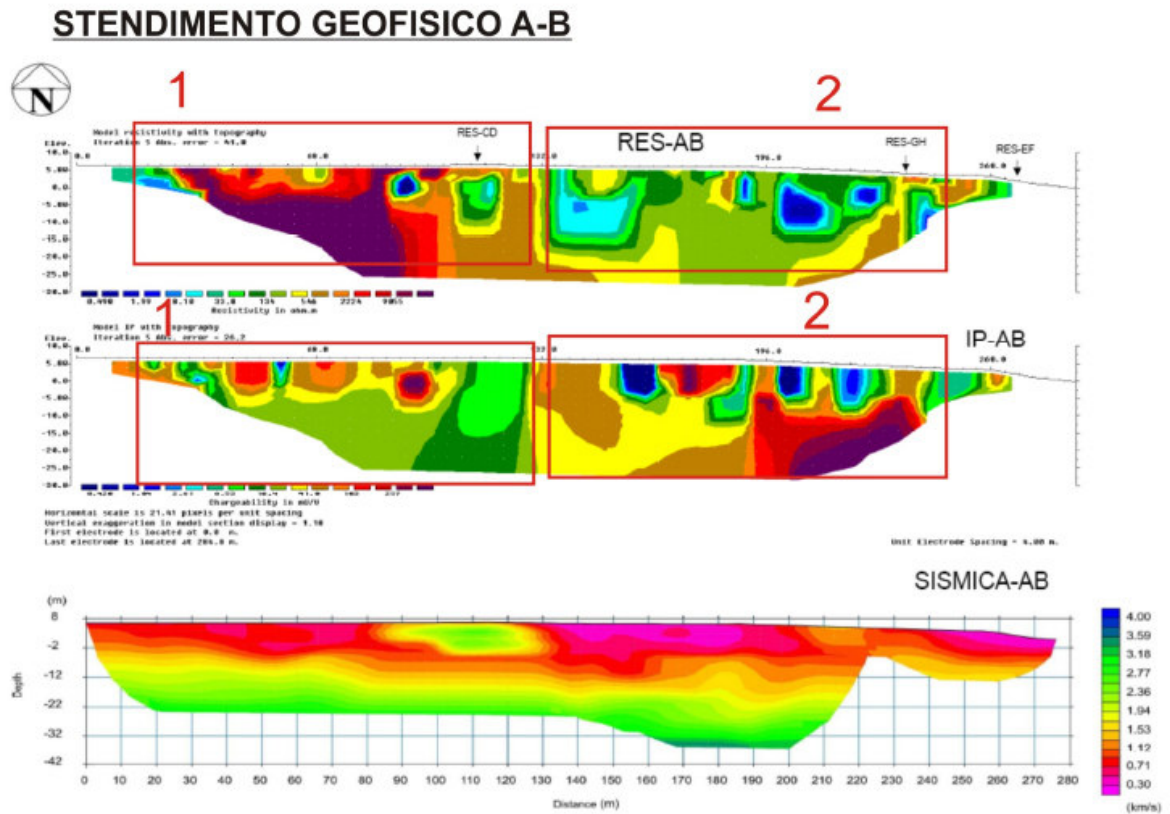
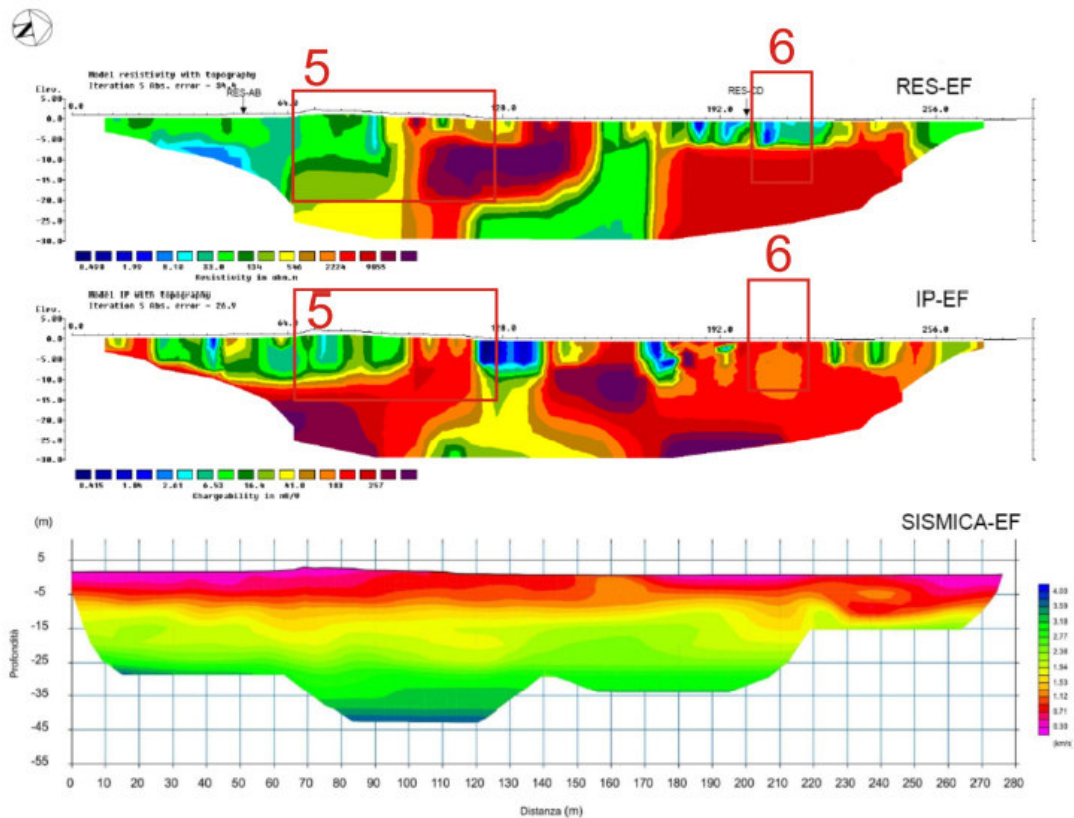


