

1. INTRODUZIONE

La presente **relazione geologica e studio di compatibilità geologica e geotecnica ai fini del PAI** riguarda l'intervento "*P1388 - Progetto definitivo per la realizzazione della rete idrica dell'abitato di Castellaneta e potenziamento del serbatoio*" rientrante nel Piano degli Investimenti di Acquedotto Pugliese S.p.A., approvato con Delibera del Consiglio Direttivo AIP n. 20/2016 a carico dei proventi tariffari, giusta Delibera del Consiglio Direttivo AIP n. 31/2018.

Lo studio è stato redatto in conformità alle NTC/2018 e si è avvalso, nel corso del suo svolgimento, di una serie di campagne geognostiche ovvero della raccolta di dati e notizie bibliografiche ottenute da fonti ufficiali pubbliche e private.

In particolare, per le finalità del presente lavoro sono stati effettuati sopralluoghi per raccogliere dati e produrre documenti fotografici, inoltre, per caratterizzare il sito di progetto da un punto di vista geologico-tecnico sono state svolte una serie di campagne geognostiche e, in particolare:

A) Campagna geognostica del Luglio-Agosto 2018 a cura dell'A.T.I.: Fiumano Toma Trivellazioni S.r.l. – Geol. Pietro Pepe – GEO S.r.l. di Modugno – Ing. Margherita Debernardis, consistita nell'esecuzione di:

- n. 14 sondaggi diretti (S01÷S14) spinti a varie profondità; in particolare i sondaggi S01 e S05 sono stati spinti fino alla profondità di 30m, i sondaggi S02 e S14 fino alla profondità di 10m, i sondaggi S03 e S04 fino alla profondità di 15m mentre i sondaggi S06 ÷ S13 fino a 5m; sono stati prelevati n. 3 campioni per le analisi di caratterizzazione ambientale chimico-fisica;
- n.2 prove di permeabilità in foro a carico variabile tipo Lefranc (S04 e S05);
- rilievo in foro di eventuali falde acquifere;
- n.37 prove penetrometriche standard (SPT) in foro;
- n.10 prelievi di campioni indisturbati di terreno nel corso delle perforazioni (S01, S02, S03 S04 e S05);
- n.10 analisi geotecniche di laboratorio sui campioni indisturbati (determinazione delle proprietà caratteristiche, analisi granulometriche, prove di taglio C.D., prove edometriche e prove di compressione ad E.L.L.);

- n.3 analisi chimico-fisiche per l'attribuzione del codice CER alla terre e rocce da scavo;
- n.14 prospezioni geoelettriche 2D (**E.R.01÷E.R.15**) mediante l'impiego delle configurazioni dipolo-dipolo assiale, Wenner-Schlumberger e Wenner;
- n.15 prospezioni sismiche a rifrazione in onde P (**BS01÷BS15**) per le quali sono stati utilizzati n. 24 geofoni;
- n. 2 prospezioni sismiche eseguite con tecnica RE.MI. per la determinazione delle onde di taglio (S), (**RE.MI.01 e RE.MI.02**) ubicate rispettivamente in corrispondenza della BS02 e della BS08; tale tecnica ha permesso di stimare il valore delle V_{seq} e, quindi, attribuire al sottosuolo in esame una delle categorie di suolo di fondazione contemplata dalle Norme Tecniche delle Costruzioni 2018;
- n. 1 prospezione sismica in foro del tipo Down-hole, eseguita in corrispondenza del sondaggio meccanico S01, relativamente a tutta la lunghezza del perforo (30m);
- rilievi georadar per verifica ubicazione sottoservizi;

B) A seguito dello spostamento dell'ubicazione del nuovo serbatoio rispetto a un prima versione progettuale si è resa necessaria un'ulteriore campagna geognostica svolta nel Novembre-Dicembre 2018 a cura della Ditta SIA Ingegneria e Ambiente Srl e consistita in:

- n.1 sondaggio a carotaggio continuo (S1), spinto sino alla profondità massima di 30 m dal p.c. e condizionato, per prova geofisica in foro di tipo Down-Hole, con specifici tubi in PVC del diametro di 3";
- n.3 sondaggi a carotaggio continuo S2, S3 e S4, spinti sino alla profondità di 15 m dal p.c.;
- condizionamento del foro S3 a piezometro a tubo aperto;
- esecuzione durante l'esecuzione del foro S3 di prova di permeabilità a carico variabile di tipo Lefranc;
- n.16 prove S.P.T. (Standard Penetration Test), 4 in ogni foro di sondaggio;
- n.8 prelievi di campioni indisturbati, per l'esecuzione di analisi geotecniche di laboratorio;
- n.8 prelievi di campioni rimaneggiati (ambientali), per l'esecuzione di analisi chimiche di laboratorio;

- n.1 prova sismica in foro di tipo Down Hole;
- n. 2 stendimenti sismici a rifrazione con il metodo GRM, della lunghezza di 120 m ciascuno;
- n.2 stendimenti sismici di tipo MASW, per la determinazione delle V_{seq} , della lunghezza di 120 m ciascuno;
- n.2 tomografie elettriche in configurazione dipolo – dipolo con lunghezza dello stendimento di 141 m;
- rilievo della falda mediante l'utilizzo di freatometro;
- esecuzione di analisi chimiche ai sensi del DPR 120/2017 sui campioni rimaneggiati prelevati;
- esecuzione delle prove geotecniche di laboratorio sui campioni indisturbati prelevati;
- georeferenziazione dei punti d'indagine.

Ogni dettaglio sull'ubicazioni delle indagini, la descrizione delle stesse, i risultati delle prove geofisiche e delle analisi geotecniche di laboratorio è riportato nell'**Allegato alla Relazione geologica A.5.1.**

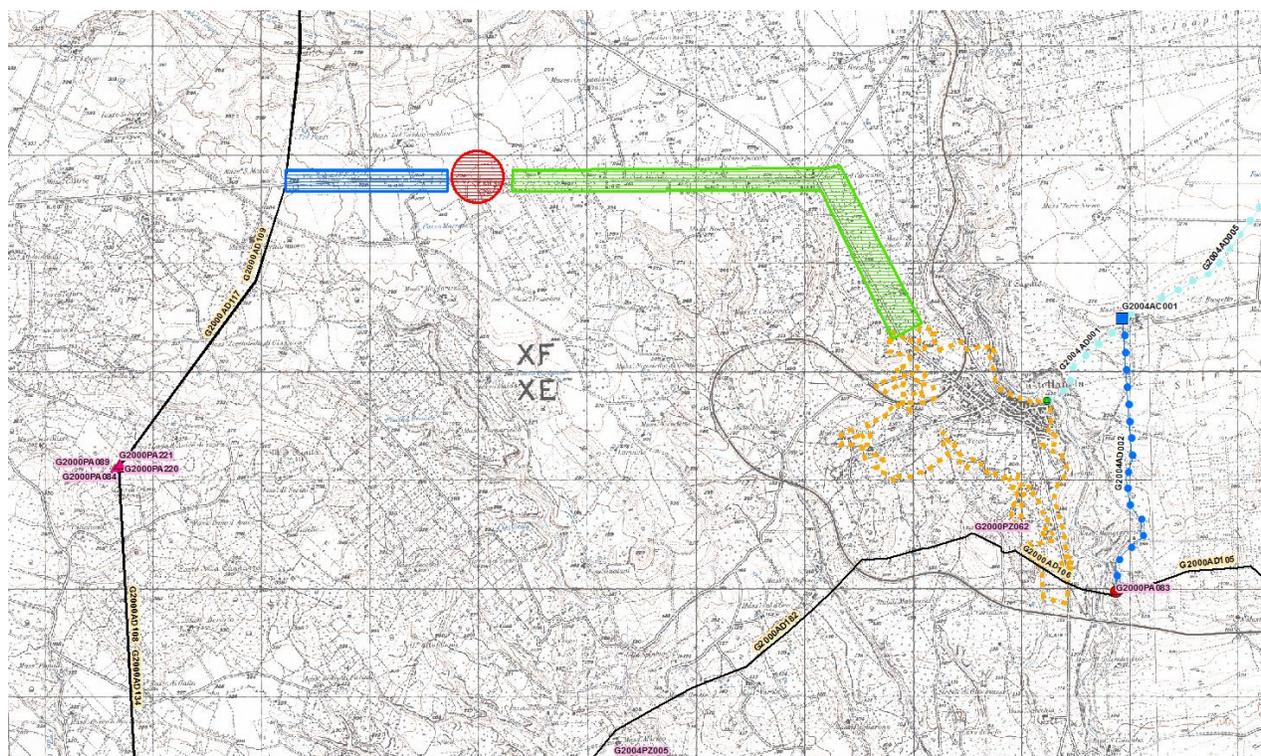


Figura 1 - Corografia area individuata per il nuovo serbatoio di progetto (in blu condotta di avvicinamento; in rosso l'area del serbatoio; in verde la condotta suburbana)

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area interessata dallo studio ricade nel F° 201 della Carta Geologica d'Italia (Matera), di cui di seguito si riporta uno stralcio, e risulta condizionata sia dai terreni della Piattaforma Carbonatica Apula che da quelli di Avanfossa. La prima è una successione carbonatica con caratteri ritenuti di piattaforma interna, potente oltre 3000 metri; la seconda è caratterizzata da una sequenza di ciclo trasgressivo-regressivo del mare pliocenico, con una successione, dal basso verso l'alto, di argille, sabbie e conglomerati di chiusura.

Della prima successione fanno parte le formazioni geologiche del “**Calcarea di Bari**” e il “**Calcarea di Altamura**”. Mentre, lungo i bordi dell'altopiano murgiano e al suo interno lungo le depressioni strutturali, si rinvengono in discordanza angolare sulle unità cretacee, le formazioni appartenenti all'unità strutturale dell'Avanfossa tra cui, come il caso specifico, a partire dal basso, la Formazione delle **Calcareniti di Gravina** e quella delle **Argille Subappennine**. Al di sopra di tali formazioni sono presenti i **Depositi terrazzati** sia marini che continentali (sabbie, conglomerati e calcareniti) e, quindi, i depositi alluvionali recenti.

Il centro abitato di Castellaneta (TA) si fonda sulla formazione delle “Calcareniti di Gravina” definita come una calcarenite bianco-giallastra più o meno cementata. Il substrato di tale area è dato dalla formazione del Calcarea di Altamura definito come un potente complesso sedimentario, prevalentemente detritico, in genere ben stratificato. Il calcarea, di natura micritica o granulare e colore variabile dal biancastro all'avana, si presenta intensamente fratturato e carsificato, con diffusi livelli riempiti di “terra rossa”.

Le Murge rappresentano uno dei settori più rialzati dell'Avampaese Apulo; esse si sviluppano lungo un trend WNW-ESE con una serie di ripiani, aventi immersione verso SSW con un assetto monoclinale. Tutta l'area dell'avampaese è articolata in tre distinti settori: Gargano, Murge e Salento, limitati da importanti strutture tettoniche orientate EW. Da un punto di vista strutturale l'area in esame ricade lungo il margine sud-est dell'altopiano delle Murge, in una zona interessata da deformazioni che, seppur presenti nell'ammasso calcareo, sono nascoste dai depositi di avanfossa e, pertanto, non riconoscibili.

Le dislocazioni tettoniche hanno comunque modellato la morfologia dell'area determinando superfici ondulate date da aree più sopraelevate rispetto ad altre.

In quelle più ribassate si sono depositate i materiali dell'Avanfossa e si sono accumulati i depositi alluvionali prodotti dall'erosione delle rocce cretache e quaternarie.

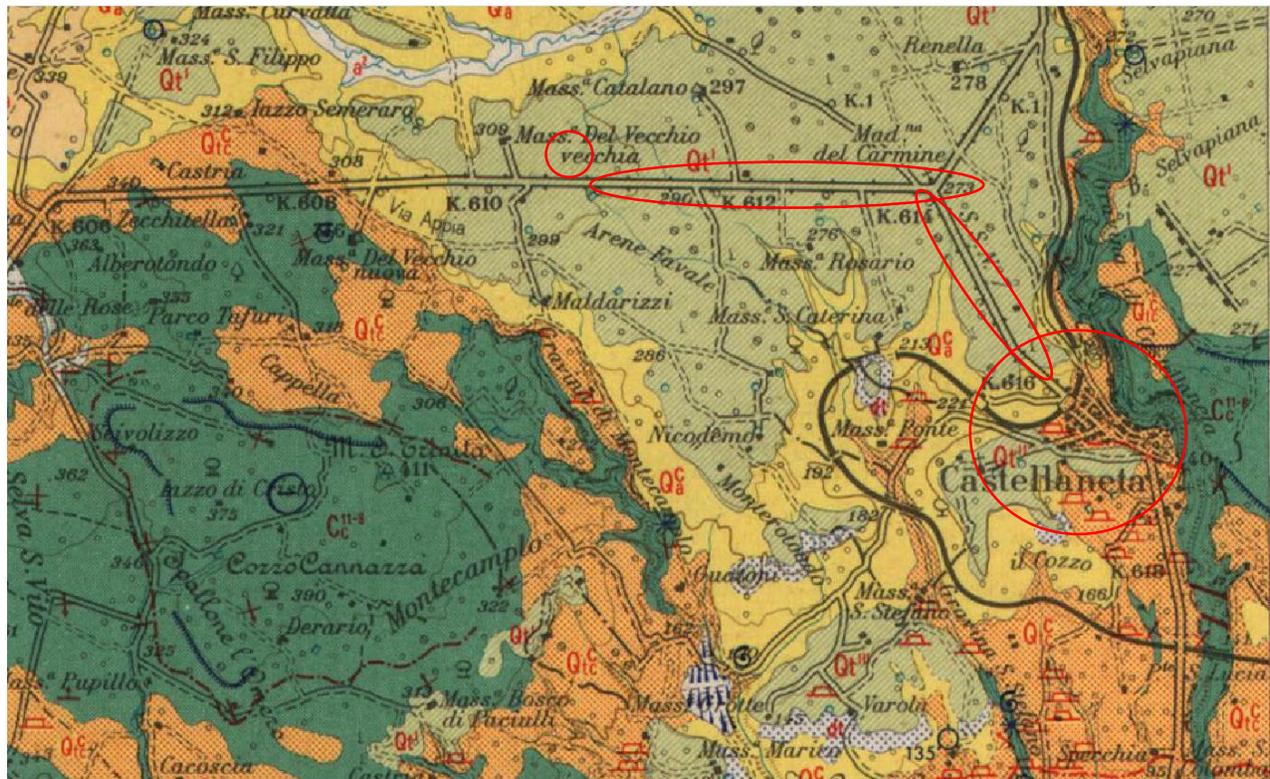


Figura 2 - Stralcio della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 del Foglio N. 201 "Matera"



Per quanto riguarda le opere in progetto, il **nuovo serbatoio di acqua potabile e la nuova condotta suburbana per il centro abitato**, risultano condizionate dalla presenza dei Depositi terrazzati costituiti da uno spessore di 10÷15 m di sabbie, limi sabbiosi e limi argillosi di colore avana mediamente compatti, con al tetto "croste" calcarenitiche; al di

sotto, affiorano i termini più superficiali delle Argille subappennine con spessori anche superiori a 15-20 m.

Le opere idriche previste nel centro abitato di Castellaneta risultano, invece, condizionate dai terreni di riporto (sottofondo stradale) e dai litotipi calcarenitici, variamente cementati, appartenenti alla formazione della Calcarenite di Gravina e, localmente, dai litotipi argillosi e argilloso-limosi delle Argille Subappennine.

Il tratto iniziale della nuova condotta di avvicinamento dalla presa in carico esistente al nuovo serbatoio risulta, infine, condizionata dai litotipi argillosi e argilloso-limosi delle Argille Subappennine.



Il paese sull'orlo del precipizio – Autore Lazzarini (Concorso fotografico nazionale Comuni italiani edizione 2009)

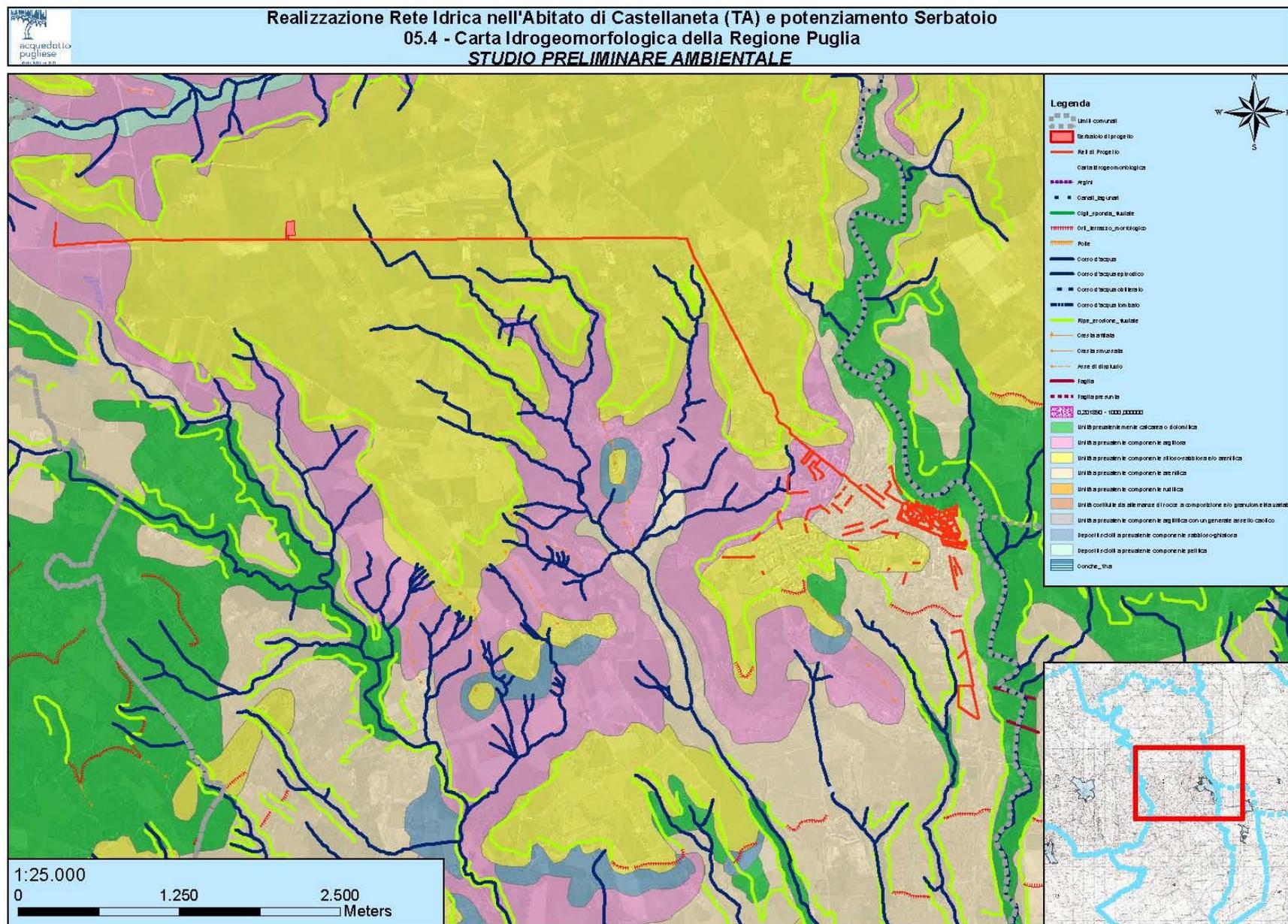
Figura 3 – Affioramento delle “Calcarenite di Gravina” lungo il bordo orientale del centro abitato lungo la gravina di Castellaneta.

3. INQUADRAMENTO IDROGEOMORFOLOGICO

La morfologia dell'area è generalmente influenzata dalle deformazioni tettoniche e dall'erosione, quest'ultima prevalentemente di tipo carsico. Considerando la carta idrogeomorfologica della Regione Puglia, di cui si riporta uno stralcio in Figura 4, sono presenti alcuni orli dei terrazzi morfologici e ripe di erosione che cingono, rispettivamente, alcuni piccoli rilievi a sud del centro abitato e la gravina di Castellaneta, che si estende per una decina di chilometri con svariate anse, e che risulta profonda nel suo punto massimo 145 m e larga circa 300 m. La gravina, un vero e proprio canyon o valle carsica, presenta pareti molto ripide, quasi verticali, e lungo il suo percorso sono visibili tracce di insediamenti archeologici e di rilevanza storica, nonché grotte ed insediamenti rupestri.

Nel territorio ad ovest del centro abitato sono presenti, localmente, dei piccoli solchi erosivi ad andamento Nord Sud, che interessano le opere di progetto solo nella parte montana dei loro bacini idrografici. Tali solchi erosivi si attivano in concomitanza di particolari eventi meteorici che non permettono al suolo di assorbire l'acqua, convogliandola lungo linee preferenziali di scorrimento verso zone depresse dove si accumula per poi essere assorbita lentamente.

Nel centro urbano sono presenti, localmente e per lo più nel centro storico, cavità antropiche adibite a culto (cripte riportate nella cartografia del PUG di Castellaneta adottato nel 2016) che non interferiscono, però, con le opere in progetto.



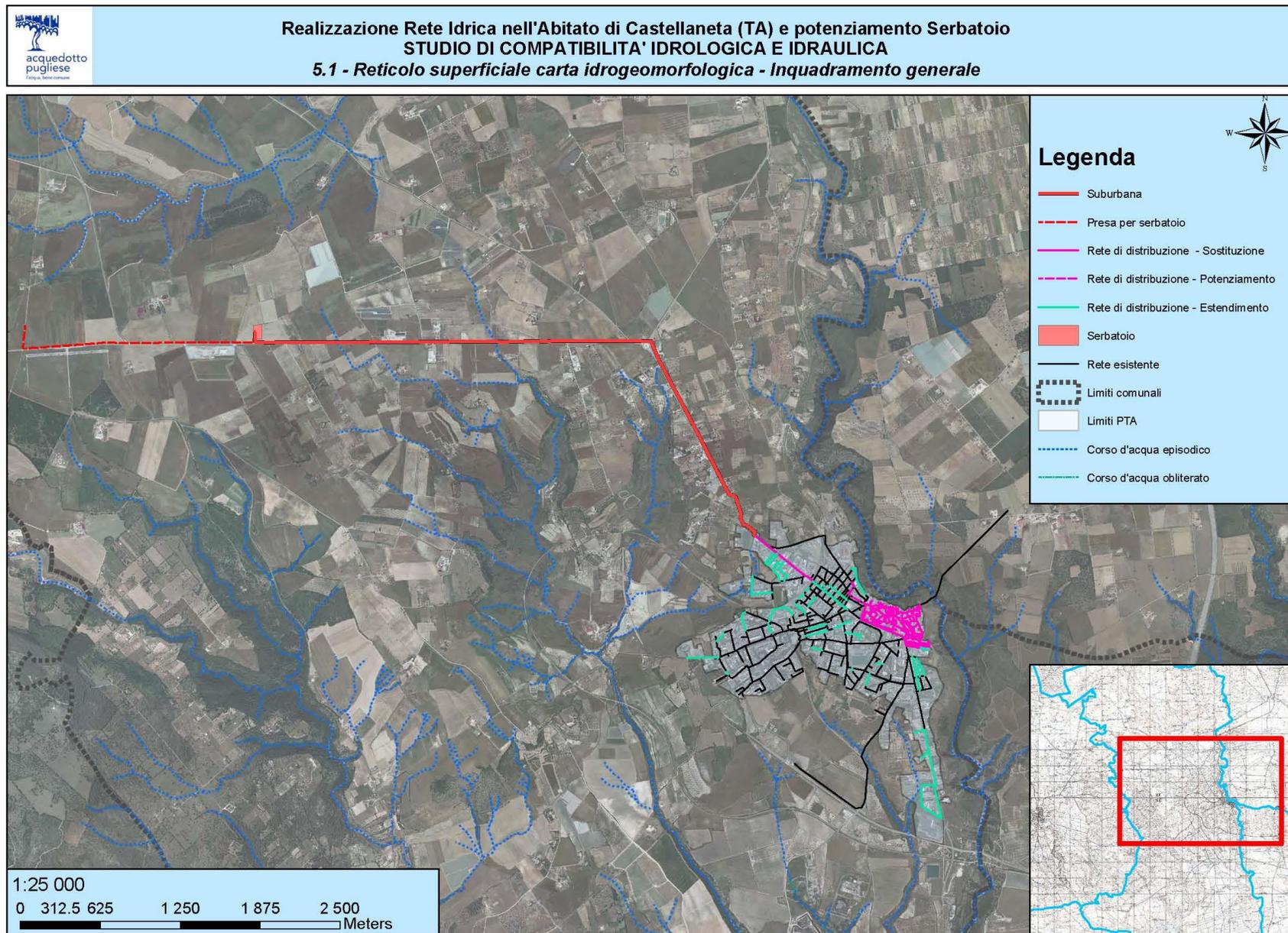


Figura 5 – Reticolo idrografico interferente con il progetto

4. IDROGEOLOGIA

Nel complesso, l'area in esame è caratterizzata dalla presenza di modeste falde superficiali possibili al contatto tra i litotipi sabbiosi appartenenti ai Depositi terrazzati e le sottostanti Argille Subappennine. La circolazione idrica sotterranea più importante è costituita dalla presenza di un sistema profondo di falda carsica circolante nel basamento carbonatico, fortemente fratturato e carsificato. La falda carsica dell'acquifero "profondo" tende a galleggiare sulle acque più dense d'intrusione marina, assumendo una tipica forma a lente biconvessa con spessori che vanno decrescendo, con pendenze piezometriche piuttosto modeste, dal centro verso i margini ionico ed adriatico.