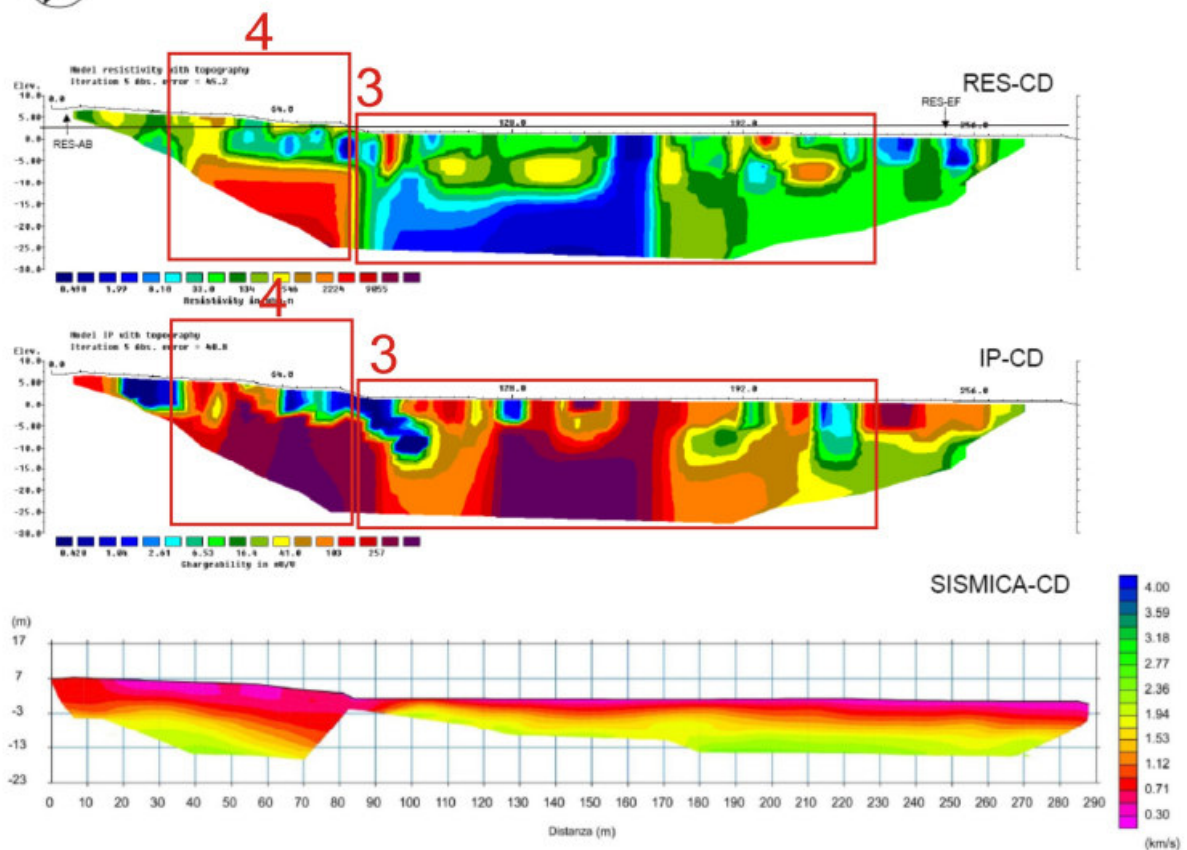
Figura 16. Sezioni esplicative delle successioni litologiche e del deflusso idrico sotterraneo; i box rossi si riferiscono a posizioni simili nelle tomografie 2D relativi a stendimenti sismici e geoelettrici (fig. 17).



STENDIMENTO GEOFISICO E-F



STENDIMENTO GEOFISICO C-D



STENDIMENTO GEOFISICO G-H

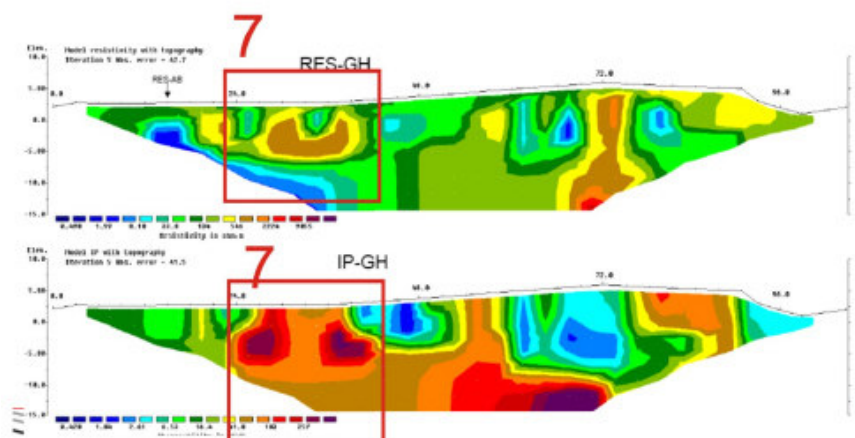


Figura 17. Restituzione tomografica delle indagini di sismica a rifrazione e di geoelettrica ; i box rossi si riferiscono a posizioni simili nelle sezioni esplicative di figura 16.