La superficie di separazione tra acque dolci ed acque salate, a differente densità, è data da una fascia di transizione il cui spessore, anch'esso variabile, cresce all'aumentare della distanza dalla costa ed è, inoltre, funzione dello spessore dell'acquifero di acqua dolce. Il massiccio prelievo di acqua dal sottosuolo da migliaia di pozzi sinora attivi, ha determinato il problema del possibile impoverimento degli acquiferi locali, segnatamente della falda carsica profonda, sostenuta dalle acque marine d'invasione continentale.

Secondo la carta delle Isopezze del PTA della Regione Puglia, la falda profonda si rinviene, nell'area oggetto di studio a 25 metri rispetto al livello del mare.

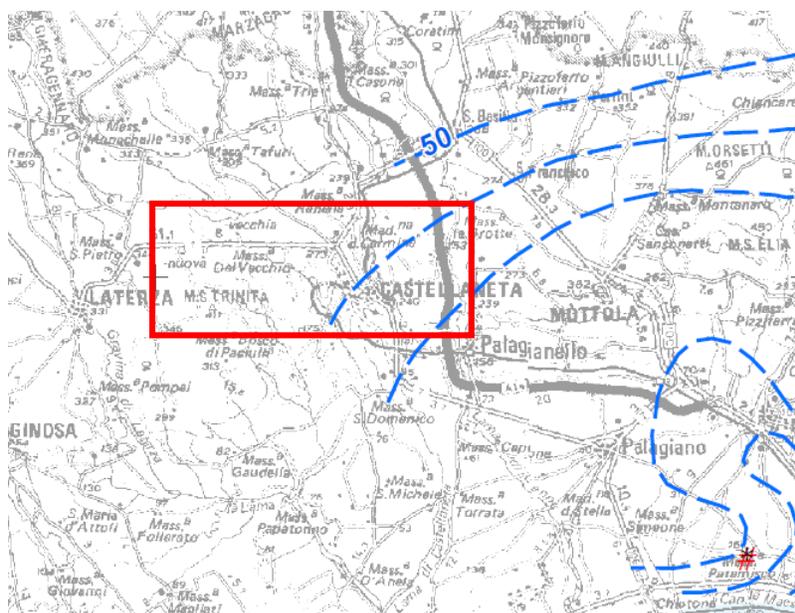


Figura 6 - Stralcio della carta della distribuzione media dei carichi piezometrici dell'acquifero carsico– PTA Puglia

5. PERICOLOSITA' IDRO-GEOMORFOLOGICA – ATTRAVERSAMENTO AREA PG3

In generale, le opere previste in progetto non ricadono in aree caratterizzate da instabilità idro-geomorfologica eccetto per alcuni tratti del tracciato della nuova condotta suburbana che dal nuovo serbatoio a costruirsi raggiunge il centro abitato di Castellaneta.

In particolare, la condotta attraversa piccoli solchi erosivi (reticolo idrografico) in sub-alvea per cui è stato elaborato nel progetto definitivo un opportuno “Studio di compatibilità idrologica ed idraulica”, a cui si rimanda per ogni dettaglio.

In un tratto di circa 225 m il suddetto tracciato attraversa un'area a pericolosità geomorfologica molto elevata (PG3) - come tipizzata dal PAI attuale dell'AdB Puglia - caratterizzata da un modesto rilievo collinare, trasversale alla S.S.n.7, che nelle porzioni sommitali assume pendenze comprese tra 10%÷12% (5°÷7°).

L'area PG3, nel tratto interessato dal collettore di progetto, ricade lungo la carreggiata della stessa strada S.S.n.7 e risulta intensamente urbanizzata con presenza di diversi fabbricati per civili abitazioni e relativi sottoservizi, incluso la vecchia condotta di adduzione di acqua potabile.

Dal rilievo effettuato in sito non si evidenziano importanti dissesti in atto e il fenomeno sembra essere legato alla presenza di un modesto solco erosivo in corrispondenza del passaggio tra i litotipi sabbioso-limosi dei “Depositi marini terrazzati” e i sottostanti termini argilloso-limosi delle Argille Subappennine, su un pendio con pendenza pari al 10% circa.

Il sondaggio S14 effettuato in sito, a margine della S.S.n.7, ha intercettato uno spessore di circa 2,3 m di terreni di riporto (massicciata stradale) sovrapposti ad argille ed argille limose giallastre mediamente compatte ($N_{SPT} = 24$). Allo stesso modo, la Base Sismica n.11 e il profilo elettrico E.R.T.11 rappresentano un sottosuolo costituito da 3 strati, di cui il più superficiale coincide con il riporto della massicciata stradale ($V_p = 677$ m/s), il sottostante con limi-argillosi mediamente consistenti ($V_p = 1127$ m/s) fino a un massimo di 6 m dal p.c., ed il terzo con limi ed argille limose più consistenti ($V_p = 1584$ m/s).

Non è stata intercettata alcuna falda acquifera superficiale durante i sondaggi, né appare evidente alcuna superficie di scivolamento.

Per quanto sopra, ancorché non evidente alcun fenomeno di dissesto in atto, trattandosi di un'area tipizzata come PG3, in questo tratto di 200 m circa è opportuno poggiare la condotta su pali della profondità $L = 9$ m, in modo da attestarsi su litotipi argilloso-limosi più compatti e, allo stesso tempo, prevedere che i pozzetti di ispezione in

linea possano consentire il monitoraggio di eventuali perdite, ovvero l'interruzione del flusso attraverso opportune valvole sezionatrici.

Foto1 in corrispondenza del punto in cui il tracciato di progetto attraversa l'area PG3



Foto2 in corrispondenza del punto in cui il tracciato di progetto attraversa l'area PG3





Foto 3- 4 in corrispondenza del punto in cui il tracciato di progetto attraversa l'area PG3



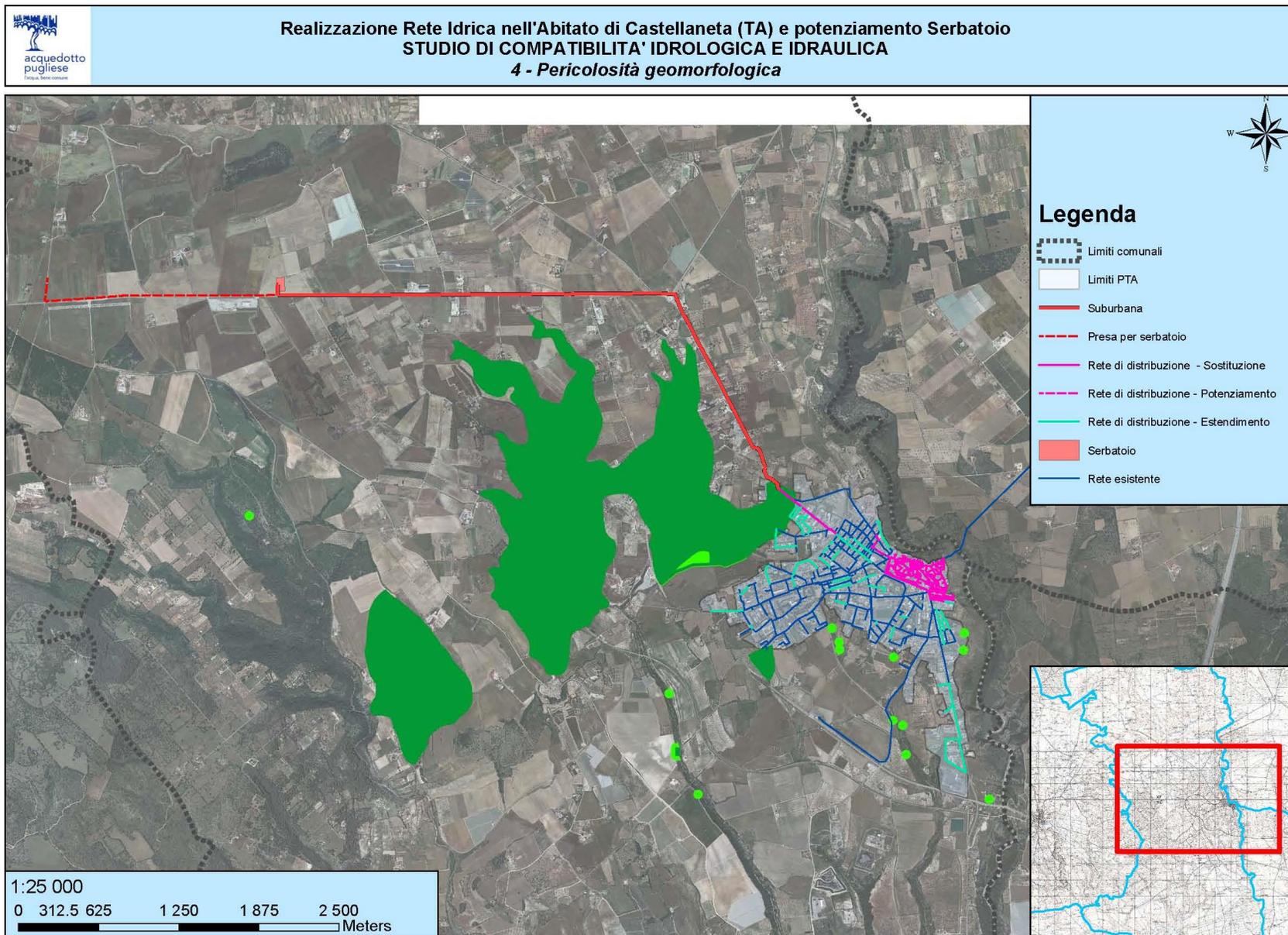


Figura 7 - Stralcio PAI – Pericolosità geomorfologica - AdB Puglia

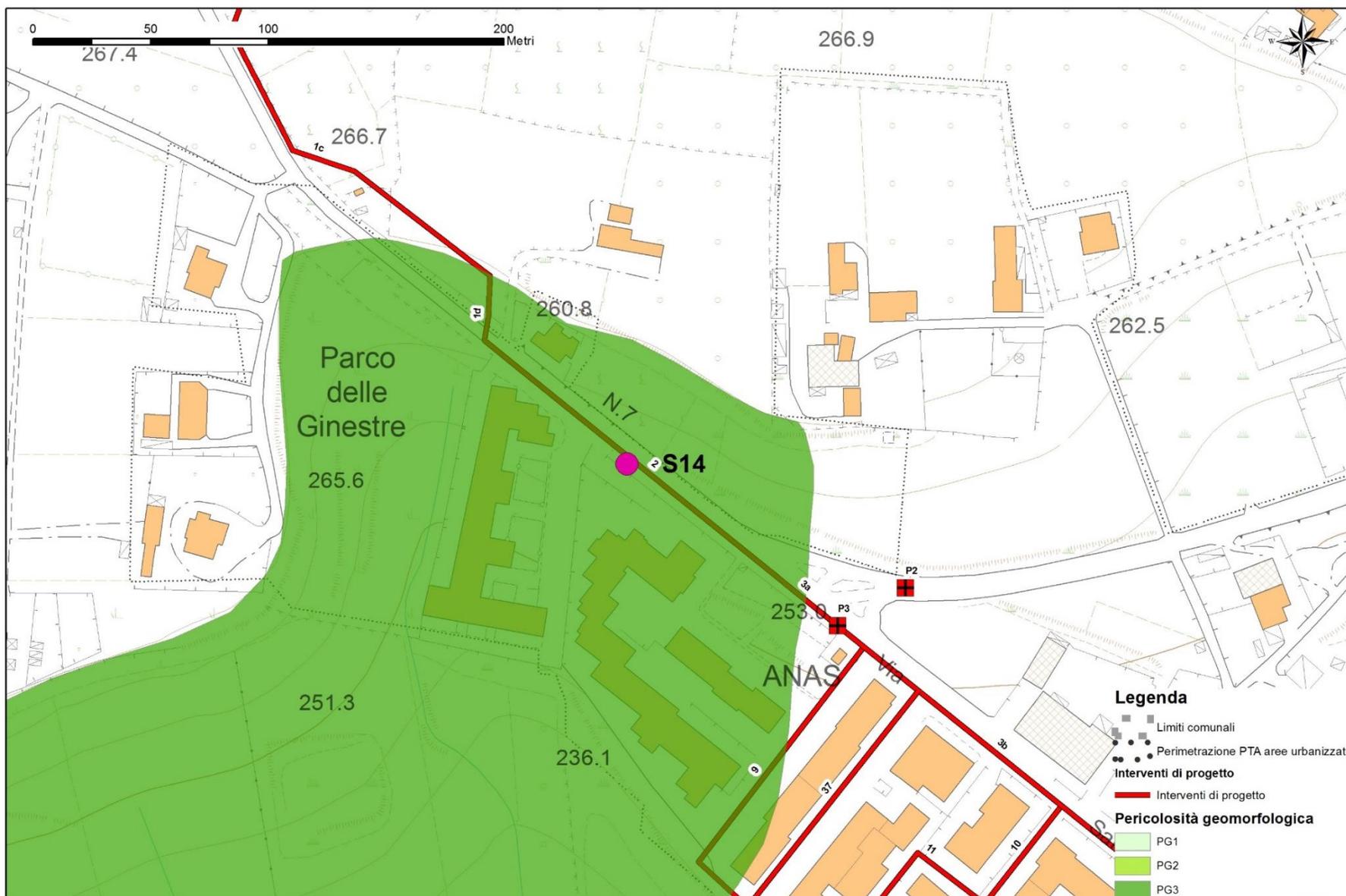


Figura 8 – Stralcio PAI – AdB Puglia – Parte del tracciato della condotta suburbana di progetto interferente con area PG3 - Ubicazione sondaggio geognostico S14

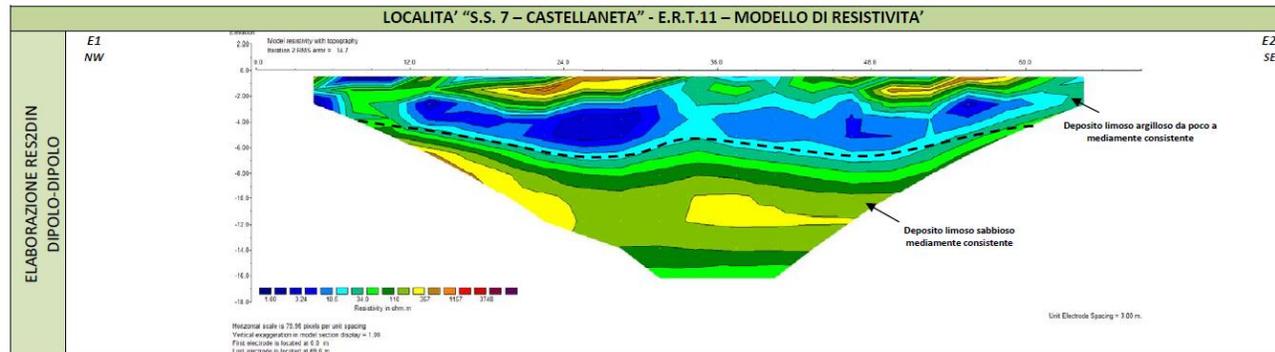
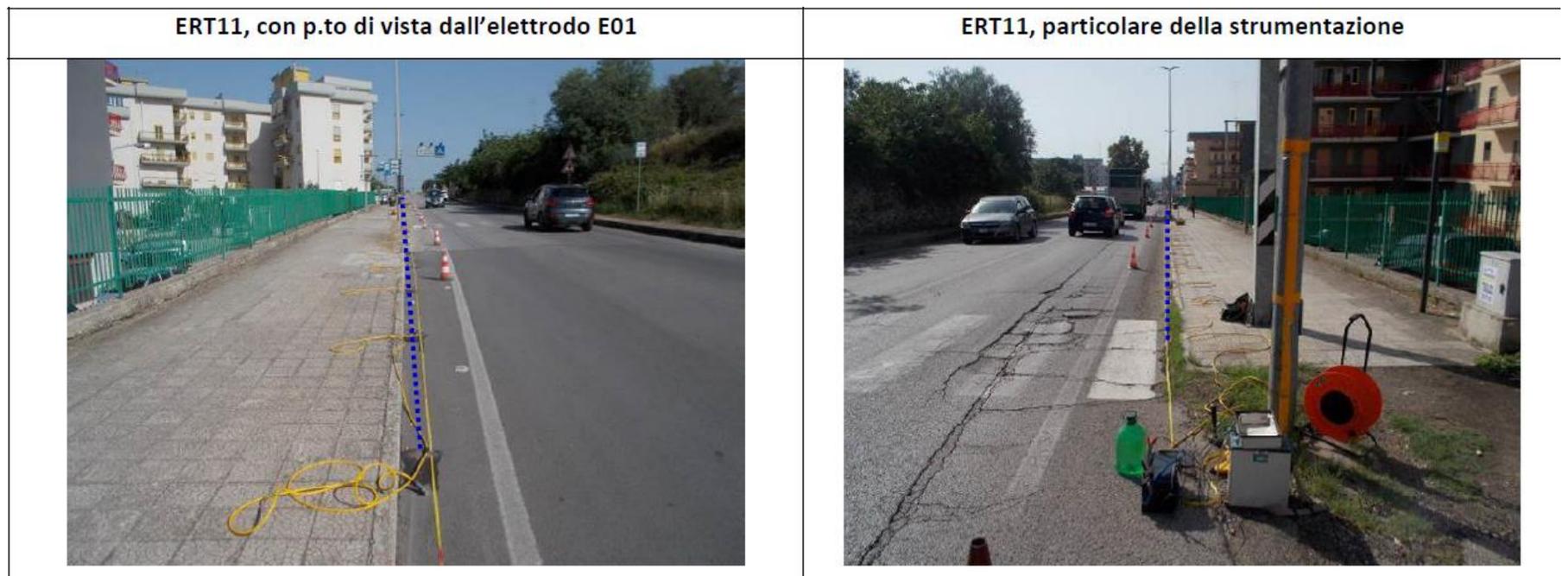


Figura 9 - Profilo elettrico ERT11 in corrispondenza area PG3



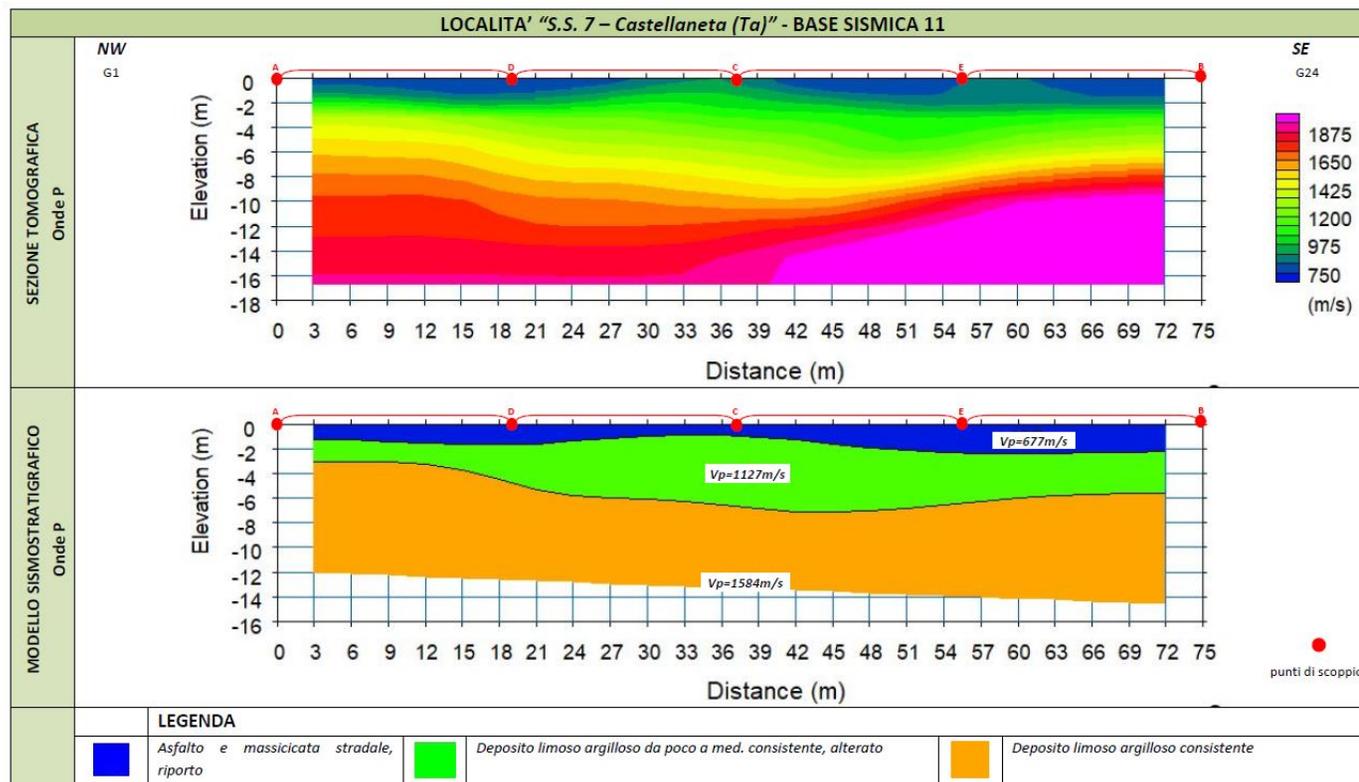


Figura 10 - Profilo sismico BS11 in corrispondenza area PG3



Stratigrafia del Sondaggio S14 (da 0 a 10m)

Committente: A.Q.P. S.P.A.			Regione: PUGLIA Comune: CASTELLANETA (TA)																
Oggetto: Indagini geognostiche dirette per la progettazione definitiva per la realizzazione della rete idrica dell'abitato di Castellaneta e potenziamento del serbatoio. P1388.			Località: S.S.7																
Impresa esecutrice: FIUMANO TOMA TRIVELLAZIONI s.r.l. Via Dei Mestieri Matera (MT)			Metodo di perforazione: Carotaggio Continuo																
Redattore Stratigrafia: Dott. Geol. Pietro PEPE			Doppio carotiere: NO Rivestimento foro: SI																
			Diametro di perforazione: 101mm																
			Data: 19/07/2018																
Profondità (metri)	Colonna Stratigrafica	Spessori (metri)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	R.Q.D. (%)	% CAROTTAGGIO TENDENZA A FRANARE	FALDA	UMIDITÀ NATURALE RIVESTIMENTO PROVISORIO	CAMPIONI GEOTECNICI	SPT	Pocket Kg/cm ²	Sismometro Kg/cm ²								
1		2.30	Materiale cementizio di rivestimento e terreno di riporto	NA	90	BASSA	ASCIUTTO		SPT 1 Punta chiusa Quota di inizio = 2mt <table border="1"> <thead> <tr> <th>AVANZ.</th> <th>N. COLPI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>16</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>46</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table>	AVANZ.	N. COLPI	16	2	30	3	46	6	1.2	3.2
AVANZ.										N. COLPI									
16	2																		
30	3																		
46	6																		
2	4	9.5																	
3		7.70	Argille gialstre con sottili livelli calcarei	NA	95	BASSA	ASSENTE	ASCIUTTO	SPT 2 Punta chiusa Quota di inizio = 6.5mt <table border="1"> <thead> <tr> <th>AVANZ.</th> <th>N. COLPI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>16</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>46</td> <td>14</td> </tr> </tbody> </table>	AVANZ.	N. COLPI	16	6	30	10	46	14	4.8	9.2
AVANZ.										N. COLPI									
16										6									
30										10									
46										14									
4										4.2	9.0								
5										4	>9								
6										5.2	9								
7	5.1	9																	
8	3.8	8																	
9	3	6.5																	
10	FONDO FORO 10m																		