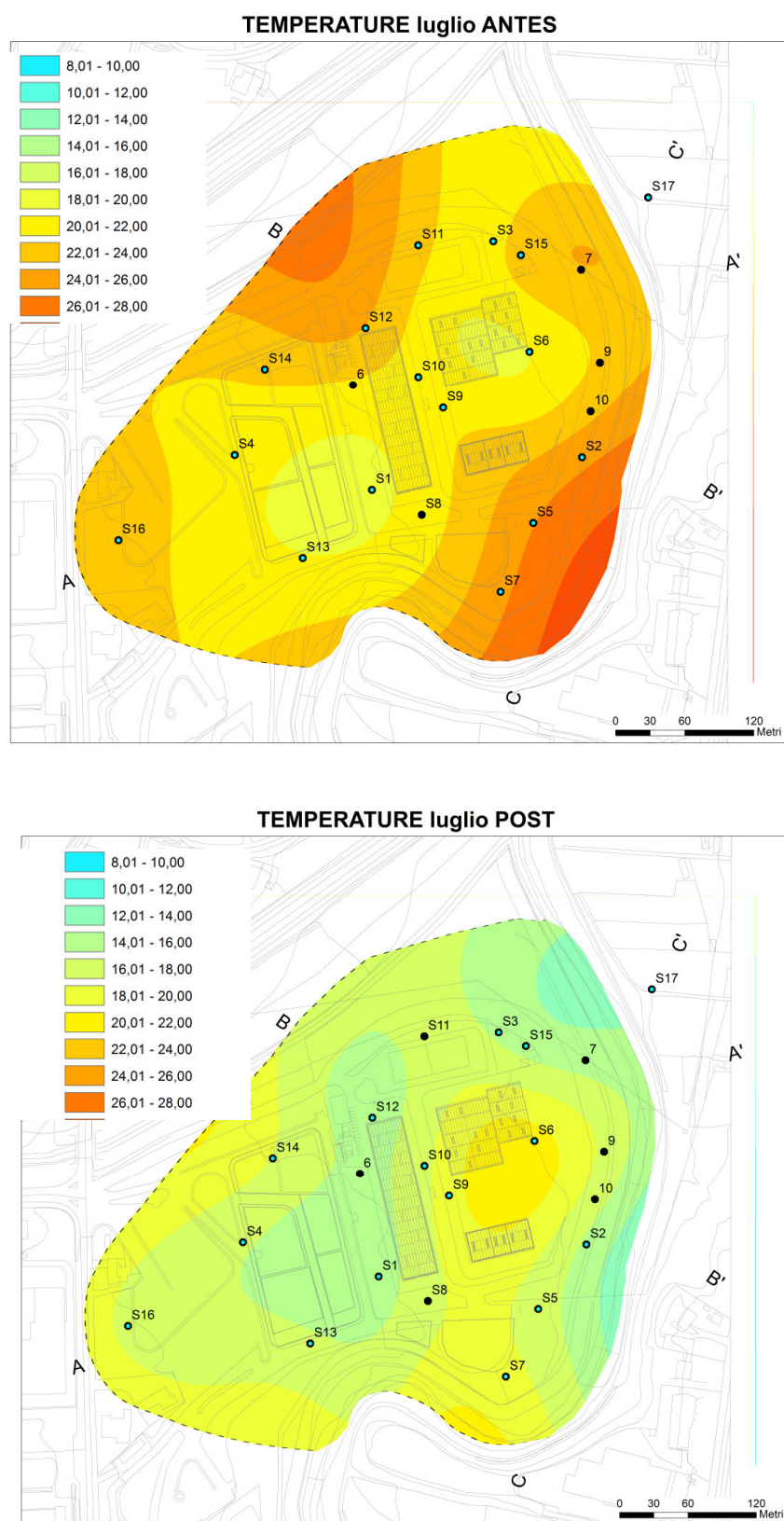


Figura 18 - Temperature acque sotterranee ante-spurgo e post-spurgo eseguite nella campagna di campionamento ambientale di luglio 2015

“Relazione geotecnica, sulle indagini, caratterizzazione e
modellazione del volume significativo”

Ai sensi del D.M. 17/01/2018

Oggetto:

**PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA OPERATIVA E BONIFICA
LOCALIZZATA DEL SITO STIR
-Attuazione del D.D. Regione Campania n. 99 del 16/11/2016 – Prot**

Committente: *Irpiniambiente spa*

Ubicazione: *località Pianodardine*

- 1. PREMESSA**
- 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**
- 3. INDAGINI E PROVE GEOTECNICHE SUI TERRENI**
- 4. DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI**
- 5. CONCLUSIONI**

1. PREMESSA

Su incarico dell'Irpiniamambiente spa, in conformità al capitolo 6 del D.M 17/01/2018 “ Aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni” la seguente *“Relazione geotecnica, sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo”* riguardante lo studio dei terreni interessati dai **“LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA OPERATIVA E BONIFICA LOCALIZZATA DEL SITO STIR”**.

La presente relazione illustra i risultati ottenuti a seguito delle indagini geognostiche e geotecniche, finalizzate alla definizione del modello geologico-tecnico così come indicato nel D.M. 17/01/2018 “ Aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni” che recita *“Per Modello Geotecnico si intende uno schema rappresentativo delle condizioni stratigrafiche, del regime delle pressioni interstiziali, e della caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce comprese nel volume significativo, finalizzato all'analisi quantitativa di uno specifico problema geotecnico”*.

Sulla scorta di tali analisi sono stati forniti al progettista tutti gli elementi, di interesse prettamente geotecnico, per definire le caratteristiche fisico-meccaniche del sito; questi ultimi, definiti quali parametri caratteristici del terreno, dovranno essere utilizzati per la verifica strutturale dell'opera e per la progettazione ed il calcolo delle strutture.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La stesura della seguente relazione è stata effettuata in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento di seguito elencate:

- “Aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni”. D.M. 17/01/2018;
- Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14/01/2008. Circolare C.S.LL.PP. n. 617 del 02/02/2009 (G.U. n.47 del 26/02/2009, supplemento ordinario n.27)

- Eurocodice EC7 per l'Ingegneria Geotecnica. Settembre 1988

3. INDAGINI E PROVE GEOTECNICHE SUI TERRENI

Al fine di definire le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni interessati dalla costruzione dell'opera sono state previste, oltre alla campagna d'indagine sismica, alcune indagini geognostiche e geotecniche; quest'ultime sono state eseguite fino ad un livello di approfondimento dettato da alcune condizioni precedentemente analizzate.

Particolare attenzione è stata data alla definizione del volume significativo di terreno da investigare: *“Il volume significativo è quello nel quale si osserva una influenza non trascurabile delle perturbazioni meccaniche o idrauliche provocate dalla costruzione dell'opera. Questa definizione non risolve il problema della determinazione del volume a cui vanno estese le indagini, perché, a rigore, esso dipende sia dalle caratteristiche dell'opera sia da quelle dei terreni presenti (in particolare dai valori relativi delle rigidità nei terreni stratificati) e, quindi, non è noto a priori. Per terreni molto eterogenei e nel caso di stratificazioni profonde di terreni di caratteristiche scadenti è opportuno maggiorare le profondità esplorate; queste potranno invece essere ridotte nel caso in cui si rinvenga a piccola profondità un substrato lapideo.”*

Riguardo quest'aspetto le NTC (D.M. 17/01/2018) suggeriscono, come indicazione per la definizione del volume significativo, per fondazioni su pali, che le indagini siano approfondite rispetto alla profondità della punta dei pali di almeno 5 volte il diametro e comunque devono raggiungere una profondità non minore della dimensione minima in pianta.