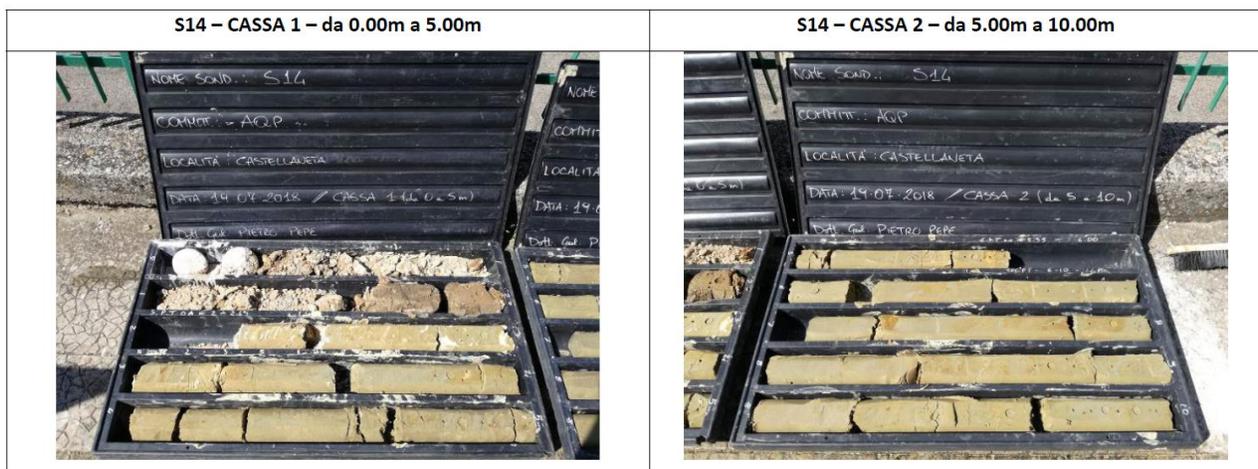


Figura 11 - Stratigrafia del Sondaggio S14 in corrispondenza dell'area PG3

S14 – Ubicazione sondaggio



Figura 12 - Sondaggio S14 in corrispondenza dell'area PG3



6. INDAGINI GEOGNOSTICHE EFFETTUATE

A) Campagna geognostica del Luglio-Agosto 2018 a cura dell'A.T.I: Fiumano Toma Trivellazioni S.r.l. – Geol. Pietro Pepe – GEO S.r.l. di Modugno – Ing. Margherita Debernardis, consistita nell'esecuzione di:

- n. 14 sondaggi diretti (S01÷S14) spinti a varie profondità; in particolare i sondaggi S01 e S05 sono stati spinti fino alla profondità di 30m, i sondaggi S02 e S14 fino alla profondità di 10m, i sondaggi S03 e S04 fino alla profondità di 15m mentre i sondaggi S06 ÷ S13 fino a 5m; sono stati prelevati n. 3 campioni per le analisi di caratterizzazione chimico-fisica;
- n.2 prove di permeabilità in foro a carico variabile tipo Lefranc (S04 e S05);
- rilievo in foro di eventuali falde acquifere;
- n.37 prove penetrometriche standard (SPT) in foro;
- n.10 prelievi di campioni indisturbati di terreno nel corso delle perforazioni (S01, S02, S03 S04 e S05);
- n.10 analisi geotecniche di laboratorio sui campioni indisturbati (determinazione delle proprietà caratteristiche, analisi granulometriche, prove di taglio C.D., prove edometriche e prove di compressione ad E.L.L.);
- n.3 analisi chimico-fisiche per l'attribuzione del codice CER alla terre e rocce da scavo;
- n.14 prospezioni geoelettriche 2D (**E.R.01÷E.R.15**) mediante l'impiego delle configurazioni dipolo-dipolo assiale, Wenner-Schlumberger e Wenner;
- n.15 prospezioni sismiche a rifrazione in onde P (**BS01÷BS15**) per le quali sono stati utilizzati n. 24 geofoni;
- n. 2 prospezioni sismiche eseguite con tecnica RE.MI. per la determinazione delle onde di taglio (S), (**RE.MI.01 e RE.MI.02**) ubicate rispettivamente in corrispondenza della BS02 e della BS08; tale tecnica ha permesso di stimare il valore delle V_s , v_{eq} e, quindi, attribuire al sottosuolo in esame una delle categorie di suolo di fondazione contemplata dalle Norme Tecniche delle Costruzioni 2018;
- n. 1 prospezione sismica in foro del tipo Down-hole, eseguita in corrispondenza del sondaggio meccanico S01, relativamente a tutta la lunghezza del perforo (30m);
- rilievi georadar per verifica ubicazione sottoservizi.

Per quanto riguarda le perforazioni effettuate, si ha che la zona in cui ricadono i sondaggi da S06÷S13 (tracciato condotta suburbana) è contraddistinta dalla presenza di depositi sabbiosi e calcarenitici sovrapposti a depositi argilloso sabbiosi al cui passaggio si evince la presenza di un'**effimera falda superficiale di tipo stagionale, il cui livello si rinviene a circa 1.8m dal p.c.**

La zona in cui ricade il sondaggio S14 (zona perimetrata PG3) è caratterizzata dalla presenza di una copertura di materiale di riporto (circa 2,30 m) sovrapposta a depositi argillosi mediamente compatti ($N_{SPT} = 24$).

Ogni dettaglio sull'ubicazioni delle indagini, la descrizione delle stesse, i risultati delle prove geofisiche e delle analisi geotecniche di laboratorio è riportato nell'**Allegato alla Relazione geologica A.5.1.**

Per quanto concerne i **profili geoelettrici** si hanno le seguenti risultanze:

- Tracciato condotta suburbana: le pseudosezioni denominate E.R.T.03÷E.R.T.12 evidenziano una struttura di resistività costituita dai primi 4m da materiale resistivo correlabile a un deposito sabbioso calcarenitico sovrapposti a materiale conduttivo correlabile ad un deposito limoso argilloso, a luoghi limoso sabbioso;
- Tracciato condotta suburbana: le pseudosezioni denominate E.R.T.13÷E.R.T.15 evidenziano una struttura di resistività costituita dai primi 5-6m da materiale relativamente resistivo correlabile a un deposito sabbioso calcarenitico sovrapposti a materiale resistivo correlabile ad un ammasso calcareo molto fratturato e alterato;
- Zona PG3: le pseudosezioni denominata E.R.T.11 evidenzia una struttura di resistività costituita dai primi 6m da materiale relativamente conduttivo correlabile a un deposito limoso argilloso sovrapposti a materiale relativamente resistivo correlabile ad un deposito limoso- sabbioso.

Per quanto riguarda i **profili sismici a rifrazione** si hanno le seguenti risultanze:

✓ BS01 in onde P: si individuano tre sismo strati

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	377	-	0,00÷1,60	<i>Copertura vegetale</i>
2	688	-	1,60÷4,00	<i>Deposito limoso sabbioso da poco a mediamente consistente</i>
3	1516	-	4,00÷12,00	<i>Deposito limoso argilloso mediamente consistente</i>

✓ BS02 in onde P ed S (mediante RE.MI.01): si individuano tre sismo strati

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	412	170	0,00÷1,90	<i>Copertura vegetale</i>
2	653	279	1,90÷4,20	<i>Deposito limoso sabbioso da poco a mediamente consistente</i>
3	1533	370	4,20÷13,00	<i>Deposito limoso argilloso mediamente consistente</i>

✓ BS03 in onde P: si individuano tre sismo strati

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	512	-	0,00÷1,50	<i>Asfalto e massciata stradale</i>
2	784	-	1,50÷5,00	<i>Deposito sabbioso limoso da poco a mediamente consistente</i>
3	1404	-	5,00÷13,00	<i>Deposito limoso argilloso mediamente consistente</i>

✓ BS04 in onde P: si individuano tre sismo strati

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	400	-	0,00÷1,50	<i>Copertura vegetale</i>
2	950	-	1,50÷3,00	<i>Deposito sabbioso limoso da poco a mediamente consistente</i>
3	1584	-	3,00÷12,00	<i>Deposito limoso argilloso mediamente consistente</i>

✓ BS05 in onde P: si individuano tre sismo strati

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	370	-	0,00÷2,00	<i>Copertura vegetale e dap. sabbioso limoso poco addensato</i>
2	966	-	2,00÷6,00	<i>Deposito limoso argilloso da poco a mediamente consistente, alterato</i>
3	1467	-	6,00÷14,00	<i>Deposito limoso argilloso mediamente consistente</i>

✓ BS06 in onde P: si individuano quattro sismo strati

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	310	-	0,00÷1,00	Copertura vegetale e/o riporto
2	726	-	1,00÷2,50	Deposito sabbio calcarenitico da poco a mediamente cementato
3	1033	-	2,50÷4,00	Deposito limoso argilloso da poco a mediamente consistente
4	1479	-	4,00÷12,00	Deposito limoso argilloso mediamente consistente

✓ BS07 in onde P: si individuano tre sismo strati

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	348	-	0,00÷1,60	Copertura vegetale e/o dep. sabbioso limoso poco addensato
2	743	-	1,60÷3,80	Deposito limoso argilloso da poco a mediamente consistente
3	1618	-	3,80÷12,00	Deposito limoso argilloso mediamente consistente

✓ BS08 in onde P ed S (mediante RE.MI. 02): si individuano quattro sismo strati

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	430	200	0,00÷0,50	Copertura vegetale e/o riporto
2	697	328	0,50÷2,00	Deposito sabbios calcarenitico da poco a mediamente cementato
3	1144	511	2,00÷4,00	Deposito limoso argilloso da poco a mediamente consistente
4	1665	750	4,00÷12,00	Deposito limoso argilloso mediamente consistente

✓ BS09 in onde P: si individuano quattro sismo strati

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	330	-	0,00÷0,50	Copertura vegetale
2	512	-	0,50÷2,20	Deposito sabbio calcarenitico poco cementato
3	1166	-	2,20÷5,50	Deposito sabbio calcarenitico cementato
4	1539	-	5,50÷12,50	Deposito limoso argilloso mediamente consistente

✓ BS10 in onde P: si individuano tre sismo strati

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	466	-	0,00÷1,90	<i>Copertura di materiale di riporto e terreno vegetale</i>
2	775	-	1,90÷6,00	<i>Deposito limoso sabbioso da poco a mediamente consistente</i>
3	1372	-	6,00÷14,00	<i>Deposito limoso argilloso mediamente consistente</i>

✓ BS11 in onde P: si individuano tre sismo strati

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	677	-	0,00÷1,60	<i>Asfalto e massiciata stradale, riporto</i>
2	1127	-	1,60÷3,80	<i>Deposito limoso argilloso da poco a mediamente consistente, alterato</i>
3	1584	-	3,80÷12,00	<i>Deposito limoso argilloso mediamente consistente</i>

✓ BS12 in onde P: si individuano tre sismo strati

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	374	-	0,00÷2,20	<i>Asfalto, massiciata stradale e materiale di riporto</i>
2	853	-	2,20÷7,70	<i>Deposito limoso argilloso da poco a mediamente consistente, alterato</i>
3	1561	-	7,70÷14,50	<i>Deposito limoso argilloso mediamente consistente</i>

✓ BS13 in onde P: si individuano tre sismo strati

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	510	-	0,00÷3,00	<i>Asfalto, massiciata stradale e/o dep. calcarenitico poco cementato, alterato</i>
2	1311	-	3,00÷6,50	<i>Deposito calcarenitico cementato e/o ammasso calcareo molto alterato</i>
3	1752	-	6,50÷14,50	<i>Ammasso calcareo molto fratturato e alterato</i>

✓ BS14 in onde P: si individuano tre sismo strati

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	556	-	0,00÷2,50	<i>Asfalto, massiciata stradale e/o dep. calcarenitico poco cementato, alterato</i>
2	1354	-	2,50÷8,00	<i>Deposito calcarenitico cementato e/o ammasso calcareo molto alterato</i>
3	2171	-	8,00÷15,00	<i>Ammasso calcareo mediamente fratturato e alterato</i>

✓ BS15 in onde P: si individuano tre sismo strati

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	335	-	0,00÷1,50	<i>Copertura di materiale di riporto</i>
2	1764	-	1,50÷5,50	<i>Deposito calcarenitico ben cementato e/o ammasso calcareo molto alterato</i>
3	2242	-	5,50÷12,00	<i>Ammasso calcareo mediamente fratturato e alterato</i>

B) Campagna geognostica del Novembre-Dicembre 2018 a cura di SIA Ingegneria e Ambiente Srl, in corrispondenza dell'area in cui sorgerà il nuovo serbatoio idrico di Castellaneta e consistita in:

- n.1 sondaggio a carotaggio continuo (S1), spinto sino alla profondità massima di 30 m dal p.c. e condizionato, per prova geofisica in foro di tipo Down-Hole, con specifici tubi in PVC del diametro di 3";
- n.3 sondaggi a carotaggio continuo S2, S3 e S4, spinti sino alla profondità di 15 m dal p.c.;
- condizionamento del foro S3 a piezometro a tubo aperto;
- esecuzione durante l'esecuzione del foro S3 di prova di permeabilità a carico variabile di tipo Lefranc;
- n.16 prove S.P.T. (Standard Penetration Test), 4 in ogni foro di sondaggio;
- n.8 prelievi di campioni indisturbati, per l'esecuzione di analisi geotecniche di laboratorio;
- n.8 prelievi di campioni rimaneggiati (ambientali), per l'esecuzione di analisi chimiche di laboratorio;
- n.1 prova sismica in foro di tipo Down Hole;
- n. 2 stendimenti sismici a rifrazione con il metodo GRM, della lunghezza di 120 m ciascuno;
- n.2 stendimenti sismici di tipo MASW, per la determinazione delle Vs e del Vs30, della lunghezza di 120 m ciascuno;
- n.2 tomografie elettriche in configurazione dipolo – dipolo con lunghezza dello stendimento di 141 m;
- rilievo della falda mediante l'utilizzo di freatometro;
- esecuzione di analisi chimiche ai sensi del DPR 120/2017 sui campioni rimaneggiati prelevati;

- esecuzione delle prove geotecniche di laboratorio sui campioni indisturbati prelevati;
- georeferenziazione dei punti d'indagine.

Ogni dettaglio sull'ubicazioni di queste indagini, la descrizione delle stesse, i risultati delle prove geofisiche e delle analisi geotecniche di laboratorio è riportato nell'**Allegato alla Relazione geologica A.5.1.**

In particolare, la stratigrafia del sondaggio S1, rappresentativo di tutta l'area del nuovo serbatoio a realizzarsi è la seguente:

Da 0,00 a 0,60 m p.c.:	Terreno vegetale costituito da sabbia medio grossolana, limosa debolmente argillosa di colore marrone scuro. Sono presenti apparati radicali e clasti sub-arrotondati di natura carbonatica, di dimensioni prevalentemente sub-centimetriche. Il deposito si presenta poco addensato ed il limite con lo strato sottostante è sfumato.
Da 0,60 a 1,30 m p.c.:	Sabbia fine debolmente limosa e ghiaiosa di colore marrone chiaro giallastro. Sono presenti abbondanti concrezioni calcitiche (<i>caliches</i>), e clasti di natura carbonatica (calcarenite), sub-arrotondati e di dimensioni variabili da sub-centimetriche a centimetriche.
Da 1,30 a 14,10 m p.c.:	Limo argilloso debolmente sabbioso di colore variabile dal marrone chiaro giallastro (porzione sommitale) al marrone grigiastro scuro (porzione basale). Sono presenti abbondanti concrezioni calcitiche (<i>caliches</i>), talora concentrate in livelletti di spessore centimetrico. Sono presenti abbondanti nuclei carboniosi di dimensioni sub-millimetriche, e nuclei di ossidazione rossastri anch'essi di dimensioni sub-millimetriche. Lo strato restituisce a luoghi stratificazioni piano-parallele di colore variabile dal rossastro al bluastro. Lo stato di compattezza varia dal compatto al molto compatto. Il limite con lo strato sottostante è sfumato.
Da 14,10 , a 30,00 m p.c.:	Argilla limosa debolmente sabbiosa di colore grigio-scuro bluastro. Sono presenti nuclei carboniosi di dimensioni sub-millimetriche e rari nuclei di ossidazione rossastri anch'essi di dimensioni sub-millimetriche. Lo strato restituisce a luoghi stratificazioni piano-parallele di colore variabile dall'azzurro chiaro al bluastro. Lo stato di compattezza varia dal consistente al molto consistente.

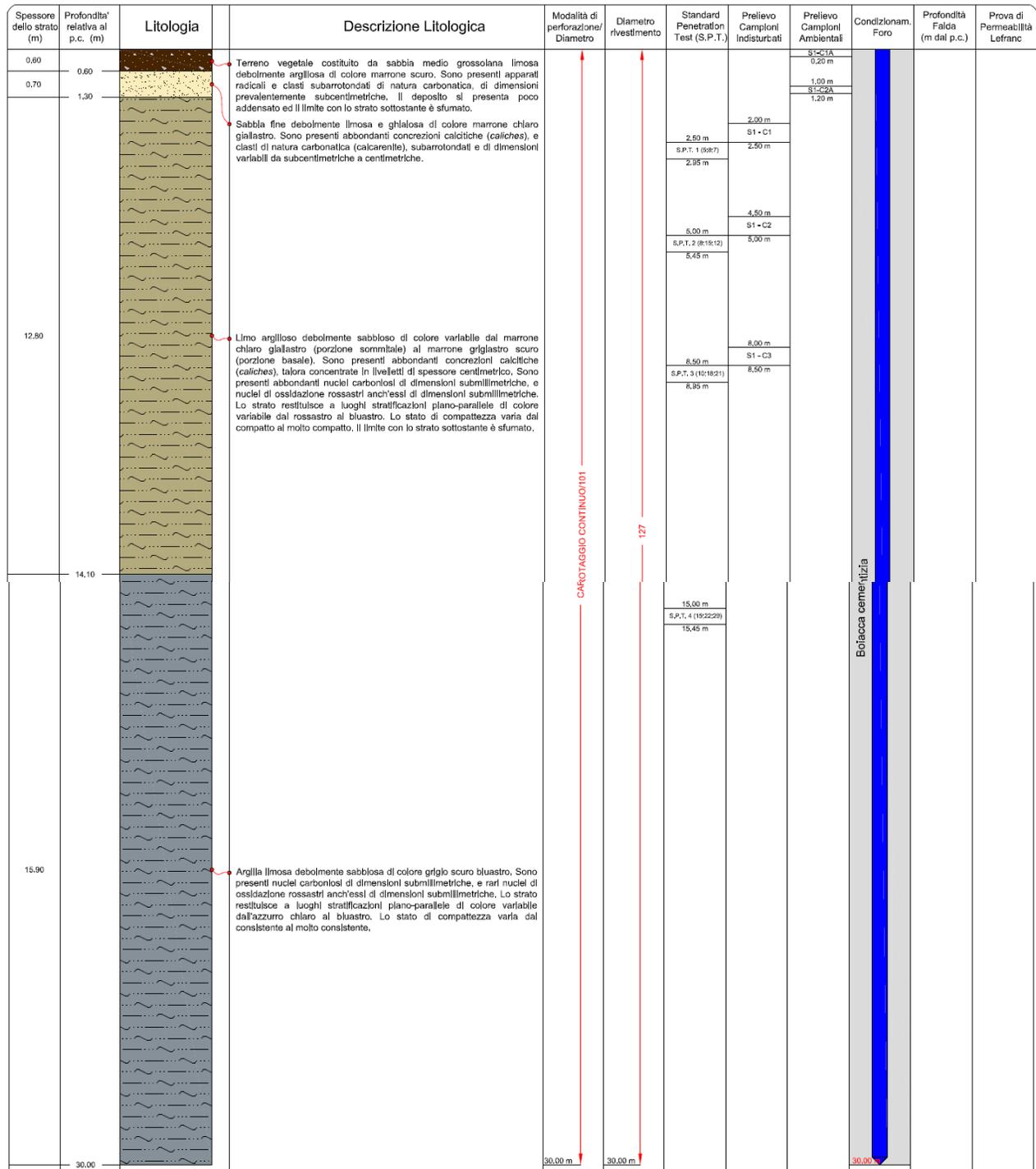


Figura 13 – Stratigrafia del sondaggio S1 in corrispondenza dell'area in cui sorgerà il nuovo serbatoio idrico

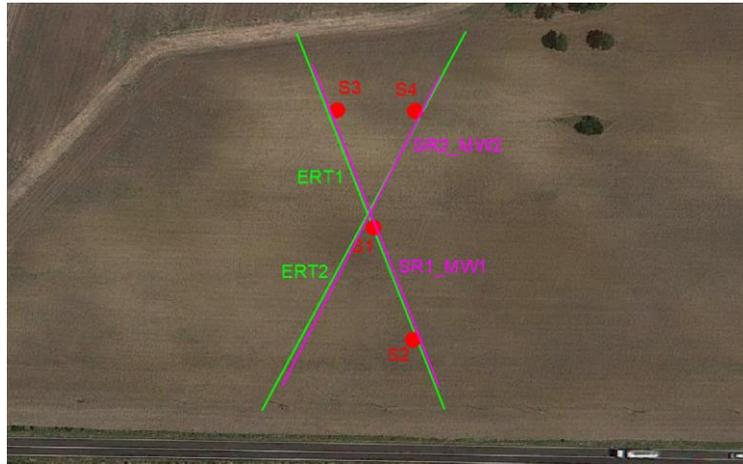


Figura 14 – Ubicazione sondaggi geognostici nella zona del nuovo serbatoio idrico



Postazione S1



Postazione S2



Postazione S3



Postazione S4

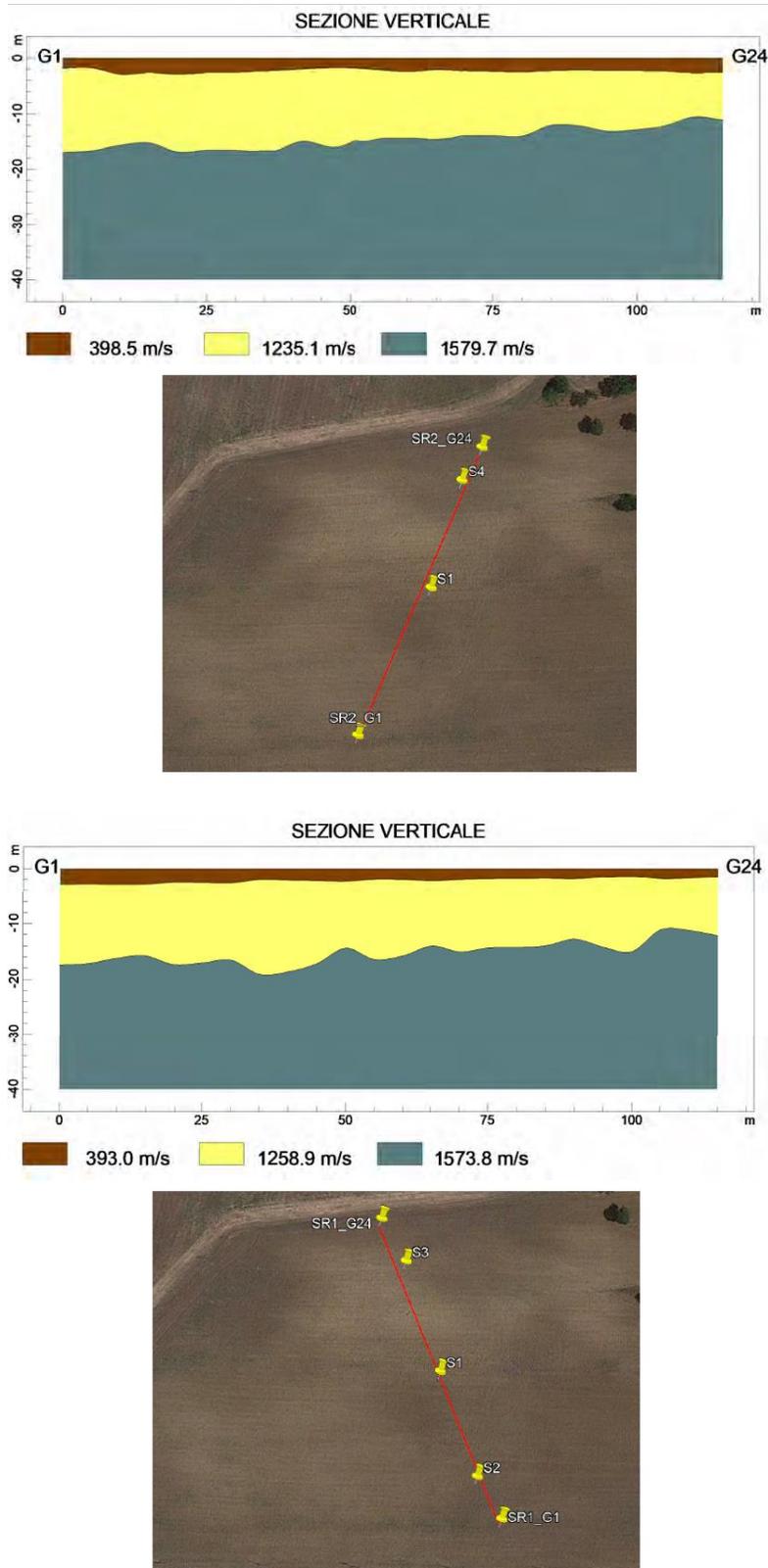
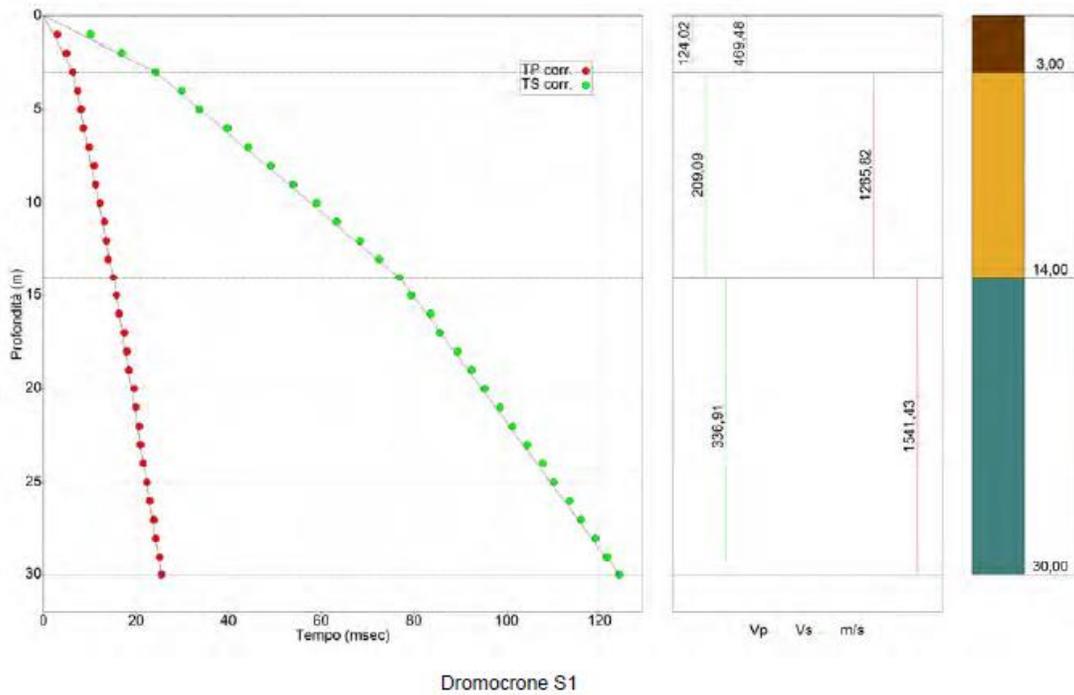