Nel caso in esame, si è proceduto alla caratterizzazione di ben oltre il volume significativo (fino a circa 30 metri di profondità dal p.c. con definizione precisa e minuziosa dei parametri geo-meccanici e geotecnici dei vari strati di terreno presenti), sia in termini normativi che in termini di pressioni indotte nel terreno dalla struttura. Tuttavia c'è da sottolineare che non si rinvenivano particolari condizioni di criticità in quanto le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni aumentano linearmente con la profondità (come dimostrano le indagini geotecniche e sismiche eseguite).

La campagna geognostica eseguita, nell'area dove sarà realizzata la struttura, ha compreso la realizzazione del seguente quadro di indagini e prove geognostiche:

Realizzazione di n.2 sondaggi geognostici spinti entrambi alla profondità di 16.00 mt dal piano campagna realizzati in prossimità dell'area di intervento come riportato nella carta indagini elaborato B - 02.

Realizzazione di prove geotecniche di laboratorio, realizzate dal laboratorio autorizzato DIMMS Controls così come riportato nell'elaborato B - 05 Indagini e prove.

Si precisa che durante la realizzazione dei sondaggi S6 ed S15 non sono stati prelevati campioni indisturbati di terreno ma gli stessi sono stati prelevati durante la realizzazione di sondaggi S12 ed S16 all'interno dei medesimi orizzonti litologici afferenti i sondaggi S6 ed S15 così come si evince dalle rispettive colonne stratigrafiche.



Postazione sulla verticale del sondaggio geognostico S6



Foto satellitare con ubicazione del sondaggio geognostico S6

<i>N° sondaggio</i>	<i>Coordinate</i>
S6	40°56'37.30" N- 14°49'49.79"E



Postazione sulla verticale del sondaggio geognostico S15

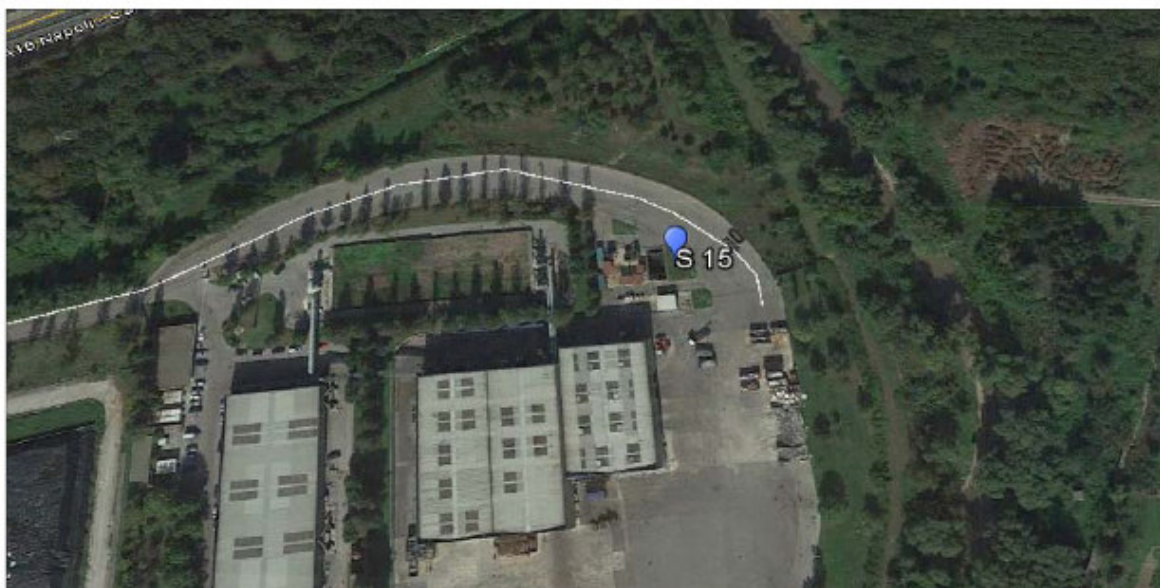


Foto satellitare con ubicazione del sondaggio geognostico S15

<i>N° sondaggio</i>	<i>Coordinate</i>
S15	40°56'40.06"N - 14°49'49.36"E

4. DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Di seguito si forniscono al progettista strutturista tutti i parametri geotecnici del terreno di fondazione al fine di eseguire il calcolo di verifica strutturale dell'opera e delle fondazioni della stessa (verifica agli stati limite SLE e SLU).

Nell'ottica di una progettazione basata sul metodo degli stati limite, devono essere utilizzati parametri geotecnici opportunamente interpretati (*parametri caratteristici X_k*) e parametri ridotti (*parametri di progetto X_d*), ovvero ottenuti con una stima cautelativa di un dato parametro, in relazione agli stati limite considerati per il progetto.

Si forniscono al progettista i seguenti parametri caratteristici dei terreni di fondazione:

Parametrizzazione per calcolo pozzetto e platea

Di seguito si forniscono al progettista strutturista tutti i parametri geologici e geotecnici del terreno di fondazione al fine di eseguire il calcolo di verifica strutturale dell'opera e delle fondazioni

MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

- Sondaggio di riferimento S15 -

Orizzonte	Profondità. (fino a m)	Spessore (m)	Descrizione litologia
A	- 7.00	7.00	Piroclastiti limoso-debolmente argillose con inclusi calcarei arrotondati, centimetrici. Sono presenti lenti sabbiose di colore giallastro
B	-15.00	8.00	Siltiti marnose a argille marnose grigio- verdi, molto consistenti

PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA

LIMO ARGILLOSO SABBIOSO (prof. da 0,00 fino a 7,00 metri dal p.c.)

$$\gamma_{\text{nat}} = 1,66 \text{ g/cm}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 1,71 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Coesione } c' = 0,08 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Coesione } C_u = 0,20 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{angolo di attrito } \varphi = 26^\circ$$

$$\text{Modulo Edometrico } E_{\text{ED (TRA 100 - 1000)}} = 37,00 \text{ kg/cm}^2$$