Figura 15 – Sismostratigrafie dei profili sismici effettuati nell'area del nuovo serbatoio a realizzarsi

Profondità (m)	Vp medio (m/s)	Vs medio (m/s)	g medio* (kN/mc)	ni medio	G medio (MPa)	E medio (MPa)	Ev medio (MPa)
3.00	469	124	18,50	0,46	28	83	370
14.00	1266	210	19,50	0,49	86	256	3014
30.00	1541	337	20,00	0,47	227	670	4451



Valore calcolato Vs30 (0-30 m dal p.c.) = 241 m/sec	
Tipo di suolo	C

Figura 16 –Risultati della prova geofisica *down-hole* in foro nell’area del nuovo serbatoio a realizzarsi

7. PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

I campioni di terreno prelevati nel corso della campagna geognostica del novembre-dicembre 2018 sono stati portati presso il laboratorio geotecnico ILAG S.r.l. di Napoli, dotato di autorizzazione del Ministero Infrastrutture e Trasporto n°02614/26 del 26/03/2010.

Su tali campioni è stato svolto un programma di prove sperimentali, costituito da una descrizione geotecnica e determinazione delle caratteristiche fisiche generali, dall'analisi granulometrica per sedimentazione e setacciatura, dalla determinazione dei limiti di Atterberg, con l'esecuzione di prove mirate alla determinazione della resistenza a rottura (prova di taglio diretto TD, prove di compressione non confinata – uniassiale) e prove di compressione Edometrica.

Nella tabella che segue è riassunto, per ogni campione, il programma delle prove effettivamente eseguite.

Campione	Profondità (m)	Caratteristiche fisiche generali	Analisi Granul.	Limiti Atterberg	Limiti ritiro	Prova TD	Prova uniassiale	Prova edometrica
S1-C1	2.00 – 2.50	X	X	X	X	X	X	X
S1-C2	4.50 – 5.00	X	X	X	X	X	-	X
S1-C3	8.00 – 8.50	X	X	X	X	X	-	X
S2-C1	1.50 – 2.00	X	X	X	X	X	-	X
S2-C2	4.00 – 4.50	X	X	X	X	X	X	X
S3-C1	6.50 – 7.00	X	X	X	X	X	X	X
S4-C1	4.50 – 5.00	X	X	X	X	X	X	X
S4-C2	6.50 – 7.00	X	X	X	X	X		X

I risultati di tutte le analisi geotecniche di laboratorio, che hanno consentito la caratterizzazione geotecnica media del sottosuolo del nuovo serbatoio idrico di Castellaneta, sono riportati **nell'Allegato alla Relazione geologica A.5.1.**

8. ANALISI CHIMICO-FISICHE PER L'ATTRIBUZIONE DEL CODICE CER ALLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

La normativa attuale a riguardo della gestione delle terre e rocce da scavo è disciplinata dal D.Lgs. 152/06 s.m.i. e dal D.P. R. 13 giugno 2017, n. 120.

Si definisce terra e roccia da scavo il suolo proveniente da attività di scavo privo di sostanze pericolose contaminanti e/o materiale ultroneo (materiale plastico, macerie, cls, metalli, etc).

Secondo la normativa vigente le terre e rocce da scavo sono rifiuti speciali (codice CER 170504) la cui gestione deve avvenire ai sensi della normativa in materia di gestione rifiuti (Parte IV del D.Lgs. 152/06 s.m.i.).

Tale normativa prevede che predetto materiale sia conferito presso un centro autorizzato a ricevere e trattare specifico codice CER a meno di:

- attuare l'attività di recupero rifiuti ai sensi degli Artt. 214, 215, 216 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.
- applicare gli art. 185 (riutilizzo presso il sito di produzione);
- art. 184 bis del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. unitamente al D.P. R. 13 giugno 2017, n. 120.

Nel caso in cui si preveda il conferimento ad un centro autorizzato è necessario:

- individuare un centro autorizzato al recupero o smaltimento terre e rocce da scavo (CER 170504);
- individuare l'eventuale deposito temporaneo presso cantiere di produzione (le cui quantità di stoccaggio e tempi di deposito devono rispettare quanto previsto nel D.P.R. 120/2017);
- il trasporto deve essere effettuato da ditte iscritte all'Albo Gestori Ambientali o dell'impresa previa richiesta all'Albo per il trasporto in conto proprio;
- emettere documento di trasporto (Allegato 7 D.P.R. 120/2017).

In sede progettuale o al più prima dell'Inizio Lavori il centro autorizzato prescelto deve essere comunicato al Comune di competenza per le necessarie verifiche.

L'art. 185 prevede che le terre e rocce da scavo non contaminate provenienti dall'attività di scavo possano essere riutilizzate a fini di costruzione allo stato naturale nello stesso sito in cui sono state scavate.

L'art. 184 bis prevede che qualsiasi sostanza od oggetto, nel caso soddisfi tutte le condizioni previste dal comma 1 del medesimo articolo, può essere considerata un sottoprodotto e non un rifiuto. Le terre e rocce da scavo prodotte durante la realizzazione di un intervento possono essere considerate come sottoprodotto e come tale gestite a condizione che vengano rispettate le condizioni e le prescrizioni sia del predetto comma 1, art. 184 bis, D.Lgs. 152/06 sia del D.P.R. 120/2017". L'applicazione di predetto D.P.R. necessita della redazione del "Piano di Utilizzo" secondo le indicazioni contenute nell'art. 9 e nell'Allegato 5, da trasmettere all'Autorità Competente in materia Ambientale almeno 60 giorni prima del loro utilizzo.

L'utilizzo delle terre e rocce da scavo è attestato all'autorità competente mediante la dichiarazione di avvenuto utilizzo (D.A.U.), di cui all'Allegato 8 del D.P.R. 120/2017.

Al fine di caratterizzare da un punto di vista chimico i terreni che costituiscono il sottosuolo interessato dalle opere in oggetto, durante la fase di carotaggio della **campagna geognostica del luglio-agosto 2018** sono stati prelevati n. 3 campioni rimaneggiati conferiti presso il laboratorio accreditato TecnoLab di Caterina Serino sito in Altamura in Corso Umberto I, 19.

CAMPIONAMENTO PER ANALISI CHIMICO-FISICA (IDENTIFICAZIONE CODICE CER)			
N. SONDA	Data prelievo campioni	NUM	Profondità di prelievo
S05	19/07/2018	3	0.1m÷0.2m, 2.4m÷2.5m, 4.9m÷5.0m

Gli esiti delle analisi chimiche eseguite su ciascun campione, sono stati restituiti in copia originale accertanti la caratterizzazione CER delle terre e rocce da scavo. Sulla base dei risultati delle analisi eseguite, a tutti i campioni sottoposti a valutazione è attribuibile il codice CER 170504 (terre e rocce diverse da quelle di cui alla voce 170503), relativamente ai parametri valutati è **classificabile come speciale non pericoloso** (Direttiva 2008/98/CE-DL 205/2010) **recuperabile ai sensi dell'ex DM 5/02/98 e successive modifiche, paragrafo 7.31bis in impianti conformi alle normative vigenti.**

Successivamente, durante la **campagna geognostica del novembre-dicembre 2018** sono stati prelevati ulteriori n.4 campioni analizzati dal laboratorio Analysis s.r.l. di Angri (SA), laboratorio accreditato Accredia con n°0930, dove sono state eseguite le analisi richieste. Nello Specifico, essendo i terreni carotati di origine naturale e non antropica sono state eseguite solo le analisi chimiche ai sensi del DPR 120/2017 per materiali di scavo.

Sondaggio	Campioni Ambientali (m dal p.c.)
S1	S1C1A (0.00 – 0.20 m) S1C2A (1.00 – 1.20 m)
S2	S2C1A (0.00 – 0.20 m) S2C2A (1.00 – 1.20 m)
S3	S3C1A (0.00 – 0.20 m) S3C2A (1.00 – 1.20 m)
S4	S4C1A (0.00 – 0.20 m) S4C2A (1.00 – 1.20 m)

Dalle analisi chimiche eseguite sui tutti i campioni di suolo prelevati, risulta che gli inquinanti analizzati sono tutti conformi al D.L.gs. 152/06 parte IV, titolo V allegato 5, Tab.1 Col. B e cioè **nessun contaminante supera il limite di concentrazione per siti ad uso commerciali e industriali**. Viceversa, ad eccezione dei Campioni S1-C1A e S1-C2A, in tutti gli altri campioni il valore riscontrato per gli idrocarburi pesanti C>12 supera il limite di concentrazione per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (parte IV, titolo V allegato 5, Tab.1 Col. A).

9. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE MEDIE

Sulla base delle campagne geognostiche svolte e, in particolare, delle perforazioni a carotaggio continuo, delle prove SPT in foro, delle analisi geotecniche di laboratorio e delle correlazioni esistenti in letteratura tra la velocità delle onde sismiche P ed S ed i parametri di resistenza e deformabilità delle terre, è possibile indicare i parametri geotecnici medi dei terreni che saranno interessati dalle opere previste in progetto:

Parametri geotecnici medi Nuovo serbatoio AQP di Castellaneta (Campagna indagini Nov-Dic 2018 – SIA srl)

LITOTIPO A

Da 0.00 a 1.50 m dal p.c.: Terreno vegetale e sabbia giallastra debolmente limosa e ghiaiosa

$\gamma = 17,0 \div 21,0 \text{ kN/m}^3$	(peso-volume naturale)
$\varphi' = 26^\circ \div 27^\circ$	(angolo di attrito interno)
$c' = 0,0 \text{ daN/cm}^2$	(coesione efficace)
$c_u = 0,2 \div 0,9 \text{ daN/cm}^2$	(coesione non drenata)
$E_s = 70 \div 100 \text{ daN/cm}^2$	(modulo di Young statico)
$\nu = 0,43$	(coeff. di Poisson)

LITOTIPO B

Da 1,50 a 14,00 m dal p.c.: Limi argillosi debolmente sabbiosi mediamente compatti = TERRENO DI FONDAZIONE

$N_{\text{SPT}} = 15 \div 27$ (tra 2,0 ÷ 5,5 m dal p.c.)	
$N_{\text{SPT}} = 26 \div 52$ (tra 7,0 ÷ 14,0 m dal p.c.)	
$\gamma = 19,5 \text{ kN/m}^3$	(peso-volume naturale)
$\varphi' = 22^\circ \div 23^\circ$	(angolo di attrito interno)
$c' = 0,15 \div 0,30 \text{ daN/cm}^2$	(coesione efficace)
$c_u = 0,5 \div 1,5 \text{ daN/cm}^2$	(coesione non drenata)
$E_s = 110 \div 120 \text{ daN/cm}^2$	(modulo di Young statico)
$E_{\text{ed}} = 60 \div 113 \text{ daN/cm}^2$	(modulo edometrico nell'intervallo 0,78 ÷ 1,47 daN/cm ²)
$\nu = 0,47 \div 0,48$	(coeff. di Poisson)

LITOTIPO C

Da 14,00 m a 30 m dal p.c.: Argille limose di colore grigio-scuro

$\gamma = 19,5 \text{ kN/m}^3$	(peso-volume naturale)
$\varphi' = 0^\circ$	(angolo di attrito interno)
$c_u = 1,8 \div 2,0 \text{ daN/cm}^2$	(coesione non drenata)
$E_s = 170 \div 230 \text{ daN/cm}^2$	(modulo di Young statico)
$\nu = 0,48$	(coeff. di Poisson)

Non è stata rilevata alcuna falda idrica superficiale, mentre il tipo di suolo di fondazione per le verifiche sismiche, ai sensi delle NTC/2018, è di tipo "C" avendo misurato in sito una $V_{s\text{eq.}} = 241 \div 254 \text{ m/s}$

Parametri geotecnici e geofisici medi

Nuovo condotta suburbana

(Da N_{SPT} e correlazioni con indagini sismiche - Lug-Ago 2018 – A.T.I. Fiumano Toma)

LITOTIPO A

Da 0,00 a 1,00 m dal p.c.: Terreno vegetale e/o terreno di riporto costituito da asfalto e trovanti calcarei immersi in una matrice limoso-sabbiosa

$\gamma = 14,0 \div 16,0 \text{ kN/m}^3$	(peso-volume naturale)
$V_p = 475 \text{ m/s}$	(velocità media onde longitudinali)
$V_s = 150 \text{ m/s}$	(velocità media onde trasversali)
$N_{\text{SPT}} = 6 \div 8$	(numero colpi medio SPT)
$\varphi' = 26^\circ \div 28^\circ$	(angolo di attrito interno)
$c' = 0,0 \text{ daN/cm}^2$	(coesione efficace)
$E_s = 40 \div 60 \text{ daN/cm}^2$	(modulo di Young statico)
$\nu = 0,44$	(coeff. di Poisson)

LITOTIPO B

Da 1,00 a 2,50 m dal p.c.: Sabbie e calcareniti giallastre poco cementate con argille

$\gamma = 17,0 \div 18,0 \text{ kN/m}^3$	(peso-volume naturale)
$V_p = 930 \text{ m/s}$	(velocità media onde longitudinali)
$V_s = 340 \text{ m/s}$	(velocità media onde trasversali)
$N_{\text{SPT}} = 15 \div 30$	(numero colpi medio SPT)
$\varphi' = 34^\circ \div 35^\circ$	(angolo di attrito interno)
$c' = 0,0 \text{ daN/cm}^2$	(coesione efficace)
$E_s = 200 \div 300 \text{ daN/cm}^2$	(modulo di Young statico)
$\nu = 0,42$	(coeff. di Poisson)

LITOTIPO C

Da 2,50 a 6,00 m dal p.c.: Argille e limi argillosi

$\gamma = 17,0 \div 18,0$ kN/m ³	(peso-volume naturale)
Vp= 1500 m/s	(velocità media onde longitudinali)
Vs= 290 m/s	(velocità media onde trasversali)
NSPT= 22 ÷ 25	(numero colpi medio SPT)
$\varphi' = 24^\circ$	(angolo di attrito interno)
$c' = 0,05$ daN/cm ²	(coesione efficace)
$c_u = 1,50 \div 2,00$ daN/cm ²	(coesione non-denata)
Es = 150 ÷ 200 daN/cm ²	(modulo di Young statico)
$\nu = 0,48$	(coeff. di Poisson)

Lungo il tracciato della condotta suburbana, è stata riscontrata una modesta falda acquifera al contatto tra le sabbie e le argille, di tipo effimero e stagionale e alquanto discontinua, con un livello medio posto a circa -1,80 m dal p.c. attuale

Parametri geotecnici e geofisici medi**Nuovo condotta dal punto di presa esistente al nuovo serbatoio**

(N_{SPT} e correlazioni con indagini sismiche - Lug-Ago 2018 – A.T.I. Fiumano Toma)

LITOTIPO A

Da 0,00 a 0,80 m dal p.c.: Terreno vegetale e/o terreno di riporto costituito da asfalto e trovanti calcarei immersi in una matrice limoso-sabbiosa

$\gamma = 14,0 \div 16,0$ kN/m ³	(peso-volume naturale)
Vp= 512 m/s	(velocità media onde longitudinali)
Vs= 150 m/s	(velocità media onde trasversali)
NSPT= 6 ÷ 8	(numero colpi medio SPT)
$\varphi' = 26^\circ \div 28^\circ$	(angolo di attrito interno)
$c' = 0,0$ daN/cm ²	(coesione efficace)
Es = 40 ÷ 60 daN/cm ²	(modulo di Young statico)
$\nu = 0,45$	(coeff. di Poisson)

LITOTIPO B

Da 0,80 a 4,00 m dal p.c.: Limi argilloso-sabbiosi

$\gamma = 17,0 \div 18,0$ kN/m ³	(peso-volume naturale)
Vp= 784 m/s	(velocità media onde longitudinali)
Vs= 250 m/s	(velocità media onde trasversali)
NSPT= 15 ÷ 20	(numero colpi medio SPT)
$\varphi' = 28^\circ \div 30^\circ$	(angolo di attrito interno)
$c' = 0,0$ daN/cm ²	(coesione efficace)

$E_s = 150 \text{ daN/cm}^2$ (modulo di Young statico)
 $\nu = 0,44$ (coeff. di Poisson)

LITOTIPO C

Da 2,50 a 6,00 m dal p.c.: Argille e limi argillosi

$\gamma = 17,0 \div 18,0 \text{ kN/m}^3$ (peso-volume naturale)
 $V_p = 1400 \text{ m/s}$ (velocità media onde longitudinali)
 $V_s = 270 \text{ m/s}$ (velocità media onde trasversali)
 $\varphi' = 24^\circ$ (angolo di attrito interno)
 $c' = 0,05 \text{ daN/cm}^2$ (coesione efficace)
 $c_u = 1,50 \div 2,00 \text{ daN/cm}^2$ (coesione non-denata)
 $E_s = 150 \div 200 \text{ daN/cm}^2$ (modulo di Young statico)
 $\nu = 0,48$ (coeff. di Poisson)

Parametri geotecnici e geofisici medi

Nuovi tronchi idrici nel centro abitato

(Da correlazioni con indagini sismiche - Lug-Ago 2018 – A.T.I. Fiumano Toma)

LITOTIPO A

Da 0,00 a 2,00 m dal p.c.: Terreno vegetale e/o terreno di riporto costituito da asfalto e trovanti calcarei immersi in una matrice limoso-sabbiosa

$\gamma = 14,0 \div 16,0 \text{ kN/m}^3$ (peso-volume naturale)
 $V_p = 445 \text{ m/s}$ (velocità media onde longitudinali)
 $V_s = 140 \text{ m/s}$ (velocità media onde trasversali)
 $NSPT = 6 \div 8$ (numero colpi medio SPT)
 $\varphi' = 26^\circ \div 28^\circ$ (angolo di attrito interno)
 $c' = 0,0 \text{ daN/cm}^2$ (coesione efficace)
 $E_s = 40 \div 60 \text{ daN/cm}^2$ (modulo di Young statico)
 $\nu = 0,44$ (coeff. di Poisson)

LITOTIPO B

Da 2,00 a 5,00 m dal p.c.: Calcareniti giallastre poco cementate e sabbie

$\gamma = 18,0 \div 19,0 \text{ kN/m}^3$ (peso-volume naturale)
 $V_p = 1320 \text{ m/s}$ (velocità media onde longitudinali)
 $V_s = 530 \text{ m/s}$ (velocità media onde trasversali)
 $NSPT = >50$ (numero colpi medio SPT)
 $\varphi' = 37^\circ \div 40^\circ$ (angolo di attrito interno)
 $c' = 0,0 \text{ daN/cm}^2$ (coesione efficace)
 $E_s = 600 \div 750 \text{ daN/cm}^2$ (modulo di Young statico)
 $\nu = 0,40$ (coeff. di Poisson)

10. CONCLUSIONI

Alla luce di tutti gli studi geologici, idrogeologici e geotecnici svolti in sito è possibile fornire indicazioni circa la fattibilità e la compatibilità delle opere in progetto.

Le campagne di indagini geognostiche svolte hanno consentito di elaborare i modelli geologici e geotecnici del sottosuolo in corrispondenza delle varie opere previste in progetto e, in particolare, quelli riguardanti le aree del nuovo serbatoio idrico, della nuova condotta suburbana e delle condotte idriche di sostituzione e ampliamento nel centro abitato di Castellaneta.

Per quanto riguarda l'area in cui sorgerà il nuovo serbatoio idrico, la stessa risulta sub-pianeggiante con la presenza, alla quota di imposta delle fondazioni, di **limi argillosi debolmente sabbiosi mediamente compatti con caratteristiche geotecniche da discrete a buone e assenza di falde acquifere superficiali**. La verticalità dei fronti di scavo è assicurata solo per brevi periodi e, in ogni caso, per profondità superiori a 1,50 m dal p.c. sarà necessario utilizzare opere provvisorie di contenimento ai fini della sicurezza, ovvero pendenze dei fronti a sezione ampia pari ad 1:1.

Per quanto riguarda il tracciato della nuova condotta suburbana e della condotta di avvicinamento dall'opera di presa esistente al nuovo serbatoio previsto, dal rilievo geologico di campagna non sono state individuati fenomeni di erosione o di instabilità né vuoti o cavità sino alla profondità investigate. E' presente un tratto di circa 200 m che attraversa un'area classificata PG3 dal PAI dell'AdB Puglia. In tale tratto la condotta andrà posata su pali di lunghezza non inferiore a L=9 m in modo da attestarsi su litotipi argilloso-limosi più compatti e, allo stesso tempo, sarà necessario prevedere che i pozzetti di ispezione in linea possano consentire il monitoraggio di eventuali perdite, ovvero l'interruzione del flusso attraverso opportune valvole sezionatrici.

Inoltre, lungo il tracciato della condotta suburbana, è stata riscontrata una modesta falda acquifera al contatto tra le sabbie e le argille, di tipo effimero e stagionale e alquanto discontinua, con un livello medio posto a circa -1,80 m dal p.c. attuale. Per l'aggettamento di eventuali venute idriche all'interno degli scavi con altezza superiore a 20 cm, sarà necessario utilizzare pompe idrovore di adeguata potenza (1÷5 l/s), prevedendo il contemporaneo sostegno con opportune sbadacchiature per profondità superiori a 1,5 m.

In particolare in corrispondenza degli scavi dei pozzi di spinta previsti nei tratti con utilizzo della TOC (tecnica orizzontale controllata), oltre alle sbadacchiature per profondità superiori a 1,5 m, potrebbero essere necessarie opere di sostegno più importanti e/o la profilatura degli stessi scavi con pendenze non superiori a 1:1.

In generale, gli scavi potranno essere affrontati, per mezzo di escavatori e localmente, in corrispondenza di strati di "carparo" (calcareniti) per mezzo di benna da roccia

Ai fini delle verifiche sismiche, sulla base delle misure effettuate in sito, è possibile attribuire a tutti i terreni di fondazione interessati dalle opere, una categoria di suolo pari a "C".

E' importante sottolineare, infine, che non avendo potuto coprire interamente l'area di sedime dei vari manufatti con indagini geognostiche puntuali e/o lineari, nel corso dei lavori, prima che vengano realizzate le strutture di fondazione dovranno essere effettuati opportuni controlli diretti ed indiretti delle sezioni e del fondo degli scavi (ad esempio a mezzo di fiorettature o prospezioni geofisiche).

In conclusione, al termine degli studi effettuati ed alle condizioni sopra esposte, si rappresenta la fattibilità positiva del progetto in esame, dal punto di vista geologico, sismico ed idrogeomorfologico, ovvero la compatibilità geologica e geotecnica del territorio a ricevere le opere previste in progetto.

Bari, aprile 2019

Il geologo di Acquedotto Pugliese S.p.A.

dott. Alfredo DE GIOVANNI