SILTITI MARNOSE CONSISTENTI (prof. da 7,00 a 15,00 mt dal p.c.)

$$\gamma_{\text{nat}} = 2,11 \text{ g/cm}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 2,12 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Coesione } c' = 0,20 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Coesione } C_u = 0,96 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{angolo di attrito } \varphi = 23^\circ$$

$$\text{Modulo Edometrico } E_{\text{ED (TRA 100 - 1000)}} = 78,00 \text{ kg/cm}^2$$

I moduli elastici (statici) sono stati ricavati per correlazione dai moduli elastici dinamici, a loro volta ricavati conoscendo sia il valore di V_s che del coefficiente di poisson; i moduli edometrici indicati invece sono stati ricavati in base alle prove di laboratorio disponibili per la medesima area di intervento ed eseguite su orizzonti litologici simili nonché per correlazione con le prove DPSH eseguite.

Questi parametri saranno utilizzati nelle formule classiche a seconda delle combinazioni e degli approcci indicati dalla normativa e forniranno i carichi limite del terreno.

Coefficiente di sottofondazione (K di Winkler)

Nel caso in esame il valore del coefficiente di sottofondazione k è stato assegnato sulla base della litologia presente ovvero depositi costituiti da limi con sabbia argillosi.

Sulla base di ciò è stato ritenuto opportuno assegnare un valore di $k_1 = 6 \text{ kg/cm}^3$ (valore tabellare per le limi argillosi) e di $k_1 = 9 \text{ kg/cm}^3$ (valore tabellare per le argille marnose).

Bisogna considerare che questi valori tipici k_1 del modulo di reazione del terreno, suggeriti da molti testi e manuali, prima di essere usati per l'analisi di una fondazione di forma e dimensioni diverse dovranno essere opportunamente modificati in quanto sono riferiti ad una piastra di dimensioni e forma standardizzate.

Per correggere il valore k_1 verrà utilizzata la seguente formula valida per i terreni incoerenti e applicabile a fondazioni nastriformi:

$$K \text{ (kg/cm}^3\text{)} = K_1 \left(\frac{b+B}{2B} \right)^2$$

Dove $b = 30 \text{ cm}$ (dimensione standard della piastra) e B è la larghezza della trave di fondazione considerata.

5. CONCLUSIONI

Dai dati relativi alla campagna di indagini geognostiche e geotecniche in sito sono emersi un modello geologico-tecnico e geotecnico che presentano nel complesso proprietà variabili, sia in funzione della profondità che in funzione della posizione.

Tali proprietà sono risultate piuttosto mediocri soprattutto nella porzione superficiale, difatti le caratteristiche di consistenza e di resistenza dei depositi argillosi e marnosi aumentano con la profondità e già da circa 8 metri dal p.c. risultano essere abbastanza ottimali.

Tanto, per incarico conferito,

Li, Agosto 2018

il tecnico

Dott. Geol. Gerardo Grelle

Relazione sulla modellazione sismica concernente la
“pericolosità sismica di base” del sito di costruzione

Ai sensi del D.M. 17/01/2018

Oggetto:

**PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA OPERATIVA E BONIFICA
LOCALIZZATA DEL SITO STIR
-Attuazione del D.D. Regione Campania n. 99 del 16/11/2016 – Prot**

Committente: *Irpiniambiente spa*

Ubicazione: *località Pianodardine*

INDICE

- 1. PREMESSA**
- 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**
- 3. ZONAZIONE SISMOGENETICA**
- 4. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE**
- 5. INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI**
- 6. AZIONI SISMICHE DI PROGETTO**
- 7. CONCLUSIONI**

1. PREMESSA

Su incarico dell'Irpinambiente spa si trasmette, in conformità al capitolo 3 del D.M 17/01/2018 *“Aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni”*, la seguente *“Relazione sulla modellazione sismica e pericolosità sismica di base”* riguardante lo studio delle azioni sismiche di progetto riguardante i **“LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA OPERATIVA E BONIFICA LOCALIZZATA DEL SITO STIR”**.

La presente relazione illustra i risultati ottenuti a seguito delle indagini sismiche effettuate (Sismica superficiale tipo H/V), finalizzate alla determinazione della categoria di suolo di fondazione così come indicato dal D.M 17/01/2018 *“Aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni”* che recita *“...in assenza di tali analisi (risposta sismica locale), per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento”... “I valori di VS sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche”*.

Inoltre è stata condotta un'analisi della risposta sismica del suolo fornendo il calcolo degli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto; quest'ultime, individuate da specifici studi ed in conformità del vigente D.M. 17/01/2018, dovranno essere introdotte per il calcolo e la verifica strutturale dell'opera.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La stesura della seguente relazione è stata effettuata in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento di seguito elencate:

- *“Norme tecniche per le costruzioni”*. D.M. 17/01/2018.

- Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008. Circolare C.S.LL.PP. n. 617 del 02/02/2009 (G.U. n.47 del 26/02/2009, supplemento ordinario n.27)
- Eurocodice EC7 per l'Ingegneria Geotecnica. Settembre 1988

3. CARATTERI GEOSTRUTTURALI e ZONAZIONE SISMOGENETICA

La catena appenninica è suddivisa in due archi principali separati dalla linea Ortona-Roccamonfina (Patacca & Scandone, 1989), corrispondenti geograficamente all'Appennino centro settentrionale e l'Appennino meridionale-arco calabro. Strutturalmente la catena è formata dalla sovrapposizione di unità tettoniche riferibili a diversi domini paleogeografici, che da oriente verso occidente risulta suddiviso in diversi settori, rappresentati da:

Avampaese: (Murge-Gargano-penisola salentina-iblei) costituito fondamentalmente da successioni mesozoiche in facies di piattaforma carbonatica, aventi spessori che in corrispondenza della piattaforma continentale raggiungono i 6000 m (Mostardini & Merlini, 1986). L'Avampaese affiora dal Gargano alla piana del Salento spostandoci dal Gargano, verso il sottosuolo bradanico i depositi passano in facies di scarpata.

Avanfossa Bradanica: Procedendo da est verso ovest, si passa dall'Avampaese all'avanfossa, colmata da depositi clastici di ambiente continentale e marino (Plio-Pleistocenici) con spessori che raggiungono l'ordine del migliaio di metri e noti in letteratura come Unità Bradanica. Al disotto dei depositi dell'Unità Bradanica si trova l'unità Apula caratterizzata da una serie di faglie dirette che la ribassano a gradinata. Tale struttura sepolta rappresenta la monoclinale regionale del sistema orogenetico sud-appenninico. (Butler et alii, 2004, Mazzoli, 2000)

La catena esterna si estende dal margine interno dell'avanfossa fino all'asse della catena, ed è costituita dalle unità tettoniche dell'orogene e dalle relative coperture. Il fronte è embriciato ed è costituito da successioni deposte in ambiente di avanfossa ed in bacini di piggy-back deformati dalla migrazione delle avanfosse mio-plioceniche (Patacca et alii, 1990).

Tali unità si compongono dal basso verso l'alto da:

a) Le Unità Molisane, si compongono di quattro sub-unità (sensu Patacca et alii, 1990) disposte da est verso ovest dall'unità Daunia, di Tufillo, di Agnone e di Frosolone. L'unità della Daunia e di Tufillo sono caratterizzate da depositi di scarapata-bacino (Oligocene - Miocene superiore). Mentre l'Unità di Agnone e

soprattutto l'Unità di Frosolone sono caratterizzate carbonatici e terrigeni (Cretacico- Miocene superiore)

b) L'Unità Matese-Monte Maggiore (Giurassico-Miocene) è costituita da depositi di piattaforma per uno spessore di circa 3000 m, coperti da depositi miocenici in facies di scarpata- bacino affiorante in larga parte nell'area del Matese e nelle zone limitrofe del settore laziale campano.

c) L'Unità Sannitica è costituita da depositi carbonatici e terrigeni, depositi in facies di scarpata- bacino ed affioranti in modo continuo in una vasta area compresa tra il confine campano molisano e la Lucania. Costituita secondo molti autori (Selli, 1962; Dazzaro et alii, 1988; Patacca et alii, 1988; 1992a, 1992b; Pescatore et alii, 1994, 1996; Di Bucci et alii, 1999; Di Luzio et alii, 1999; Scrocca & Tozzi, 1999; Pagliaro, 1999, 2000) da depositi di peliti policrome, marne silicizzate e risedimenti calcarei bioclastici, di età supramiocenica-inframiocenica, passanti verso l'alto a quarzoareniti Langhiane "Flysch Numidico" e ad areniti arcosiche-litiche post numidiche del Serravalliano, (Patacca et alii, 1988; Dazzaro et alii, 1988).

La catena interna è posta tra l'asse della catena e il margine tirrenico. Essa è costituita da due gruppi di unità alloctone, generate dalla deformazione di unità meso-cenozoiche di piattaforma carbonatica e di bacino (D'Argenio et alii, 1986). L'alloctono inferiore comprende l'unità di Lagonegro (Triassico inferiore - Miocene). L'alloctono superiore che comprende le unità della piattaforma Campano Lucana auctorum, in cui si distinguono dal basso verso l'alto le unità tettoniche riferite ai monti della Maddalena-M. Marzano, il M. Alburno M. Cervati formato da depositi carbonatici del Triassico - Miocene inferiore; e il gruppo dei monti di Capri, M. Monna, M. Bulgheria, Foraporta e Verbicaro - San Donato, costituiti da depositi di scarpata bacino di età compresa tra il Trias superiore e il Miocene.

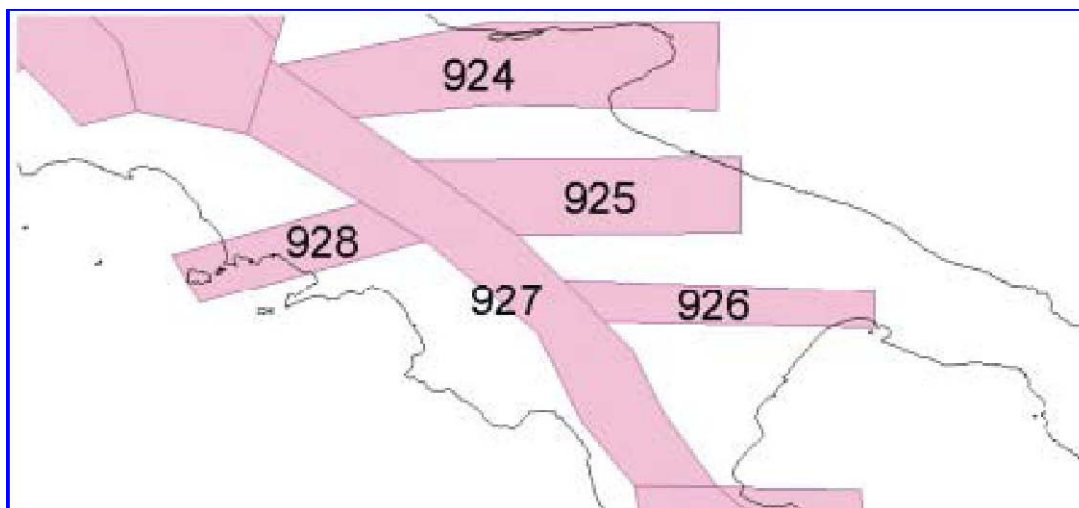
In posizione più interna geometricamente al disopra delle unità prima descritte si ritrovano unità derivate alla deformazione di domini paleogeografici bacinali originariamente collocati su un substrato a crosta oceanica o di transizione (Ogniben, 1969; Patacca e Scandone, 1989, Marsella et alii, 1992). Esse sono rappresentate dalle Unità Sicilidi e Liguridi. Le unità Sicilidi (Ogniben, 1969) sono costituite da depositi argillosi carbonatici risalenti al Cretaceo medio - Miocene. Le unità Liguridi si differenziano oltre che per essere costituite da depositi terrigenicarbonatici, per la presenza di ofioliti giurassiche al confine calabro-lucano e relegate al dominio oceanico neotideo (Ogniben, 1969; Bonardi et alii, 1992). Esse rappresentano un prisma di accrezione connesso alla subduzione cretacico-eocenica della crosta oceanica della neotetide alpina, a seguito della quale si è avuta la collisione dei blocchi continentali europeoaficano/Adria (Carmignani & Kligfield, 1990).

Il Gruppo di lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (Ordinanza P.C.M. 20/03/03 n. 3274) dell'Istituto di Geofisica e Vulcanologia ha sviluppato nel 2004 una nuova zonazione sismogenetica, denominata "Zonazione Sismogenetica ZS9 ", alla luce delle nuove evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisite negli ultimi anni.

In base a questo rapporto l'area di progetto ricade all'interno della Zona sismogenetica 927 (Sannio-Irpinia-Basilicata) ed è caratterizzata dal massimo rilascio di energia legata alla distensione generalizzata che, da circa 0,7 milioni d'anni, sta interessando l'Appennino meridionale. Questa zona comprende le aree localizzate lungo l'asse della catena, fino al massiccio del Pollino. Il meccanismo di fagliazione individuato per questa zona è normale e le profondità ipocentrali sono comprese tra gli 8 e 12 km.

Per quanto concerne la sismicità storica, in base ai dati reperibili su terremoti verificatisi nei comuni Campani, la massima intensità macrosismica per il comune di Avellino (AV) risulta di poco superiore alla Magnitudo 7; difatti per ciascuna zona sismogenetica è stato definito il valore di M-max atteso per un evento sismico avente tempo di ritorno pari a 475 anni, calibrato sui dati sismologici e geologici osservati.

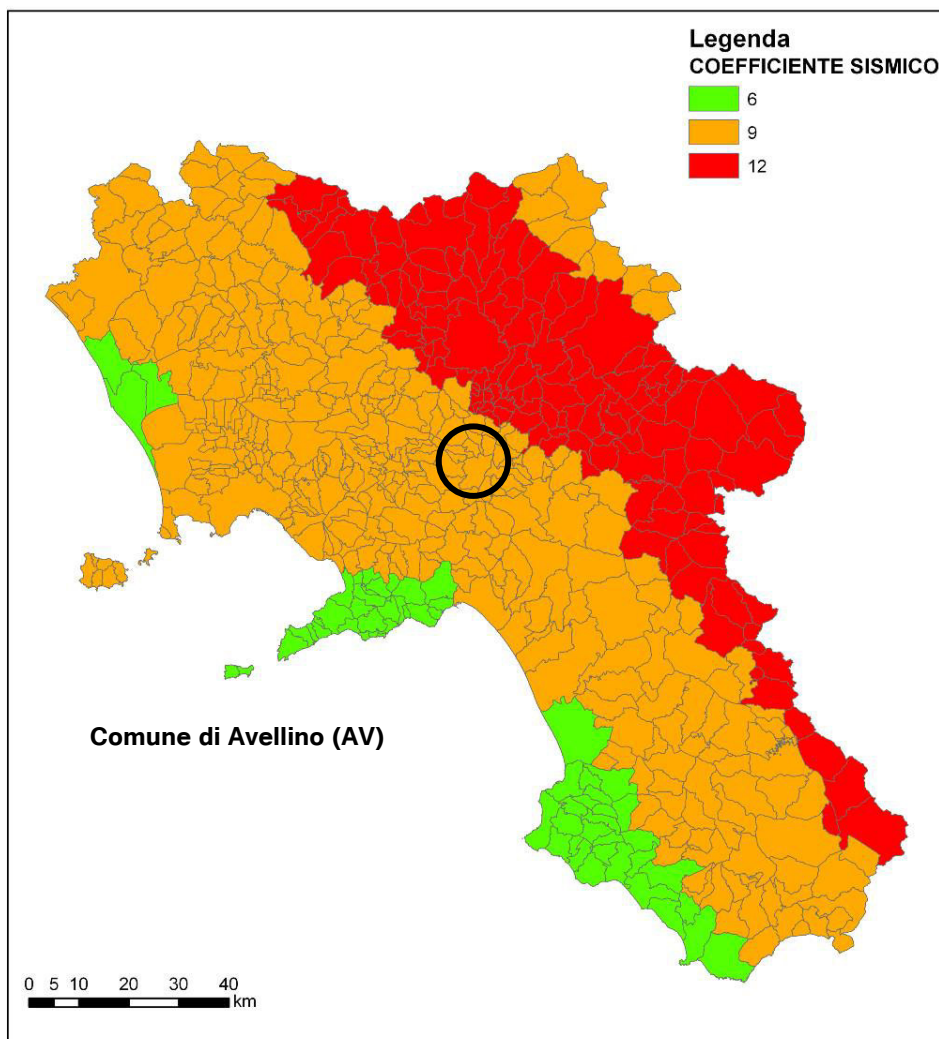
Per la zona Sismogenetica 927 (Sannio-Irpinia-Basilicata) infatti è stata calcolata statisticamente una probabile Magnitudo massima attesa (M-max) di 7.06 gradi della scala Richter.



Zonazione Sismogenetica ZS9 - INGV 2004

4. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE

In anticipo rispetto alla normativa nazionale (Riclassificazione sismica del territorio nazionale "Attuazione del D.M. 14/05/2005 e O.P.C.M. 3519 del 28 Aprile 2006 pubblicate sulla G.U. dell'11/05/2006), la Regione Campania ha adottato, con D.G.R. 5447 del 7 novembre 2002, la nuova classificazione sismica del territorio regionale formulata dal gruppo di lavoro costituito da esperti del Servizio Sismico Nazionale (SSN), dell'Istituto Nazionale di Geofisica (INGV) e del Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (GNDT), in base alla risoluzione approvata dalla Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi nella seduta del 23 aprile 1997 e le risultanze relative ai comuni della Campania.



Classificazione Sismica del comune Avellino (AV) ai sensi della D.G.R.C. 5447/02

Il comune di Avellino rientra nella seconda categoria sismica.

Con l'entrata in vigore dell'O.P.C.M. 3274/03 e successivamente del D.M. 17/01/2018 è cambiato il livello energetico attribuito alle classi sismiche, per cui la "Pericolosità Sismica", espressa come intensità sismica in termini di accelerazione al suolo (ag/g), mette in luce nuovi valori di riferimento, notevolmente superiori rispetto a quelli precedentemente vigenti.

Classificazione Sismica (O.P.C.M. 3274/03)	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ag/g	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) ag/g	Classificazione Sismica (D.M. 19/01/96)	Coefficiente Sismico (S)
1	>0,25	0,35	1	0,1
2	0,15 – 0,25	0,25	2	0,09
3	0,05 – 0,15	0,15	3	0,06
4	<0,05	0,05	4	0

Variazioni dell'intensità sismica a parità di classe (O.P.C.M. 3274/03 e s.m.i).

5. INTERPRETAZIONI ED ANALISI DEI DATI

Ai fini della valutazione degli effetti sismici locali, in aggiunta alla prova HV eseguita è stata realizzata una indagine sismica di superficie del tipo **Masw**, per la determinazione del parametro $V_{s,eq}$ e delle categoria del sottosuolo di fondazione (Tab. 3.2.II del D.M. 14/01/2008).

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

con:

h_i = spessore dell'i-esimo strato;

$V_{S,i}$ = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N = numero di strati;

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

L'elaborazione delle indagine sismica Masw ha permesso l'individuazione di 4 sismostrati all'interno dei primi 30 metri di profondità dal p.c., caratterizzati da diverse velocità delle onde sismiche di taglio V_s .

PARAMETRI DEL MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO (MASW)

STRATO 1								
Spessore (m)	Profondità (m)	Densità (Kg/m ³)	Modulo Poisson	Presenza falda	Valori di Ricerca Vs min Vs max (m/s) (m/s)		Vs (m/s)	Vp (m/s)
3,00	-3,00	1744	0,30	no	117.59	315,00	210	393

STRATO 2								
Spessore (m)	Profondità (m)	Densità (Kg/m ³)	Modulo Poisson	Presenza falda	Valori di Ricerca Vs min Vs max (m/s) (m/s)		Vs (m/s)	Vp (m/s)
3,00	-6,00	1800	0,35	no	124.87	412,00	275	572

STRATO 3								
Spessore (m)	Profondità (m)	Densità (Kg/m ³)	Modulo Poisson	Presenza falda	Valori di Ricerca Vs min Vs max (m/s) (m/s)		Vs (m/s)	Vp (m/s)
9.2	-15.2	1980	0,30	no	152.15	462,00	308	576

STRATO 4								
Spessore (m)	Profondità (m)	Densità (Kg/m ³)	Modulo Poisson	Presenza falda	Valori di Ricerca Vs min Vs max (m/s) (m/s)		Vs (m/s)	Vp (m/s)
-oo	0,00	2000	0,30	no	378.59	1096,00	731	1368

L'elaborazione della prova, eseguita appositamente per la definizione della categoria del sottosuolo di fondazione (con la metodologia delle $V_{s_{eq}}$) nell'area di intervento, ha determinato una velocità media $V_{s_{eq}}$ di 380 m/s dal p.c.

Prospezione sismica	$V_{s_{eq}}$ (m/s)	Categoria Suoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)
MASW	398.00	B

Il sottosuolo di sedime delle opere in progetto rientra nella categoria di suolo di fondazione:

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

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

Categorie Suoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018 – Tab. 3.2.II)

La vigente normativa (D.M. 17/01/2018) prevede che il calcolo delle $V_{s_{eq}}$ venga fatto a partire dalla testa dei pali di fondazione come recita il paragrafo 3.3.2 delle NTC (“....mentre per le fondazioni profonde è riferita alla testa dei pali”);

Mentre per quanto riguarda la categoria topografica la modesta pendenza del sito dove sorgerà l'opera fa ricadere il sito nella Categoria Topografica T1 = *Pendii con inclinazione media $i < 15^\circ$* .

6. AZIONI SISMICHE DI PROGETTO

La valutazione delle azioni sismiche di progetto verrà effettuata dal progettista secondo i dettami del recente D.M. del 17 gennaio 2018, utilizzando come base di partenza i dati scaturiti dal calcolo della categoriali sottosuolo illustrata nella presente relazione sismica.

A tale riguardo, oltre a prevedere la valutazione dell'azione sismica attraverso gli spettri di progetto elastici del terreno, la normativa prevede l'impiego di accelerogrammi per la verifica degli stati limite ultimo e di esercizio; resta tuttavia discrezione del progettista la metodologia da utilizzare in fase di verifica delle strutture.

Ovviamente gli spettri di risposta elastici (o gli accelerogrammi) che verranno ottenuti dall'analisi delle azioni sismiche dovranno essere rappresentativi delle componenti (orizzontale e verticale) delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito individuata nell'area oggetto di indagine.

Nello specifico si forniscono al progettista tutti i dati ed i parametri di interesse prettamente geofisico al fine di valutare le azioni sismiche di progetto nei modi previsti dalla normativa vigente.

*Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II) **B***

*Categoria Topografica (Tab. 3.2.IV) **T1***

Coordinate geografiche:

WGS84: Lat 40.944429 - Lng.14.830900

ED50: Lat 40.945422- Lng 14.831761

* coordinate geografiche per definire la pericolosità sismica di base in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g

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

7. CONCLUSIONI

La seguente relazione è stata rivolta alla definizione dell'azione sismica di progetto seguendo i dettami della normativa sismica NTC D.M. 17/01/2018.

I risultati dell'indagine sismica eseguita (Indagine sismica Masw) hanno classificato il sottosuolo di fondazione come categoria B mentre, analizzata la geomorfologia ed in particolar modo le pendenze del sito, è stata assegnata al sito una Categoria Topografica T1 e quindi conseguentemente $S_t = 1,0$.

Successivamente sono stati forniti al progettista tutti i parametri di rilevanza geofisica al fine di calcolare gli spettri di risposta elastici per i vari stati limite previsti dalla normativa vigente (SLE e SLU).

Infine viste le caratteristiche litologiche dei terreni (trattasi di "Limi argillosi") può essere omessa la verifica a Liquefazione; il tutto con riferimento alle NTC D.M.-17/01/2018 (*"Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura 7.11.1(a) e 7.11.1(b)."*).

Tanto per incarico ricevuto

Lì, Agosto 2018

Dott. Geol. Gerardo Grelle
